

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

COTE DE CLASSEMENT. N° 113

PEDOLOGIE

ESSAI DE CLASSIFICATION DES SOLS LATÉRIQUES DE MADAGASCAR

SELON LA TOPOGRAPHIE

par

J. RIQUIER

I. R. S. M.
mars 1949

ESSAI DE CLASSIFICATION DES SOLS LATÉRITIQUES DE
MADAGASCAR SELON LA TOPOGRAPHIE

-:-:-:-:-

INTRODUCTION

Cette étude n'envisage que les sols des Hauts Plateaux malgaches d'une partie de la forêt de l'Est et des dunes cotières. Cette classification des sols n'est pas limitative. Elle énumère les types reconnus par nous au cours de tournée dans cette région. Elle a pour but de fournir un cadre où pourront s'insérer d'autres types de sols. Elle met en valeur le facteur topographique d'importance primordiale pour classer les sols dans une zone climatique déterminée. La topographie détermine en effet l'érosion donc l'épaisseur du sol, la présence de la nappe phréatique, le climat pédologique, le lessivage latéral. Le concept de zonalité climatique est beaucoup trop vaste, il permet l'établissement de carte pédologique à l'échelle mondiale mais il se révèle incapable de fournir une classification des sols dans une région déterminée. Précisons donc pour commencer la zone climatique envisagée. La température moyenne dépasse 20° sauf sur quelques hauts sommets et la pluviosité varie de 1m25 à 3m. C'est la région des argiles latéritiques et latérites, des sols jaunes dégradés sur les sommets, c'est tout ce que nous permet de dire la classification climatique. La roche mère ne permet pas non plus une classification. Il est bien connu que les latérites formées sur des roches mères variées se ressemblent par leurs caractéristiques physiques et chimiques. Une étude plus poussée montre quelques différences mais insuffisantes pour distinguer des types.

L'âge de la latérite est un facteur très intéressant malheu-

2/

reusement très difficile à évaluer. La chronologie du quaternaire est délicate dans les pays tropicaux par suite du manque de glaciation.

Enfin le facteur qui devrait être prépondérant est le climat pédologique. Ce facteur a été négligé jusqu'à présent par beaucoup de pédologues. Les données sur la température du sol, sur son humidité à différentes profondeurs au cours de l'année manquent complètement dans la littérature. Elles ne sont pas seulement fonctions du climat extérieur mais aussi du drainage, de l'épaisseur du sol. Il est évident qu'un sol peu épais reposant sur une roche en pente aura un climat aride, avec alternance de températures très fortes et différera entièrement d'un sol de marais donc à température constante et à l'humidité maxima. Nous retrouvons ici l'influence de la topographie.

Nous allons donc passer en revue les différents facteurs, leurs actions sur la genèse du sol et proposer une classification topographique des sols des Hauts plateaux malgaches suivie d'une description morphologique sommaire des types de sol.

1°) La topographie

Elle conditionne la présence ou l'absence d'une nappe phréatique sa stagnation ou son déplacement latéral. Un hydraulicien M. PRUNET, après de nombreux sondages en Afrique a pu tracer le schéma suivant de l'hydrologie des régions latéritiques (I)

La nappe phréatique se trouve toujours dans la zone de départ de la latérite au contact de la roche mère. Elle n'existe pas toujours sous forme d'eau libre mais cette zone est toujours très humide. .../...

3/

Un pédologue peut en conclure l'altération rapide de cet horizon et le départ des éléments alcalins et de la silice par entraînement latéral. Ce départ laisse des vides d'ou la porosité de cette zone qui se transforme parfois en bouillie argileuse. La partie supérieure de cette latérite n'est qu'un sol résiduel restant en place pendant que la zone d'altération descend plus profondément dans la roche mère. Ces constatations sont difficiles à faire pour un pédologue qui ne considère que des coupes naturelles ou artificielles car ces coupes assèchent la nappe phréatique. L'hydraulicien est avantagé car il fait des sondages donc ne modifie pas les conditions d'humidité du milieu. D'autre part le pédologue oublie trop souvent le déplacement latéral de la nappe phréatique dans un pays si mamelonné que les hauts plateaux malgaches. Toujours d'après M. PRUNET les marais trouvés fréquemment dans les régions tropicales ne seraient que l'affleurement de la nappe phréatique dans le fond de la vallée et non une nappe reposant sur un substratum imperméable.

Le relief fonction du degré d'altération des roches et de la nappe phréatique s'expliquerait comme suit. Les roches les moins altérables par leur composition minéralogique et les moins diaclasées se décomposent moins facilement que les autres. L'érosion jouant en surface plus rapidement que l'altération en profondeur la roche est décappée. Mise à nu, la nappe phréatique, ou l'humidité du sol ne peuvent plus jouer pour l'altérer, l'eau glisse à la surface et ne séjourne pas. Seules les différences de températures peuvent provoquer un écaillage superficiel? Ce processus explique la présence de gros blocs rocheux arrondis sur le sommet des collines de l'Imerina (sol N° 1 et 2 de la classification).

Lorsque la surface des roches résistantes à l'altération es

.../....

..../

suffisamment grande lorsque la roche est homogène sur une grande étendue nous avons formation d'un plateau. L'altération étant assez faible le sol est peu épais. La nappe phréatique stagne sur ce plateau et se trouve près de la surface à cause du peu d'épaisseur du sol. Nous avons alors toutes les conditions réalisées pour la formation d'une cuirasse latéritique (sol I5, I6 et I7)? Une vieille pénéplaine géologique présente les mêmes conditions.

Par contre, une roche très diaclasées, très altérable par sa composition chimique aura tendance à se creuser, la zone d'altération descendant toujours plus profondément dans la roche. L'eau s'accumule dans ce point bas et accélère le processus. Le départ des éléments mis en suspension dans l'eau provoquent des vides d'où un affaissement du sol. Les eaux de ruissellement superficiel se rassembleront alors dans cette dépression et contribueront à la formation d'une vallée. Dans cette vallée nous trouverons donc 1) un sol latéritique avec une apparence de sol à gley (fer réduit) si la nappe phréatique affleure (sol n° I9) 2) des alluvions provenant du ruissellement (sol II, I2, I3, I4 et I8 3) la roche mise à nu si l'érosion est très grande (lit d'un fleuve rapide). Sur les pentes nous avons des conditions intermédiaires. En haut de la pente l'érosion est assez importante et c'est la zone d'altération qui affleure (sol n° 3). Plus bas nous avons le profil latéritique classique (sol n° 5). A la base du profil une zone de départ kaolinique, très humide avec un départ latéral des éléments alcalins et de la silice, au dessus un sol rouge d'alumine et de fer. Lorsque cet horizon supérieur est dépourvu de végétation, il se dessèche, l'argile peptisée colmate le sol qui durcit et devient de plus en plus imperméable. La déshydratation des oxydes de fer donnent une couleur rouge. On aboutit à un sol

..../....

.... /5

mort résiduel. Seule la zone de départ reste vivante. Madagascar est couverte de ces sols latéritiques rouge ou les mouvements des solutions sont insignifiantes. Tous les éléments fertilisants sont éliminés dès la zone de départ. Il ne reste qu'un sol mort en surface. Il n'est pas nécessaire pour cela de supposer la formation d'une cuirasse latéritique qui ne peut se former sur une surface inclinée. Si la nappe phréatique disparaît l'altération de la roche elle même doit s'arrêter.

Enfin, le ruissellement peut accumuler des colluvions sur le bas des pentes. Elles résultent du mélange d'argile, de sable, d'humus, de racines de graminées provenant des latérites supérieures. Le profil n'est pas différencié en horizon (sol N° IO)

Toutes ces considérations sont résumées dans la figure jointe au texte. Nous y avons placés les types de sols selon une catena. Leur rapport avec la nappe phréatique y est nettement visible.

2) L'age

A Madagascar, les latérites peuvent appartenir à tous les ages. Leur genèse paraît continu depuis le tertiaire jusqu'à nos jours. Les cuirasses latéritiques du tampoketsa paraissent assez anciennes, elles auraient pu se former sur une pénéplaine tertiaire peut être à la même époque que les croutes, grès, conglomérats du Miocène - pliocène que l'on trouve dans l'ouest et le sud de Madagascar. Ces croutes et cuirasses ont fossilisé un relief pénéplainé dont la reprise par un nouveau cycle d'érosion se reproduit sous nos yeux. Des latérites mieux datées sont supérieures aux dépôts lacustres des lacs de l'Alaotra et du Mangoro, c'est à dire antérieures au pleistocènes. D'autres se trouvent

recouvertes

recouvertes par des coulées volcaniques quaternaires donc antérieures aux éruptions volcaniques. Les coulées volcaniques elles-mêmes sont latéritisées - région de Faratsiho) ou ne le sont pas (région de Betafo) peut-être question d'âge, les plus récentes n'auraient pas eu le temps de devenir latéritiques. Les alluvions quaternaires, bassins de Samsaina et d'Antsirabe semblent avoir subi une latérisation, certaines possèdent même une cuirasse.

A l'appui de la formation actuelle des latérites nous pouvons noter que la limite des latérites correspond aux limites climatiques actuelles, d'autre part une roche intacte, abandonnée à elle même, s'altère rapidement.

L'érosion rajeunit les sols.

Nous trouverons donc les vieilles latérites protégées de l'érosion par une croute, par un manteau volcanique récent, par des alluvions quaternaires, par la forêt. Il est cependant remarquable de trouver un relief jeune dans les parties de Madagascar encore recouvertes par la forêt. Deux explications sont possibles. Le relief est antérieur à la forêt donc antérieur au tertiaire, (puisque les botanistes datent la forêt de cette époque), ou l'érosion se poursuit sous forêt, il faut alors supposer un entraînement des éléments dans la zone de départ par exemple et un affaissement continu du sol c'est l'hypothèse la plus probable.

L'âge des sols alluviaux est aussi importante à considérer. Les vieilles alluvions lacustres ou alluviales néogènes ressemblent morphologiquement à des latérites. Les alluvions du quaternaire récent

sont jaunes (On peut les rapprocher des sols jaunes de montagnes qui sont des latérites perpétuellement rajeunies par l'érosion). Enfin les sols d'alluvions actuelles (latéritites) ne sont pas latéritisés en ce sens que nous trouvons bien des éléments latéritiques provenant des latérites supérieures mais aussi des éléments neufs non latéritisés. Le degré de latérisation est donc proportionnel à l'âge des sols.

3) La roche mère.

On peut distinguer les roches acides et les roches basiques. Chacune donne des latérites un peu différentes morphologiquement et chimiquement (voir plus loin la description des types de sols). Certains basaltes et cinérites donnent des sols noirs ou chocolat peut être à cause de leur composition minéralogique et chimique mais surtout à cause de leur âge récent et de leur latérisation moins avancée. Le facteur le plus remarquable de variation dans la genèse de sol est l'abondance de quartz. Les sols provenant de quartzite, les sols dunaires et les sols d'alluvions sableuses ont tous des tendances à la podzolisation, allant parfois jusqu'au vrai podzol (sol de quartzite de Haute montagne n° 4 ou dunes cotières n° 20). La perméabilité très grande de ces sables semblent expliquer ce phénomène.

4°) Végétation

Les subdivisions principales de notre classification seront ensuite faite par la végétation. La forêt joue évidemment le premier rôle. Un sol sous forêt continue à vivre. Il est perpétuellement humide. Il possède un horizon humifère, un horizon jaune podsolisé qui n'existe pas sous prairie. L'horizon rouge est moins intense ou inexistant, l'humidité empêchant les oxydes de fer de se deshydrater.

..../8

Sous la prairie qui succède à la forêt deux cas peuvent se présenter. L'horizon humifère forestier est entraîné par l'érosion, l'horizon rouge arrive en surface, la couleur rouge s'accroît, le sol durcit par dessiccation, se dénude (sol 5). Le deuxième cas se ~~présente~~ présente sur une latérite nouvellement déforestée et à mauvais drainage (roche proche de la surface par exemple). Le sol dans ce cas reste jaune, les morceaux de roches altérées persistent dans le sol et forment des pseudo-concrétions (sol 16). Elles sont enduites d'une pellicule de fer mais l'intérieur conserve la structure de la roche, les feldspaths sont transformés en une trame d'hydrargillite. Ces sols sont beaucoup moins argileux que les argiles latéritiques (ou la roche s'altère uniformément en une masse kaolinique).

Enfin les sols de marais ont leur genèse conditionnée en partie par la submersion permanente mais aussi par leur végétation qui forme un abondant humus acide (sol 19)

5°) Climat pédologique

C'est le seul à considérer dans l'étude des sols. Il est fonction du climat météorologique mais aussi de l'épaisseur du sol, de la nappe phréatique, etc... Les oscillations diurnes de températures sont assez vite amorties lorsqu'on descend dans le sol, elles persistent jusque vers 50 cm. Par contre les oscillations annuelles descendent jusqu'à 15 mètres. La plupart des zones de départ de latérite seront donc perpétuellement humides et à température constante. Elles sont kaoliniques en général (sol 5) Un sol de 1 ou 2m d'épaisseur en pente sera par contre sec une

..../9

une grande partie de l'année et subira d'autant plus facilement qu'il sera sec les variations de température diurne (sols I,2,3)

Les oscillations hydriques et thermiques semblent provoquer les latérites à cuirasse, à concrétions (le feldspathé s'altère plutôt en hydrargilite qu'en kaolinite (sols I5 et I6)

Description des types de sols

I. Roche nue -

Ces roches sont des gneiss ou plutôt des granites plus résistants. Elles apparaissent au sommet de la colline toujours arrondies et en boules. Quelquefois ces boules roulent au fond de la vallée. Dans le pays Betsileo, elles se présentent en blocs immenses. L'altération en boule proviendrait d'abord d'une altération chimique dans le sol, mais ces roches dénudées par l'érosion se sont altérées ensuite uniquement par les écarts de température. Il se produit une desquamation en écailles.

2. Arène humifère

Arène résultant de la désagrégation physique des roches et s'accumulant dans les creux des rochers. Très humifère en général car mauvaise décomposition de la matière organique.

3. Sol jaune

Peu épais 1 à 2 m. C'est encore une arène où les feldspaths sont peu ou pas altérés, structure sableuse du sol, peu d'argile. C'est l'affleurement d'une zone de départ mais l'altération y est moins grande par suite d'un dessèchement fréquent et d'un bon drainage latéral. La couleur blanchâtre ou jaunâtre est donnée par les feldspaths non altérés ou altérés légèrement

...../10

en kaolin. Les oxydes de fer ne sont pas individualisés ou sont hydratés donc pas de couleur rouge. Ces sols très érodés ont peu d'humus.

4. Sol siliceux

Ils résultent de la désagrégation des quartzites. Le sable est pur ou coloré en gris par des éléments noirs. La bruyère produit un peu d'humus, qui est rapidement entraîné en profondeur.

5. Argiles latéritiques

Profil décrit par Pr. ERHART - A sous forêt 1) surface grise humifère 2) horizon jaune 3) horizon rouge 4) zone de départ 5) roche mère. B. Sous prairie 1) horizon rouge ou brun rouge superficiel durci 2) horizon rouge 3) zone de départ 4) roche mère.

Ces profils sont légèrement différenciés par la nature de la roche mère

6. Argile latéritique sur gabbre

L'horizon rouge est très foncé, il se divise en nombreux petits polyèdres d'argile donnant une structure grumeleuse au sol. L'altération de la roche se fait brusquement, la zone de départ est très mince. On obtient surtout de produits colloïdaux bauxitiques.

7. Argile latéritique sur gneiss et granite

Couleur rouge clair plutôt rose. Sur gneiss, zone de départ rubannée, altération kaolinique prépondérante. Sur granite zone de départ tachetée, peu épaisse. Des morceaux de roches en forme de boules...../...

/.../II

restent inaltérés dans le sol. Sur pegmatite: tendance plus grande à la formation d'hydrargillite donc à l'altération gibbsique.

8. Argile latéritique sur basalte

Couleur du sol variant suivant l'âge des basaltes et d'autres conditions inconnues. Latérite rouge foncé allant jusqu'au brun noir, zone de départ jaune terreuse.

9. Sol de couleur brune, noire ou chocolat sur cendres volcaniques

Sol de 2 à 3m. d'épaisseur, profil uniforme, non latéritique, humus assez abondant, reposant presque toujours sur une formation latéritique.

10. Néosols colluviaux

Formés par décapage des latérites en place grâce à l'érosion en nappe ou même phénomène de solifluction (surface plus perméable gorgée d'eau et coulant comme la boue sur un milieu imperméable). Profil assez homogène - I) 2 à d'épaisseur - brun (assez humifère) rouge foncé ou jaune, séparé en général de la latérite sous jacente par des blocs de quartz plus perméable, plus meuble, plus humifère que la latérite. Humidité maintenue par la latérite sous jacente. Peut-être considéré comme un profil jeune sur colluvion jouant le rôle de la roche mère. Climat pédologique très différent de celui des latérites.

II. Alluvions anciennes latéritisées

Alternance de couches de 50 cm. à 1 m d'épaisseur plus ou moins sableuses, plus ou moins argileuses, de couleur variée: rouge, violette, blanche, (rouge = profil d'un sol émergé, blanc =

..../....

..../I2

profil d'un sol de marais), donc paléosols superposés. Des phénomènes de migration interne ont souvent provoqué la formation de plaques ferreuses entre les couches. Quelquefois grande épaisseur de sol argileux avec taches de couleur variée et roche sableuse.

I2. Sol jaune à tendance latéritique et podsolique

Anciennes alluvions émergées depuis un certain temps. Une argile blanche de rizière émergée devient jaune peut être par un début de latéritisation. Une alluvion sableuse devient aussi jaune mais présente alors des phénomènes de podsolisation (du moins concrétionnement de fer en profondeur). D'ou surface assez humifère, profil jaune uniforme avec parfois concrétions ou plaques ferrugineuses en profondeur.

I3. Podsol humique sur sable

Les fleuves et les rivières déposent par endroit des bancs de sable presque pur. Il se produit alors de véritables podsols: surface humifère, zone blanchie de sable pur, horizon d'accumulation humifère (quelquefois ferrugineus en profondeur).

I4. Latérite

Ce sont des latérites alluvionnées par les fleuves à l'époque actuelle. Elles donnent des sols de couleur rose pale à profil uniforme peu humifère si elles sont bien drainées. Noyées par la nappe phréatique elles évoluent vers les sols de marais. Des latérites et des sols de marais superposés donnent les alluvions anciennes latéritisées N° II. Ces latérites possèdent en général des minéraux non altérés provenant des fonds de lavakas d'ou leur fertilité relative.

..../....

...../13

15. Latérite à cuirasse

La formation de cuirasse se produit presque toujours au niveau de la zone de départ. Nous avons dans le même horizon altération de la roche et remaniement sur place des produits d'altération. La surface horizontale facilite la nappe phréatique qui dissout ou du moins met en suspension des colloïdes. Lors de la saison sèche la nappe baisse et les produits se concrétionnent en des endroits privilégiés, de préférence en surface mais pas nécessairement. La cuirasse peut être fossile, dans ce cas la nappe phréatique a disparu. Enfin de nombreux remaniements internes peuvent se produire ex: débris de cuirasse et pisolites entraînés par ruissellement et ressoudés un peu plus loin.

16. Sol jaune à pseudo-concrétions

Ils sont voisins des sols à cuirasse. Forêt disparue récemment. Altération gibbsitique en général. Le profil est le suivant
1) horizon humifère 2) sol jaune sableux 3) apparition vers la base du profil de pseudo-concrétion, c'est à dire de morceaux de roches altérées (structure de la roche conservée, quartz et lamelle d'hydrargillite) enveloppés d'une pellicule de fer donnant l'apparence d'une concrétion 4) enfin passage assez brusque à la roche mère. Sol de 1 à 2 m. d'épaisseur donc se desséchant facilement.

17. Négosol sur débris de cuirasse

L'érosion démantèle la cuirasse sur les bords. Les débris (pisolites, morceaux de cuirasse) sont alluvionnés sur la pente. Ils s'altèrent alors en un sol jaune dans lequel on trouve encore des alignements de concrétions.

18. Alluvions anciennes cuirassées

...../14

Même aspect que les alluvions latéritisées (voir plus haut) mais présence de croute, soit alumine et fer, soit fer ferrique et fer ferreux (croute formée sous l'eau en milieu réducteur).

19. Sols de marais à gley et sols de rizières

Evolution sous l'eau en trois stades 1) jaunissement du sol et persistance de taches rouges 2) argiles grises avec canaux couleur rouille le long des racines, horizon de gley au niveau de la nappe phréatique 3) grosse épaisseur d'humus et de matières organiques non décomposées au-dessus d'une argile blanche complètement déferrifiée.

20. Podsol sur dunes fixées

Véritable podsol très profond avec migration de l'humus et du fer.

21. Sol jaune calcaire à tendance podsolique

Profil jaune uniforme mais légère accumulation d'humus en sous-sol

C-O N C L U S I O N

Cet essai de classification a surtout pour objectif de mettre en valeur le facteur topographique. Si certaines conclusions tirées de la position de la nappe phréatique sont un peu hypothétiques, l'avenir se chargera de confirmer ou de corriger. Cette synthèse des sols malgaches aura du moins l'avantage d'attirer l'attention sur des faits trop souvent négligés tel que la zone d'humidité maxima dans un profil, le lessivage latéral, etc... Nous nous sommes strictement basés sur des considérations morphologiques. Nous ne nous estimons pas l'intérêt de la chimie, du rapport $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ par exemple dans la classification des sols tro-

...../15

picaux. Mais les méthodes d'établissement de ce rapport n'étant pas au point il nous a semblé préférable de ne considérer que la morphologie. Elle restera d'ailleurs indispensable même lorsque la classification chimique sera établie sur des bases solides.-

Mars 1949

REQUIER.-