

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 29.987

Cote : 6

PÉDOLOGIE

Carte préparée par Patrice ROEDERER
en collaboration avec Fernand BOURGEAT

I. SOURCES

- Documents du Centre ORSTOM de Tananarive et renseignements fournis par les Pédologues du Centre.
- Documents du Service Central de Documentation de l'ORSTOM PARIS.
- Documents de la Commission de Coopération Technique en Afrique (Bureau International des Sols)
- Documents de l'Institut de Recherche Agronomique à Madagascar.

II. ELABORATION DE LA CARTE

La Carte des Sols de Madagascar a déjà été levée, à différentes échelles. En particulier :

- Carte à l'échelle de 1/1.000.000 en 3 feuilles dressée par J. RIQUIER et présentée au Congrès International de la Science du Sol à BUCAREST en 1964, dont 2 feuilles étaient imprimées fin 1968 (ORSTOM).

Cette carte, la première du genre pour Madagascar, faisait le point des connaissances sur les sols malgaches.

- Carte à l'échelle de 1/5.000.000 établie par la Commission de Coopération Technique en Afrique, Legos, 1964, en collaboration avec J. RIQUIER et J. HERVIEU (coordinateur J. D'HOORE) et faisant partie de la carte des sols d'Afrique à la même échelle.

Différente de la première par sa conception, elle replace Madagascar au sein du continent africain où les unités cartographiques employées tiennent compte de cet immense ensemble.

Tout en utilisant ces documents comme base, nous avons élaboré une nouvelle carte pour tenir compte des travaux de cartographie effectués depuis 1964 et cherché d'autre part à rendre plus thématique la représentation en même temps qu'adaptée à la Grande Ile.

Nous avons donc regroupé certains sols en distinguant des associations afin de faire ressortir la tendance de la pédogénèse selon les régions. La légende est basée sur la classification française des sols de G. AUBERT. Le choix des couleurs correspond aux facteurs agissant sur la pédogénèse, d'après une méthode déjà utilisée par H. GAUSSEN: le blanc correspond à des sols pratiquement inexistant: lithosols, sols squelettiques
le gris indique une différenciation faible
le rouge, la chaleur: sols rouges
le bleu, l'humidité: sols hydromorphes
le jaune, saturation élevée du complexe absorbant: sols calcimorphes d'où les couleurs composées:
violet: chaleur et lessivage: sols ferrallitiques
orange: chaleur, saturation plus élevée du complexe et lessivage léger: sols ferrugineux tropicaux
vert: richesses en base (sodium): sols salés
marron: équilibre entre les différents facteurs, richesse en éléments chimiques: sols bruns eutrophes

Les complexes et associations de sols ont été traités en trames ou en surcharge faisant apparaître le type de sol principal et les sols associés.

Trames associées: association de sols ferrallitiques, complexes de sols peu évolués et de sols salés, de sols peu évolués et de sols ferrugineux tropicaux.

Les croisillons et pavés permettent d'indiquer des complexes de plusieurs types de sols, et en particulier la dominance des sols squelettiques (lithosols).

Nous avons indiqué en surcharge noire les roches-mères, et dans quelques cas la présence de podzols et de concrétions ou cuirasses afin de ne pas surcharger la carte. Pour les plateaux, on peut admettre que les roches-mères sont en grande majorité cristallines, dans l'ouest on note une prédominance des roches basiques sédimentaires.

III. COMMENTAIRE

1. — Les facteurs de la pédogénèse

a) Les roches-mères

Les types de sols et leurs propriétés dépendent essentiellement de l'intensité et de l'ancienneté de l'altération, et l'influence de la roche-mère n'est guère perceptible sur les Hauts-Plateaux et le versant oriental. La roche-mère détermine cependant la teneur en quartz du matériau originel et des sols. Le quartz est en effet un minéral très résistant à l'altération et il a tendance à se concentrer (accumulation relative) dans la partie supérieure des profils anciens.

Sur roches récentes (coulées volcaniques) les propriétés physico-chimiques de la roche-mère se répercutent cependant sur les caractéristiques du sol et son évolution. Ainsi dans la zone des sols ferrallitiques, il est possible d'observer des sols bruns eutrophes sur les coulées et projections basaltiques récentes (régions de Betafo et de l'Itasy).

On ne connaît pas de sols jeunes formés sur roches cristallines. Les vrais sols jeunes seraient ceux qui se sont développés sur une roche-mère en place sous les conditions climatiques actuelles. Les sols récents se forment en fait sur les zones de départ qui ont subi une altération ancienne. Celles-ci sont parfois très appauvries en bases (lixiviées): elles peuvent être riches en gibbsite et présenter un rapport SiO_2 / Al_2O_3 très bas (0,6 - 2,2). Sur les Hauts-Plateaux et dans les régions du sud lorsque la roche a été mise à nu, sa position topographique l'expose à une érosion intense et sous le climat actuel les phénomènes d'érosion semblent l'emporter sur ceux de la pédogénèse. Les lithosols deviennent alors prédominants. Dans l'ouest et le sud, sur roches calcaires, les sols les plus récents correspondent à des lithosols, à des sols calcimorphes (Rendzines sols bruns calcaires), ou à des vertisols lorsque les conditions de drainage sont déficientes.

b) Le climat

Il a une action déterminante sur le type d'altération et sur la pédogénèse. Le matériau originel des sols (zone de départ) est profond, fortement lixivié sur le versant oriental, profond et moyennement lixivié sur le versant occidental des Hauts-Plateaux, il devient parfois squelettique toujours fortement saturé dans la partie sud de l'île.

Les sols du versant oriental sont riches en gibbsite alors que ce minéral de néosynthèse est absent dans les zones soumises à un climat moins humide.

Le taux de saturation des sols dépend essentiellement du climat et des précipitations annuelles. On peut admettre que les sols des régions orientales sont fortement désaturés, ceux des régions centrales moyennement désaturés, ceux des régions semi-arides bien saturés, ce qui apparaît sur la carte par le passage de la couleur violette au jaune. Ces caractères très généraux admettent évidemment de nombreuses exceptions car le degré de lixiviation des sols dépend à la fois de leur âge et de leur évolution antérieure. Celle-ci ayant pu s'effectuer sous des climats différents du climat actuel. Dans la région des Hauts-Plateaux, F. BOURGEAT étudie précisément l'influence des variations climatiques anciennes sur l'évolution et la répartition des sols.

c) La végétation

L'influence des différents types de végétation sur les sols

La forêt ombrophile

La forêt ombrophile de l'est est une formation végétale complexe qui fournit au sol une masse importante de matière végétale. Notons le rôle non négligeable joué par le sous-bois qui permet l'individualisation d'un horizon supérieur très organique (1,5 à 4% de matière organique). Cet horizon est riche en humus doux (rapport C/N voisin de 14) qui se minéralise très facilement. Le passage de l'horizon humifère à structure grumeleuse avec l'horizon sous-jacent est plus progressif que sous «savoka». La forêt orientale concentre en surface les bases prélevées en profondeur par les racines et on y note une augmentation du pH. Cette richesse des horizons superficiels en bases et en humus doux est mise à profit dans le procédé de culture désigné sous le nom de «tavy».

Sous forêt, et, en particulier sous roche acide, les sols «jaune sur rouge» sont bien développés. L'horizon jaune superficiel paraît lié à la présence actuelle ou récente d'une végétation forestière, d'où l'hypothèse du rôle joué par l'humus forestier dans cette décoloration. Cette hypothèse n'a pas été jusqu'ici vérifiée d'une façon très satisfaisante.

La «savoka» ou brousse secondaire

Dans les régions orientales, la «savoka» arbustive qui succède à la destruction de la forêt a une influence comparable à cette dernière sur l'évolution des sols, l'horizon humifère est parfois plus acide et il peut correspondre à un moder.

Sous brousse ericoïde à *Philippia* l'horizon organique de surface est très marqué, il correspond à un humus relativement grossier (Row humus ou moder), le rapport C/N supérieur à 20 indique une minéralisation lente. On observe le développement d'un profil «jaune sur rouge», ainsi qu'une mobilité du fer due à la formation de complexes ferro-humiques.

La prairie des régions centrales et les savanes de l'ouest

L'horizon humifère à structure grumeleuse est en général peu marqué. Mais dans les sols peu compacts la matière organique est bien répartie sur l'ensemble du profil. Dans les sols anciens, à structure dégradée, le passage de l'horizon humifère à l'horizon sous-jacent est très tranché et il y a concentration de l'enracinement dans la partie supérieure du profil. Il ne semble pas que la prairie ait une action très marquée sur la pédogénèse, il n'y a pas concentration des bases en surface, mais seulement

une évolution que l'on pourrait parfois comparer à une steppisation.

La forêt tropophile de l'ouest

Le type de végétation apporte beaucoup moins de matière organique au sol que la forêt orientale, elle ne provoque pas une remontée du pH dans les horizons superficiels. La forêt à feuilles caduques protège moins le sol contre l'érosion. Elle empêche cependant le durcissement des sols et la dessiccation de surface.

Le bush xerophytique

Le bush apporte très peu de matière organique au sol. Les débris qui se déposent à la surface du sol sont détruits par les termites ou entraînés par l'érosion superficiel en nappe. Cette matière organique subit d'ailleurs une évolution lente et en dessous d'un horizon A_0 la teneur en humus reste faible.

L'importance de la végétation sur l'évolution des sols.

Ainsi que le faisait remarquer J. RIQUIER «la végétation ne modifie pas le type de l'altération de la roche qui est climatique, mais modifie les horizons superficiels jusqu'à la profondeur atteinte par les racines. Elle surimpose donc une morphologie actuelle (souvent très marquée, exemple «jaune sur rouge» de savoka) sur un paléosol». Certains sols observés sur les Hauts-Plateaux pourraient correspondre à une évolution ancienne sous couvert forestier.

2. — La répartition des sols et leurs principales caractéristiques

a) **Versant Oriental:** on note la prédominance des sols ferrallitiques «jaune sur rouge». Ceux-ci sont le plus souvent fortement désaturés. Ils sont parfois riches en concrétions et en résidus d'altération gibbsitiques dont la formation pourrait correspondre, selon F. BOURGEAT, à des variations climatiques anciennes. Dans ces sols la gibbsite est généralement associée à la kaolinite et il n'est pas rare d'y trouver de la goéthite.

Les sols formés sur alluvions (sols peu évolués ou sols hydromorphes) ont généralement des teintes jaunâtres; ils sont faiblement micacés et le taux de saturation n'excède jamais 30%.

En arrière des cordons littoraux sableux on remarque dans les marais à Pandanus, (Fandrana), cypéracées, *thyphonodorum lindlyanum* (Viha), la présence de sols tourbeux riches en sulfures.

Sur des matériaux sableux (quartzites, sables des cordons littoraux) se forment des podzols de nappe.

b) Domaine des Hauts-Plateaux à influence occidentale

Les sols ferrallitiques rouges deviennent prédominants. Les sols correspondant à une altération ancienne sont compacts et fortement désaturés. Les minéraux de néosynthèse sont essentiellement la kaolinite et la gibbsite. Sur les plateaux du Moyen Ouest les sols rouges ferrallitiques friables ont une faible teneur en gibbsite et un taux de saturation souvent supérieur à 30%. Le fer y est sous forme de composés amorphes.

Les sols formés sur alluvions ont des caractères d'hydromorphie moins marqués que dans les régions orientales. Ils sont moyennement saturés. Ce sont des sols peu évolués ou des sols hydromorphes moyennement organiques (sols à gley et à pseudogley). Cependant dans certaines dépressions (plaine de Tananarive, lac Alaotra) des sols tourbeux se développent sous une végétation dense de cypéracées (*Cyperus immernensis*: «zozoro»). On n'observe jamais dans ces marécages la formation de sulfure et ces sols sont plus faciles à mettre en valeur que leurs homologues de la côte Est.

c) La zone occidentale et méridionale

C'est ici que l'influence de la roche-mère peut devenir prédominante. Les types de sols observés, en dehors des basses vallées, appartiennent à la classe des sols ferrugineux tropicaux, à la classe des vertisols, à la classe des sols méditerranéens ou à la classe des sols calcimorphes. Les minéraux de néosynthèse sont essentiellement la kaolinite et la montmorillonite. La présence de gibbsite parfois signalée dans des sols rouges méditerranéens (P. ROEDERER) correspond vraisemblablement à une altération ancienne. Les sols ferrugineux tropicaux sont bien représentés par les matériaux d'épandage anciens issus le plus souvent des formations gréseuses (sables roux). Sur les dépôts alluviaux en provenance des zones cristallines il y a prédominance des sols peu évolués, «beige-rouge» bien saturés fortement micacés (baibohos). Sur les dépôts en provenance de régions sédimentaires les sols sont riches en montmorillonite, cette présence paraît liée à l'héritage.

Les sols hydromorphes restent localisés dans des dépressions, ils sont généralement faiblement organiques. Dans les deltas la présence de sols halomorphes est fréquente. La mangrove, peuplée d'*Avicennia*, de *Rizophora* et de *Sonneratia*, occupe une superficie non négligeable en bordure de la côte occidentale.

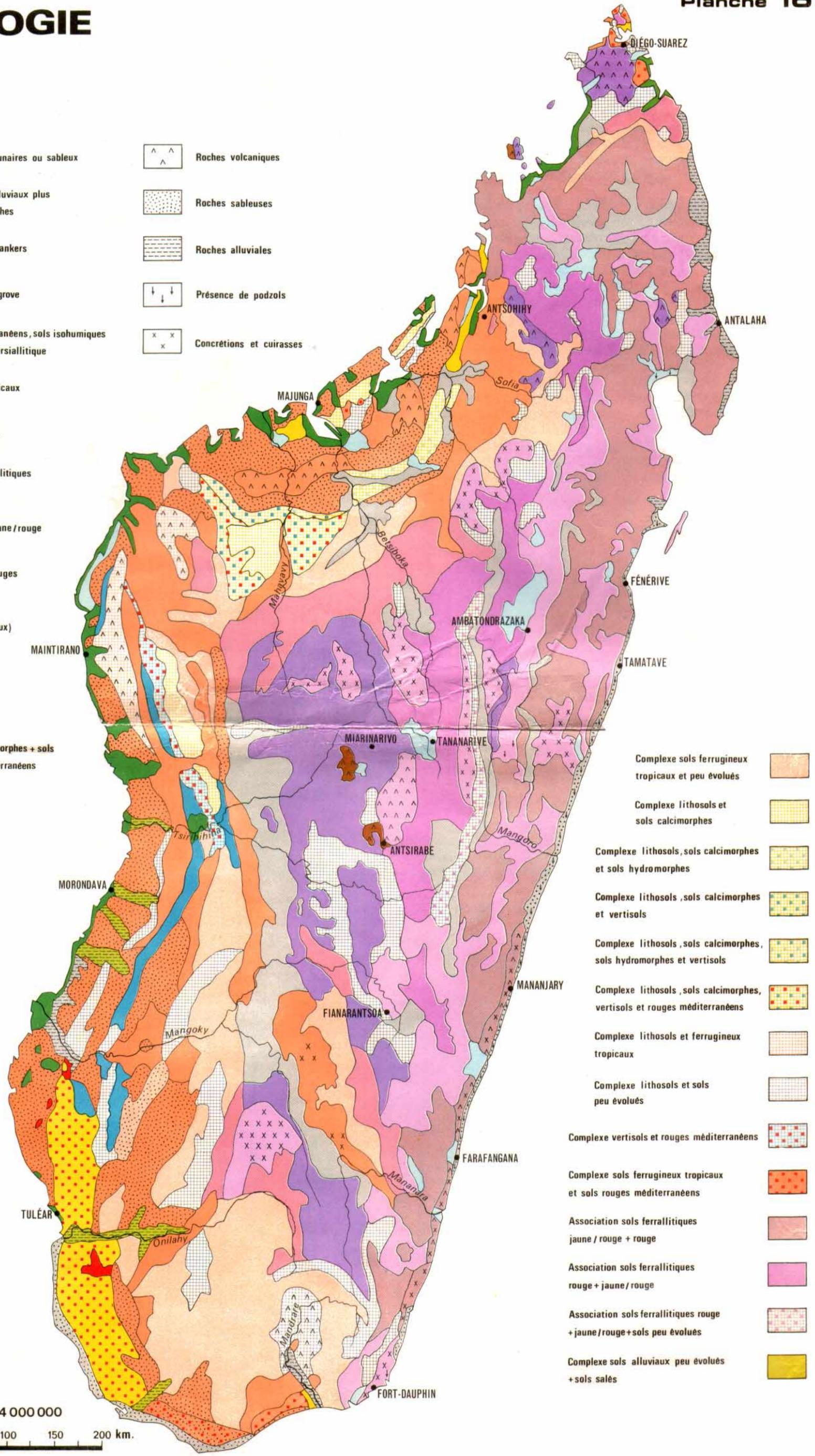
CONCLUSION

L'importance des sols ferrallitiques sur les plateaux, l'est et le nord de l'île paraît devoir être mise en relation d'une part avec le climat et d'autre part avec l'extension des roches cristallines. La complexité de la légende souligne la variété des sols de Madagascar où l'on observe aussi bien des sols des zones tempérées que des sols de régions tropicales. Cette diversité confirme le caractère particulier de Madagascar par rapport à l'Afrique. Le relief très accusé de l'île a entraîné une érosion intense des sols et un décapage des formations pédologiques anciennes. Beaucoup de sols correspondent donc à une évolution récente à partir des roches elles-mêmes, ou, au contraire, à partir de leurs produits d'altération qui forment un manteau de recouvrement ou «complexe d'altération».

PÉDOLOGIE

-  Sols peu évolués dunaires ou sableux
-  Sols peu évolués alluviaux plus ou moins hydromorphes
-  Sols peu évolués et rankers
-  Sols salés et de mangrove
-  Sols rouges méditerranéens, sols isohumiques et sols à tendance fersiallitique
-  Sols ferrugineux tropicaux
-  Sols bruns eutrophes
-  Sols faiblement ferrallitiques et ferrisols
-  Sols ferrallitiques jaune/rouge
-  Sols ferrallitiques rouges
-  Sols hydromorphes (organiques et minéraux)
-  Vertisols
-  Sols calcimorphes
-  Complexe sols calcimorphes + sols groupe rouges méditerranéens

-  Roches volcaniques
-  Roches sableuses
-  Roches alluviales
-  Présence de podzols
-  Concrétions et cuirasses



-  Complexe sols ferrugineux tropicaux et peu évolués
-  Complexe lithosols et sols calcimorphes
-  Complexe lithosols, sols calcimorphes et sols hydromorphes
-  Complexe lithosols, sols calcimorphes et vertisols
-  Complexe lithosols, sols calcimorphes, sols hydromorphes et vertisols
-  Complexe lithosols, sols calcimorphes, vertisols et rouges méditerranéens
-  Complexe lithosols et ferrugineux tropicaux
-  Complexe lithosols et sols peu évolués
-  Complexe vertisols et rouges méditerranéens
-  Complexe sols ferrugineux tropicaux et sols rouges méditerranéens
-  Association sols ferrallitiques jaune / rouge + rouge
-  Association sols ferrallitiques rouge + jaune / rouge
-  Association sols ferrallitiques rouge + jaune / rouge + sols peu évolués
-  Complexe sols alluviaux peu évolués + sols salés

