

Morphologie des horizons supérieurs de sols ferrallitiques du Gabon (appumites et épi-structichrons dyscrophes)

J.-P. MULLER

Pédologue de l'ORSTOM, Yaoundé - B. P. 193 - (Cameroun)

RÉSUMÉ

Les horizons marqués par l'accumulation de matière organique (appumites et structichrons dyscrophes) de sols ferrallitiques du Gabon décrits en termes normalisés (Glossaire de Pédologie) ont fait l'objet d'une étude comparative.

Malgré la grande variabilité des caractéristiques morphologiques des appumites et dans une mesure moindre, de celle des structichrons dyscrophes, il apparaît possible de regrouper ces horizons en grands types morphologiques bien différenciés dans leurs traits principaux.

Cette différenciation semble pouvoir être reliée aux processus de pédogenèse « secondaire » affectant les sols ferrallitiques et renseigner sur leur intensité. Ces processus, non exclusifs, peuvent être concomitants et marquer ainsi de diverses manières la morphologie des horizons supérieurs à condition que ceux-ci ne soient pas trop influencés par la matière organique (cas des sols sous forêt primaire).

ABSTRACT

This study, in standardized terminology (Pedology Glossary), concerns the horizons marked by the accumulation of organic material (appumites and structichrons dyscrophes) of Gabon ferallitic soils.

In spite of the wide variability of morphological characteristics of appumites and, in a lesser way those of structichrons dyscrophes, it appears possible to regroup these horizons in large morphologic classes clearly differentiated by their principal characteristics.

This differentiation could be linked to the "secondary" pedogenesis processes affecting the ferallitic soils and give information relating to its intensity. These processes, non-exclusive, can be concomitant and show, therefore, in various ways, the morphology of the superior horizons provided that these are not too influenced by the organic material (the case of soils under primary forest).

PLAN

1. Introduction

2. Caractères généraux du milieu

3. Les sols étudiés

3.1. Phénomènes pédogénétiques

3.2. Facteurs de pédogenèse

3.3. Nomenclature - Terminologie

3.4. Les appumites

4.1. Rôle prépondérant de la matière organique : les appumites prononcés

3.4.1.1. appumites orthiques

3.4.1.2. appumites psammitiques

3.4.1.3. appumites humifères (pour mémoire)

3.4.2. Rôle réduit de la matière organique : les appumites faibles

3.4.2.1. appumites faibles eseptols

3.4.2.1.1. appumites faibles orthiques

3.4.2.1.2. appumites faibles structuraux

3.4.2.2. appumites faibles appauvris

- 3.4.3. Les appumites intergrades
- 3.4.4. Résumé - Conclusions
- 3.5. Les structichrons dyscrophes
 - 3.5.1. Pénétration homogène de la matière organique : structichrons orthiques
 - 3.5.2. Pénétration hétérogène de la matière organique
 - 3.5.2.1. structichrons à forte structure
 - 3.5.2.2. structichrons psammitiques
 - 3.5.3. Conclusions
- 3.6. Associations d'horizons
- 4. Conclusions générales

1. INTRODUCTION

Le processus d'accumulation de matière organique est un des processus fondamentaux de pédogenèse. Un rôle important lui a été attribué dans la définition du système A B C de nomenclature des horizons. La taxonomie des sols ferrallitiques ne lui accorde cependant que peu de place et la morphologie des horizons A de ces sols ne retient pas souvent l'attention des auteurs. Certes les sols ferrallitiques ne possèdent que des teneurs généralement faibles en matière organique et l'épaisseur des horizons humifères ne représente souvent qu'un infime pourcentage de celle de ces sols. En d'autres termes la matière organique ne semble jouer qu'un rôle limité dans la pédogenèse ferrallitique. Mais à cet aspect quantitatif nous devons ajouter une remarque d'ordre qualitatif : l'insuffisance de l'observation, mais aussi la difficulté de traiter cette information, expliquent probablement que peu de résultats aient été tirés de milliers d'observations.

La variété des types morphologiques, la possibilité de les regrouper en grands ensembles dont les caractéristiques générales nous ont paru pouvoir être corrélées à différents processus pédogénétiques non spécifiques nous ont incité à présenter une étude morphologique menée avec les moyens les plus simples, le canevas analytique étant celui du glossaire.

Cette étude s'applique à des sols inventoriés lors de la cartographie d'un bassin versant à 1/50 000 (J.P. MULLER 1973) et complète celle de sols ferrallitiques appauvris (J.P. MULLER 1972) pour laquelle nous avons observé plusieurs centaines de profils appauvris ou non.

Ce document n'a pas la prétention de faire un inventaire complet des types morphologiques des horizons supérieurs des sols ferrallitiques. Néanmoins,

après des études plus récentes menées au Cameroun et la lecture de nombreuses notices de cartes exécutées en domaine ferrallitique, il nous semble que la plupart des horizons d'accumulation organique décrits pourraient s'ordonner parmi les types définis ci-après.

2. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU MILIEU

Le Gabon est soumis à un climat équatorial chaud et humide, avec une forte pluviométrie (moyenne annuelle de l'ordre de 2 000 mm), et une température avoisinant toujours 25 °C. La pluviosité est maximale en octobre et novembre, mois pendant lesquels il est fréquent d'enregistrer des précipitations de 100 mm et plus dans une seule journée. Il n'existe aucun mois rigoureusement sec. L'humidité moyenne très forte se situe autour de 85 %. Les pluies sont réparties suivant un régime de mousson, à deux saisons déterminées par le déplacement du front intertropical.

Deux grands types de formations géologiques se partagent les secteurs d'étude : les formations sédimentaires du Crétacé et du Précambrien moyen (Francevillien) dans lesquelles apparaissent des grès, des dépôts sableux à argileux (marnes) à faciès variables, des pélites et ampélites, et le socle antécambrien représenté par des formations cristallophyliennes essentiellement gneissiques, des quartzo-diorites et des granites calco-alcalins.

Les sols étudiés sont associés à différents types de végétations et de cultures : forêt équatoriale plus ou moins dégradée, forêts secondaires très jeunes le long des axes de peuplement, savanes arbustives ou purement herbeuses, cultures arbustives ou vitières.

3. LES SOLS ÉTUDIÉS

3.1. Phénomènes pédogénétiques

Les sols étudiés appartiennent au domaine ferrallitique (AUBERT - SÉGALEN 1966) caractérisé notamment par l'abondance des précipitations, leur répartition et la température moyenne relativement élevée.

Un certain nombre de caractères variables morphologiques, géochimiques et physico-chimiques ratta-

chent chacun des types étudiés à la classe des sols ferrallitiques : développement de la structure, bon drainage interne, matière organique bien évoluée, argile à faible capacité d'échange, forte dessaturation, pH généralement bas en rapport avec la lixiviation des bases, altération profonde, hydrolyse poussée des minéraux primaires altérables...

Certains processus pédogénétiques non spécifiques de la classe des sols ferrallitiques (parfois appelés secondaires) peuvent cependant interférer sur le degré d'évolution de ces sols et prendre parfois une importance prépondérante dans leur différenciation morphologique :

3.1.1. LE DÉVELOPPEMENT DE CERTAINS DE CES PROCESSUS AFFECTE DIRECTEMENT LA MORPHOLOGIE DES HORIZONS SUPÉRIEURS :

. *L'accumulation humifère* qui colore les horizons supérieurs n'est considérée dans la taxonomie que pour les taux élevés de matière organique. Ses expressions morphologiques sont largement tributaires du type de végétation et étroitement liées aux manifestations de surface des autres processus pédogénétiques.

. *L'appauvrissement* (FAUCK 1971) caractérisé par un gradient d'argile de la surface à la profondeur affecte spécifiquement les horizons supérieurs. Les diverses expressions morphologiques qui lui sont dues sont très variées. Ce phénomène aux causes multiples est, jusqu'à présent, typiquement considéré comme la description d'un état de fait morphologique.

. La « *pénévolution* » se définit généralement par l'existence dans les sols d'une quantité relativement importante d'argiles résiduelles à réseau 2/1 (illite) accompagnée d'une fraction limoneuse largement représentée (taux de limon fin pouvant atteindre 30 %). Les profils doivent à ces caractéristiques particulières leur morphologie originale : structure, texture, consistance, faces luisantes... A l'inverse du précédent ce processus est généralement caractérisé par la morphologie qu'il confère aux horizons B, mais nous verrons qu'il peut affecter aussi spécialement celle des horizons supérieurs.

. *L'hydromorphie de surface* est souvent liée à la dégradation d'horizons A, de texture équilibrée, par un excès de travail du sol. Ce processus de pédogenèse n'est pas fondamental dans la mesure où il est dû à des causes fortuites telles que la mise en culture. Il n'intervient qu'à un niveau très bas de la classification (Série ou Type). Nous n'avons donc pas créé

de type particulier d'horizon d'autant plus que les diverses manifestations morphologiques de cette hydromorphie n'ont été observées que dans quelques sols aux horizons supérieurs souvent profondément perturbés.

3.1.2. D'autres processus pédogénétiques marquant fréquemment les sols étudiés n'interfèrent pas ou ne modifient pas fondamentalement la morphologie des horizons d'accumulation humifère : le *rajeunissement* est défini par l'existence à faible profondeur d'éléments grossiers incomplètement altérés. Le *remaniement* est signalé par la concentration d'éléments résiduels grossiers, peu ou non altérés. La discontinuité formée par le niveau grossier est généralement profonde, et elle reproduit, à l'intérieur des sols, la topographie actuelle. L'*hydromorphie* temporaire de profondeur est généralement due à un mauvais drainage externe.

3.1.3. Nombreux sont les sols dits typiques dans lesquels ces processus secondaires n'ont pas été observés ou ne sont que trop faiblement exprimés pour être notés à un niveau taxonomique élevé (groupe).

3.2. Facteurs de pédogenèse : Au Gabon, deux d'entre eux sont déterminants dans le développement des processus pédogénétiques signalés ci-dessus.

3.2.1. La nature du matériau originel (ou de la roche-mère) constitue un important facteur de différenciation des sols en raison de l'extension des formations sédimentaires. Elle intervient en particulier :

. sur la composition texturale de la terre fine : on rencontre indifféremment des sols à plus de 80 % d'éléments fins (argile plus limon fin) et des sols comptant plus de 80 % de sable.

. sur la nature minéralogique des argiles : l'illite des sols « *pénévolués* » est héritée du matériau originel.

. sur le phénomène d'appauvrissement : les sols sont d'autant plus appauvris (gradient textural plus net et profondeur d'appauvrissement plus importante) que le matériau originel comporte une fraction sableuse mieux représentée et que les sables sont plus grossiers.

. sur la couleur des sols.

3.2.2. La végétation joue aussi un rôle important, notamment par le biais de sa « *secondarisation* » : certains sols, assez argileux, ne présentant pas a priori une propension marquée à l'appauvrissement se trouvent, sous culture intensive, appauvris certes

superficiellement, mais d'une façon suffisamment nette pour que ce caractère soit noté à un niveau taxonomique assez élevé (ici sous-groupe). La mise en culture des sols déjà appauvris sous végétation naturelle semble accélérer le processus en augmentant l'épaisseur de l'horizon appauvri, et en accentuant le gradient d'argile. Cet appauvrissement dû à la culture est noté aussi bien en ce qui concerne des sols typiques que des sols pénévulés. Liée à l'appauvrissement, une dégradation de la structure est souvent à l'origine d'une hydromorphie temporaire de surface (cf. précédemment).

3.3. Nomenclature - Terminologie

Les sols ferrallitiques présentent généralement des profils de type A B C comprenant :

— un horizon A où la matière organique est bien évoluée,

— un horizon B le plus souvent épais où les minéraux primaires autres que le quartz sont rares ou absents, et où les minéraux secondaires sont essentiels,

— un horizon C, variable, qui dépend beaucoup de la roche-mère quelle que soit son épaisseur (quelques cm ou 20 m). L'horizon est caractérisé par des matériaux (autres que le quartz et ceux mentionnés ci-dessus) complètement altérés et s'écrasant sous la pression des doigts.

Afin de faciliter les commentaires relatifs à certains types de sols nous adoptons plusieurs termes de la terminologie typologique mise au point par Y. CHATELIN et D. MARTIN (1972). Ceux-ci donnent une définition synthétique rapide de l'association des caractères morphologiques et peuvent désigner un ou plusieurs horizons.

a) L'APPUMITE (horizon A) désigne la partie supérieure des sols qui est humifère et/ou appauvrie en argile et sesquioxydes. Il se subdivise en :

— *appumite prononcé* dont les caractéristiques principales (structure notamment, couleur, porosité...) sont marquées par le taux élevé de la matière organique et par la forte activité biologique. Il s'agit toujours d'un horizon superficiel, partie supérieure de l'appumite, ou totalité de l'appumite. Il sera noté A_{1p} .

— *appumite faible*, ou partie inférieure de l'appumite, dans lequel l'accumulation organique n'impose pas de caractères morphologiques particuliers. Cet horizon est appauvri en argile et présente un enrichis-

sement concomitant en sables et limons grossiers. Par analogie avec l'horizon A « faible » de certains auteurs et en raison de sa position dans le profil, il sera noté A_{1f} .

b) LE STRUCTICHRON DYSCROPHE (partie supérieure de l'horizon B) qui sera noté AB ou B_1 . Cet horizon intermédiaire, caractérisé par une faible accumulation de matière organique, propriété d'horizon A, extériorise surtout des propriétés d'horizon B avec notamment dans la plupart des cas le développement de la structure.

c) LE STRUCTICHRON S.S. NOTÉ B_2 : c'est la partie des horizons B qui extériorise le plus clairement les caractères de ces horizons. Il n'existe pas de caractéristiques indiquant une transition.

Si la plupart des sols de la région (jaunes à rouges) ont été souvent répartis dans les différentes unités de classification en fonction des caractéristiques de leur structichron B_2 , nous ne nous préoccuperons ici que des horizons appumiques et structichrons dyscrophes. Notons que l'*apexol*, des sols examinés (appumite+structichron) n'a été étudié que dans ses deux variantes *ortho* et *brachy*, qui ont toujours permis l'observation d'un structichron suffisamment épais pour être bien exprimé (plus de 30 cm).

3.4. Les appumites

Le tableau 1 recense les différents types reconnus et précise leurs caractéristiques morphologiques décrites selon les termes du glossaire (1969). L'examen de ce tableau met en évidence deux faits :

1° Trois caractères peuvent dominer la morphologie des appumites : la matière organique (A_{1p} ou A_{1f}), la texture (symbole « ap ») ou la structure (symbole « s »).

2° La matière organique n'impose réellement ses caractéristiques que dans un seul type d'horizon (A_{1p}).

3.4.1. RÔLE PRÉPONDERANT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE. LES APPUMITES PRONONCÉS (A_{1p})

La matière organique joue un rôle déterminant dans l'individualisation des horizons humifères des sols ferrallitiques situés sous forêt primaire ou vieille forêt secondaire. Seule la présence d'un squelette quartzueux abondant peut affecter les caractéristiques d'ensemble de ces horizons.

TABLEAU 1
Appumites. Caractères morphologiques

Type d'horizon		A _{1p}	A _{1p-ps}	A _{1f}	A _{1f-(ap)}	A _{1f-ap}	A _{1f-s}	A _{1f-s-(ap)}
Chroma (humide)		2-(3)	2-(3)	(3)-4	(3)-4	3-4	3-4	3-4
Taches éventuelles					(sombres) dans masse/matière organique	sombres/mat. organique + claires/sables déliés dans masse	sombres sur faces agrégats/matière organique	(sombres) sur faces agrégats/matière organique
Matière organique		Directement et non directement décelable		Non directement décelable				
Texture (terre fine)		S-SA	S	(SA)-AS	SA	S-SA	AL	SAL
Structure	Nature générale	Fragmentaire	Fragmentaire + particulière	Fragmentaire	Fragmentaire	Fragmentaire + massive ou massive	Fragmentaire	Fragmentaire
	Netteté	Très nette	Nette-(peu nette)	Nette	Nette-peu nette	(Peu nette)	Très nette	Nette
	Généralisation	Généralisée						
	Types structure massive					Éclats émoussés (anguleux)		
	Types structure fragmentaire	Grumeleux		Polyédrique + polyédrique subanguleux	Polyédrique subanguleux	(Polyédrique subanguleux)	Polyédrique	Polyédrique subanguleux
	Taille structure fragmentaire	Fine - très fine		Fine Moyenne	Moyenne-grossière	(Moyenne) grossière	Moyenne-grossière	
	Sur - sous structure						Sous-structure polyédrique fine-Sur-structure prismatique quand sec	
	Association Juxtaposition des structures		Associées			Juxtaposées		
	Assemblage état humide	Très net	Net		Peu net	(Peu net)	Net	Peu net
	Assemblage état sec	Très net	Net		Peu net	(Peu net)	Très net	Très net
Porosité	Volume vides entre agrégats	Très important	Variable (souvent important)	Important	Faible	Très faible	Important	Faible
	Cohésion entre agrégats	Boulant		Meuble		Très meuble	Meuble	
	Fentes de retrait	Pas de fentes					Fentes	
	Abondance des pores				Très nombreux (nombreux)		Nombreux-peu nombreux	
Appréciation synthétique de la porosité	Très poreux							
Revêtements							(Faces luisantes)	
Consistance	Etat général	Consistance semi-rigide						
	Test de plasticité	Non plastique		Peu plastique		Non plastique	Plastique	
	Test d'adhésivité	Non collant		Peu collant		Non collant	Collant	Peu collant
	Test de friabilité	Très friable		Friable		Très friable	Peu friable	Friable
	Test de fragilité	Très fragile		Peu fragile	Fragile	Très fragile	Non fragile	Peu ou non fragile
Racines		Entre les agrégats		Dans la masse de l'horizon			Entre les agrégats ou entre les agrégats et déviées	
Transition avec horizon sous-jacent		Très nette		Distincte graduelle	Distincte	Variable	Variable	Distincte

3.4.1.1. *Appumite prononcé orthique*

Véritable *mull forestier* l'appumite prononcé (A_{1p}) constitue l'orthotype des appumites des sols ferrallitiques sous forêt pourvu que ceux-ci comportent une phase argileuse suffisamment représentée (généralement 15-20 % dans le structichron).

Cet horizon (cf. tableau 1), contrasté, sombre (chroma de 2 à 3), d'épaisseur généralement faible (1 à 5 cm), est caractérisé par une association étroite entre la phase organique non directement décelable et la phase minérale. Sa structure très nette *nuciclude* fine lui confère une forte porosité. Homogène, il est fortement pénétré par un feutrage racinaire dense.

Observé parfois seul il surmonte plus souvent un horizon humifère moins contrasté (A_{1f}). Le développement d'un des processus pédogénétiques secondaires de la ferrallitisation envisagés précédemment, ou l'état de saturation, ne semblent pas modifier fondamentalement ses caractéristiques d'ensemble. Il est indifféremment rencontré sur sols rouges ou jaunes.

3.4.1.2. *Appumite psammitique*

Sur matériaux très sableux (grès quartzifères ou quartzites par exemple) la liaison intime entre les phases organiques et minérales est moins bien réalisée voire inexistante : des sables déliés, blanchis, quartzueux sont mêlés à des agrégats mal formés, sombres, fortement organiques, d'origine souvent biologique, et à des débris organiques mal décomposés. L'ensemble confère à ces horizons une structure associée *nuciclude* et *psammoclude*. Les caractéristiques de cet appumite psammitique (A_{1p-ps}) seraient celles d'un moder.

Signalons que cet horizon peut être surmonté d'un horizon organique grossier (A_0) véritable mor, parfois épais, très sombre (valeur 2, chroma 1), à matière organique directement décelable (débris), à structure parfois feuilletée, composé d'agrégats organiques mêlés à quelques grains de sable, et à cohésion assurée par un chevelu souvent dense et très fin. Cet horizon paraît posé sur le précédent.

3.4.1.3. Nous rappellerons, pour mémoire ici, les *appumites humifères* (A_{1p-h}) des sols ferrallitiques d'altitude, décrits au Cameroun ou à Madagascar, sombres, fréquemment épais et à structure *grumoclude* (J.-P. MULLER, 1972).

3.4.2. RÔLE RÉDUIT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE - LES APPUMITES FAIBLES

L'influence marquée de la matière organique sur la morphologie des horizons humifères n'est souvent

perceptible que sur une faible épaisseur, le taux de matière organique chutant généralement rapidement au-delà de 5 cm (sauf dans les sols humifères d'altitude). De même, conséquemment à la « secondarisation » des forêts primaires sempervirentes, on observe une réduction, sinon une disparition, de l'appumite prononcé. Les *appumites faibles* (A_{1f}) résultants, moins bien individualisés signalent l'accumulation organique essentiellement par le caractère de couleur et s'avèrent très sensibles aux processus pédogénétiques secondaires dans leurs manifestations de surface.

3.4.2.1. *Appumites faibles eseptols*

Ces appumites sont teintés dans leur masse par la matière organique (chroma 3-4) mais ils n'apparaissent pas très différents des structichrons sous-jacents (du latin *esept* = sans cloison). Leur distinction repose essentiellement sur des caractères de structure.

3.4.2.1.1. Les mieux représentés parmi les sols ferrallitiques, les *appumites faibles orthiques* sont uniformément teintés par la matière organique (leur couleur différant peu en sec et en humide), ont une texture sablo-argileuse à argilo-sableuse, une structure intergrade *pauciclude* - *nuciclude parorthique*, nette, fine à moyenne, à agrégats friables. Ils surmontent généralement un structichron orthique à structure *pauciclude*, ou aliatique à structure aliatode. Ils s'avèrent être structurellement les plus différenciés dans ce dernier cas, mais la couleur vive de ces sols masque les effets de coloration dus à la matière organique.

3.4.2.1.2. Plus rares sont les appumites faibles à structure *anguoclude* (parorthique) surmontant un structichron pénévulé : Si la matière organique colore faiblement la masse de l'horizon elle se concentre aussi en taches sombres sur les faces d'agrégats polyédriques bien individualisés (faces luisantes en humide) plus ou moins subanguleux, généralement assez grossiers, durs à l'état sec, contournés par les racines. Un taux de limon relativement élevé distingue souvent ces horizons. Ces caractéristiques à l'exception de la coloration par la matière organique, sont celles du structichron sous-jacent. Ces appumites faibles seront dits *structuraux* (A_{1f-s}) en raison des caractères de structure qui les rendent facilement reconnaissables.

3.4.2.2. *Appumites faibles appauvris*

Nous rappellerons les grands traits morphologiques de ces horizons (A_{1f-ap}) qui ont fait l'objet d'une étude détaillée antérieure (J.-P. MULLER, 1970-72).

Dans les appumites faibles appauvris, non seulement la matière organique ne domine pas le développement des caractéristiques morphologiques principales, mais l'abondance du squelette quartzueux grossier est telle qu'elle impose des traits morphologiques particuliers :

L'épaisseur de cet horizon est assez importante (15 cm et plus). Son chroma moyen est de 3 et sa valeur de 4. La matière organique est non directement décelable, et les matières humiques imprègnent l'horizon dans sa masse, fréquemment de manière hétérogène : la présence de certaines taches est un signe de fort appauvrissement (horizons A_{1f} -ap les plus sableux). Leur nombre, taille, contraste et la profondeur sur laquelle elles sont visibles, augmentent à mesure que la texture devient plus sableuse et ce sur une plus grande profondeur. Ces taches sont de deux types :

- . Taches plus claires (vers 10 YR 6/3 brun-pâle) et à texture plus sableuse que le reste de l'horizon (grains de sables déliés), sans relations visibles avec les autres caractères, ou associées aux vides, le plus souvent arrondies, d'environ 10 mm de diamètre, à limites nettes, contrastées, moins cohérentes.

- . Taches plus sombres que l'ensemble de l'horizon (exemple : 10 YR 3/3 brun-grisâtre très foncé), lieux d'accumulation de matières humiques, de 10 mm de diamètre en moyenne, souvent arrondies, à limites nettes, à contraste variable suivant la couleur du reste de l'horizon, souvent légèrement plus cohérentes que la matrice environnante.

La présence de ces deux types de taches rend compte d'une mauvaise liaison des matières minérales et organiques, due à la texture sableuse. Il semble que chronologiquement les taches les plus sombres apparaissent les premières à mesure que la texture devient plus sableuse.

La texture est sableuse à sablo-argileuse. La structure est du type *amérode* (à psammoclude vers le pôle sableux). Cet horizon est meuble. Les pores sont très nombreux, fins et très fins, tubulaires et interstitiels (porosité qui résulte de l'assemblage des grains du squelette). Des revêtements sableux minces peuvent être associés à des vides. Il s'agit de grains de sables déliés et blanchis, pouvant avoir été transportés sur courte distance grâce à une circulation d'eau préférentiellement plus forte dans ces vides.

3.4.3. LES APPUMITES INTERGRADES

Il est bien évident qu'en dehors de ces cas bien typés, il existe de nombreux horizons aux caracté-

ristiques intermédiaires liées soit au faible développement d'un des processus responsables de leur individualisation soit à une certaine opposition entre deux processus de pédogenèse dans leur expression morphologique.

Un exemple courant représentatif du premier cas est celui des appumites faiblement appauvris (A_{1f} -ap) dont les caractéristiques moyennes, intermédiaires entre celles d'un A_{1f} orthique et d'un A_{1f} appauvri, sont reportées sur le tableau 1.

Deux exemples de morphologie originale née de la simultanéité de deux processus pédogénétiques paraissent intéressants :

- . Cas de la concomitance entre accumulation humifère et appauvrissement : ce sont les appumites prononcées psammittiques A_{1p} -ps dans lesquels une structure particulière de sables déliés est associée à une structure grumoclude. Mais ils ont été placés dans les appumites prononcées en raison de la nette dominance des caractères dus à la matière organique.

- . Cas de la coexistence des deux phénomènes d'appauvrissement et de « pénévolution » (horizon A_{1f} -s-ap) du tableau 1) souvent liée à la mise en culture des sols dits pénévoués : les éléments descriptifs de cet horizon sont très proches de ceux de l'horizon A_{1f} -ap) précèdent. Seuls quelques caractères structuraux, de pénétration organique ou de texture rappellent les horizons A_{1f} -s. Mais un tel résultat morphologique n'est obtenu dans les sols pénévoués que pour un appauvrissement relatif plus important que dans les sols typiques. En outre, alors que l'ensemble des caractères morphologiques de l'horizon A_{1f} -ap) ne subit que peu de variations saisonnières, certains caractères morphologiques de l'horizon A_{1f} -s-ap) des sols pénévoués sont fluctuants. Signalons en particulier l'accentuation de la netteté de l'assemblage structural, le développement de structures potentielles, la nette diminution de la fragilité des agrégats, lorsque l'horizon s'assèche. En d'autres termes les horizons A_{1f} -ap) et A_{1f} -s-ap) peuvent présenter des morphologies proches à un certain moment et à un certain degré d'humidité (état frais), mais toujours pour des degrés d'appauvrissement très différents ; à un autre moment (saison sèche) leurs caractéristiques peuvent être très différentes.

Remarque. En raison de cultures répétées, la dégradation de la structure et l'appauvrissement sont tels que l'horizon devient franchement massif à éclats anguleux. Friable à l'état frais, cet horizon se prend en masse lorsqu'il se dessèche, se transformant en véritable brique. La macroporosité n'est alors assurée

que par quelques fentes de retrait. Un tel horizon à porosité faible peut être le siège d'une hydromorphie temporaire. Sa structure étant fortement dégradée, sa sensibilité à l'érosion est grande, lors de la reprise des pluies, au moment où les terres venant d'être ensemencées se trouvent presque à nu.

3.4.4. RÉSUMÉ - CONCLUSIONS

Il paraît donc possible d'identifier deux grandes catégories d'appumites, les appumites prononcées et faibles, en fonction du rôle de la matière organique dans la différenciation de leurs caractéristiques morphologiques. Le développement des processus pédologiques secondaires de la ferrallitisation (accumula-

tion humifère, appauvrissement, pénévolution) généralement lié à l'influence de deux facteurs de pédogenèse importants, la végétation et le matériau originel, est à l'origine de l'individualisation de 6 grands types morphologiques. Des intergrades expriment une faible intensité de ces processus ou une action simultanée de deux au moins d'entre eux.

Deux grands caractères de différenciation de ces appumites apparaissent : le type de répartition de la matière organique et les caractères structuraux.

Le tableau 2 rassemble ces données essentielles et indique les grands groupes de sols dans lesquels il est fréquent de rencontrer les différents types d'appumites envisagés.

TABLEAU 2

Appumites - Types morphologiques

Catégories	Types	Nomenclature	Répartition de la matière organique	Structures	Sols-groupe	
Appumites prononcées A ₁ p	Orthique	A ₁ p	Homogène	Nuciclode	Typique (sous forêt primaire)	
	Psammitique	A ₁ p-ps		Nuciclode + psammaclode	Appauvri (psammitique)	
	Humifère	A ₁ p-h		Grumoclode	Humifère	
Appumites faibles A ₁ f	Eseptols	Orthique		Hétérogène Taches sur faces unités structurales	Pauciclode (intergrade nuciclode)	Typique (sous forêt dégradée)
		Structural			Anguclode (parorthique)	Pénévolué
	Appauvri	A ₁ f-ap		Hétérogène Taches dans la masse	Amérode (→ psammaclode)	Appauvri (modal)

3.5. Les structichrons dyscrophes

Comme pour les appumites la distinction de différents types repose surtout sur le mode de répartition de la matière organique et sur les caractères structuraux.

3.5.1. PÉNÉTRATION HOMOGÈNE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE - STRUCTICHRON DYSROPHE ORTHIQUE B₁

L'horizon, peu contrasté, présente une teinte d'ensemble assez homogène, et la présence de cette matière organique n'est souvent signalée que par la seule indication de la couleur de l'ensemble de l'horizon. La

structure généralement fine de ces horizons est du type *pauciclode* ou *aliatode*. Nous notons une plus grande discrétion du structichron dyscrophe dans le cas des sols aliatiques dont la structure très fine « dilue » la matière organique et dont la couleur vive en masque les effets.

3.5.2. PÉNÉTRATION HÉTÉROGÈNE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Deux cas sont à considérer :

3.5.2.1. *Structichrons à forte structure*

La matière organique apparaît surtout sous forme de taches (parfois nombreuses) liées aux faces des

unités structurales en larges traînées verticales, contrastées, à limites nettes. La structure, très nette, souvent grossière, est du type *anguclode parorthique*. L'horizon est cohérent. les agrégats sont peu ou non friables.

Ce type d'horizon est caractéristique des sols « pénévoués » (B_1s) mais il a aussi été rencontré (B_1c) dans certains sols appauvris jaunes à structichron s.s amérode ou pauciclude (J.-P. MULLER, 1972). Il correspond aussi à la définition de certains horizons de consistance (B_1c) ou de comportement rencontrés à la partie supérieure de sols rouges aliatiques.

3.5.2.2. Structichrons psammitiques

Les sols développés sur matériaux sableux présentent généralement une pénétration profonde de la matière organique. En outre la distinction de différents horizons repose sur des nuances subtiles dans les teintes ou les caractères structuraux. Peu différent de l'appumite faible psammitique sus-jacent, le structichron dyscrophe psammitique est caractérisé par une teinte dominée par la présence de grandes plages de chroma légèrement plus faible que celui du structichron profond et par l'existence aléatoire de taches sombres, lieux d'accumulation de matière organique, associées à des taches plus claires sableuses. La texture est sableuse à sablo-argileuse, la structure est *psammoclude* (ABps) à *amérode* (ABap).

3.5.3. RÉSUMÉ - CONCLUSIONS

Le nombre réduit de grands types morphologiques de structichrons témoigne d'une plus grande homogénéité. Les cas des sols « pénévoués », de sols situés sur matériaux sableux, ou de développement de structichron dyscrophe structural sous un appumite appauvri, n'étant pas très fréquents, il apparaît que la grande majorité des sols ferrallitiques présentent un structichron dyscrophe relativement homogène noté B_1 . Le tableau 3 rassemble les grands types morphologiques et leurs grands traits de différenciation.

3.6. Associations d'horizons

Il existe dans la nature un nombre élevé de combinaisons possibles entre appumites ou entre appumites et structichrons dyscrophes, mais il semble que certaines de ces associations, plus fréquemment rencontrées, puissent caractériser les grands groupes de sols ferrallitiques du point de vue de leur classification morphogénétique :

TABLEAU 3

Structichrons dyscrophes - Types morphologiques

Types	Nomenclature	Répartition de la matière organique	Structures
Orthique	B_1	Homogène	Pauciclude Aliatode
A forte structure	B_1c et B_1s	Hétérogène = taches sur faces des unités structurales	Anguclode
Psammitique	ABap et ABps	Hétérogène = taches dans la masse	Amérode psammoclude

Si l'existence d'un appumite prononcé semble être une caractéristique des sols ferrallitiques classifiés *typiques* sous forêt ancienne et sur un matériau au moins sablo-argileux, cet horizon surmonte fréquemment un appumite faible orthique. La succession la plus générale des horizons supérieurs est alors du type $A_{1p} - A_{1f} - B_1$. Toute dégradation de la forêt primaire entraîne généralement une diminution de l'épaisseur de l'appumite prononcé voire sa disparition et le développement d'un appumite faible sensible aux variations pédogénétiques dans leur expression de surface.

L'appauvrissement, responsable de l'une de ces variations, peut modifier fondamentalement les appumites. L'appumite faible appauvri A_{1f-ap} a été défini lors d'une précédente étude comme horizon de diagnostic de l'appauvrissement (J.-P. MULLER, 1972) et une succession d'horizons du type A_{1p} réduit — A_{1f-ap} — B_1 pourrait symboliser la partie supérieure de l'orthotype des sols appauvris. Mais nous avons vu dans cette même étude que cet horizon qui pouvait caractériser un appauvrissement conséquent dans la catégorie des sols à texture moyenne n'est pas toujours présent. D'autre part s'il est très différencié dans les sols appauvris (gradient élevé) de la catégorie de sols à texture fine (succession $A_{1f} - A_{1f-ap} - B_1c$) il s'avère peu différent des structichrons dyscrophes sous-jacent des sols appauvris psammitiques développés sur matériaux sableux (succession $A_0 - A_{1p-ps} - A_{1f-ap} - AB$ ap ou ps).

Un appauvrissement peu marqué affecte souvent la partie supérieure des sols ferrallitiques ; les sols typiques appauvris résultant présentent alors une succession d'horizons du type $A_{1p} - A_{1f(ap)} - B_1$.

— A l'inverse des sols marqués par un appauvrissement de surface, les sols « pénévoués » présentent une plus grande homogénéité dans leur morphologie, la succession des horizons étant généralement du type $A_{1f-s} - B_{1s} - B_2$.

4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

4.1. Cette étude met en évidence une grande variabilité des caractéristiques morphologiques des appumites et dans une mesure moindre celle des structichrons dyscrophes. Il apparaît possible de regrouper ces horizons en grands types morphologiques bien différenciés dans leurs grands traits et de faire apparaître ces différences en utilisant un mode de description normalisé simple, celui du glossaire.

4.2. L'horizon A_{1p} semble caractériser l'appumite des sols ferrallitiques sous forêt ancienne (mull) à condition que ceux-ci ne soient pas trop sableux. Sous une telle végétation les caractéristiques de cet horizon ne sont que faiblement affectées par un léger appauvrissement ou par le phénomène de « pénévoluion » que définissent un équilibre de texture et une nature minéralogique différente des argiles (illite). On enregistre alors surtout des variations dans l'épaisseur, moins importante dans ce dernier cas.

Il semble par contre être sensible à toute « secondarisation » de la végétation (avancée dans les zones prospectées) et plus encore à une mise en culture faisant suite à un défrichement. Peu épais il surmonte alors ou est plus généralement remplacé par un horizon A_{1f} lequel apparaît particulièrement affecté par les variations biocénétiques de surface.

Sur matériau très sableux l'horizon A_{1p} peut prendre une morphologie particulière (A_{1p-ps}) dans laquelle des grumeaux essentiellement organiques côtoient des sables déliés blanchis, horizon qui peut même être surmonté par un autre horizon à matière organique mal décomposée, véritable mor forestier (A_o).

4.3. La différenciation des appumites peut être reliée aux processus de pédogenèse secondaires affectant les sols ferrallitiques et renseigner sur leur intensité... Cette corrélation peut être d'autre part établie aussi bien avec des processus affectant spécifiquement les horizons supérieurs (« appauvrissement ») qu'avec des phénomènes habituellement caractérisés par leurs manifestations profondes (horizons B des sols « pénévoués »). C'est ainsi que l'appumite des

sols classifiés typiques (A_{1p} ou A_{1f}) se différencie notablement de celui qui caractérise les sols très appauvris (A_{1f-ap}) ou de celui des sols « pénévoués » (A_{1f-s}). Des intergrades entre ces types, de même que des variantes dans l'expression de quelques caractères morphologiques, renseignent sur l'intensité d'un phénomène pédologique : la distinction entre les horizons A_{1f-ap} et A_{1f-ap} signale ainsi un appauvrissement plus ou moins accusé de ces appumites.

Il paraît donc possible de concilier l'analyse permise par le glossaire (outil de terrain), et la caractérisation des grands types de pédogenèse, affectant les sols dénommés ferrallitiques, par leurs manifestations de surface. Ce résultat ayant été obtenu sur les horizons supérieurs de quelques types de sols d'une zone de surface réduite demanderait à être vérifié à plus vaste échelle pour l'ensemble des sols ferrallitiques inventoriés et éventuellement pour d'autres horizons.

4.4. Les phénomènes pédogénétiques « secondaires » ne sont pas exclusifs et peuvent être simultanés. L'existence d'un horizon A_{1p-ps} par exemple témoigne à la fois d'une accumulation organique relativement forte et d'un appauvrissement marqué. Et si ce dernier phénomène affecte des sols pénévoués il confère à leurs appumites une morphologie originale soulignée ici par le symbole $A_{1f-s-ap}$.

Remarquons cependant que pour une intensité donnée (caractérisée par exemple par un indice et une profondeur d'appauvrissement), un phénomène pédogénétique a des manifestations morphologiques sensiblement variables selon que ce processus est ou non concomitant à un autre phénomène secondaire important. Rappelons à ce propos que l'appauvrissement des sols pénévoués n'est morphologiquement accusé que pour un indice d'appauvrissement élevé.

Signalons encore que la concomitance des deux phénomènes d'appauvrissement et de pénévoluion, décelable ici au seul examen des appumites, n'est pas envisagée dans la classification française des sols ferrallitiques bien que les conditions requises pour la caractérisation et la classification (à un même niveau taxonomique) de chacun des processus pris isolément puissent être remplies.

4.5. Deux facteurs de pédogenèse influant sur la différenciation des appumites étudiés paraissent jouer un rôle primordial : la végétation et le matériau originel.

Nous avons constaté que la végétation forestière ancienne conférait aux appumites ou du moins à leur partie supérieure (2 à 10 cm) une certaine uniformité que seule pouvait compromettre l'abondance d'un

squelette quartzeux. En d'autres termes la matière organique domine la morphologie des sols sous forêt ancienne. Tout défrichement semble lui faire perdre son rôle primordial aux dépens d'autres caractères tels que la texture ou la nature des argiles... La mise en culture accentue certains phénomènes peu développés sous forêt tels l'appauvrissement ou une hydromorphie temporaire de surface liée à une dégradation de la structure.

Le matériau originel influe surtout par le biais de la texture et celui de la nature minéralogique des argiles. Les sols les plus appauvris se situent sur matériaux riches en sables grossiers alors qu'une prédominance des sables fins ou un certain équilibre de texture atténuent les manifestations morphologiques de l'appauvrissement. La simultanéité d'une texture équilibrée, (caractérisée par un taux de limon fin relativement élevé), et de la présence d'illite explique la morphologie originale des appumites des sols pénévoulés.

4.6. Il est bien évident que les propriétés physiques, hydrodynamiques, chimiques et agronomiques d'horizons aussi différenciés ont toute chance d'être très différentes d'un type à l'autre. Il suffit de comparer par exemple l'importante macroporosité d'un horizon A_{1p} grumeleux et bouillant à celle extrêmement faible d'un horizon A_{1f-s}(ap) dont l'appauvrissement favorisant une dégradation de la structure est parfois inducteur d'hydromorphie de surface. Sur le plan agronomique il pourrait être alors intéressant d'envisager des études de détail sur le comportement de ces horizons, sur les variations saisonnières de leurs caractéristiques, et sur leur évolution sous culture, facteur important de leur différenciation.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie vivement Monsieur Y. CHATELIN pour ses critiques et suggestions.

Manuscrit reçu au S.C.D. le 11 octobre 1974

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), SEGALIN (P.), 1966. — Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, IV, 4 : 97-110.
- BOISSEZON (P. de), 1969. — Note sur la classification des sols ferrallitiques. ORSTOM, Adiopodoumé, 11 p. *multigr.*
- BOISSEZON (P. de), 1970. — Proposition de nomenclature et de définition des horizons de sols ferrallitiques. ORSTOM, Adiopodoumé, 13 p. *multigr.*
- BOISSEZON (P. de), MOUREAUX (C.), BOQUEL (G.), BACHELIER (G.), 1973. — La matière organique et la vie dans les sols ferrallitiques. Init. Doc. tech. ORSTOM n° 21, 146 p.
- CHATELIN (Y.), 1964. — Notes de Pédologie gabonaise. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, II, 4 : 3-28.
- CHATELIN (Y.), 1966. — Essai de classification des sols ferrallitiques du Gabon. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, IV, 4 : 45-60.
- CHATELIN (Y.), 1972. — Eléments d'épistémologie pédologique. Application à l'étude des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, X, 1 : 3-23.
- CHATELIN (Y.), MARTIN (D.), 1972. — Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, X, 1 : 25-43.
- COLLINET (J.), MARTIN (D.), 1969. — Notice de la carte pédologique de Lambaréné à 1/200 000. ORSTOM, Libreville, 152 p. *multigr.*, cote G 67.
- COLLINET (J.) et FORGET (A.), 1973. — Notice de la carte pédologique de Booué-Mitzic. Carte de reconnaissance à 1/200 000. ORSTOM, Libreville, 165 p. *multigr.* cote G 84.
- FAUCK (R.), 1971, (1972). — Contribution à l'étude des sols des régions tropicales. Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique Occidentale. Thèse Sc. nat. Strasbourg, Mém. ORSTOM n° 61, Paris, XII, 259 p.
- GLOSSAIRE DE PÉDOLOGIE, 1969. — Description des horizons en vue du traitement informatique. Init. Doc. Tech. ORSTOM, h.s., 82 p.
- MARTIN (D.), 1972. — Choix d'une notation des horizons des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, X, 1 : 45-60.
- MULLER (J.-P.), 1970. — Contribution à l'étude du phénomène d'appauvrissement. Etude morphologique et typologique des sols appauvris en argile du Gabon, nomenclature et classification. ORSTOM, Libreville, 141 p. *multigr.*, cote G 75.
- MULLER (J.-P.), 1972. — Etude macromorphologique de sols ferrallitiques appauvris en argile du Gabon. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, X, n° 1 : 77-93.
- MULLER (J.-P.) *et coll.*, 1972. — Etude pédologique à 1/50 000. Feuille Bafoussam 3c (Cameroun), ORSTOM, Yaoundé, 430 p. *multigr.*
- MULLER (J.-P.), 1973. — Etude pédologique du bassin versant de la N'zeme (Gabon). Carte de reconnaissance à 1/50 000. ORSTOM, Libreville, 103 p. *multigr.*
- USDA - Soil Survey Staff - 1960. — Soil classification. A Comprehensive system - 7th Approximation. USDA, Washington, 265 p.