

Podzols "gibbsitiques"
sur matériau d'origine volcanique

— Première approche —

R. JAMET

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

SERVICE DE L'ÉCONOMIE RURALE



PEDOLOGIE

O.R.S.T.O.M.

TAHITI

- 1985 -

POLYNESIE FRANCAISE

O.R.S.T.O.M.

PODZOLS "GIBBSITIQUES"
SUR MATÉRIAU D'ORIGINE VOLCANIQUE
PREMIÈRE APPROCHE

Rémi JAMET

INTRODUCTION

Parlant de podzols, l'on sous-entend généralement des sols possédant, outre les horizons d'accumulation humo-ferrugineuse, un horizon A² blanchi, siliceux, plus précisément quartzeux où les grains de sable ont été nettoyés de leur gangue ferrugineuse, complexée et emportée par la matière organique.

A Tahiti, dans la couverture pédologique apparaissent aussi, en altitude, des sols possédant une morphologie semblable, mais cependant très différents et d'une grande originalité quant à la constitution de l'horizon spodique. Ici, la roche-mère est une basalte, roche sans quartz ; ce n'est donc plus le sable siliceux, mais l'alumine cristallisée en gibbsite qui est épargnée par la complexolyse et donne à l'horizon sa teinte blanchâtre.

Quant aux horizons humo-ferrugineux ils sont remplacés par un horizon placique Bb.

Ce phénomène est assez peu connu pour qu'il justifie qu'on lui attache une attention toute particulière. A Madagascar, Cl. Zebrowski a étudié des podzols issus de matériau basaltique, prenant aussi naissance en altitude, en relation avec le refroidissement climatique, mais dont l'horizon A² est tout de même siliceux puisque essentiellement constitué de phytolithes. Il semblerait toutefois que de tels sols existent à Hawaii (P. Quantin, communication écrite).

Une étude approfondie est entreprise, en collaboration avec l'Université d'Orléans (Pr. TRICHET) plus particulièrement pour ce qui touche au domaine relatif à la matière organique, et avec les laboratoires spécialisés de l'ORSTOM, à Bondy, visant à mettre en lumière l'ensemble des phénomènes concourant à la genèse, non seulement de ces sols particuliers, mais de l'ensemble des sols d'une toposéquence altitudinale qui pourrait s'intituler : "Des oxydisols aux "podzols gibbsitiques" issus de matériau basaltique, genèse, évolution".

Le document présenté ici en est, en quelque sorte, une introduction.

I - TOPOSEQUENCE ALTITUDINALE DE TAHITI

Sur les unités morphologiques de pente modérée (< 20 %) que constituent les planèzes ou reliques de la surface primitive du volcan, l'on peut, lorsque le sommet de la planèze remonte suffisamment haut, mettre en évidence une toposéquence débutant par des sols ferrallitiques fortement désaturés humifères, gibbsitiques ou modaux et s'achevant par des podzols d'un type particulier :

Jusqu'à l'altitude de 900/1000 m, plus basse au vent de l'île, plus élevée sous le vent, l'on est dans le domaine des sols ferrallitiques fortement désaturés, humifères, gibbsitiques (plus rarement modaux, sous le vent), à accumulation ferrito-titanique de surface, largement variable.... ou oxydisols ferrito-allito-titaniques (oxysols typic gibbsihumox), riches en matière organique dont les teneurs sont couramment de 10 ou 11 %.

L'évolution ferrallitique extrêmement poussée s'y caractérise par :

- la disparition de la quasitotalité de la silice et des bases ;
- de fortes teneurs en gibbsite pouvant atteindre 50 %, dont peut apparaître une certaine illuviation aux environs de 1 m de profondeur ;
- et corrélativement, par un fort enrichissement relatif des horizons supérieurs en oxyhydroxydes de fer et de titane et ceci tout particulièrement aux cotes < 150 m de la presqu'île de Tairapu.

A partir de 900/1000 m, la teneur en matière organique dont s'amorçait déjà la croissance, augmente encore. Il s'y produit une accumulation de matière organique dont l'évolution ralentit, ne dépassant toutefois pas une dizaine de cm. Ce sont toujours des sols ferrallitiques fortement désaturés, gibbsitiques, mais très humifères, d'altitude ou oxydisols ferrito-allitiques ou oxisols umbric gibbsi-humox.

Le complexe d'altération s'y caractérise par une même désilicification quasi-totale, de fortes teneurs en gibbsite, mais l'accumulation ferrito-titanique de surface s'atténue fortement.

A partir de 1100/1200 m, l'accumulation de matière organique dont l'évolution tend encore à se ralentir, croît fortement, pouvant dépasser 30 cm. Sous l'action des produits de sa décomposition se différencient dans les sols, deux horizons caractéristiques : - A² blanchi, typique des podzols, mais de composition inhabituelle puisque désilicifié, partiellement déferuginisé, mais riche en gibbsite et en titane, - Bb placique, fine pellicule d'accumulation essentiellement ferrugineuse mais aussi, riche en matière organique.

Ces sols ont été classés pour la carte pédologique parmi les sols ferrallitiques, fortement désaturés, podzolisés, à A² gibbsitiques et titanifères et Bb placique, ou oxydisols podzolisés placiques ou, en référence à la 7ème approximation : oxisols placic-umbric - Acrohumox.

II - LES SOLS PODZOLISES : SITUATION, PLUVIOMETRIE, VEGETATION

Les sols podzolisés apparaissent à des altitudes supérieures à 1200 mètres, sur la partie ouest, sous le vent de l'île, un peu plus bas, vers 1100 m et parfois moins dans les secteurs au vent, les plus arrosés.

Ils sont généralement localisés sur les parties hautes des planèzes basaltiques dépassant ces altitudes ou sur les pentes des flancs de vallons ou ravines entaillant ces planèzes lorsqu'elles ne dépassent pas 50 à 60 %. Leur superficie totale est proche de 650 hectares.

Compte-tenu de leur altitude, ces sols sont pratiquement localisés dans la seule île de Tahiti ; toutefois ils se rencontrent également sur la partie la plus élevée du plateau de Temehani à Raiatea à des cotes nettement inférieures ne dépassant pas 700 à 800 m.

Les sols étudiés ici sont localisés sur la planèze de Punaauia à l'ouest de Tahiti dont l'extrémité atteint, au Mont-Marau, 1441 mètres.

Le gradient pluviométrique y croît rapidement avec l'altitude passant de 1705 mm au niveau de la mer (Faaa : moyennes 58-83) à 2218 mm à la cote 338

(Pamatai 68-83), puis 2614 mm à 710 m (Mt-Marau I : 78-83) et enfin 3220 mm à 1420 m (Mt-Marau II) où la répartition mensuelle se fait ainsi :

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jt.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Maxi.	1355	1361	1640	547	236	236	282	125	277	378	669	901	3440
Moyenne	493	522	452	293	118	113	137	85	98	149	287	472	3220
Mini.	120	94	83	104	48	40	26	18	25	49	82	73	2756

La végétation a été, relevée par J. FLORENCE, botaniste à l'ORSTOM.

Ces sols sont dans le domaine des formations de moyenne altitude, essentiellement lande à *Gleichenia* et forêt à *Metrosideros*, "forêts de nuages" entre 900 et 1500 m dans des secteurs très arrosés où la pluviosité peut atteindre 4 m/an, caractéristiques par leurs fougères arborescentes et diverses épiphytes.

Dans l'environnement immédiat du secteur étudié, la strate herbacée est constituée presque uniquement par *Gleichenia linearis*, hautes et denses, recouvrant entièrement le sol-épars, l'on y observe : *Lecopodium venustulum*, *Astelia nadeaudi*, *Asplenium horridum*, *Blechnum capense*, *Elaphoglossum gargoneum*. Quant à la strate arborescente dont les éléments ne dépassent pas 2 à 5 m et qui recouvre 30 à 40 % du sol, elle est dominée par *Metrosideros collina* auquel s'ajoutent d'autres espèces assez communes : *Weinmannia parviflora* (Aito-Moua), *Ilex tahitensis*, et d'autres moins courantes : *Myrsine falcata et ovalis*, *Styphelia tameiameia*, *Vaccinium cereum*. Les épiphytes, qui forment des manchons autour des troncs et branches, sont abondantes, une liane *Freycinetia impavida* est assez fréquente.

Gleichenia linearis (Anuhe) se rencontre essentiellement sur les sols les plus pauvres des planèzes (plateaux et pentes faibles d'érosion) résultant parfois des feux, mais il est possible qu'elle soit aussi le premier colonisateur, en peuplements souvent monospécifiques hauts et denses.

III - DESCRIPTION DU PROFIL : MORPHOLOGIE - MICROMORPHOLOGIE

Bien que friables sur une grande profondeur, ces sols sont assez peu profonds, en ce sens que l'horizon C ou "mamu", avec ses graviers basaltiques ferruginisés ou non, n'est jamais éloigné de la surface. L'ensemble des 5 horizons supérieurs : A⁰ - A¹ - A² - Bb - BFe ne dépasse généralement pas 35 à 40 cm.

La capacité de rétention d'eau de ces horizons est forte, elle dépasse 140 % en A⁰ et A¹, demeure élevée en A² avec 112 %, de même qu'en Bb et BFe avec respectivement 98 et 89 % ; elle tombe à 60 % en C.

Echant.	Horiz.	Prof. cm	En % de la terre fine < 2 mm						
			Refus > 2 mm	Argile 0-2 p.	L.F. 2-20 p.	L.G. 20-50 p.	S.F. 50-200 p.	S.G. 0,2-2 mm	
MAU	11	A ⁰	0-20	-	-	-	-	-	-
	12	A ¹	20-23	-	-	-	-	-	-
	13	A ²	23-28	0	36,0	22,9	8,8	12,8	5,9
	14	Bb-BFe	28-32	-	-	-	-	-	-
	15	BFeC	32-45	23,1	27,9	37,2	7,8	12,7	6,2
	16	C	60-70	0	3,5	1,5	13,3	36,3	45,1
	17	C	110-120	0	6,0	1,0	13,4	36,5	44,5
	18	"	150-160	2,0	74,3	14,9	5,0	2,6	1,8

Analyses effectuées sur échantillons conservés humides.

TEXTURE DU SOL

0 - 20 cm = Brun rougeâtre (5YR 3/2) ; mélange de matière organique peu et bien décomposée avec nombreux agrégats grumeleux, moyens à grossiers, humo-faiblement argileux pénétrés par les radicelles dont la quantité croît vers la base. Ensemble feutré de radicelles et racines fines et moyennes abondantes, spongieux et frais.

A⁰

20-21/24 cm = Noir, 10YR 2/1, horizon organique (65 % de m.o.) de très faible épaisseur, localement interrompu avec nombreuses racines fines et moyennes ; spongieux en humide, pulvérulent en sec.

A¹

Cet horizon n'est que la couche inférieure de l'horizon A⁰. Pour faciliter la description nous l'assimilerons à un horizon A¹.

21/24 - 23/30 cm = Horizon gris-blanchâtre en frais (5Y 4/1 à 6/1) de haut en bas (passage progressif A¹ → A²), s'assombrissant en séchant.
A² Onctueux lorsque humide, durcissant fortement à sec. Limono-argileux. Structure particulière à finement polyédrique. Localement, petits noyaux ocre des horizons sous-jacents. Très fines radicales.

Micromorphologie : Cet horizon est, pour l'essentiel, constitué d'un plasma de teinte variable : rouille lorsque l'élimination du fer est incomplète, brunâtre dans les plages fortement imprégnées par la matière organique, plus souvent blanchâtre et alors essentiellement gibbsitique, mais généralement ponctué de petites tâches noires, glébules opaques de matière organique. L'on y observe aussi localement des concentrations ferrugineuses rougeâtres faiblement anisotropes ou isotropes et des amas légèrement jaunâtres, translucides, de très faible biréfringence, vraisemblablement constitués par de la gibbsite qui, sans doute aussi, constitue les petits vermicules, limités par un très fin liseré ferrugineux et paraissant cristallisés transversalement, d'aspect semblable à celui des amas précédents.

Les cavités y sont nombreuses, fréquemment bordées de cutanes claires, jaunâtres à rouille, essentiellement ferrugineux (sesquanes), biréfringents à extinction roulante ; cutanes de concentration stratifiés pouvant à leur tour être limités vers l'intérieur de la cavité par un dépôt brunâtre isotrope, incluant des glébules de matière organique.

En bordure de chenaux apparaissent d'autres cutanes, blanchâtres, très faiblement biréfringents, d'extinction roulante, vraisemblablement constitués par de la gibbsite.

Le squelette se réduit à quelques lithoreliques rougeâtres, ferruginisées dans leur masse, ou décolorées sur leur périphérie et alors parfois bordées d'un circumcutane.

Bb → Horizon placique, pellicule ferrugineuse brunâtre (5YR 3/3) de 1 à 3 mm d'épaisseur, cimentée par le fer ou un complexe humo-ferrugineux. La limite supérieure est nette, assez lisse mais mamelonnée ou circonvolutionnée, la limite inférieure beaucoup plus irrégulière, marquée par des épaisissements locaux, pouvant atteindre 4 à 5 mm. Il peut se bifurquer en direction de l'horizon sous-jacent, avec émission de lamelles extrêmement fines mais plus régulières. La cassure en est nette et brillante.

23/30 - 24/35 cm = Horizon ocre-rouge 5YR 5/8, fortement imprégné de fer et localement durci. Lithoreliques basaltiques plus ou moins ferruginisées et durcies. Limono-argileux.
BFe

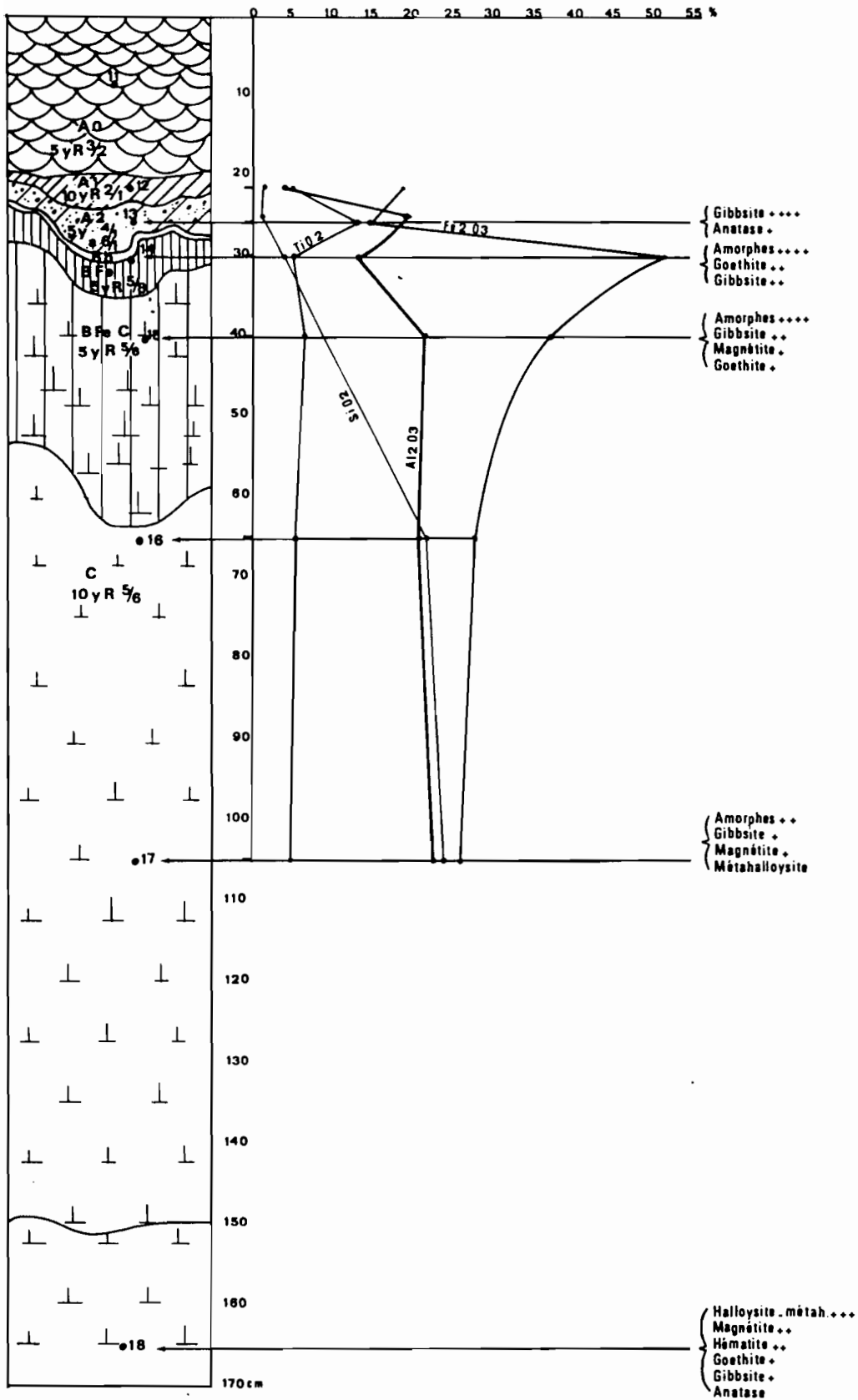
Micromorphologie : Plasma généralement undulique où seules apparaissent, à fort grossissement, de petites plages faiblement anisotropes. Les vides y sont nombreux : cavités ortho à cutane ferrugineux souvent complexe, laissant apparaître une nette zonation : au centre, interrompue, couronne jaune-rouille claire, faiblement

biréfringente, puis rougeâtre, translucide et isotrope, enfin à la périphérie, cutane brun-rougeâtre opaque, assez régulier, avec petites plages plus claires faiblement anisotropes.

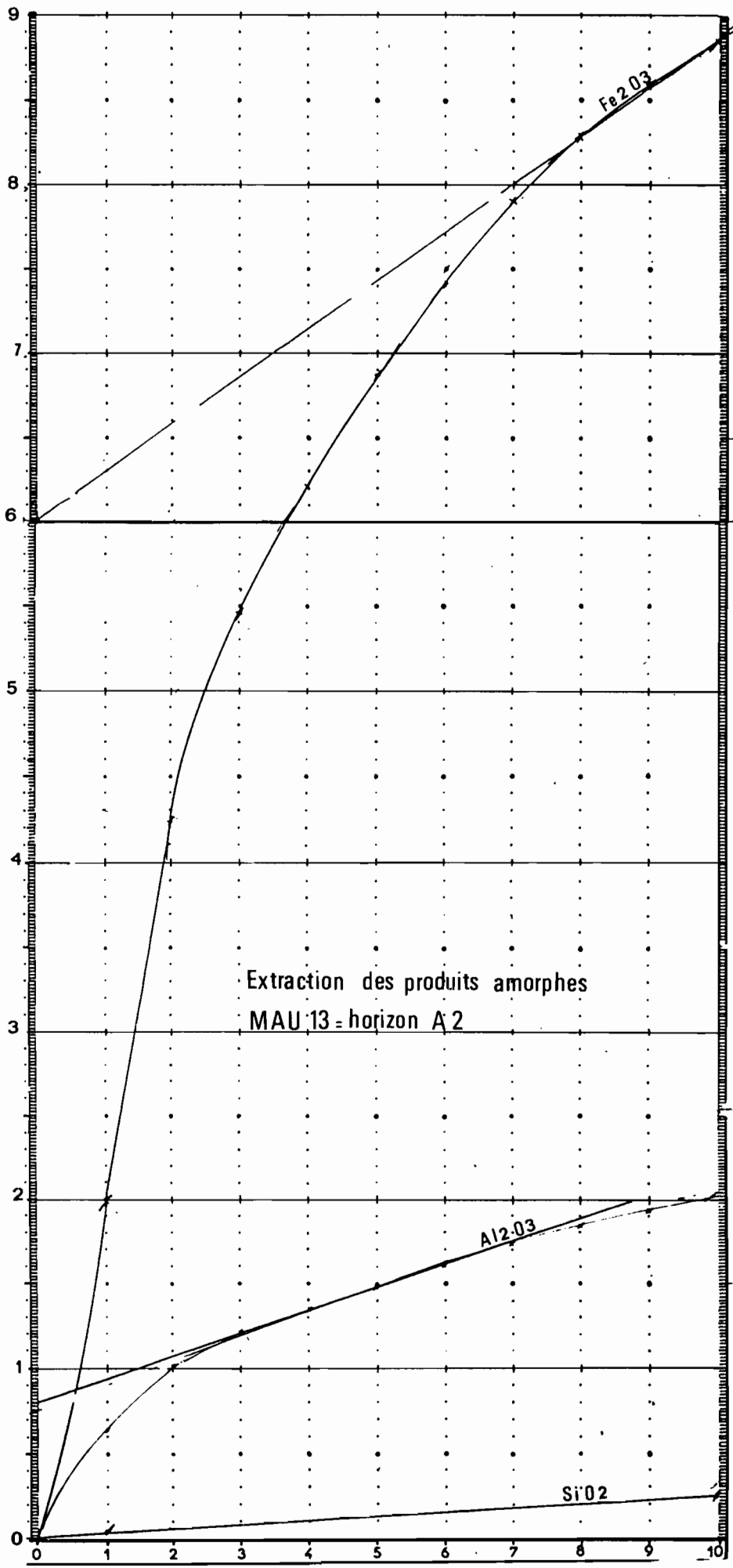
En bordure de certains vides, et y pointant fréquemment, apparaissent aussi des cristallisations claires, gris-blanchâtre à jaunâtres.

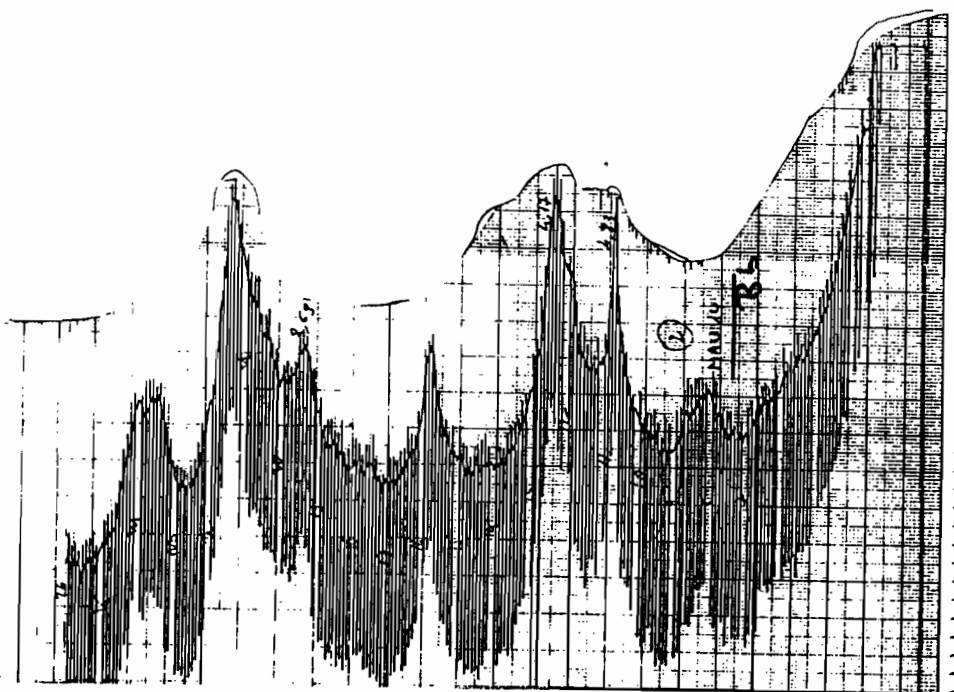
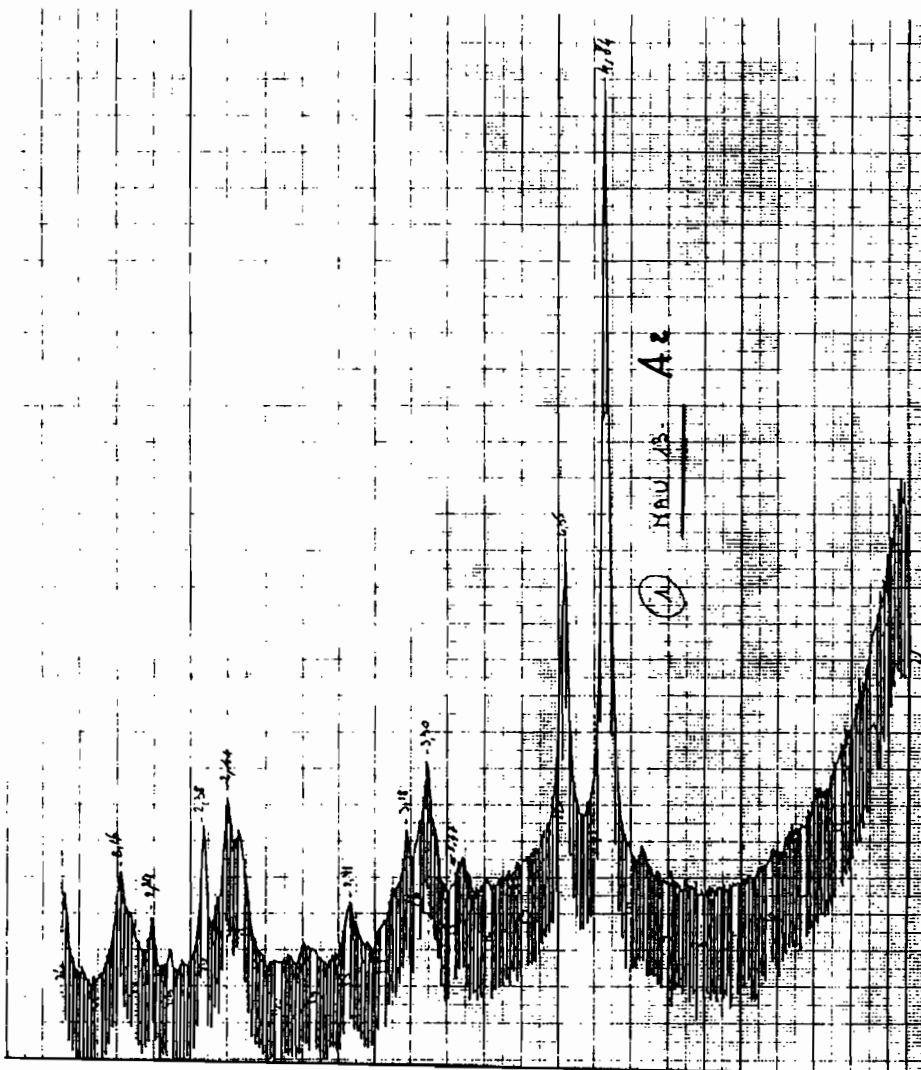
Dans certains vides apparaissent encore de petits amas bleu-verdâtre, paraissant amorphes. Des cristaux d'anatase ponctuent le plasma : faiblement colorés, sâlis, d'aspect nuageux, à bordure brun-rouille ferruginisée, parfois cristallisation nettement visible.

- 24/35 - 50/70 cm = Horizon de transition avec C. Rouge-jaunâtre : 5YR 5/6. Horizon gravillonnaire grossier : pseudo-concrétions scoriacées de 1 à 20 mm friables ou légèrement durcies : à l'extérieur, pellicule ferruginisée craquelée, rouille ou brunâtre et ferromanganisifère, discontinue; intérieur très friable avec nombreuses inclusions; cristaux d'anatase ? Petits amas blanchâtres (gibbsite ?), et localement abondantes "coquilles d'oeufs" lisses, translucides (étude à faire) ou petites concrétions noires. Lithoreliques basaltiques + durcies et ferruginisées. Limono-argileux. Très poreux. Peu de racines.
- BFeC
- 50/70 - 160 cm = Horizon d'altération (Mamu), jaune légèrement brunâtre (10YR 5/6). Plus cohérent et compact. Abondants graviers idem ci-dessus et graviers et cailloux de basalte totalement altéré, plus ou moins ferruginisés et durcis. Terre fine sablo-limoneuse. Poreux. Quelques racines. La partie inférieure (sur 10 cm) de l'horizon est légèrement éclaircie et vers 150 cm apparaissent, localement, deux ou trois fines couches + durcies, brunâtres.
- C¹
- 160/165 cm = Localement, apparaît un horizon blanchi de teinte identique à l'horizon A², de texture fine, de 2 à 5 cm, discontinu, limité à sa base par une pellicule ferrugineuse dure, de 2 à 3 mm, à cassure métallique identique à Bb,. Une pellicule semblable, plus fine, peut également apparaître à sa partie supérieure. Assez nombreuses racines.
- 165/240 cm = Basalte très fortement altéré, brun-jaunâtre (10YR 4/4) à bronze. Cohérent. Friable. Collant, peu plastique. Quelques graviers de la roche, plus ou moins ferruginisés. Argileux. Quelques grosses racines, dans des canaux parfois bordés d'une pellicule ferrugineuse.



Profil MAU₁ Distribution des principaux
Éléments majeurs





IV - COMPLEXE D'ALTERATION - MINERALOGIE

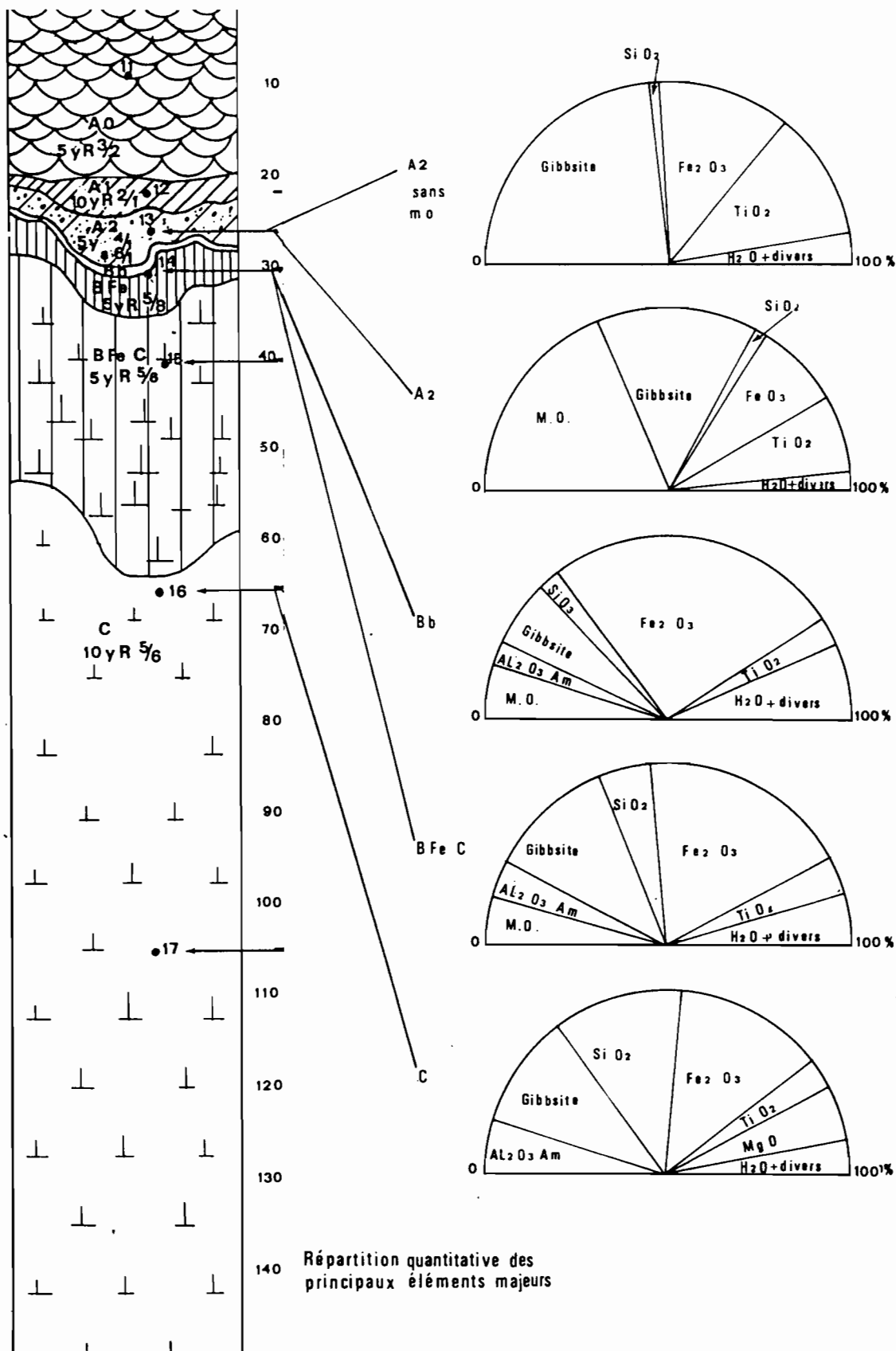
Horizon A² : Peu épais, sa limite avec l'horizon A¹ est peu nette, le blanchiment étant progressif et nettement plus accentué à proximité de l'horizon Bb ; il demeure très riche en matière organique.

Presque complètement désilicifié, sa fraction minérale est riche en alumine et titane mais aussi en fer. L'alumine y entre pour 19 %, finement cristallisée en gibbsite, dont la teneur avoisine 30 % de l'horizon en son entier et 46 % de sa seule phase minérale, abstraction faite de la matière organique. Sa raie à $4,84 \overset{\circ}{\text{Å}}$ apparaît très développée sur le diagramme de rayons X.

L'accumulation de titane y est aussi importante : 13 % du sol total et 21 % de la phase minérale. Ce minéral est vraisemblablement en majeure partie inclus dans les éléments ferrugineux sous forme de titano-magnétite ou titano-hématite ou peut-être complexé par la matière organique (humates de Ti ?). Il y existe aussi sous forme d'anatase visible sur les lames minces, mais dont la raie à $3,47 \overset{\circ}{\text{Å}}$ n'est que très peu discernable.

Malgré la teinte blanchâtre de l'horizon, les teneurs en fer y demeurent importantes avec près de 15 %, et 24 % de la seule fraction minérale ; plus des 3/4 sont sous forme libre, la moitié du fer libre étant à l'état amorphe ce qui représente près de 10 % de la phase minérale du sol. Une grande partie de ce fer est vraisemblablement complexée par la matière organique.

Horizon Bb : Horizon placique, formant une pellicule essentiellement ferrugineuse de 1 à 3 mm d'épaisseur. Il renferme 51 % de Fe_2O_3 dont près de 90 % sont sous forme libre constituée d'une phase cryptocristalline ou amorphe dominante, et d'une phase finement cristallisée (respectivement 7/10 et 3/10) cette dernière étant de la goëthite dont apparaît sur les diagrammes de R.X. la raie à $4,18 \overset{\circ}{\text{Å}}$, et peut-être un peu d'hématite (raie à $2,69 \overset{\circ}{\text{Å}}$). Au total, eau associée comprise, le fer représente plus de 65 % de l'horizon.

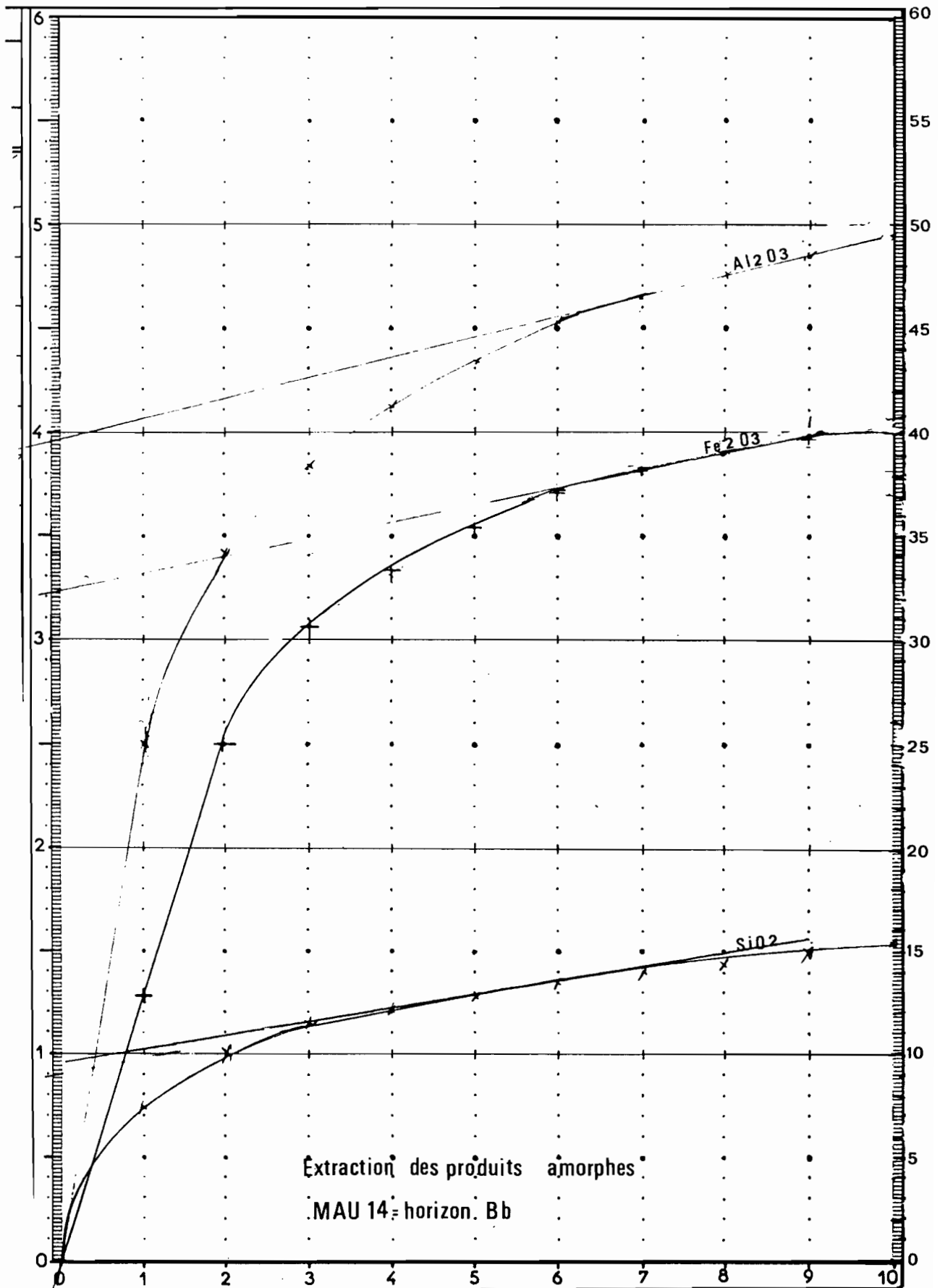


Echantillons MAU Horizons Profondeurs	12 A1 20-23	13 A2 23-28	14 Bb 28-32	15 BFeC 32-45	16 C1 60-70	17 C1 110-120
Perte au feu (1000° C)	68,7	48,7	23,45	22,9	11,9	12,8
Résidu	1,0	1,70	0,50	0,45	1,30	0,60
SiO ₂	1,65	1,15	4,25	8,60	21,5	23,5
Al ₂ O ₃	4,75	19,2	12,55	21,0	20,5	22,0
Fe ₂ O ₃	18,4	14,8	51,0	36,5	27,5	25,5
TiO ₂	4,85	13,25	5,30	6,70	5,45	4,75
MnO ₂	0,016	0,008	0,082	0,170	0,317	0,309
CaO	0,20	0,16	0,17	0,20	0,22	0,20
MgO	0,22	0,40	1,73	2,40	10,86	9,90
K ₂ O	0,08	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Na ₂ O	0,36	0,32	0,16	0,28	0,30	0,28
Total	100,226	99,768	99,242	99,240	99,887	99,879
SiO ₂ / R ₂ O ₃	0,17	0,07	0,16	0,33	0,95	1,04
SiO ₂ / Al ₂ O ₃	0,59	0,10	0,57	0,69	1,78	1,81

Résultats exprimés en % des échantillons séchés à 110° C.

COMPOSITION CHIMIQUE DU SOL

ANALYSE TRIACIDE



Il s'y trouve associé 12 % d'alumine, une partie sous forme cristallisée en gibbsite (raie acérée mais courte à $4,83 \overset{\circ}{\text{Å}}$) une partie à l'état amorphe (4 %).

La teneur en silice y est très faible, un peu plus de 4 % dont 1 % de silice amorphe vraisemblablement liée à l'alumine sous forme d'allophane, le reste pouvant entrer dans la constitution de métahalloysite, n'apparaissant toutefois pas aux rayons X, ou dans d'autres combinaisons. Outre ces éléments minéraux, cet horizon renferme 9 % de matière organique dont les relations avec les éléments minéraux seront étudiées ultérieurement.

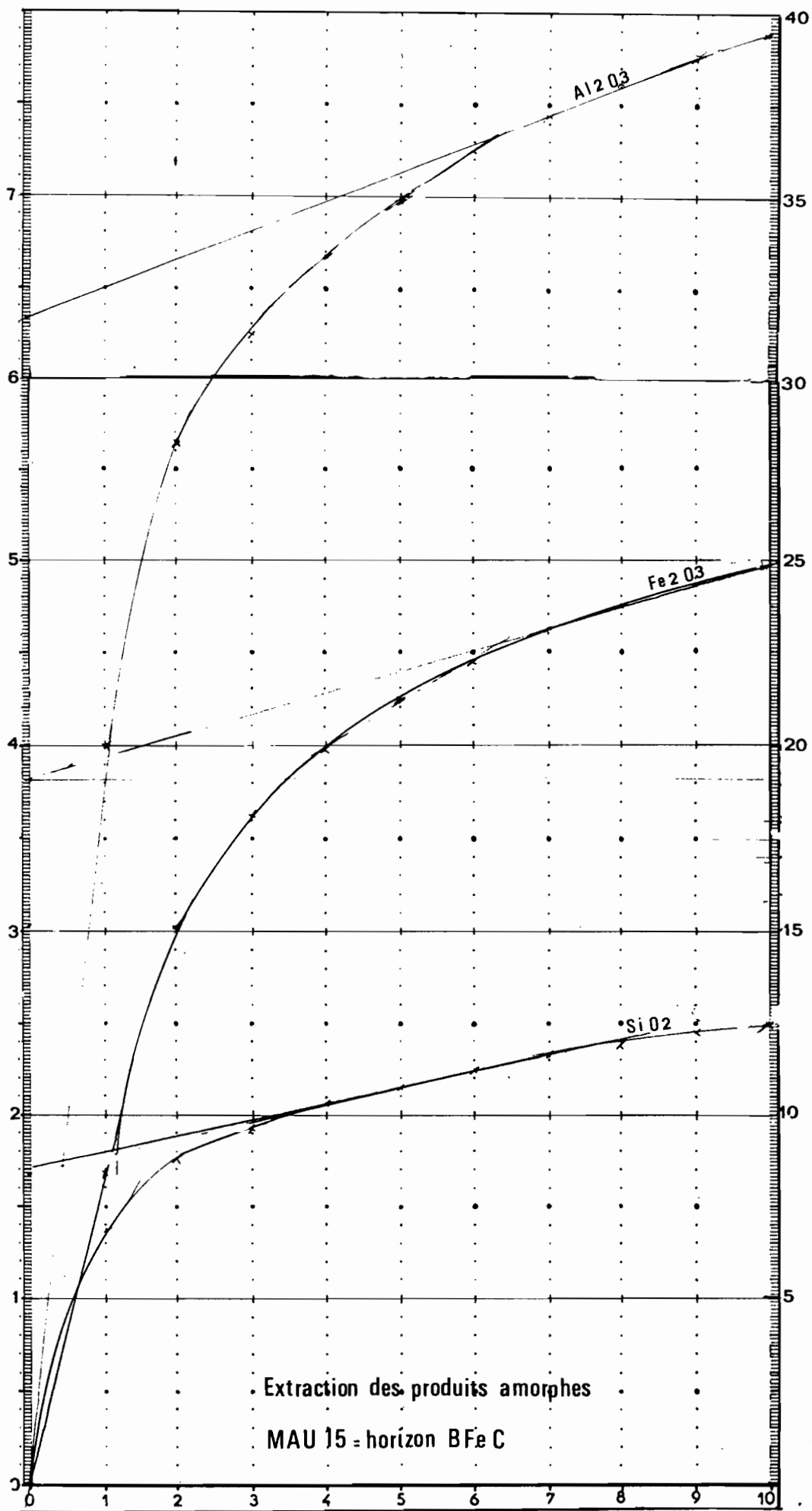
Horizon BFeC : Il se caractérise par une teneur en fer nettement inférieure à celle de l'horizon Bb, mais supérieure à celle de l'horizon C sous-jacent : 36 % de Fe_2O_3 dont 90 % sous forme libre, les 6/10 de cette dernière étant du fer amorphe. Aux rayons X ressort la raie assez peu développée à $4,16 \overset{\circ}{\text{Å}}$ correspondant à la goëthite, une raie à $2,53 \overset{\circ}{\text{Å}}$ correspondant à de la magnétite.

L'alumine y entre pour 21 % dont une grande partie cristallisée en gibbsite, montrant aux R.X. une raie assez bien développée à $4,84 \overset{\circ}{\text{Å}}$, et le tiers environ à l'état amorphe.

Sur le diagramme de rayons X n'apparaît pas la moindre raie caractéristique de la métahalloysite, l'horizon renferme cependant 8,6 % de SiO_2 , dont seulement moins de 2 % sous forme amorphe.

Cet horizon est presque aussi riche en matière organique que l'horizon Bb avec environ 8 %. Sa teneur en titane (6,7 %) est très légèrement supérieure.

Horizon Cl : La teneur en silice y croît nettement, 22 % environ, associée à des teneurs sensiblement identiques en alumine d'où un rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ proche de 1,8. Et cependant le diagramme de rayons X ne laisse apparaître aucune raie caractéristique de la métahalloysite (à une altitude inférieure, des sols renferment des teneurs identiques en silice et alumine constituant de la métahalloysite). Sans doute sera-t-il intéressant de procéder à une déferrification ménagée afin de vérifier s'il n'y a



pas masquage de ce minéral par le fer. La raie à $4,82 \overset{\circ}{\text{Å}}$ met cependant en évidence la présence de gibbsite, à des teneurs moindres toutefois qu'en BFeC.

La teneur en fer, essentiellement magnétite sans doute ($2,52 \overset{\circ}{\text{Å}}$), peut-être hématite, décroît notablement se maintenant toutefois à près de 26 % dont les 3/4 sous forme libre, la moitié de celui-ci étant à l'état amorphe (10 %).

A noter une concentration exceptionnelle de MgO à ce niveau (environ 10 %), supérieure aux teneurs rencontrées dans la roche-mère basaltique (7 % en moyenne).

Horizon C₂ : Au-delà de 1,60 m la texture du matériau change, qui de "sableuse" devient très fine, argileuse (75 % < 2 μ). Il n'en a pas été fait d'analyse triacide mais les diagrammes de rayons X montrent une raie large à $7,5 \overset{\circ}{\text{Å}}$, plus accentuée à $10 \overset{\circ}{\text{Å}}$ et une raie dissymétrique, acérée, d'intensité égale, à $3,57 \overset{\circ}{\text{Å}}$, l'ensemble étant caractéristique de la métahalloysite et de l'halloysite ($10 \overset{\circ}{\text{Å}}$).

Echant.	Horiz.	Prof. cm	Fer Total %	Fer libre %	$\frac{\text{FeI}}{\text{Fet}}$	Fer amorphe %
MAU						
12	A1	20-23	18,4	17,0	0,92	
13	A2	23-28	14,8	11,5	0,78	6
14	Bb-BFe	28-32	51,0	45,0	0,88	32
15	BFeC	32-45	36,5	32,5	0,89	19,2
16	C	60-70	27,5	20,0	0,73	"
17	C	110-120	25,5	19,0	0,74	10

Le gibbsite y marque aussi nettement ($4,84$ et $4,35 \text{ \AA}$) de même que, parmi les oxydes de fer, la magnétite ($2,53 \text{ \AA}$), en quantité moindre l'hématite ($4,69 \text{ \AA}$) et aussi la goëthite ($4,16 \text{ \AA}$). Il s'y ajoute un peu d'anatase ($3,47 \text{ \AA}$).

V - LA MATIÈRE ORGANIQUE

L'horizon organique de surface peut-être divisé en deux parties nettement distinctes par leur couleur : couche supérieure épaisse, légèrement rougeâtre, partie inférieure très mince, discontinue, noire, pouvant être confondue avec un horizon A^1 . Pour simplification nous les appellerons horizons A^0 et A^1 .

L'horizon A^0 est essentiellement constitué de matière organique (84 %) dont une partie est encore peu transformée (15 % de M.O.L.). L'humification y est cependant active, acides humiques et fulviques, à égalité, représentant 45 % du carbone total, mais l'ammonification y est vraisemblablement réduite, le rapport C/N atteignant 32. Quant à la fraction non extractible par les réactifs alcalins, l'humine, elle représente 30 % du carbone total de l'horizon.

L'horizon A^1 , avec une teneur de 65 %, est également très riche en matière organique, mais le rapport C/N y décroît nettement (= 24,5), la libération d'azote minéral y croissant sans doute notablement. Et cependant l'humification s'y réduit (41,5 %), la proportion des acides humiques y demeure constante tandis que décroît celle des acides fulviques. L'humine y croît par contre dans de notables proportions pour atteindre 46 % du carbone total.

En A^2 , la matière organique atteint encore le taux très élevé de 37 %, le rapport C/N, à nouveau croissant, égale celui de A^0 . Il est à souligner que 60 % de cette matière organique est sous forme d'humine (dont le rapport C/N = 55) proportion nettement croissante par rapport à l'horizon A^1 : humine d'insolubilisation ? Insolubilisation dont l'agent principal pourrait être le fer libre (Hétier 1975 ; Souchier 1971 ; Toutain 1974, dans Duchaufour 1977). Corrélativement l'on y observe une chute de la teneur en acides humiques (15 %).

L'horizon Bb, placique, est cimenté par le fer ou un complexe ferro-organique, la teneur en matière organique y atteignant encore 9 %, avec un rapport C/N identique à celui de A². Le taux d'humification y croît fortement : 57 % du carbone appartenant aux acides humiques et acides fulviques, dont les 9/10 pour ces seuls derniers (51,4 %) et essentiellement leur fraction la plus mobile, à l'état "libre", douée d'un fort pouvoir dégradant ; 86 % des acides fulviques sont sous cette forme. Quant à l'humine, elle tombe ici de 60 à 22 % du carbone total.

En BFeC, sur les 15 à 20 cm supérieurs, la teneur en matière organique ne décroît que faiblement (8,5 %), le rapport C/N y décroît aussi légèrement (27). Sa répartition entre les trois fractions, A.H., A.F. et humine, n'est que très peu modifiée, 54 % du carbone total appartenant aux acides fulviques, 92 % de ces derniers étant sous la forme "libre".

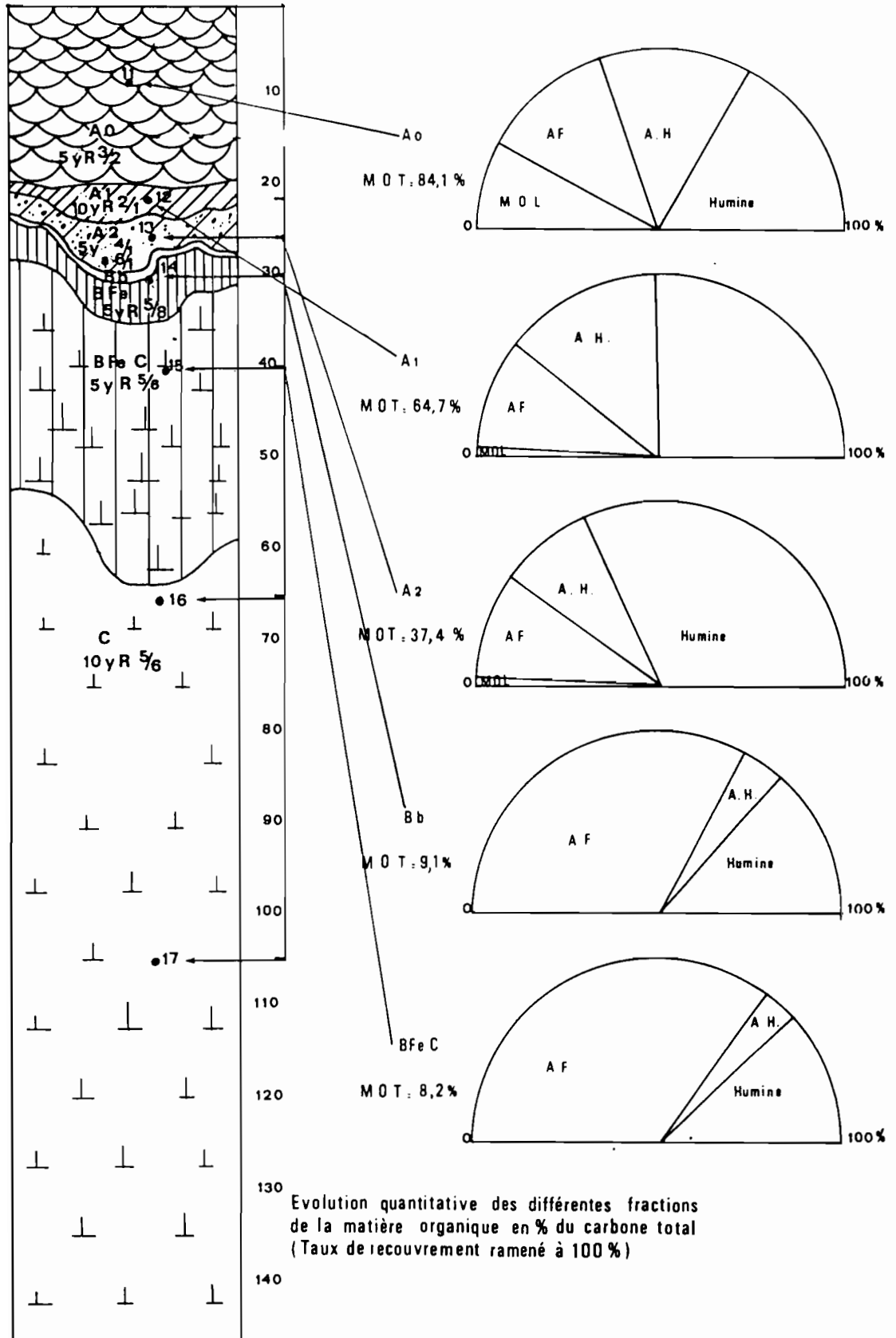
Au-delà de 50 à 60 cm, la teneur en matière organique tombe brusquement à 0,5 %, son rapport C/N étant de 10,5.

VI - COMPLEXE D'ECHANGE ET REACTION

Contrairement à ce que l'on observe dans un podzol classique où les horizons humifères sont très acides, la réaction de l'horizon A0 est ici neutre (pH = 7,3).

L'on y trouve stockées une certaine quantité de bases, échangeables ou complexées, potassium, magnésium, mais surtout calcium : 12 mé/100 g dont 8 pour le seul calcium, et ce, par le jeu du cycle biogéochimique. Malgré tout, de par sa forte capacité d'échange, la saturation de cet horizon est inférieure à 10 %, la teneur en aluminium échangeable y étant elle aussi très faible (0,20 mé/100 g).

La couche basale de A0 (ou A¹) subit une très forte acidification (pH = 4,0) à laquelle n'est pas étrangère la forte croissance de la teneur en Aluminium échangeable (\approx 7 mé/100 g). Sa capacité d'échange atteignant 100 mé/100 g et la somme des bases échangeables n'y dépassant pas 2,5 mé, sa désaturation est quasi-totale.



Echantillons MAU Horizons Profondeurs (cm)		11 AO 0-20	12 A1 20-23	13 A2 23-28	14 Bb 28-32	15 BFeC 32-45	16 C 60-70
Matière organique totale	M.O.T. %	84,1	64,7	37,4	9,1	8,2	0,5
	C %	488	375	217	52,6	47,5	3,14
	N %	15,1	15,3	6,74	1,57	1,81	0,300
	C/N	32,3	24,5	32,2	33,5	26,3	10,5
Acides fulviques	AF. T	% terre fine	107,12	63,90	37,77	27,02	25,86
		% C.T.	21,9	17,0	17,4	51,4	54,4
	A.F.L. %	1,99	17,68	11,12	23,14	21,65	
	A.F.L./A.F.T.	0,02	0,28	0,29	0,86	0,84	
Acides humiques	% terre fine	113,20	91,99	33,07	2,96	2,19	
	% C.T.	23,2	24,5	15,2	5,6	4,6	
Σ.A.F.H.	% terre fine	220,32	155,89	70,84	29,98	28,05	
	% C.T.	45,1	41,5	32,6	57,0	59,0	
A.F./ΣA.F.H.		0,48	0,41	0,53	0,90	0,92	
A.F./A.H.		0,95	0,69	1,14	9,12	11,80	
Humine	C	% terre fine	147,6	170	130,7	11,86	9,27
		% C.T.	30,2	45,3	60,2	22,5	19,5
	N %	3,73	3,70	2,37	0,421	0,345	
	C/N	39,6	45,9	55,1	28,2	26,9	
M.O. légère	% terre fine	73,9	8,53	3,93	0,02	0,22	
	% C.T.	15,1	2,3	1,8			

LA MATIERE ORGANIQUE ET SES DIFFERENTES FRACTIONS

A partir de l'horizon spodique A² s'amorce une lente remontée du pH, il est de 4,3. La capacité d'échange, grâce à la forte teneur en matière organique, y dépasse 50 mé/100 g mais la pauvreté en éléments bivalents et monovalents échangeables est extrême, avec seulement 1 mé. Quant à la teneur en aluminium échangeable, elle y décroît fortement jusqu'à 2 mé/100 g.

Dans l'horizon placique Bb, le pH atteint 4,5, les bases échangeables n'y ont pas été dosées. Juste en-dessous, au sein de l'horizon BFeC, l'acidité décroît de une unité de pH (5,6), l'appauvrissement en bases échangeables y est aussi extrême avec moins de 1/4 de mé.

L'acidité décroît fortement au sein de l'horizon B₃C ou C, le pH passant à 6,2 en sa partie supérieure, de texture plus grossière, à 7,1 au sein du "mamu" argileux. L'on y observe une très nette augmentation de la teneur en Mg échangeable qui atteint près de 5 mé à 1,2 mètre. La capacité d'échange, dans la partie de texture grossière, apparaît constante, proche de 22 mé/100 g, saturée à 23 %.

Mais, comme les oxydisols, ces sols possèdent des propriétés électrochimiques particulières, en ce sens que la capacité d'échange y varie largement avec le pH. Par rapport à la capacité d'échange mesurée sur le sol tamponné à pH 7,0, celle, réelle, mesurée au pH même du sol, décroît fortement. En C, elle chute de 30 % environ, de près de 50 % en BFeC. Les teneurs en fer et surtout aluminium libres qui, chargés négativement au-dessus de leur point isoélectrique, mais positivement en-dessous, en sont ici responsables, point situé en-dessous de pH 8 pour la goëthite selon Summer (1963), voisin de 6 pour le gibbsite (Schuylenborgh et Sängler 1949) (auteurs cités par Andriessse 1975).

Mais en A¹ et A², où les teneurs en Fe et Al décroissent fortement, l'écart entre les capacités d'échange mesurées à pH 7,0 et au pH du sol croît très fortement. Dans ces deux horizons, la C.E. réelle n'est en effet respectivement que de 30 et 16 mé, soit 3,3 fois plus faible que celle donnée par l'analyse classique. La C.E. de ces horizons reposant en majeure partie sur la matière organique, il est donc possible que, aux faibles pH de ces deux horizons, les sites d'échange de cette matière soient partiellement bloqués ou que sa charge soit, elle aussi, susceptible de changer.

Echantillons Horizons Profondeurs (cm)	11 A0 0-20	12 A1 20-23	13 A2 23-28	14 Bb 28-32	15 BFeC 32-45	16 C 60-70	17 C 110-120	18 C 170-180	
pH {	H ₂ O	7,3	4,0	4,3	4,5	5,4		6,2	7,1
	KCl	5,9	2,7	3,0	3,4	4,6		5,3	5,4
Bases {	Ca	8,45	0,67	0,26		0,07	0,51	0,51	
	Mg	1,69	0,17	0,22		0,10	1,52	4,56	
Echangeables {	K	1,19	1,01	0,40		0,03	0,01	0,02	
	Na	0,63	0,66	0,20		0,03	0,01	0,02	
mé/100 g	Somme	11,96	2,51	1,08		0,23	2,05	5,11	
C.E. {	T1 à pH 7,0	168,9	100	52,8		36,6	23	22,4	
	T2 à pH sol		30	16	7,1	19	-	16	
Saturation {	S/T1 %	7	3	2		1	9	23	
	S/T2 %	10	8	7		1,2		32	
Al ³⁺ éch.	0,20	6,90	2,05	0,80	0,10	-	0,10		
H ⁺ "	3,29	2,39	2,01	0,85	0,69	-	0,90		

COMPLEXE D'ECHANGE ET REACTION

CONCLUSION

Les sols étudiés, présentant cette évolution d'un caractère tout particulier, conduisant à la genèse de 2 horizons A² gibbsitique et Bb placique sont, à Tahiti, tous localisés à des altitudes supérieures à 1100/1200 m et en des secteurs où la pente ne dépasse pas 50 à 60 %. Ils occupent sur l'île une superficie totale avoisinant les 650 hectares.

Leur genèse paraît extrêmement rapide puisqu'on les retrouve jusque dans des fonds de vallons modelés à une période certainement très rapprochée.

Dans tous les cas, quelle que soit l'épaisseur de l'horizon A⁰, dépassant parfois 30 cm, l'horizon A² est, par contre, toujours très limité, son approfondissement se trouvant rapidement bloqué par l'horizon induré, placique, qui constitue aussi une barrière s'opposant plus ou moins efficacement à la pénétration de l'eau et des fines racines.

Dans une étude précédente, relative à l'inventaire pédologique de Tahiti, ces sols avaient été classés parmi les sols ferrallitiques : - "sols ferrallitiques fortement désaturés, podzolisés, gibbsitiques, à Bb placique". En accord avec le Professeur Trichet, qui les a examinés sur place, nous avons convenu de les inclure dans la classe des podzols : - podzols gibbsitiques, en référence à l'horizon A² gibbsitique.

P. Quantin n'écarte pas non plus la possibilité de leur appartenance aux podzols et plus précisément, parmi les spodosols des américains, aux Histic Placo-humods.

Pour P. Ségalen, ce sont aussi des podzols développés sur sol ou matériau oxydique (typic Placo-humods) (communication écrite).

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIESSE (J.P.), 1975 - Characteristics and formation of so-called Red-yellow podzolic soils in the humid tropics (Sarawak-Malaysia). Department of Agr. Res. of the Roy. Top. Inst. Amsterdam. Communication 66.
- COLMET DAAGE (F.) et alter., 1969 - Caractéristiques de quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques (3ème partie) sols d'altitudes. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. VII, n° 4.
- DUCHAUFOUR (Ph.), 1977 - Pédologie - Pédogénèse et classification. Masson. Paris.
- FARMER (V.C.), FRASER (A.R.), ROBERTSON (L.) et SLEEMAN (J.R.), 1984 - Proto imogolite allophane in podzol concretions in Australia : possible relationship to aluminous ferrallitic (lateritic) cementation. J. of soil Science, 35, 333-340.
- JAMET (R.), 1980 - Les sols de planèzes de Tahiti évolution sous l'influence de reboisements en pins des Caraïbes. ORSTOM, Papeete.
- JAMET (R.), 1983 - Le titane dans les sols de Tahiti. Notes et documents Sciences de la Terre n° 24, ORSTOM, Papeete.
- JAMET (R.), 1983 - Carte pédologique de la Polynésie Française. Feuille Tahiti à 1/40.000. Notice explicative. Notes et documents n° 25. ORSTOM, Papeete.
- LATHAM (M.), 1981 - Les oxydisols de quelques milieux insulaires du Pacifique Sud : caractérisation, conditions de formation, fertilité, classification.
- LATHAM (M.), 1975 - Les sols d'un massif de roches ultrabasiqes de la Côte Ouest de la Nouvelle Calédonie : Le Boulinda. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. XIII, n° 1, 27-40.
- QUANTIN (P.), 1974 - Hypothèses sur la genèse des andosols en climat tropical : évolution de la "pédogénèse initiale" en milieu bien drainé sur roches volcaniques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. XII, n° 1, Paris.
- RIQUIER (J.) et ZEBROWSKI (Cl.) - Atlas des D.O.M. - La Réunion. Pl. 10.
- SEGALEN (P.), 1964 - Le fer dans les sols. Initiations Documentations Techniques, n° 4. ORSTOM, Paris.

- SEGALEN (P.), 1973 - L'aluminium dans les sols. Initiations Documentations Techniques n° 22. ORSTOM, Paris.
- SIEFFERMANN (G.), 1973 - Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun. Mémoires ORSTOM n° 66, 183 p., Paris.
- TERCINIER (G.), 1974 - Cristallographie de sols ferrallitiques totalement désilicifiés d'une région très humide de l'Océanie intertropicale. C.R. 10è Congrès Int. Sc. du sol. Moscou. Vol. VII, p. 61-68.
- ZEBROWSKI (C.), 1975 - Propriétés et pédogénèse de certains sols sur roches volcaniques de la région d'Antsirabe (Madagascar). Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. XIII, n° 1, 49-59. ORSTOM, Paris.
- ZEBROWSKI (C.), 1975 - Etude d'une climatoséquence dans l'île de la Réunion. Cah. ORSTOM, sér. Péd. Vol. XIII, n° 3/4, 255-278. ORSTOM, Paris.

Centre ORSTOM de Tahiti
BP: 529 - Papeete.

Copyright 1985 ©