

INDICATEURS MACROMORPHOLOGIQUES
DE PEDOGENESE DANS LES HORIZONS
SUPERIEURS DE SOLS FERRALLITIQUES
DU GABON
(à propos d'une cartographie)

J.P.MULLER

P L A N

1. Introduction
2. Caractères généraux du milieu
3. Les sols étudiés
 - 31 - Phénomènes pédogénétiques
 - 32 - Facteurs de pédogénèse
 - 33 - Nomenclature - Terminologie
 - 34 - Les horizons supérieurs des différents types de sols.
4. Conclusions - Enseignements.

1. Introduction.

L'étude pédologique à 1/50.000ème d'un bassin versant au Gabon (J.P.MULLER), qui se proposait de recenser différents types de sols à même comportement hydrodynamique et de connaître leur répartition géographique a permis un inventaire systématique de 150 profils environ, décrits dans les mêmes termes qui sont ceux du glossaire de pédologie (1969).

De la confrontation de ces descriptions et de la ventilation des divers types morpho-génétiques dans les différentes unités de la classification française des sols (AUBERT-SEGALEN 1966) il est apparu que les horizons supérieurs des sols décrits (entendons ici horizons marqués par la matière organique) pouvaient être regroupés en plusieurs grands types dont les caractéristiques générales semblaient pouvoir être corrélées au type de pédogénèse affectant le sol donc le profil dans son entier.

Les sols étudiés à ce propos étant tous classifiés sols ferrallitiques, les processus de pédogénèse les différenciant sont dits "secondaires" et liés essentiellement ici à différents modes d'accumulation organique, à l'entraînement d'éléments minéraux ("appauvrissement"), ou à un déphasage dans l'évolution pédologique ("pénévolution").

La méthodologie de l'étude faite ici s'appuie sur celle appliquée à l'étude macromorphologique de sols ferrallitiques appauvris entrepris sur une échelle plus vaste (J.P.MULLER 1972).

Ce document n'a pas la prétention de faire un inventaire complet des types morphologiques des horizons supérieurs des sols ferrallitiques mais de sensibiliser le lecteur sur la variété des types morphologiques des horizons supérieurs des sols ferrallitiques et sur l'éventuelle possibilité de classer ces horizons suivant une méthode statistique sans perdre de vue l'aspect génétique de la classification, et attester peut-être qu'il est possible de concilier la banque des données morphologiques et la pédogénèse des sols.

Signalons enfin que le mode de prospection qui a consisté essentiellement en la description de profils isolés n'a permis que

l'observation de variations verticales et ne fait donc pas état de relations latérales qu'il pourrait exister entre les divers types d'horizons envisagés ici.

2. Caractères généraux du milieu.

La zone cartographiée était située dans la région de l'Estuaire, district de Libreville, au contact N de l'axe routier N'TOUM-KOUGOULEU.

Le climat est équatorial : La pluviométrie est forte (2700mm), la température moyenne est élevée (27°) et ses variations saisonnières sont faibles.

La formation géologique est le sédimentaire côtier. Nous distinguons deux types de modelés correspondants à deux faciès pétrographiques :

- un modelé accusé, en crête, sur grès. ~~au Nord-Est~~
- une zone plus plane sur marnes plus ou moins gréseuses.

La végétation est forestière (forêt ombrophile sempervirente). Seuls des lambeaux de vieille forêt secondaire subsistent, ^{notamment} sur les grès; ailleurs s'étend une forêt secondaire très dégradée par l'exploitation forestière et les mises en culture.

3. Les sols étudiés.

31 - Phénomènes pédogénétiques:

La ferrallitisation (AUBERT-SEGALEN 1966) est le processus pédologique dominant. Elle s'explique notamment par l'abondance des précipitations, leur répartition et la température moyenne relativement élevée.

Elle est généralement caractérisée par une altération très profonde, une hydrolyse poussée des minéraux primaires altérables, et l'élimination presque complète des bases alcalines et alcalino-terreuses, ainsi que celle d'une grande partie de la silice. Parmi les produits de néosynthèse, la kaolinite, la gibbsite et la goéthite constituent l'essentiel du plasma. Cette altération ferrallitique

peut épargner certains minéraux réputés peu ou non altérables tels que la muscovite ou le quartz qui peuvent néanmoins subir une fragmentation. Le quartz est l'élément de base du squelette.

Tous ces sols marqués par la ferrallitisation présentent un grand nombre de caractères communs :

- Développement de la structure,
- Bon drainage interne,
- Matière organique bien évoluée,
- Argile à faible capacité d'échange,
- Forte désaturation,
- pH généralement bas en rapport avec la lixiviation des bases.

Les propriétés physico-chimiques (notées au niveau de la sous-classe) ne retiendront pas notre attention dans cette étude essentiellement macromorphologique.

Le processus de ferrallitisation climatique est certes le processus fondamental. Mais d'autres processus pédogénétiques, non spécifiques, appelés parfois secondaires, peuvent interférer sur le degré d'évolution, modifier parfois fondamentalement la morphologie du profil ferrallitique type, et prendre une importance prépondérante : il en est ainsi de l'appauvrissement, du rajeunissement et/ou pénévolution, du remaniement ou de l'hydromorphie, processus notés au niveau du groupe ou sous-groupe; cette dernière unité signalant plus spécialement l'intensité du processus d'évolution caractéristique du groupe.

- "L'appauvrissement" : Les sols appauvris sont caractérisés par un gradient d'argile de la surface à la profondeur. L'appauvrissement est considéré comme la description d'un état de fait morphologique mais dont l'origine est probablement uniquement pédologique. Ce phénomène peut être imputé à des causes variées. Il a une incidence directe sur la morphologie de certains profils, mais les diverses expressions morphologiques qui lui sont dues sont très variées. Certains critères macroscopiques peuvent servir à son diagnostic (J.P.MULLER 1972). Ce processus affecte essentiellement les horizons supérieurs.

- La "pénévolution" : Les sols "pénévolués" paraissent déphasés par rapport à l'évolution "normale" : Le temps d'évolution semble avoir été insuffisant pour éliminer dans les horizons pédologiques, une quantité relativement importante d'argiles résiduelles à réseau 2/1 (illite). Cette évolution a épargné d'autre part une fraction limoneuse importante (taux de limon fin pouvant atteindre 30 %). Ces sols sont peu profonds, une structure souvent monoclinale à faible pendage freinant l'hydrolyse des matériaux originels. Les profils doivent à ces caractéristiques particulières leur morphologie originale : structure, texture, consistance, faces luisantes... Si ce processus est généralement caractérisé par la morphologie qu'il confère aux horizons B nous verrons qu'il peut affecter aussi spécialement celle des horizons supérieurs.

- Le rajeunissement : Certains sols sont dits "rajeunis" parce que présentant à faible profondeur des éléments grossiers incomplètement altérés. Si de tels éléments peuvent se trouver dans les horizons supérieurs ils ne modifient généralement pas fondamentalement la morphologie de ces horizons.

= Le remaniement : La partie supérieure des sols remaniés ne semble pas en place. Ce fait est matérialisé par la présence d'un niveau grossier, concentration d'éléments résiduels peu ou non altérés, constituant une discontinuité granulométrique dans ces sols, et qui épouse assez étroitement la topographie actuelle. De tels sols n'ont pas été observés dans la zone cartographiée.

- L'hydromorphie : Elle affecte certains profils à 2 niveaux différents suivant la cause qui lui a donné naissance :

- . hydromorphie temporaire de profondeur due à un mauvais drainage externe,
- . hydromorphie superficielle due à des mauvais drainages externe et/ou interne. Ce dernier est souvent lié à la dégradation d'horizons A, de texture équilibrée, par un excès de travail du sol.

Ce deuxième cas qui seul peut nous intéresser ici, n'est pas un processus de pédogénèse fondamental dans la mesure où il est

lié 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 pour le signaler de type particulier d'horizons d'autant plus que ses manifestations morphologiques variées ont été observées à peu d'exemplaires dans les sols aux horizons supérieurs souvent profondément perturbés.

Les sols 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), sont dits "typiques".

32 - Facteurs de pédogénèse :

Deux d'entre eux prédominent dans la région.

La nature du matériau originel (ou de la roche-mère) constitue le principal facteur de différenciation des sols. 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.
- Dans 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 plus importante et que les sables sont plus grossiers.
- Sur la couleur des sols :

Rappelons que les formations géologiques de la zone étudiée appartiennent au sédimentaire Crétacé dans lequel on trouve tous les termes allant des séries très gréseuses à grain grossier aux séries très argileuses à illite.

La végétation joue aussi un rôle important :

- Certains sols, assez argileux, ne présentent pas à 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 à propos 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).

33 - 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 énumérés ci-dessus 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 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 certains 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 de plusieurs 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. Par analogie avec l'horizon A "prononcé" de certains auteurs, 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 avec enrichissement concomittant 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 B_1 . Cet horizon intermédiaire est caractérisé par une faible accumulation de matière organique, propriété d'horizon A, mais il extériorise surtout des propriétés d'horizon B avec notamment le développement de la structure dans la plupart des cas.
- c - Le structichron s.s noté B2 : 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 ont été répartis dans les différentes unités de classification en fonction des caractéristiques de leur structichron B_2 , nous ne décrivons ici que les horizons marqués par l'accumulation de la matière organique ($A + B_1$) et plus particulièrement les horizons A humifères.

La description des différents types de sols sera réalisée suivant l'ordre de classification adopté pour la cartographie (MULLER 1973).

34 Les différents types de sols.

341 - Sols TYPHIQUES, MODAUX ~~Sur matériau complexe sablo-argileux à argileux (30 % des profils observés).~~

~~341.1. Sols TYPHIQUES, MODAUX.~~

Les profils ont dans leur ensemble une profondeur variable mais 20 des 30 profils observés, ont moins de 180 cm d'épaisseur (jusqu'à horizon BC ou C).

Leur teinte et à dominance brune (6,25 à 5 YR dans horizon B₂, de 50 % des profils).

Le matériau originel est argilo-sableux à argileux et les horizons BC ou C observés sont constitués en majorité de plaquettes de marnes altérées à des degrés divers.

La structure d'ensemble est fragmentaire fine. L'assemblage est peu net. La consistance est semi-rigide et les agrégats friables.

~~341.2. Sols TYPHIQUES, MODAUX.~~

- L'appumite est désigné le plus souvent par le symbole A₁.

On en distingue 2 types :

- + Un appumite peu épais (moins de 5 cm) noté A_{1p}, sombre (chroma = 2, value = 3), sablo-argileux, à structure nette grumeleuse généralisée dominante. Le volume des vides est important. La matière organique est parfois directement décelable. Cet horizon peut être bouillant et sa cohésion est assurée par un chevelu racinaire dense.
- + Un appumite légèrement plus épais (10 cm) noté A_{1f}, plus clair (chroma 4 - value 4) à matière organique non directement décelable, sablo très argileux ou argilo-sableux, à structure polyédrique parfois localisée subanguleuse moyenne dominante. Le volume des vides est assez important. Cet horizon est meuble.

Ces deux horizons sont pénétrés par un système racinaire et un chevelu très dense. La transition avec le structichron dyscrophe sous-jacent est nette à graduelle.

L'horizon A_{1p} peut exister seul. La présence du seul horizon A_{1f} est la plus fréquente. Les deux horizons A_{1p} et A_{1f} peuvent se rencontrer superposés, mais A_{1p} est alors très mince (1 à 2cm) ou discontinu.

En conclusion les caractères de l'appumite sont peu marqués - faible épaisseur du A_{1p} et faible influence de la matière organique sur les caractères morphologiques de A_{1f} - notamment dans les sols rouges, les plus argileux.

- Le structichron dyscrophe (B1):

Son épaisseur est moyenne (30 cm). La matière organique, non directement décelable, est encore visible à la surface des agrégats, mais répartie sur une superficie importante (finesse de la structure), elle se trouve "diluée", d'où le peu de contraste (souvent à peine une unité de chroma) et des limites peu nettes. L'horizon présente une teinte d'ensemble assez homogène et souvent la présence de cette matière organique n'est pas signalée sous forme de taches mais par la seule indication de la couleur de l'ensemble de l'horizon. Le chroma est généralement de 4, la valeur de 5. La texture est argilo-sableuse. La structure est nette, généralement polyédrique moyenne à fine. L'assemblage est souvent peu net mais le volume des vides assez important. Cet horizon est meuble. La porosité d'agrégats est variable, dans certains horizons à texture plus équilibrée, les pores sont peu nombreux. Les agrégats sont friables. La transition avec le B_2 sous-jacent est diffuse de teinte.

342 Sols TYPIQUES, FAIBLEMENT APPAUVRIS, sur matériau argileux à argilo-sableux.

L'appauvrissement en argile (MULLER 1972), est un terme qui exprime l'existence d'un gradient d'argile granulométrique. Ce terme n'est applicable que pour la partie supérieure des profils, il n'est pas interprétatif et peut s'accompagner ou non d'une accumulation argileuse visible dans le profil.

3421 - Diagnostic morphologique de l'appauvrissement en argile.

Le diagnostic utilise les caractères suivants :

- La texture est le premier caractère à relever. Elle est relativement facile à apprécier dans les cas où le taux de limon fin est faible, plus malaisée pour les profils à texture équilibrée.

- La matière organique est en partie localisée sur les faces des unités structurales dans les appumites les plus argileux. Quand la texture devient plus sableuse, elle imprègne la masse de l'horizon. La minéralisation de la matière organique est souvent mauvaise sur les matériaux très sableux. Il existe alors davantage de matière organique directement décelable et des agrégats grumeleux, organiques, sont souvent associés à une structure particulière (sables déliés), ou plus simplement l'horizon présente des taches plus sombres, humifères, et des taches claires moins cohérentes formées de sables déliés blancs.

- La structure se dégrade lorsque l'appauvrissement s'accroît. Polyédrique en l'absence d'appauvrissement, elle devient polyédrique subanguleuse puis massive lorsque se développe l'appauvrissement. Les faces structurales diminuent en nombre, la taille des agrégats passe de très fines à grossière. La cohésion entre agrégats et la consistance des agrégats étant de même grandeur faible, l'assemblage passe de net à peu net. Le passage d'une structure généralisée polyédrique vers le pôle argileux à une structure généralisée massive vers le pôle sableux se fait par des intermédiaires ou plusieurs structures peuvent être associées ou juxtaposées.

- Le volume des vides entre agrégats diminue lorsque s'accroît l'appauvrissement. Les horizons deviennent meubles et quelquefois bouillants.

- La consistance diminue quand la texture devient plus sableuse, mais ce diagnostic est délicat à établir quand la texture est équilibrée et il dépend beaucoup de l'état d'humidité.

- Une porosité intersticielle (ou intergranulaire) indique l'absence de ciment entre des grains de sables déliés, causée par un éventuel départ d'argile.

- Sous certains horizons très appauvris en argile, on peut observer des revêtements sableux, minces, associés à des vides.

3422 - Morphologie.

Ce type de sol se distingue du précédent par son appumite sableux ou sablo-argileux. L'appauvrissement est encore peu net (gradient voisin de 1/1,4) et en tout cas peu profond; les horizons appauvris peu épais sont soumis à l'action de la matière organique qui induit, dans certains cas, des caractères morphologiques masquant les caractères diagnostiques de l'appauvrissement. Ces derniers, s'ils sont observés, le sont confusément. L'examen complémentaire des structichrons dyscrophes sous-jacents est nécessaire au diagnostic de l'appauvrissement afin de situer leur texture par rapport à celle d'appumites dont les caractères diagnostiques de l'appauvrissement sont peu marqués.

La nomenclature des horizons est généralement de 2 types :

$A_{1p} - B_1 - B_2$ ----

et $A_{1p}(ap) - B_1 - B_2$

- L'appumite :

A_{1p} = la matière organique et l'activité biologique empêchent l'observation de caractères diagnostiques de l'appauvrissement. Quand cet horizon est seul sa morphologie se différencie de celle de l'horizon A_{1p} des sols typiques modaux par un chroma et une valeur légèrement plus élevés (chroma = 3, valeur = 4), une texture sableuse à sablo-argileuse, une structure plus grossière dans laquelle des sables blanchis sont mélangés aux agrégats, et une plus grande friabilité (ou fragilité) des agrégats.

Lorsque cet horizon surmonte un horizon du type $A_{1p}(ap)$, ses caractéristiques principales sont celles d'un A_{1p} de sol typique modal (cf. précédemment). La limite inférieure de cet horizon A_{1p} est toujours nette.

$A_{1p}(ap)$ = la matière organique ou l'activité biologique n'empêchent pas les caractères diagnostiques de l'appauvrissement de

s'exprimer. Ce dernier se manifeste surtout par un élargissement et un plus faible développement de la structure qui est généralement polyédrique subanguleuse grossière et/ou moyenne généralisée. A l'état frais l'assemblage est peu net. Le volume des vides entre agrégats est faible. Cet horizon a une épaisseur moyenne de 10 cm. La texture sablo-argileuse permet une imprégnation de la masse de l'horizon par la matière organique. Le chroma est de 4. L'horizon est meuble et les agrégats friables. La limite inférieure est généralement distincte de teinte. Notons cependant que corrélativement à une texture plus équilibrée, la structure de l'horizon $A_{1f}(ap)$ peut être plus anguleuse.

- Le structichron dyscrophe : A l'exception d'une texture légèrement plus sableuse (notée sablo très argileuse) et une structure peut être plus grossière (polyédrique moyenne, quelquefois notée grossière) les caractéristiques de cet horizon sont celles du B_1 des sols typiques modaux.

L'appauvrissement n'étant que superficiel et morphologiquement peu marqué, la différenciation sur le terrain des sols typiques appauvris et des sols typiques modaux est difficile, malgré un indice d'appauvrissement voisin de 1/1,4. Elle est rendue encore plus délicate par une texture généralement assez équilibrée.

343 - Sols APPAUVRIS, MODAUX, ~~Situés~~ sur matériau sableux à sable grossier.

Ces sols situés sur grès (grès de N'Dombo) sont profonds (> 2 m), uniformément jaunes ou ocres. Leur morphologie est ^{min.} dominée par la présence d'un squelette quartzeux grossier abondant.

La nomenclature des horizons est la suivante :

A_0 aléatoire - A_{1p} - A_{1f-ap} - AB ap - B_2 ps

- Horizon organique (A_0) :

La présence aléatoire d'un tel horizon est à signaler, sous forêt sur matériau très sableux, très appauvri en surface. Ses caractéristiques

tères distinctifs sont les suivants :

- . très sombre (10 YR 2/1),
- . A matière organique directement décelable,
- . Texture sableuse,
- . Structure fragmentaire très nette grumelleuse :
 - Agrégats peu nombreux fortement organiques, très fragiles (ou très friables),
 - Parfois structure feuilletée,
 - Association avec une structure particulière : Les seuls minéraux présents sont des grains de sables quartzeux, blanchis, déliés,
 - La seule cohésion est assurée par un chevelu souvent dense et très fin et un système racinaire développé en surface.
- . Très poreux,
- . Matériau à consistance élastique,
- . Transition nette avec l'horizon sous-jacent.

- Appumite prononcé (A_{1p}-ps) :

Si la présence de l'horizon organique précédent est peu fréquente, tous ces sols présentent un appumite prononcé épais (5-8cm). Sombre (chroma = 2, value = 3), sans taches, il est uniformément coloré par une matière organique non directement décelable qui imprègne sa masse. Sa texture est sableuse à sable grossier quartzeux (ps = psammitique). La structure fragmentaire nette, généralisée, est le plus souvent grumelleuse fine à moyenne. Elle est fréquemment associée à une structure particulière : grains de sables blanchis, déliés, quartzeux, mêlés à des agrégats fortement organique. Le volume des vides entre agrégats est important. L'horizon est bouillant et très poreux. Seuls un système racinaire abondant et un chevelu dense assurent une cohésion à l'ensemble : Les agrégats très organiques très friables, s'égrènent le long des racines fines. La transition avec l'horizon sous-jacent est très nette ou nette.

- Appumite faible (A_{1f}-ap) :

Sa présence est constante sous l'horizon A_{1p} : Dans cet horizon d'accumulation organique, 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.

La présence de certaines taches est un signe de fort appauvrissement (horizon 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 associés 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 sable grossier quartzueux. La structure est massive à éclats émoussés. 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.

De consistance semi-rigide cet horizon est très friable.

La transition est graduelle ou diffuse de teinte.

- Structichron dyscrophe (AB ps) : Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- . Souvent épais : 40 cm en moyenne,
- . Couleurs les plus fréquentes : 10 YR 5/4, 5/6 en humide,
- . La matière organique non directement décelable imprègne la masse de l'horizon. On observe souvent de grandes plages de chroma légèrement plus élevé.
- . Les taches sont identiques à celles de l'horizon A_{1f-ap} : Quelques taches sombres, de plus grandes dimensions, moins contrastées qu'en A_{1f-ap} , dans un matériau sablo-argileux, taches plus nombreuses, sombres et claires, dans un matériau plus sableux.
- . Texture sableuse (ps) à sablo-argileuse (Argile % < 20 %) favorable à une imprégnation homogène de l'horizon par les matières humiques.
- . Structure massive, à éclats émoussés, généralisée
- . Horizon meuble, très friable
- . Pores tubulaires, mais fréquemment aussi intergranulaires
- . Transition diffuse de teinte.

Comme nous pouvons le constater, cet horizon diffère peu de l'appumite faible (d'où la notation AB) et il est parfois difficile de les distinguer. De nombreux auteurs les regroupent sous le même symbole A_3 .

345 - Sols APPAUVRIS, MODAUX , ~~Famille~~ sur matériau sablo-argileux à sable fin.

L'analyse morphologique sera menée comparativement à celle des sols précédents. Dans tous les profils observés le solum était

épais de plus de 180 cm. Ces sols issus de matériaux diversément colorés, ont une couleur variable (10 YR 7,5 YR ou 5 YR). \wedge

Ils se différencient des précédents notamment par la taille des éléments du squelette quartzeux (sable fin \wedge Sable grossier) et la texture sablo-argileuse des horizons B (25 à 30 % d'argile).

Les profils présentent tous la succession d'horizons suivante :

$$A_{1f} - A_{1f-ap} - AB_{ap} - B_2$$

Aucun de ces sols ne présente d'horizon organique. On a noté certaines différences avec le type précédent :

- A_{1p} moins épais (2 à 3 cm)
- A_{1f-ap} sableux à sable fin. D'une façon générale à taches beaucoup moins nombreuses et en particulier à taches claires rares. La porosité intersticielle est très faible. La texture plus équilibrée est probablement à l'origine de ces deux caractères. Le chroma est généralement de 4.

- AB_{ap} : Il a une valeur de 4 et un chroma de 6 quand la teinte est de 5 YR une valeur de 5 et un chroma de 5 ou 6 quand la teinte est de 10 YR. Seules quelques rares taches sombres, généralement associées aux vides ou aux racines, sont visibles. La texture a été notée sablo peu argileuse. A la structure massive se juxtapose parfois une structure peu nette, très localisée, polyédrique ou polyédrique subanguleuse moyenne ou grossière. La porosité intersticielle fait défaut.

Remarque 1 = Nature générale et netteté de la structure.

La structure du structichron des sols ferrallitiques est souvent peu marquée et il y a fréquemment difficulté de choix entre une structure massive et une structure fragmentaire peu nette, d'autant plus que dans l'un et l'autre cas la coupe ne laisse pas apparaître de vides entre d'éventuels agrégats. Le glossaire définit la structure massive comme suit "correspond à un assemblage continu et cohérent, sans faces de dissociation marquées, la fragmentation ne peut être obtenue qu'artificiellement".

Nous considérons que dans un horizon à structure massive il peut exister effectivement des lignes de moindre résistance pouvant correspondre à des faces d'agrégats, mais :

. Ces vides ne constituent pas une trame dans laquelle les agrégats sont complètement individualisés.

. La cohésion le long de ces vides et la cohésion entre les grains du squelette sont du même ordre de grandeur, de telle sorte qu'il est pratiquement impossible de déterminer une taille d'agrégats. La structure fragmentaire est artificielle.

Le sens de l'adjectif massive recouvre donc celui d'expressions employées par d'autres auteurs telles que : structure continue, fondue, gréseuse, polyédrique artificielle ...

Remarque 2 : Dans ce type de sol le fait d'indiquer sur le terrain que tous les structichrons des profils représentatifs sont sablo-argileux ne traduit pas l'existence d'une composition granulométrique bien définie. L'analyse granulométrique révèle au contraire que ce terme regroupe des textures très variées dont on peut dire, à la limite, que le pourcentage d'argile se situe entre 20 et 35 % et que le taux de sable fin + limon grossier est supérieur à celui des sables grossiers. L'imprécision naît de ce que toutes les fractions granulométriques sont assez bien représentées. La multiplicité des combinaisons entre différents pourcentages de chaque fraction explique en partie les différences structurales d'un profil à l'autre.

Remarque 3 : La localisation de la structure du structichron dyscrophe et son très faible développement empêchent d'en faire un B. L'imprégnation localisée et hétérogène de la masse de l'horizon par la matière organique ne lui permet pas d'être tout à fait un horizon A. Etant donné sa position indifférente par rapport au point d'inflexion de la courbe granulométrique, sa partie supérieure correspond souvent à la partie inférieure de la branche concave de la courbe granulométrique (partie appauvrie du profil). Pour toutes ces raisons nous avons choisi le symbole AB pour noter cet horizon. D'autres auteurs l'auraient appelé A₃.

346 - Sols APPAUVRIS, MODAUX, sur matériau complexe, sablo-argileux à argileux.

Le profil de ces sols semble s'être développé à partir d'un matériau très hétérogène issu de bancs gréseux et marneux alternés minces, disposés subhorizontalement. Les bancs gréseux influent sur la granulométrie en augmentant le taux de sable fin notamment. Tous ces sols, aux morphologies variées présentent un gradient d'argile assez net ($> 1,4$).

Ces sols sont d'épaisseur variable, mais la plupart des profils ont moins de 180 cm. Ils sont généralement de couleur jaune, parfois ocre.

La nomenclature des horizons est de deux grands types :

- (1) A_{1p} A_{1f-ap} B_1 B_2 ...
ou (2) A_{1p} A_{1f-ap} $AB-ap$ B_{2-ps} ...

- L'appumite se subdivise toujours en A_{1p} et A_{1p-ap} , l'horizon A_{1p} pouvant présenter lui-même une nuance dans son aspect morphologique, notée A_{1p-ps} (ps = psammitique).

A_{1p} : 2 - 3cm d'épaisseur, chroma de 2 à 3, texture sableuse. Structure fragmentaire très nette, généralisée, grumeleuse fine, souvent associée à une structure polyédrique subanguleuse. Volume des vides très important. Boulant. Non plastique, non adhésif, très friable (ou très fragile). Transition nette.

A_{1p-ps} : Cet horizon diffère du précédent par la netteté de sa structure. Les grumeaux moins bien formés, de taille variable, sont parfois associés à de la matière organique directement décelable et sont mélangés à des sables fins déliés blanchis. Le volume des vides, variable, est important. La transition avec l'horizon sous-jacent est souvent très nette.

A_{1f-ap} : Cet horizon a de 10 à 15 cm d'épaisseur. Il a la morphologie A_{1f-ap} des sols de l'unité précédente quand la nomenclature des

horizons est du type (1) et celle des sols sur sable grossier quand la nomenclature est du type (2). La limite inférieure est souvent graduelle.

- Le structichron dyscrophe : De 35 cm d'épaisseur en moyenne, de chroma 4 à 6 et value 5 cet horizon présente 2 aspects morphologiques notés B₁ et AB ap.

B 1 : Parfois taches peu étendues, de chroma et value 4, liées aux faces des unités structurales, en traînées verticales à limites peu nettes, contrastées. Texture sablo-argileuse. Structure peu nette, généralisée, polyédrique moyenne et/ou grossière. Volume des vides très faible.

Les autres caractères sont variables : l'horizon B₁ est meuble à cohérent, à pores peu nombreux à nombreux, friable à peu friable, et à transition diffuse à distincte.

L'aspect relativement anguleux des agrégats, malgré une texture assez sableuse, semble être lié à un certain équilibre de la texture. La variation relative du pourcentage de chaque fraction granulométrique semble être la cause de la variabilité de certains caractères, et en particulier de la consistance.

AB ap : Le gradient d'argile entre cet horizon et l'horizon A₁f-ap sus-jacent est faible, et la transition entre ces 2 horizons est distincte de teinte mais souvent diffuse pour les autres caractères. Sa texture est sablo-argileuse à sable fin. Sa structure massive est parfois juxtaposée (vers le bas de l'horizon) à une structure peu nette polyédrique grossière. La matière organique imprègne la masse en larges traînées verticales peu contrastées (à peine une unité de chroma). Ses autres caractéristiques ne le différencient pas du B₁.

247 - Sols PENEVOLUES, MODAUX, Sur matériau argileux à illite.

Le temps d'évolution semble avoir été insuffisant pour éliminer dans les horizons pédologiques des argiles à réseau 2/1 (type illite) héritées du matériau sédimentaire, peu ou non dégradées, et associées à la kaolinite. Douées d'un pouvoir de gonflement supérieur

à celui des argiles à réseau 1/1, elles favorisent la structuration et la formation de fentes de retrait en saison sèche, ces dernières, délimitent des sur-structures prismatiques.

Cette évolution peu poussée a épargné une importante fraction limoneuse, ce qui explique les textures assez équilibrées dans tout le profil de ces sols.

Enfin, la structure monoclinale à faible pendage de roches sédimentaires peu perméables freine considérablement l'approfondissement de ces sols. Une légère différence du drainage externe provoque l'apparition d'une hydromorphie qui ralentit encore l'altération ferrallitique.

Ces sols peu profonds (épaisseur du solum généralement inférieure à 120 cm) sont jaunes ou ocres.

- Les appumites A₁, peuvent présenter des morphologies variées, conséquence de la mise en culture. Néanmoins nous pouvons regrouper la majorité d'entre eux en 2 grands types dont certaines des caractéristiques principales portent la marque du phénomène de "pénévolution".

A_{1p} : Il a été observé uniquement sous forêt secondaire assez vieille et sous-bois dense au N.E. de la zone cartographiée. Autrement dit, étant donné la localisation de ces sols le long de l'axe routier N'Toum-Kougoulou et donc leur mise en culture intensive, ce type d'appumite est peu fréquent. De faible épaisseur (0 - 2 cm), parfois discontinu, cet horizon a des chroma de 2 et des values de 3 ou 4. La matière minérale est essentiellement sableuse ou sablo-limoneuse. La structure très nette est grumeleuse ou polyédrique sub-anguleuse (type nuciforme) assez fine. La cohésion de cet horizon bouillant est assurée par un feutrage racinaire très dense. Il est très poreux. Les agrégats sont très friables. L'activité faunique est forte. La matière organique est en partie directement décelable.

Cet horizon a donc une morphologie identique à celle des horizons A_{1p} des sols typiques.

A1f-s (s pour structural) : Horizon de 4 à 6 cm d'épaisseur, apparemment non appauvri et présentant des traits morphologiques caractéristiques des sols pénévolutés :

- . Texture assez lourde et taux de limon fin élevé,
- . Structure nette, agrégats bien individualisés,
- . Horizon très meuble,
- . Agrégats généralement peu friables et non fragiles,
- . Porosité d'agrégats assez faible,
- . Faces luisantes grisâtres sur certaines faces d'agrégats.

En outre, il possède des caractéristiques d'horizon A.

- . Pénétration de la matière organique dans la masse de l'horizon (chroma de 3 à 4).
- . Traînées de matière organique (chroma 2) sur les faces des unités structurales en taches peu contrastées, d'extension variable.

Sa structure est polyédrique moyenne à agrégats légèrement émoussés. La netteté de l'assemblage est fonction de l'état d'humidité, et les variations saisonnières des caractères structuraux importantes. Les racines principales contournent plus les agrégats qu'elles ne les pénètrent. Ces derniers sont explorés par le chevelu racinaire fin qui les enserme. La matière organique est non directement décelable.

Quand il est observé, cet horizon l'est sous un horizon A_{1p} du type précédent. Mais sa distinction du B_1 sous-jacent est subtile et ne repose pratiquement que sur des caractères de couleur (différence d'une unité à peine de chroma). Aussi signalons-nous souvent un B_1 directement sous-jacent au A_{1p} .

A1f-(ap) : Dans le cas d'une mise en culture intensive, pratiquée sur une grande partie de la zone d'extension de ces sols on observe une modification des caractères morphologiques de l'horizon A_1 corrélative à un appauvrissement parfois très net. Mais une bonne appréciation de cet appauvrissement sur le terrain étant rendue difficile par une texture équilibrée, et les résultats analytiques étant

insuffisamment nombreux, nous n'avons pu observer cette corrélation que d'une façon peu précise et comparativement à ce que nous avons observé à propos des sols Typiques, Typiques appauvris et Appauvris modaux. La majorité des horizons $A_{1f}(ap)$ observés avaient les caractéristiques principales suivantes :

- . 6 à 8 cm d'épaisseur,
- . Chroma 3 ou 4 - value 4,
- . Matière organique non directement décelable imprégnant la masse de l'horizon. Parfois plages de chroma plus faible (2) dues à l'imprégnation hétérogène de la matière organique,
- . Texture assez équilibrée mais dans laquelle la fraction sableuse, toujours fine, est assez nettement perceptible,
- . Structure encore nette mais à assemblage peu net, polyédrique subanguleuse grossière ou moyenne,
- . Meuble,
- . Agrégats à pores nombreux,
- . Agrégats friables et peu fragiles,
- . Racines pénétrant les agrégats ou déviées,
- . Transition distincte.

Une comparaison de la description de cet horizon et de celle de l'horizon $A_{1f}(ap)$ des sols Typiques appauvris révèle que les éléments descriptifs sont très proches exceptés ceux de la texture. Peut-être même sont-ils identiques si l'on tient compte du fait, que ces données, non chiffrées, sont essentiellement subjectives dont peu fiables, peu justes et peu sensibles, et que les descriptions ne sont pas toujours exempts d'interprétation.

Mais un tel résultat morphologique n'est obtenu dans les sols pénévulés que pour un appauvrissement relatif plus important que dans les sols typiques.

En outre, alors que l'ensemble des caractères morphologiques de l'horizon $A_{1f}(ap)$ des sols Typiques Appauvris ne subit que peu de variations saisonnières, certains caractères morphologiques de l'horizon $A_{1f}(ap)$ des sols pénévulés 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.

Donc les horizons $A_{1f}(ap)$ des sols typiques et des sols pénévulés peuvent avoir les mêmes morphologies à un certain moment et à un certain degré d'humidité (état frais), mais toujours pour des degrés d'appauvrissement très différents, et présenter à un autre moment (saison sèche) des caractéristiques morphologiques très différentes.

Ces différences sont essentiellement liées à des différences texturales et minéralogiques. Pour cette raison nous noterons cet horizon $A_{1f-t}(ap)$.

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 transforme 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, à un moment où les terres venant d'être ensemencées se trouvent presque à nu.

- Le structichron dyscrophe : D'épaisseur très variable (moyenne de 20 à 25 cm) cet horizon présente des chroma de 4 ou 6 et des valeurs de 5. Sa texture assez équilibrée est souvent qualifiée sur le terrain d'argilo-sableuse à sable fin. La matière organique non directement décelable teinte cet horizon d'une façon homogène ou peut aussi se concentrer en larges traînées, peu étendues, associées aux faces des unités structurales. La structure est nette et polyédrique. Ses autres caractéristiques subissent des variations saisonnières d'autant plus importantes que ces sols sont couverts par une végétation peu dense ou cultivés, ce qui est le cas dans la zone étudiée. Ainsi, lorsque cet horizon humide ou frais s'assèche, la structure fine apparaît moyenne puis grossière à sous-structure fine, l'assemblage de peu net passe à net, le volume des vides entre agrégats apparemment faible devient plus important, la fragilité des agrégats diminue nettement (agrégats friables à l'état frais, peu ou non fragiles à l'état sec), des fentes de retrait apparaissent. Certaines

faces d'agrégats sont luisantes dans les horizons B₁ frais. Sa porosité d'agrégats, tubulaire, est variable mais il semble y avoir une corrélation entre une augmentation du taux de limons fins et une diminution du nombre des pores. La transition avec l'horizon sous-jacent est généralement diffuse de teinte.

Remarque : Les racines pénètrent ou passent entre les agrégats, cette pénétration se ferait d'autant mieux que les agrégats sont plus friables donc que l'horizon est plus frais. Les vitesses de croissance des systèmes racinaires et de réhumectation des horizons intermédiaires (B₁) en particulier, pourraient jouer un rôle important dans l'alimentation des plantes sur ce type de sol.

4. Conclusions :

41 - 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 (cf. tableaux ci-après).

42 - Cette différenciation des appumites peut être reliée aux types de pédogénèse "secondaire" affectant les sols ferrallitiques et renseigner sur leur intensité... Cette corrélation peut être d'autre part établie aussi bien ^{avec} ~~au moyen~~ des processus affectant spécifiquement les horizons supérieurs ("appauvrissement") ^{du avec} ~~que grâce à~~ des phénomènes habituellement caractérisés par leurs manifestations profondes (horizons B des sols "pénévolués"). L'appumite des sols typiques (A_{1p} ou A_{1f}) se différencie ainsi notamment de celui des sols très appauvris (A_{1f-ap}) ou de celui des sols "pénévolués" (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 : c'est ainsi que la distinction entre les horizons $A_{1f-(ap)}$ et A_{1f-ap} signale un appauvrissement plus ou moins accusé de ces appumites.

Il paraît donc possible de concilier la banque des données pédologiques ayant pour outil de terrain le glossaire de pédologie, et la caractérisation des grands types de pédogénèse, 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.

43 - 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 "pénévolution" 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 la région) 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_{1p} lequel apparaît particulièrement affecté par les variations biocénotiques de surface.

Sur matériau très sableux l'horizon A_{1p} peut prendre une morphologie particulière (A_{1p-ps}) dans laquelle des grumeaux essentiellement organiques cotoient des sables déliés blanchis, horizon qui peut même être surmonté par un autre horizon à matière organique mal décomposée, véritable mor forestier (A_0).

44 - 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 $A_{1f-t-(ap)}$.

Remarquons cependant que pour une intensité donnée (caractérisée par exemple par un indice et une profondeur d'appauvrissement pour l'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 pénévolutés n'est morphologiquement accusé que pour un indice d'appauvrissement élevé.

Signalons encore que la concomitance des deux phénomènes d'appauvrissement et de pénévolution, 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.

45 - Deux facteurs de pédogénèse 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 ^{en sableux, cependant un peu d'oxygène} se situent sur matériaux des sables fins ou un certain équilibre de texture atténue 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 pénévolutés.

46 - 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 $A_{1f-t-(ap)}$ 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.

APPUMITES - ~~PASSIN 1-2-NIGRE~~

Type d'horizon	A _{1p}	A _{1p-ps}	A _{1f}	A _{1f(ap)}	A _{1f-ap}	A _{1f-s}	A _{1f-t-(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. orga. + claires/sables déliés dans masse	sombres sur faces agrégats/matière organique	(sombres) sur faces agrégats/matière organique
Matière organique	directement et non directement décelable		n o n		directement décelable		
Texture(terre fine)	S-SA	S	(SA)-AS	SA	S-SA	AL	SAL
Nature générale	Fragmentaire	Fragmentaire+particulaire	Fragmentaire	Fragmentaire	Fragmentaire + massive ou massive	Fragmentaire	Fragmentaire
Netteté	Très nette	Nette-(peu nette)	Nette	Nette - peu nette	(peu nette)	(Nette)-très nette	Nette
Généralisation	G é n é r a l i s é e						
Type structure massive					éclats émoussés (anguleux)		
Type 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.	

APPUMITES ~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~ (suite)

Type d'horizon	A _{1p}	A _{1p-ps}	A _{1f}	A _{1f(ap)}	A _{1f-ap}	A _{1f-s}	A _{1f-t-(ap)}	
Structure	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	Net	
Porosité	Volume vides entre agrégats	Très important	Variable (souvent important)	important	Faible	Très faible	Important	Faible
	Cohésion entre agrégats	Boulant		M e u b l e		Très meuble	Meuble	
	Fente de retrait	P a s d e f e n t e s				F e n t e s		
	Abondance des pores				Très nombreux (nombreux)		(nombreux) peu nombreux	
	Formes des pores				Tubulaires	Tubulaire +intergranul.	Tubulaires	
	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	

APPUMITES - ~~BASEN - Les NÈVES~~ (fin)

Type d'horizon	A _{1p}	A _{1p-ps}	A _{1f}	A _{1f(ap)}	A _{1f-ap}	A _{1f-s}	A _{1f-t-(ap)}
! 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
R a c i n e s	Entre les agrégats		Dans la masse de l'horizon			Entre les agrégats ou entre les agrégats, et dés vides	
Transition avec horizon sous-jacent	Très nette		Distincte graduelle	Distincte	Variable	Variable	Distincte

Muller Jean-Pierre.

Indicateurs macromorphologiques de pédogenèse dans les horizons supérieurs de sols ferrallitiques du Gabon (à propos d'une cartographie).

Yaoundé : ORSTOM, 1972, 30 p. multigr.