

Propriétés et pédogenèse de certains sols sur roches volcaniques de la région d'Antsirabe (Madagascar)

Claude ZEBROWSKI

ORSTOM - Mission en Equateur, Apartado 99 B - QUITO
(Equateur)

RÉSUMÉ

Certains sols développés sur formations volcaniques récentes sur les hauts plateaux malgaches présentent des propriétés morphologiques et physico-chimiques de sols ferrallitiques. Ils sont de plus, caractérisés par une quasi-absence de minéraux argileux. Celle-ci est expliquée par une lixiviation intense de la silice dès les premiers stades d'altération, la nature perméable de la roche-mère étant responsable de ce phénomène.

RESUMEN

Algunos suelos desarrollados sobre rocas volcánicas recientes en los altiplanos de Madagascar tienen las propiedades morfológicas y físico-químicas de los suelos ferralíticos. Además son caracterizados por una falta de minerales arcillosos. Esta carencia es interpretada por una lixiviación de la silice en las primeras etapas de la alteración. La permeabilidad de la roca madre es la causa de este fenómeno.

ABSTRACT

Some soils developed from recent volcanic rocks in the highlands of Madagascar have morphological

and physico-chemical properties of ferrallitic soils. They are moreover characterised by a lack of clay minerals. This lackness is explained by a leaching of silica in the first stage of weathering. The permeable nature of the original rock being responsible for this fact.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT
2. MORPHOLOGIE DES SOLS
3. MÉTHODES ANALYTIQUES
4. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
5. DISCUSSION
6. CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

La prospection pédologique de la région d'Antsirabe (hauts plateaux de Madagascar) a montré que

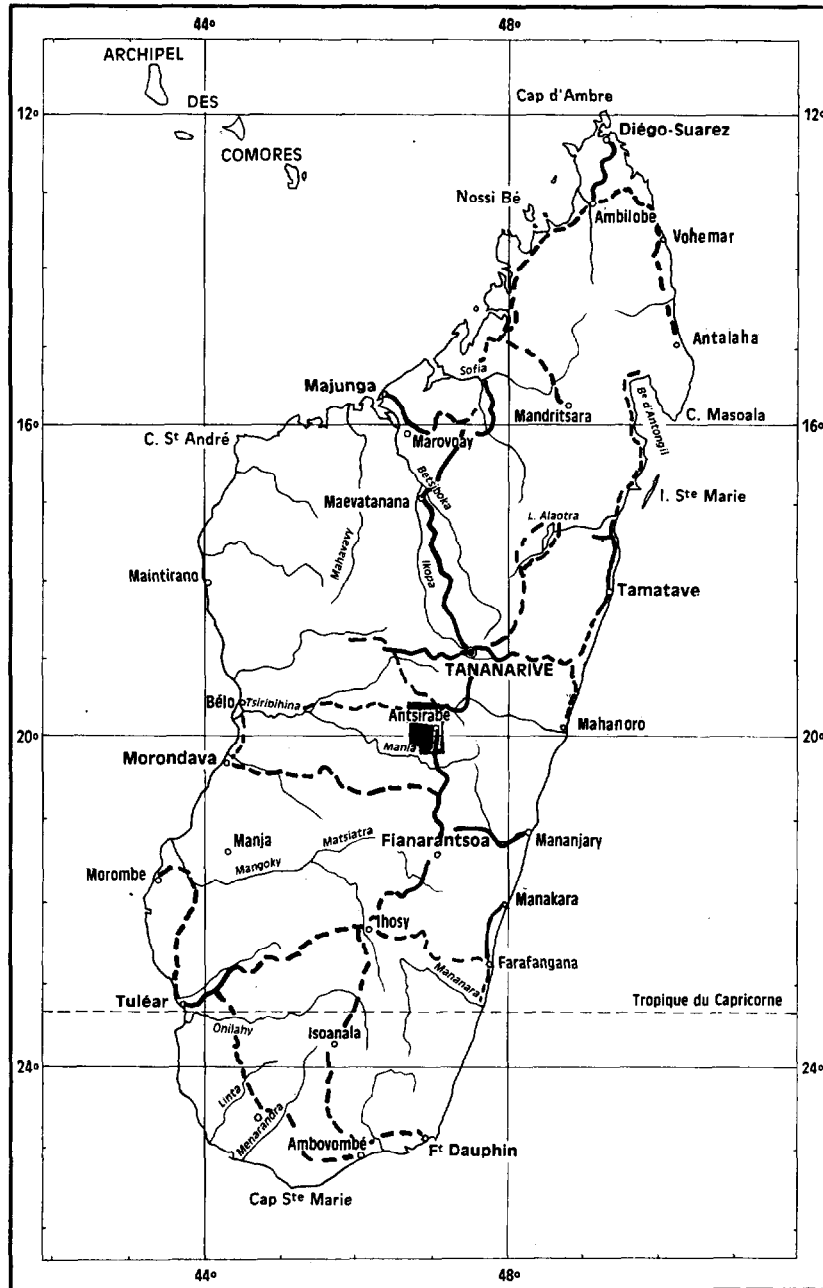


FIG. 1

TABLEAU I

Températures et précipitations à Antsirabe (alt. 1 506 m). Moyenne sur 25 ans

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T°	19,8	19,6	19,2	17,8	15,2	13,2	12,6	13,3	15,4	17,6	18,9	19,6	Tm 16,9°
Pmm.....	311	252	205	82	31	12	12	18	22	83	163	275	Pt 14,66

dans les régions volcaniques récentes il se développe des andosols sur les formations les plus jeunes, et sur les plus anciennes des sols ferrallitiques. Ces derniers, bien que relativement récents, présentent des caractéristiques physico-chimiques de sols très évolués (fort degré de lixiviation) et des caractéristiques minéralogiques particulières (absence de minéraux argileux), qu'il a paru intéressant d'étudier plus en détail. Cette étude permettra d'expliquer leurs principales propriétés ainsi que leur pédogenèse, et posera le problème de leur place dans la classification.

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

La région d'Antsirabe est située sur les hauts plateaux malgaches (fig. 1) à une altitude comprise entre 1 500 et 1 600 m.

Le climat est tropical d'altitude, il est en effet marqué par deux saisons : la saison sèche, la plus fraîche, de mai à septembre et la saison humide d'octobre à avril. Les données climatologiques de la ville d'Antsirabe (tabl. I) sont caractéristiques de la région étudiée.

Les roches-mères sont des basanites et basanitoïdes dont la composition est donnée dans le tableau II.

Ces roches-mères se trouvent soit sous forme de coulées bulleuses et scoriacées, soit sous forme de lapillis. Dans les deux cas, elles constituent, pour le sol, un matériau originel très perméable.

Initialement les géologues (Lenoble, 1949 ; Alsac, 1963) distinguaient deux phases dans le volcanisme des hauts plateaux malgaches : la première, du tertiaire au quaternaire ancien, la seconde durant le quaternaire récent. Cette phase ultime du volcanisme a été elle-même séparée en deux périodes (Zebrowski, 1974) : la plus récente, datant d'environ 10 000 ans, sur laquelle se sont formés des andosols ; la plus ancienne dont l'âge est difficile à déterminer en l'absence de datation absolue, mais de laquelle la relative fraîcheur des édifices volcaniques laisse penser que ces formations ne remontent pas à plus de 100 000 ans. C'est de ces formations que sont issus les sols étudiés ici.

La végétation primitive a disparu, remplacée par les cultures (essentiellement maïs).

2. MORPHOLOGIE DES SOLS

Les deux profils suivants sont considérés comme représentatifs des sols de la région. L'un est issu de lapillis, l'autre d'une coulée.

Profil n° 1. Sur lapillis :

A l'ouest d'Antsirabé, en :
X = 693,5

TABLEAU II

Analyses de basanite et basanitoïde (A. LACROIX)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	MnO
Basanite	42,61	12,08	4,12	7,48	10,60	13,36	2,78	1,98	3,64	0,73	0,54	0,17	0,25
Basanitoïde	45,32	14,35	4,51	8,19	9,25	11,31	3,32	2,06	1,54	0,91	10,51	0,05	—

- Y = 458,1
Z = 1 500 m
Pente douce et régulière de 5 %.
- 0-35 humide; brun rougeâtre foncé (5 YR 3/4); limono-argileux; structure massive; très meuble; poreux; nombreuses fines racines pénétrant la masse de l'horizon; transition nette et régulière à :
- 35-55 humide; rouge jaunâtre (5 YR 4/6); argilo-limoneux; structure fragmentaire nette polyédrique subanguleuse fine; friable; porosité tubulaire fine; fines racines; transition graduelle et régulière à :
- 55-90 humide; rouge foncé (2,5 YR 3/5); argileux; structure fragmentaire nette polyédrique subanguleuse fine, friable; porosité tubulaire fine importante; fines racines; transition diffuse et régulière à :
- 90-160 humide, brun jaunâtre foncé (10 YR 5/6); limoneux; structure massive très friable; très poreux; quelques fines racines.
- 160-240 Lapillis altérés intercalés avec des couches de terre fine.

Profil n° 2. Sur coulée :

- Au sud de l'Itavo en :
X = 684,3
Y = 454,3
Z = 1 660 m
Replat dominant la vallée de la Sandra.
- 0-30 Légèrement humide; brun jaunâtre foncé (10 YR 4,5/4); limoneux; structure massive, très meuble; très poreux; nombreuses fines racines pénétrant la masse de l'horizon; transition nette et régulière à :
- 30-60 humide; rouge jaunâtre (5 YR 4/8); limono-argileux; structure fragmentaire nette polyédrique subanguleuse fine, friable; porosité tubulaire fine; racines fines dans la masse de l'horizon; transition graduelle et régulière à :
- 60-130 humide; rouge (2,5 YR 4,5/6); argilo-limoneux; structure fragmentaire nette polyédrique subanguleuse fine, friable; porosité tubulaire fine; racines fines dans la masse de l'horizon; transition distincte et ondulée à :
- 130-200 humide; brun jaunâtre foncé (10 YR 4,5/5); limono-sableux; nombreux morceaux de basalte scoriacé faiblement altéré augmentant en profondeur; passage brutal de la terre fine à la roche; structure de la terre fine, massive, friable.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES COMMUNS A CES PROFILS

Les deux profils décrits ci-dessus ainsi que tous ceux observés dans des positions topographiques similaires, c'est-à-dire sur des surfaces planes ou présentant des pentes très faibles, possèdent des caractères morphologiques très semblables :

Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIII, n° 1, 1975 : 49-59.

— un horizon humifère épais (30 à 40 cm), non structuré, meuble, très organique ;

— un horizon B₁ rouge jaunâtre (en général 5 YR 4/8), limono-argileux à argilo-limoneux d'épaisseur très constante, à structure polyédrique subanguleuse nette, friable ;

— un horizon B₂, plus rouge que le précédent (teinte dans la planche des 2,5 YR), paraissant également plus argileux (argilo-limoneux à argileux), à structure polyédrique nette, friable.

Par contre, ces profils diffèrent quant à l'épaisseur de l'horizon C. Celle-ci est en général plus grande dans les sols développés sur lapillis que dans ceux développés sur coulée.

3. MÉTHODES ANALYTIQUES

Les méthodes physiques et chimiques utilisées sont celles des laboratoires de pédologie de l'ORSTOM. Les analyses ont été réalisées aux laboratoires de l'ORSTOM du centre de Tananarive sous la direction de J.L. Thiais.

L'analyse mécanique a été faite avec dispersion à l'hexamétophosphate de sodium, et un prétraitement à l'acide chlorhydrique à 2 % ; le carbone par la méthode Walkley et Black ; l'azote par attaque sulfurique (Kjeldahl). Les bases échangeables ont été extraites par l'acétate d'ammonium tamponné à pH7 ; la capacité d'échange par déplacement de l'ammonium par une solution de nitrate de potassium.

L'analyse totale a été effectuée après attaque triacide.

L'extraction des « produits amorphes » a été réalisée par la méthode Ségalen. Les minéraux argileux ont été déterminés par G. Fusil au laboratoire de spectrographie des SSC à l'aide d'un appareil CGR à anticathode de cobalt.

4. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

4.1. GRANULOMÉTRIE

Les teneurs en argile obtenues après une dispersion à l'hexamétophosphate sans prétraitement acide

TABLEAU III
Analyse granulométrique

Dispersion	Avec prétraitement HCl								Sans prétraitement HCl				
	11	12	13	14	15	21	22	23	24	21	22	23	24
Horizon	11	12	13	14	15	21	22	23	24	21	22	23	24
Profondeur (cm)	0-20	40-50	60-70	100-110	160-170	0-20	35-45	70-80	150-160	0-20	35-45	70-80	150-160
Humidité	2,6	4,7	4,0	6,0	8,7	10,8	7,4	3,7	3,8	5,1	3,3	2,0	1,9
Argile (0-2 μ) . .	24,2	50,3	60,1	43,7	9,7	21,7	21,3	35,8	11,9	10,0	5,0	5,5	5,0
L.F. (2-20 μ) . . .	33,8	17,4	19,4	26,1	19,4	30,7	32,6	21,7	17,9	28,0	23,5	10,5	20,5
L.G. (20-50 μ) . .	8,2	5,4	5,0	9,5	11,8	6,0	9,9	10,3	22,9	5,4	14,0	6,5	17,4
S.F. (50-200 μ) .	7,3	3,4	4,1	9,2	26,9	6,3	10,2	10,8	14,4	23,7	37,7	22,0	19,0
S.G. (200-2 000 μ)	5,9	6,7	4,7	2,8	13,4	5,4	7,0	9,0	21,9	10,2	10,2	52,3	35,8

sont toujours très faibles. Une part importante de l'argile est en effet pectisée sous forme de pseudomons et de pseudosables. La dispersion de ces pseudoparticules par le traitement acide reste incomplète et il n'est donc pas possible d'interpréter l'augmentation des teneurs en argile des horizons de surface vers la profondeur par un seul appauvrissement des horizons supérieurs. Une plus forte pectisation des éléments fins dans les horizons de surface peut être également invoquée.

4.2. MATIÈRE ORGANIQUE

Les teneurs en matière organique sont très élevées dans l'horizon de surface (12 à 18 %). Elles

sont encore de 5 à 6 % à 40 cm, puis diminuent assez régulièrement en profondeur. Les acides fulviques sont toujours en quantité plus élevées que les acides humiques.

4.3. COMPLEXE D'ÉCHANGE

Le pH est acide, il augmente légèrement de l'horizon A à l'horizon B, puis diminue de nouveau dans l'horizon d'altération.

La somme des bases, comprises entre 1 et 2 mé pour 100 g de sol dans l'horizon de surface, est inférieure à 1 mé dans l'horizon B. Elle reste faible dans l'horizon d'altération des sols sur coulée (profil 2), mais augmente fortement dans celui des sols

TABLEAU IV
Matière organique

Horizon	11	12	13	14	15	21	22	23	24
Profondeur (cm)	0-20	40-50	60-70	100-110	160-170	0-20	35-45	70-80	150-160
C (‰)	72,3	31,4	6,84	2,58	2,33	103	36,5	6,87	2,19
N	4,33	1,26	0,41	0,23	0,11	6,8	1,81	0,29	0,20
C/N	16,17	24,9	16,7	11,2	21,0	15,0	20,2	23,9	11,0
AH (‰)	13,3	4,8	0,64	—	0,22	21,3	6,3	0,21	0,41
AF (‰)	17,1	6,3	1,44	—	0,19	25,4	8,5	0,33	0,15

TABLEAU V
Complexe d'échange

	A	B		C		A	B		C
Horizon	11	12	13	14	15	21	22	23	24
Profondeur (cm)	0-20	40-50	60-70	100-110	160-170	0-20	35-45	70-80	150-160
Ca mé/100 g	0,56	0,36	0,38	1,56	2,39	0,75	0,15	0,06	0,09
Mg —	1,06	0,58	0,37	2,35	10,1	0,60	0,09	0,21	0,15
K —	0,08	0,02	0,01	0,11	0,17	0,09	0,02	0,01	0,01
Na —	0,03	0,03	0,01	0,05	0,22	0,05	0,04	0,01	0,01
S —	1,73	0,99	0,77	4,07	12,88	1,49	0,30	0,29	0,26
T —	23,4	11,0	5,2	24,5	22,1	32,3	19,5	6,25	9,0
V (%)	7,4	9,0	14,7	16,6	58	4,6	1,5	4,5	2,8
pH	eau	5,5	5,6	5,8	5,7	5,4	5,4	5,9	5,6
	KCl	—	—	—	—	—	4,4	5,2	6,5

sur lapillis (13 mé pour 100 g de sol à la base du profil 1).

La capacité d'échange, élevée en surface du fait des fortes teneurs en matière organique, diminue rapidement en profondeur (5 à 6 mé/100 g de sol). Elle s'élève à nouveau dans l'horizon C des sols sur lapillis.

Le taux de saturation, très faible dans le profil 2, est légèrement plus élevé dans le profil 1 où il augmente en profondeur.

4.4. ANALYSE TRIACIDE

Le résidu à l'attaque triacide, toujours élevé dans les horizons supérieurs (15 à 16 %) devient très faible dans l'horizon d'altération (1 à 3 %). L'examen microscopique du résidu montre qu'il est constitué de quartz dans les horizons A et B, de quartz et d'autres minéraux primaires dans l'horizon d'altération.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est très faible dans les horizons B (0,1 à 0,3) ainsi que dans l'horizon C du profil 2. Par contre, il augmente fortement dans l'horizon C du profil 1.

4.5. MINÉRALOGIE

Les minéraux argileux sont en très faible quantité : le profil 2 ne contient que des traces d'un minéral à 7 Å, le profil 1 contient un peu d'hallowite à sa base et des traces de métahallowite dans les horizons supérieurs.

Les oxydes de fer sont, à part la magnétite, représentés par des traces de goéthite en bas de profil, par de l'hématite au sommet du profil.

La gibbsite est en quantité importante dans l'ensemble du profil 2, par contre elle diminue à la base du profil 1.

4.6. PRODUITS AMORPHES

Sur la figure 2, les quantités de silice, fer et alumine extraites sont représentées en ordonnées, en pourcentage d'élément extrait par rapport à l'élément total déterminé par l'analyse triacide.

Silice : les courbes d'extraction de la silice sont, pour tous les horizons du profil 1, peu différentes entre elles ; il n'existe pas de produits siliceux amorphes dans ce profil. Par contre, pour le profil 2,

TABLEAU VI
Analyse triacide

	A	B		C		A	B		C
	11	12	13	14	15	21	22	23	24
Horizon	11	12	13	14	15	21	22	23	24
Profondeur (cm)	0-20	40-50	60-70	100-110	160-170	0-20	35-45	70-80	150-160
Perte au feu	24,8	18,6	19,5	17,4	10,1	31,6	22,6	21,6	19,9
Résidu	15,4	11,3	15,6	2,6	1,57	15,7	13,7	9,15	2,45
SiO ₂	9,74	4,65	4,44	12,4	27,8	6,90	3,10	2,40	2,10
Al ₂ O ₃	24,3	30,8	30,0	29,1	23,7	23,6	32,1	37,2	34,7
Fe ₂ O ₃	23,7	30,7	28,3	35,1	28,1	17,1	22,7	24,4	28,8
Ti	3,5	4,5	4,0	5,5	7,12	2,94	4,00	3,44	10,1
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	0,68	0,26	0,25	0,73	2,0	0,5	0,16	0,11	0,10

la forme des courbes indique qu'une partie de la silice est facilement extractible dans les horizons de surface et d'altération.

Fer : dans les profils 1 et 2, les pentes des courbes d'extraction sont plus faibles pour les horizons de surface que pour les horizons de profondeur. Les produits ferrugineux sont donc d'autant plus facilement extraits qu'ils sont situés plus en profondeur.

Aluminium : les courbes d'extraction de l'alumine sont, pour les différents horizons de chaque profil, inversés par rapport à celles du fer. Dans l'horizon de surface, les courbes d'extraction présentent une pente à l'origine forte et une rupture de pente nette. Une partie de l'alumine est donc facilement extractible (32 à 43 % de l'alumine totale sont extraits dès la première extraction).

Dans les horizons B, l'extraction de l'alumine est

TABLEAU VII
Minéralogie

Horizon	Profil 1				Profil 2		
	B		C		B		C
Profondeur (cm)	40-50	60-70	100-110	160-170	35-45	70-80	150-160
Métahalloysite	trace	trace	trace		trace d'un minéral à 7 A°		
Halloysite				+			
Gibbsite	++	+++	++	+	+++	+++	+++
Hématite	++	++	trace		++	++	+
Goethite				trace			trace
Magnétite	+	+	+	+		trace	trace

Quantité: +++ très importante, ++ importante, + peu.

Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIII, n° 1, 1975 : 49-59.

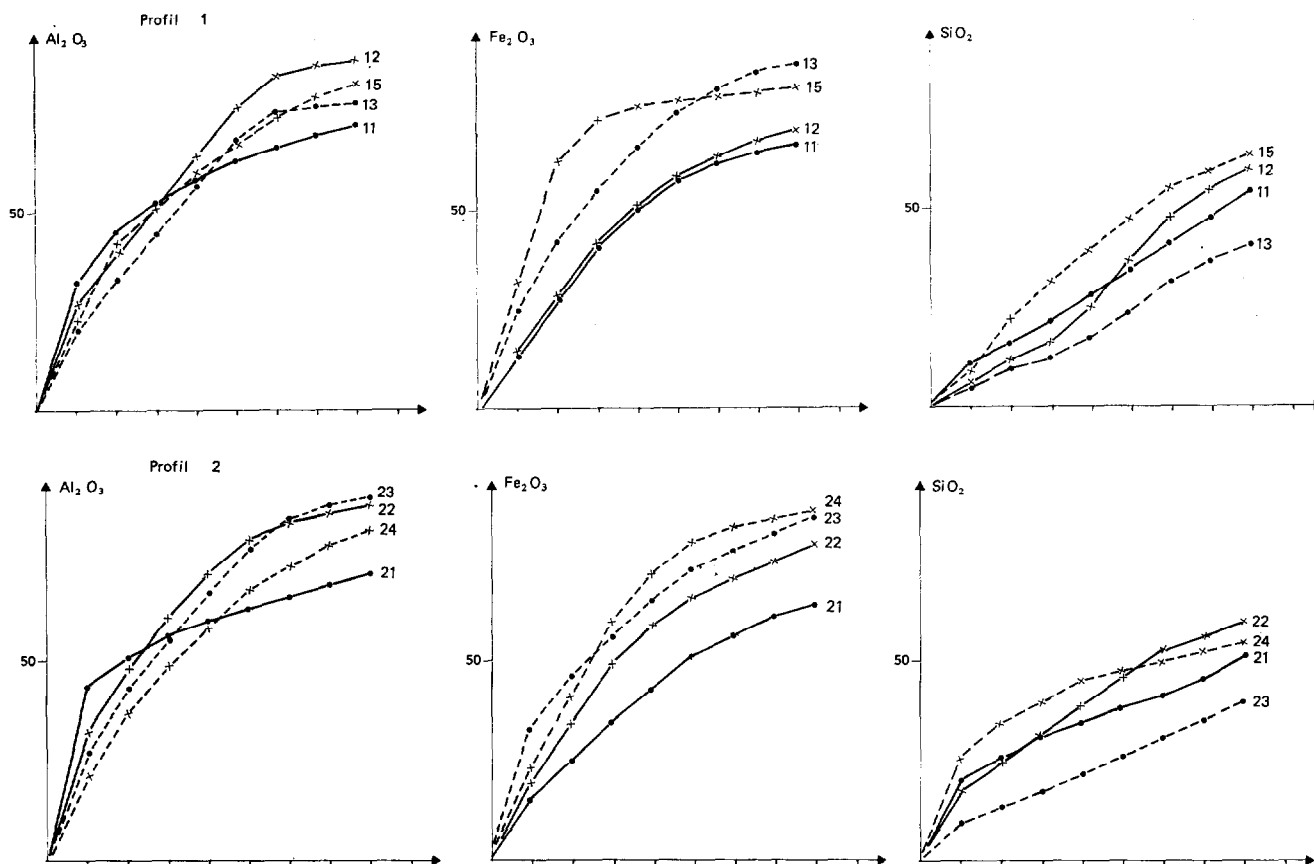


FIG. 2. — Courbes d'extraction des produits amorphes (résultats en p. 100 de l'élément total).

beaucoup plus progressive ; les courbes d'extraction assez rectilignes entre la première et la sixième extraction correspondent à la dissolution de la gibbsite.

La dissolution de la gibbsite au cours du traitement acide-base a été contrôlée par analyse thermique différentielle après chaque extraction. Un exemple est donné dans la figure 3 où, pour le 2^e horizon du profil 1, l'analyse thermique différentielle a été effectuée sur échantillon intact, puis après la 1^{re}, puis la 6^e extraction. Sur cette figure, on remarque la diminution du crochet de la gibbsite au cours des extractions, mais également un déplacement du crochet vers les basses températures (310° sur l'échantillon intact, 290° après la 1^{re} extraction, 270° après la 6^e). Ce déplacement du crochet de la gibbsite a été observé dans tous les échantillons des sols étudiés et n'est pas expliqué.

Il ne semble pas résulter du traitement acide-base, car ce phénomène n'est pas général pour tous les sols contenant de la gibbsite. En particulier, on a vérifié que pour un échantillon de gibbsite pratiquement pur, le crochet de l'ATD diminue après extraction, mais ne se déplace pas vers les basses températures. Ce déplacement serait donc lié à un état particulier de la gibbsite dans ce type de sol.

5. DISCUSSION

Ces profils possèdent, comme tous ceux observés sur des formations volcaniques identiques, les caractères communs suivants :

- un horizon très humifère et épais ;
- un résidu à l'attaque triacide élevé ;
- une quasi-absence des minéraux argileux.

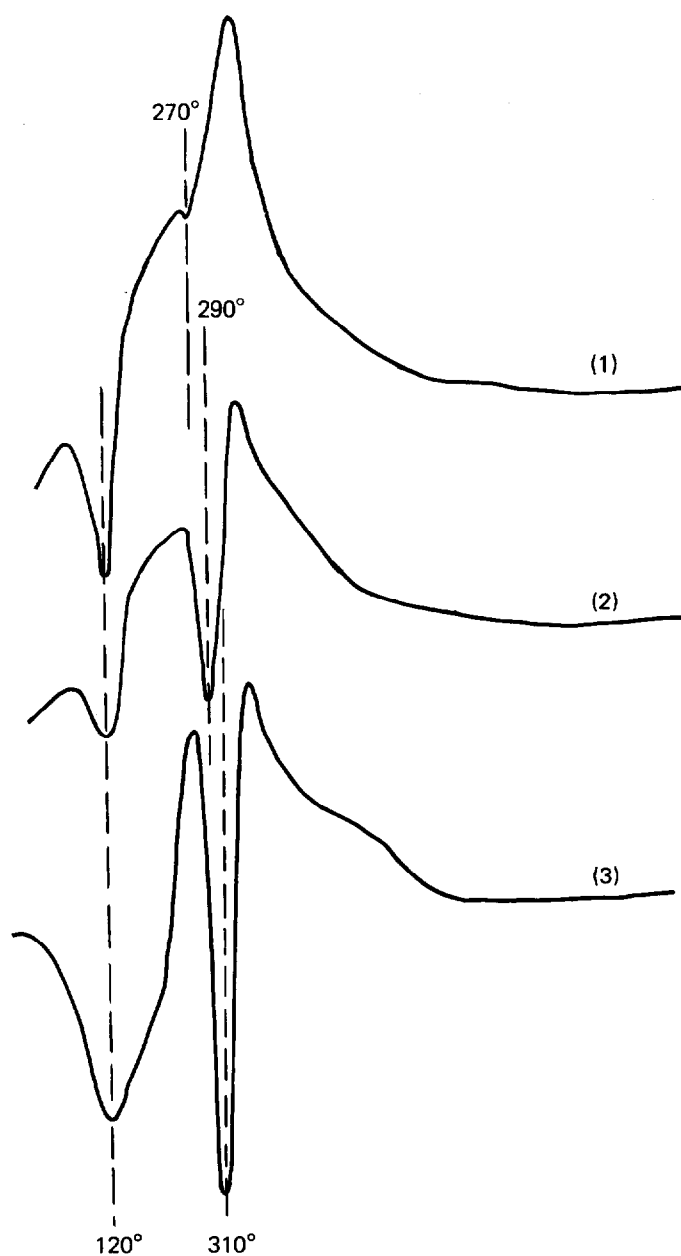


FIG. 3. — ATD (échantillon 12).

- (1) Echantillon intact.
- (2) Après la première extraction.
- (3) Après la sixième extraction.

5.1. HORIZON HUMIFÈRE

Morphologiquement il est très proche de ceux des andosols formés sur les matériaux volcaniques les plus récents de la région. Il est épais, très riche en matière organique et possède la même consistance friable (structure continue). Par ailleurs, l'alumine est plus facilement extractible (méthode de Ségalen) dans cet horizon que dans les horizons profonds.

Il est certain que ces caractères andiques peuvent s'expliquer par un rajeunissement des profils par apport ultérieur de cendres. Ce pourrait être en particulier le cas du profil 2 qui présente un horizon humifère dans lequel non seulement l'alumine mais également la silice sont plus facilement extractibles.

S'il existe ainsi une discontinuité, au niveau de l'horizon humifère, de certaines caractéristiques analytiques, d'autres, telle l'extractibilité du fer, sont beaucoup plus continues de bas en haut du profil et vont à l'encontre de l'hypothèse d'un rajeunissement des profils. Dans ce cas, les caractères andiques de ces horizons doivent s'expliquer par d'autres hypothèses. Ainsi, de l'absence d'un complexe argilo-humique, faute de minéraux argileux, peut résulter le manque de structure et la friabilité des horizons de surface. L'augmentation des teneurs en aluminium facilement extractible dans ces horizons peut être due à la formation de complexes entre l'alumine et la matière organique, eux-mêmes plus facilement extractibles que ne l'est la gibbsite. Quoiqu'il en soit, plusieurs phénomènes peuvent cumuler leurs effets et il paraît difficile de délimiter la part de chacun d'entre eux.

5.2. RÉSIDU A L'ATTAQUE TRIACIDE

Le résidu à l'attaque triacide atteint des teneurs très élevées (9 à 15 %) pour des sols issus de roches basiques. Il diminue très fortement dans les horizons d'altération.

Ce résidu est essentiellement constitué par du quartz dont l'origine est facilement explicable, mais dont la diminution en profondeur l'est moins.

Dans le cas présent, l'enrichissement en quartz des sols ne peut être expliqué par des apports éoliens ; la forme des grains, anguleuse, est en effet incompatible avec un transport par le vent. Son origine est essentiellement due à la contamination, par le socle cristallin, des roches volcaniques, que ce soit sous forme de blocs de quartz projetés avec les lapillis ou de morceaux de granite ou migmatite

inclus dans les coulées à la suite du rabotage du socle cristallin proche.

La brusque diminution des taux de quartz de l'horizon B à l'horizon C est plus difficilement explicable. Est-elle due au fait qu'une phase terminale de projections riches en quartz aurait recouvert l'ensemble des formations, ou bien à une concentration relative par départ des autres éléments ? L'hétérogénéité du matériel originel ne permet pas de résoudre ce problème.

5.3. MINÉRAUX PHYLLITEUX

Les minéraux phylliteux ne sont présents qu'en très faible quantité. Le profil 2 ne présente que des traces d'un minéral argileux à 7 Å et, si un peu d'halloysite a été identifiée à la base du profil 1, sa partie supérieure ne contient que des traces de métahalloysite.

Bien que la transformation de la métahalloysite en gibbsite ait été envisagée par de nombreux auteurs dont Ségalen (1957) et Sieffermann (1973), il semble plus vraisemblable que, dans le cas présent, l'absence des minéraux argileux résulte d'un défaut de silice, celle-ci étant fortement lixiviée dès les premiers stades de l'altération. Il a en effet été montré (Zebrowski, 1974) que, sur ces formations volcaniques très perméables, les sols les moins évolués (andosols) sont très lixiviés et possèdent déjà des rapports $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ très faibles (0,7 à 0,9). De même, G. Tercinier (1972), explique la formation de « sols bauxitiques » par la nature perméable du matériau originel dans lequel la désilicification est rapide.

Un « milieu de pédogenèse particulièrement agressif » (Lamouroux, 1972), serait donc à l'origine de la très faible synthèse des minéraux argileux dans ces sols. Cette lixiviation intensive de la silice est particulièrement sensible dans les sols formés sur coulée scoriacée où la vitesse de pénétration du front d'altération reste faible par rapport au degré d'altération totale de la roche. Par contre, dans les sols développés sur lapillis dans lesquels la vitesse de pénétration du front d'altération est plus rapide, il est possible qu'en profondeur, soit par un changement des conditions du milieu de pédogenèse (ralentissement du drainage), soit par apport de silice des horizons supérieurs (P. Quantin, 1974), la synthèse des produits argileux soit favorisée, ce qui expliquerait la synthèse de l'halloysite en bas du profil 1.

6. CONCLUSION

Ces sols, formés sur basanites et basanitoïdes récents de la région d'Antsirabe ont des caractéristiques qui sont celles des sols ferrallitiques, qu'il s'agisse des caractères morphologiques (couleur, friabilité des horizons B due à la présence de pseudo-particules), physico-chimiques (taux de saturation très faible) ou minéralogiques (individualisation des oxydes de fer et de la gibbsite).

Leur caractéristique la plus originale est néanmoins l'absence de minéraux argileux. Celle-ci, qui se traduit du point de vue chimique par un apport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ très faible (0,1 à 0,3), peut expliquer en partie le manque de structure des horizons humifères.

Bien que le terme de « ferrallitique » leur soit particulièrement bien approprié, il est apparu nécessaire de les distinguer, lors des études cartographiques, des sols ferrallitiques habituellement décrits, riches en minéraux de la famille de la kaoli-

nite. Ils ont donc été classés dans un groupe « allitique ». Il serait souhaitable de les distinguer à un niveau plus élevé de la classification.

Cette absence de minéraux argileux s'explique par une pédogenèse particulière : lixiviation intense de la silice due au caractère perméable du matériau criginel. Ce processus est fréquent sur les matériaux volcaniques récents perméables. Par contre, dans les régions de volcanisme ancien, l'érosion a souvent dégagé les formations superficielles perméables, qu'il s'agisse de projections ou de sommets de coulées souvent scoriacées, et le sol se reforme à partir de la roche-mère compacte, donc dans un milieu de pédogenèse moins agressive : la synthèse des minéraux argileux est favorisée. Aussi n'est-il pas rare d'observer dans une zone volcanique des sols très évolués (à hydroxydes) sur des formations jeunes et des sols moins évolués (contenant des minéraux argileux) sur les coulées les plus anciennes.

Manuscrit reçu au SCD de l'ORSTOM le 16 avril 1975.

BIBLIOGRAPHIE

- ALSAC (C.), 1963. — Etude géologique et prospection de la feuille de Faratsiho. Travaux du Bureau Géologique, n° 112, Service géologique de Tananarive, 24 p.
- LAMOUREUX (M.), 1972. — Essai de structuration pour une classification des sols et milieux de pédogenèse. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. X, n° 3 : 243-250.
- LENOBLE (A.), 1949. — Les dépôts lacustres pliocène pléistocènes de l'Ankaratra (Madagascar). *Annales Géologiques du Service des Mines*, fasc. 18.
- QUANTIN (P.), 1974. — Hypothèse sur la genèse des andosols en climat tropical. Evolution de la « pédogenèse initiale » en milieu bien drainé, sur roches volcaniques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XII, n° 1 : 3-12.
- SEGALEN (P.), 1957. — Les sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar. *Mém. I.R.S.M.*, D, VIII, 181 p.
- SEGALEN (P.), 1968. — Note sur une méthode de détermination des produits minéraux amorphes dans certains sols à hydroxydes tropicaux. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VI, n° 1 : 105-126.
- SIEFFERMANN (G.), 1973. — Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun. Variations pédologiques et minéralogiques du milieu équatorial au milieu tropical. *Mémoires ORSTOM*, n° 66, 183 p.
- TERCINIER (G.), 1972. — Les sols bauxitiques de karst des atolls surélevés du Pacifique. Contribution à l'étude des phénomènes de bauxitisation et d'allitisation. *Science du sol*, n° 1 : 103-122.
- ZEBROWSKI (C.), 1974. — Contribution pédologique à la chronologie des éruptions volcaniques dans la région de Betafo-Antsirabe. Note présentée à la Semaine Géologique de Madagascar, 10 p. mult. +1 carte.
- ZEBROWSKI (C.), 1974. — Notice explicative de la carte pédologique à 1/100 000 d'Antsirabe (*sous presse*).