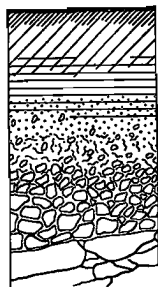


REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Alain G. BEAUDOU

MICROMORPHOLOGIE DE QUELQUES SOLS
FERRALLITIQUES ROUGES
A LEPTO ET BRACHY-APEXOLS SUR GRAVOLITE

**Grande Série d'Agoudou-Manga
sur micaschistes et quartzites micacés**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE BANGUI

JUIN 1972



MICROMORPHOLOGIE DE QUELQUES SOLS FERRALLITIQUES ROUGES
A LEPTO ET BRACHY-APEXOLS SUR GRAVOLITE

Grande Série d'Agoudou-Manga
sur micaschistes et quartzites micacés

Alain G. BEAUDOU

FICHE SIGNALETIQUE

Micromorphologie de sols peu structurés et à illuviation importante d'argile.

RESUME

Les sols étudiés se caractérisent principalement par une microstructure à pseudo-particules peu organisées et incomplètement isolées et par une illuviation importante d'argile dans l'infrasoil, particulièrement nette au niveau du gravolite. A ces traits micromorphologiques généraux s'ajoutent la grande abondance de muscovites et de lithoreliques à l'intérieur de l'appumite et la présence de gros grenats pseudomorphosés en oxydes de fer, dans le gravolite. Dans l'altérite de ces sols développés sur micaschistes et quartzites micacés s'observent toutes les phases de la transformation de la muscovite, jusqu'à des empilements de kaolinite.

SUMMARY

The studied soils are mainly distinguished by a microstructure with weakly organized and incompletely separated pseudo-particles, and by an important clay illuviation into the infrasoil, specially distinct on the gravolite-level. To these general micromorphological features add the large abundance of muscovites and lithoreliques in the appumite, and the presence of big ironoxids-pseudomorphosed garnets in the gravolite. The all phases of the muscovite transformation until kaolinite stacking are observed in the alterite of these soils developed on micaschists and micaceous quartzites.

INTRODUCTION

Ce travail a pour but essentiel de préciser la typologie micromorphologique des sols étudiés en République Centrafricaine et fait suite à l'étude des sols aliatiqes.

La grande série d'Agoudou-Manga, définie lors de prospections cartographiques, occupe d'assez vastes étendues dans le centre de ce pays et représente une unité pédologique homogène, composée de lepto- et brachy-apexols sur gravolite localisés uniquement sur les parties hautes du paysage.

I- DEFINITION DE LA GRANDE SERIE

Le cadre

Ces sols ont été reconnus, dans le centre de la République Centrafricaine, dans une région de savane assez peu boisée où la pluviométrie annuelle moyenne oscille autour de 1500 mm. Les roches-mères, le plus

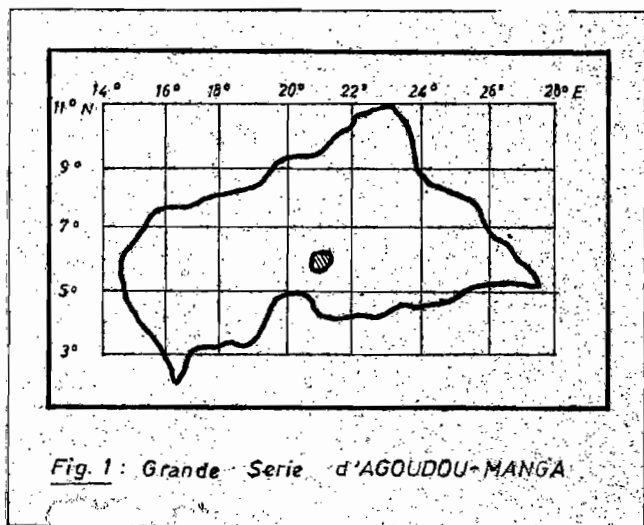


Fig. 1 : Grande Série d'AGOUDOU-MANGA

souvent métamorphiques, sont représentées par des micaschistes et quartzites micacés, parfois feldspathiques et fréquemment à grenat et sillimanite. Les passées schisteuses à l'intérieur des quartzites sont en général suffisamment importantes pour que les variations de la roche n'entraînent pas de variations dans les sols.

Les sols occupent le sommet ou la partie haute des versants de petites collines arrondies ou parfois légèrement tabulaires, d'une altitude comprise entre 500 et 560 m. Le drainage est assuré par un réseau relativement dense de petits marigots assez peu enfoncés, aux berges fréquemment gravillonnaires.

La typologie

Les orthotypes ont été définis dans la région d'Agoudou-Manga, village situé à une cinquantaine de kilomètres au nord-est de Bambari, préfecture de la Ouaka.

- Diagnostic des apexols de la grande série d'Agoudou-Manga.

Lepto-apexols localisés sur les sommets et brachy-apexols sur le tiers supérieur de la pente ont une fréquence à peu près égale. Appumite brun-rouge à rouge-brun, ombrique, appauvri aléatoire, gravillonnaire, psammo-nuciclode et psammo-pauciclode. Structichron aléatoire, dyscrophe et gravillonnaire. Enrichissement fréquent en minéraux altérables.

- Infrasons associés

Aux lepto-apexols fait toujours suite un gravolite ou un stérite.

Aux brachy-apexols fait toujours suite un gravolite.

Sous le gravolite ou le stérite, on trouve pratiquement toujours un hypostructichron à phase secondaire hydromorphe aléatoire et à phase altéritique.

L'altérite apparaît sous l'hypostructichron, à une profondeur variant entre 3 et 5 m. Cet altérite est plus ou moins quartzeux selon la nature de la roche-mère.

Cette grande série d'Agoudou-Manga, voisine des grandes séries de Bossangoa par certains caractères pédologiques, en diffère cependant par son site géomorphologique particulier et par l'abondance des minéraux altérables présents dans l'appumite.

II- LEPTO-APEXOLS SUR GRAVOLITE

1) Morphologie

Deux exemples d'une même séquence ont été choisis parmi tous les profils observés, afin de définir l'orthotype. Leurs coordonnées géographiques sont 5° 55' de latitude nord et 20° 56' de longitude est.

- Profil AGB 25

Ce profil a été observé au voisinage immédiat du sommet d'une colline. L'appumite brun-rouge à rouge-brun (2,5 YR 3/2; 3/4; 3,5/5) est divisé en trois sous-horizons (0-9; 9-19; 19-38 cm) et constitue l'apexol. Sa texture, argilo-sableuse au sommet, devient argileuse à la base de l'horizon. La structure est mal exprimée dans tout l'appumite; psammo-nuciclude en surface, elle devient pauciclude ensuite puis améro-pauciclude tout à fait à la base de l'appumite. La matière organique est diffuse dans l'ensemble de l'horizon. Excepté le sous-horizon superficiel, l'apexol est gravillonnaire. La majeure partie des gravillons est représentée par d'anciens grenats d'une taille variant de 0,5 à 4 cm, aux formes cristallines parfaitement conservées et pseudomorphosés en oxydes de fer. Trois lames ont été prélevées dans l'apexol au niveau des trois sous-horizons (AGB 251; AGB 252; AGB 253).

L'infrasol qui fait suite à l'appumite se compose d'un gravolite, d'un hypostructichron et d'un isaltérite. Le gravolite se divise en deux sous-horizons (38-101; 101-244 cm). La phase structichrome rouge assez sombre à rouge plus vif (2,5 YR 3/6; 4/6) est très réduite. Les gravillons sont pour la majeure partie des grenats pseudomorphosés brun-rouge foncé et des gravillons ferrugineux montrant en coupe un cortex brun-noir brillant et une zone centrale violacée (7,5 R 3/4), parfois ponctuée de petits grains de quartz brillants. Selon les profils, le gravolite présente parfois une phase secondaire peu développée de gravélon. Entre 244 et 332 cm apparaît un hypostructichron rouge vif assez clair (2,5 YR 4/7), argileux améro-pauciclude à phase secondaire tachetée rouge plus sombre (10 R 3/6). Plus profondément (332-374 cm), la phase secondaire tachetée est remplacée par une phase secondaire altéritique visualisée par des taches arron-

dies ou ovoïdes ocre-jaune (5 YR 5/7) correspondant à des lithoreliques de micaschiste fortement altérées et qui sont dispersées dans une phase structichrome ocre-rouge (5 YR 4/6), argileuse et améro-pauciclode. A partir de 374 cm et jusqu'à 412 cm, on est en présence d'un isaltérite micacé à petits grenats. Ces grenats, relativement friables, ne dépassent pas quelques mm de diamètre et ne sont donc pas homologues des grenats observés dans l'appumite et dans le gravolite. Les lames décrites ont été prélevées dans le gravolite (AGB 254 et 255), dans les hypostructichrons (AGB 256 et 257) et dans l'isaltérite (AGB 258).

- Profil AGB 58

L'apexol de ce profil situé sur le tiers supérieur de la pente ne comprend qu'un appumite de 31 cm d'épaisseur divisé en trois sous-horizons (0-6; 6-17; 17-31 cm); la matière organique diffuse est responsable de la teinte brune dominante variant de brun foncé à brun-rouge foncé (2,5 YR 2,5/1; 3/2; 3/3). Sablo-argileux en surface, il devient un peu plus argileux en profondeur. Tout à fait au sommet de l'appumite, la structure est de type nuciclode mal exprimée principalement au voisinage des racines. Dans le reste de l'horizon, elle est pauciclode excepté à la base où elle devient améro-pauciclode. A partir de 17 cm, l'appumite devient gravillonnaire; les gravillons, du même type que ceux du profil précédent, sont le plus souvent accompagnés de cailloutis de quartzite parfois d'une taille importante comprise entre 10 et 15 cm de diamètre. Les lames AGB 581, 582 et 583 ont été prélevées dans les trois sous-horizons.

Faisant suite à l'appumite, l'infrasol se décompose en un gravolite, un hypostructichron et un altérite hydromorphe. Le gravolite compris entre 31 et 115 cm se partage en trois sous-horizons (31-52; 52-76; 76-115 cm) et la couleur de la phase structichrome, argileuse, améro-pauciclode, passe du rouge légèrement brunâtre au rouge vif assez clair (2,5 YR 3,5/6; 4/6; 10 R 4/6). Les gravillons montrent toujours en coupe un cortex brun-noir entourant une zone centrale rouge violacé (7,5 R 3/4) parsemée de petits grains de quartz brillants. Il est assez fréquent d'observer, dans cet horizon, une phase secondaire de gravélon. La partie inférieure du gravolite devient de moins en moins riche en gravillons et on passe progressivement, vers 115 cm, à l'hypostructichron qui s'étend jusqu'à 197 cm. Argileux, pauci-amérode et amérode, rouge vif assez clair (10 R 4/7), il présente simultanément une phase secondaire peu marquée de gravolite et une phase secondaire plus nette d'altérite caractérisée par des lithoreliques de micaschiste fortement altérées, de couleur jaunâtre. A partir de 197 cm et jusqu'à 402 cm, on rencontre un allotérite hydromorphe par-dichrome, subdivisé en deux sous-horizons (197-367; 367-402 cm). Le niveau le plus profond se distingue par une phase altéritique plus accentuée ainsi que par une phase hydromorphe plus marquée. L'hydromorphie se manifeste par la présence de taches argileuses micacées, au toucher soyeux, blanches (10 YR 7/1), de taches argileuses jaunes (10 YR 6,5/1)

ou ocre-rouge (5 YR 5/6) et des concrétions rouges assez fortement indurées (10 R 4/7).

Des lames ont été taillées dans le gravolite (AGB 584; 585; 586), dans l'hypostructichron (AGB 587) et dans l'altérite (AGB 588; 589).

2) Micromorphologie

- L'appumite

Le squelette quartzé est relativement abondant dans les deux profils et surtout dans le profil situé le plus bas sur la pente (AGB 58) où il représente, tout à fait en surface, 50% des lames. Plus important encore dans le sous-horizon intermédiaire, il diminue sensiblement à la base de l'appumite. On distingue deux catégories de grains de quartz : la première regroupe les individus de 200 à 300 microns de diamètre, la seconde les individus de 50 à 80 microns. Cette dernière domine à la base

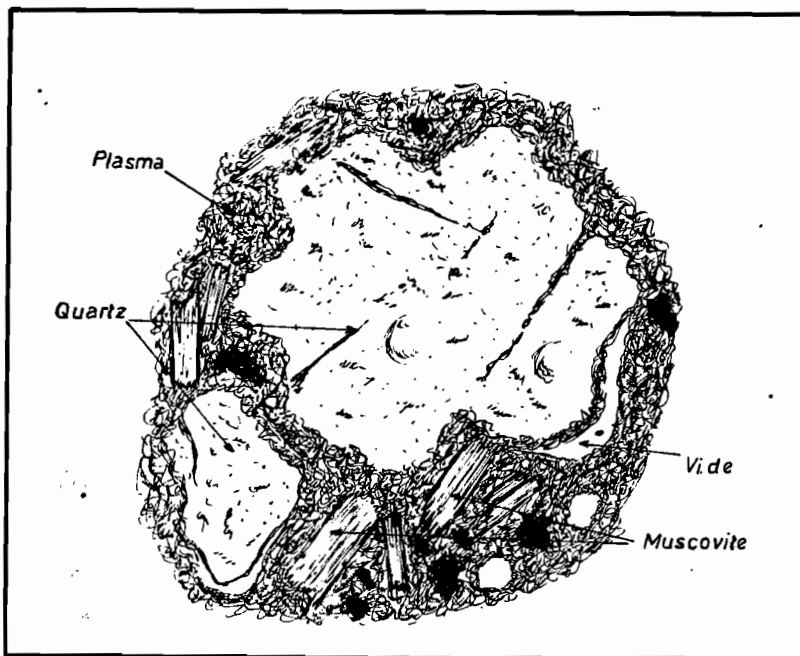


Fig. 2: Squelette altéré et fond matriciel riche en muscovite

fortement altérées et aux limites externes encore plus diffuses que celles des grains de quartz. Leur taille varie entre 20 et une centaine de microns. Les minéraux lourds accessoires, relativement nombreux, sont représentés par des cristaux de tourmaline verte ou brune, de zircon, d'apatite et d'épidote. A ces minéraux, s'ajoutent, dans le profil AGB 58, quelques rares cristaux de plagioclases fortement altérés ce qui interdit la détermination de leur nature exacte.

Dès la partie moyenne de l'appumite apparaissent des gravillons ferrugineux et des lithoreliques de quartzite et de micaschiste. Les gravillons sont assez souvent constitués de débris de roche et de grains de quartz liés par un ciment d'oxydes ou d'hydroxydes rouge très foncé à noir. Il

de quartz ont un habitus anguleux, subanguleux, arrondi et ovoïde avec une prédominance des deux premiers types. Leur contour extérieur, très irrégulier, est fortement marqué par une attaque chimique intense visualisée par de nombreux golfes de corrosion. La limite squelette-plasma est diffuse car le plasma déborde sur les grains de squelette (fig.2) à la surface intensément picotée. La fissuration est peu accentuée mais les quelques cassures visibles sont remplies de matériau pédologique ou d'oxydes de fer.

Cet appumite se particularise par une grande richesse en paillettes de muscovite en général

existe le plus souvent, autour de ces gravillons, un cortex assez nettement orienté. D'autre part, une grande partie des gravillons ferrugineux est représentée par d'anciens grenats de grande taille, aux formes cristallines externes conservées et pseudomorphosés en oxydes de fer (goéthite et hématite). On peut cependant reconnaître, chez de rares individus où une partie infime du grenat a été conservée, la variété almandin - $Fe_{3}Al_{2}(SiO_{4})_{3}$. Les oxydes de fer forment un réseau complexe, schématisé sur la figure 3, dans les mailles duquel on observe exceptionnellement de très petits cristaux de gibbsite. Ce phénomène, très rare, n'est visible que dans l'appumite ou dans la partie supérieure du gravolite sous-jacent.

A ces éléments s'ajoutent de petits granules noirâtres d'oxydes de fer ou de manganèse d'un diamètre voisin d'une dizaine de microns.

La distribution relative du squelette par rapport au plasma est aggloméroplasmique pour le squelette de grande taille et porphyrosquelique pour le microsquelette.

Du fait de l'importance assez grande du squelette, le plasma est relativement peu abondant. Dans la partie supérieure de l'appumite, l'imprégnation diffuse de matière organique est responsable de la couleur brun foncé. Vers la base de l'horizon, la teinte brune s'atténue et le plasma devient plus franchement rouge. En lumière polarisée non analysée, celui-ci présente un aspect floconneux bien caractéristique de l'appumite de ces sols. Le plasma est donc d'une façon générale assez peu dense. Certains endroits montrent cependant une condensation plus importante du plasma. Ces zones sont plus riches en oxydes ou hydroxydes de fer et leur coloration est sensiblement plus rouge. L'aspect du plasma devient alors plus proche du type "en peau d'orange" décrit dans les sols à structure aliatode.

L'arrangement plasmique est de type asépique dans la partie supérieure de l'appumite. Par la suite apparaît un arrangement faiblement insépique. Dans les niveaux gravillonnaires de cet horizon, le plasma montre une orientation plus accentuée au voisinage des gravillons et même au voisinage des grains du squelette et des vides. On est en présence d'un arrangement plasmique de type squel-vo-insépique.

Le fond matriciel (plasma et squelette) montre une tendance très faible à la formation de pseudo-particules dans la partie superficielle de l'appumite, mais un peu plus accentuée vers la base de l'horizon. Ces pseudo-particules sont séparées par de fines fentes formant un réseau approximativement polygonal. Leur forme est donc à peu près polyédrique. Les pseudo-particules arrondies ou ovoïdes sont inexistantes dans cet horizon. Leur arrangement plasmique est asépique en surface mais devient faiblement insépique à la partie inférieure de l'horizon. Dans le plasma ou dans les pseudo-particules, l'arrangement insépique semble dû à la présence de nombreuses petites paillettes de muscovite fortement altérée et qui ne sont pratiquement plus reconnaissables du fait de leur transformation en kaolinite. Le feuilletage de la muscovite préexistante semble avoir guidé l'orientation des particules argileuses.

L'appumite de ces lepto-apexols est caractérisé par une forte porosité, qui se remarque par la présence de différents types de vides :

- vides d'entassement ortho assez peu nombreux, entre quelques grains de squelette et quelques pseudo-particules.
- cavités et chenaux plus ou moins anastomosés, ortho et meta (les cavités étant assez rares), en quantité importante.
- fentes fines en réseau polygonal qui délimitent les pseudo-particules; elles sont relativement peu fréquentes.

L'activité biologique de l'appumite semble assez intense. Elle se matérialise par l'existence de pédotubules passablement nombreux (agrotubules et granotubules).

Les cutanes sont absentes dans tout l'appumite.

Cet horizon se caractérise donc par une assez grande abondance du squelette, une très faible structuration du matériau pédologique (pseudo-particules peu nombreuses et de forme polyédrique), par une porosité élevée matérialisée principalement par des cavités et des chenaux et par l'absence complète de cutanes.

- Le gravolite

Dans ce type d'horizon, les gravillons ferrugineux représentent 70 à 80% de la lame. Le reste est constitué d'un matériau pédologique où le squelette est nettement moins abondant que dans l'appumite. Les quartz se partagent en deux catégories de taille; des grains de grande dimension (supérieure à 250 microns) relativement peu nombreux et des grains dont le diamètre est compris entre 40 et 200 microns et qui constituent la majeure partie du squelette. La fissuration est assez peu intense comparée à l'attaque chimique. Les individus, quelle que soit leur taille, sont fortement picotés et montrent des contours irréguliers dus à l'existence de nombreux golfes et poches de dissolution. Les fissures, quand elles sont présentes, sont imprégnées d'oxydes ou d'hydroxydes de fer ou bien remplies de plasma. Les limites des grains de squelette paraissent toujours floues, car le plasma déborde sensiblement sur les quartz.

Les muscovites sont toujours abondantes dans cet horizon mais leur altération intense les rend moins facilement reconnaissables. Elles semblent s'intégrer dans le plasma. Cette particularité s'accroît avec la profondeur et, à la base du gravolite, les quelques caractères (clivages, teintes de polarisation, etc...) qui permettaient leur identification ont pratiquement disparu. La muscovite semble avoir été incorporée au plasma du fait de sa transformation en kaolinite et de son imprégnation par les oxydes et hydroxydes de fer. Les minéraux lourds accessoires sont encore bien représentés par de la tourmaline, du zircon, de l'apatite et de l'épidote.

La distribution relative du squelette par rapport au plasma est aggloméroplasmique pour les individus de petite taille et porphyrosquelique pour les grains les plus grands.

Comparé au squelette, le plasma est relativement abondant. Il se diffé-

rencie de celui de l'appumite, par son aspect plus dense en lumière polarisée non analysée. Excepté au voisinage immédiat des grains de squelette et des paillettes de muscovite, l'aspect floconneux a disparu et le plasma se présente comme un ensemble assez homogène.

Le profil AGB 58, situé légèrement plus bas que le profil AGB 25, montre une coloration et une orientation plasmique différentes. La couleur, qui ne varie pratiquement pas verticalement, passe d'un rouge assez sombre pour le profil le plus haut à un rouge vif plus clair dans le sol situé plus bas. De la même façon, l'orientation plasmique, identique à l'intérieur d'un même gravolite, est faiblement insépique à asépique dans le gravolite du profil supérieur alors que dans le profil inférieur elle est nettement insépique dès le sommet de l'horizon pour être ensuite voisine du type ma-lattisépique. La coloration plus rouge du plasma, due vraisemblablement à une plus grande richesse en hydroxydes de fer, limite ou masque l'orientation plasmique.

Le matériau pédologique de ces deux sols montre une tendance à la formation de pseudo-particules beaucoup plus marquée que dans l'appumite. Les pseudo-particules, de taille assez importante (plusieurs centaines de microns), sont séparées par des fentes assez fines; leur forme est polyédrique légèrement arrondie. L'arrondissement des contours s'accroît vers la base du gravolite et les pseudo-particules deviennent plus abondantes, tout en gardant un nombre limité en comparaison avec les profils aliati-ques. Dans le sol le moins coloré, la formation de ces pseudo-particules semble moins apparente.

La porosité est toujours élevée dans ces gravolites. Il se peut cependant que certains vides observés autour des gravillons représentent des artéfacts. Les vides d'entassement sont assez rares et limités aux zones les plus riches en pseudo-particules. La grande majorité des vides est représentée par des cavités et des chenaux plus ou moins irréguliers et anastomosés, de type meta parfois mammelonnés. Les chenaux s'observent souvent au voisinage des gravillons. S'ajoutant à ces vides, on remarque, là où les pseudo-particules sont le moins bien individualisées, des fentes fines déviées.

Une caractéristique importante des gravolites est l'existence de cutanes qui apparaissent pratiquement dès le sommet de l'horizon. Ce sont des ferri-argillanes de vides à forte orientation et assez épaisses. Tout à fait à la partie supérieure du gravolite, leur nombre est limité mais il s'accroît rapidement par la suite pour régresser à la base de l'horizon; cette variation est parallèle à celle des gravillons. Il semble donc exister, dans ces deux profils, une relation entre l'importance des gravillons et celle des cutanes, du fait de l'abondance des chenaux circum-gravillonaires. Il faut aussi noter que l'importance des cutanes d'illuviation s'accroît avec la pente (profil AGB 58).

L'activité de la faune est toujours sensible; elle se manifeste par la présence de quelques agrotubules et de très rares granotubules. Cependant, à la base de l'horizon, cette activité devient pratiquement nulle.

- Les gravillons

Représentant la plus grande partie des lames, ils sont de plusieurs types. (Fig.3).

- Les plus nombreux sont d'anciens grenats pseudomorphosés en oxydes de fer, qui forment un réseau assez compliqué et sont le plus souvent cristallisés en aiguilles perpendiculairement aux fissures. Ces cristallisations peuvent être soit jaunes (goethite), soit rouge vif (hématite). Dans ces anciens grenats, il est fréquent d'observer des grains de quartz et des paillettes de muscovite qui sont parfois complètement transformées en kaolinite (kaolinite en accordéon). Dans d'autres grenats pseudomorphosés, on remarque des alignements de grains de quartz en bandes parallèles. Ces alignements, fréquents dans les quartzites métamorphiques à grenats, ont été conservés lors de la pseudomorphose. De rares individus montrent de la gibbsite microcristalline développée dans les vides sous forme de très petits cristaux perpendiculaires aux parois, de la même façon que dans l'apexol; ils sont localisés à la partie tout à fait supérieure du gravolite. Dans certains cas, le grenat n'est pas complètement transformé et on peut reconnaître la variété almandin - $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. Ce type de gravillons voit son importance diminuer à la fois avec la profondeur et la pente.

- D'autres gravillons sont constitués par d'anciennes lithoreliques de micaschiste et parfois de quartzite, qui ont été imprégnées par des oxydes et hydroxydes de fer. Ils montrent un cortex rouge sombre foncé, orienté, entourant la lithorelique dans les fissures de laquelle se sont déposés des produits ferrugineux. Le dépôt des fissures est antérieur à celui du cortex.

- Il existe un type de gravillons plus complexe. On observe, toujours limitée par un cortex rouge sombre foncé nettement orienté, une masse de matériau pédologique fortement imprégnée d'oxydes et d'hydroxydes de fer, de couleur rouge foncé parfois presque noir. Cette masse de matériau peut contenir d'anciennes ferranes ou ferri-argillanes, de la muscovite plus ou moins altérée, de la kaolinite en accordéon ou des restes d'anciens grenats. Chacune de ces formations est le plus souvent elle-même entourée par un mince cortex noirâtre, légèrement plus orienté que le matériau environnant.

- Le dernier type de gravillons observé est exceptionnel. Il s'agit de concrétions ferrugineuses arrondies ou ovoïdes à structure concentrique, composées de plusieurs niveaux rouge très foncé, nettement orientés. Ces niveaux sont séparés par des zones moins intensément colorées en rouge, où le matériau pédologique est encore légèrement reconnaissable. Tous ces gravillons sont en général entourés par une zone de plasma sensiblement plus orientée que dans le reste de la lame. De plus, il est fréquent de voir, autour de ces gravillons, un vide assez important.

En conclusion, ces horizons sont caractérisés, outre la présence des gravillons, par un plasma en général très condensé et surtout par la présence de ferri-argillanes relativement nombreuses, à forte orientation et assez épaisses.

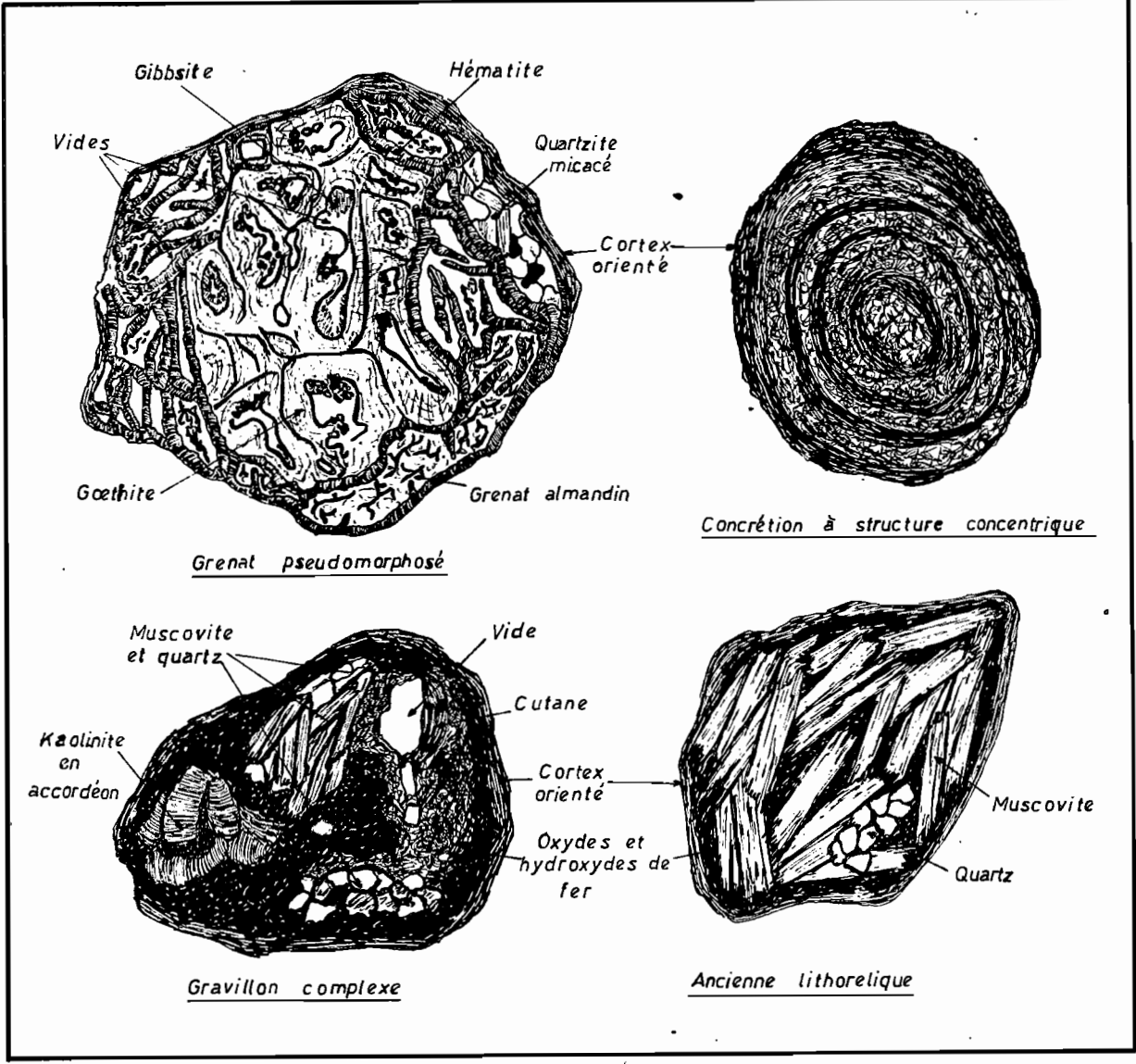


Fig. 3: Schémas de différents types de gravillons

- L'hypostructichron

Le passage du gravolite à l'hypostructichron se fait généralement d'une façon progressive. On observe pratiquement toujours, dans la partie supérieure de ce dernier horizon, quelques gravillons ferrugineux de petite taille et surtout de petites concrétions ferrugineuses rouge foncé d'un diamètre de quelques dizaines de microns. Ces concrétions sont massives et ne montrent pas de structure concentrique. La partie infé-

rieure de l'hypostructichron se signale par une phase secondaire d'altérite plus ou moins marquée.

Les deux profils, déjà légèrement différents au niveau du gravolite, se distinguent plus nettement ici par l'aspect de leur plasma. Le profil AGB 58, situé plus bas sur la pente, présente une phase secondaire hydro-morphe au niveau de l'hypostructichron. De ce fait, leur analyse sera séparée.

. Profil AGB 25

.....

Dans cet horizon, le squelette perd de son importance. Toujours quartzeux, il est principalement constitué d'individus d'assez petite taille, dont le diamètre varie entre 50 et 200 microns. Il existe cependant un faible nombre de grains de quartz d'un diamètre plus important de l'ordre de 300 à 400 microns. Tous ces grains de squelette présentent le plus souvent des formes relativement anguleuses. La fissuration des individus est pratiquement nulle en particulier celle des plus petits. L'attaque chimique paraît moins sensible dans cet horizon que dans les horizons sus-jacents : la surface des individus est assez peu picotée et les golfes de corrosion y sont rares. On observe, par endroits, des plages très riches en quartz, reliques de quartzites micacés et qui correspondent à la phase secondaire altéritique de cet horizon. Les paillettes de muscovite reprennent une grande importance dans ce niveau. Leur altération se traduit, soit par une transformation plus ou moins complète en kaolinite, soit par un écartement plus ou moins net des feuilletts. Les cristaux de petite taille ne sont pratiquement pas reconnaissables. Bien que fortement altérées, ces paillettes de muscovite ne donnent pas l'impression d'être assimilées par le plasma comme dans le gravolite. Vers la base de l'horizon, elles deviennent l'élément prépondérant mais correspondent alors à une phase secondaire altéritique.

A la partie supérieure de l'horizon existent encore de rares grenats pseudomorphosés. Les minéraux lourds accessoires sont peu nombreux. La distribution relative du squelette par rapport au plasma est de type porphyrosquelique.

Relativement abondant, le plasma présente un aspect très particulier dû à la présence d'une grande quantité de muscovites fortement altérées. Vers la base de l'horizon, la phase structichrome s'atténue au profit de la phase altéritique. On observe alors de minces lits de micas altérés à feuilletts écartés, séparés par de fins niveaux de plasma, eux-mêmes très riches en petites paillettes de mica fortement marquées par l'altération. A ce niveau, on remarque fréquemment des amas de kaolinite en accordéon et des cristaux de sillimanite intensément altérés et fissurés; les fissures sont remplies d'oxydes de fer dessinant une trame à mailles rectangulaires. Sur le bord de ces mailles se sont développés des cristaux en aiguilles, blancs, très petits, qui n'ont pu être déterminés. Cette bordure cristalline délimite un vide central.

Le plasma, de couleur rouge-jaunâtre assez clair, est faiblement orienté dans la zone supérieure de l'horizon. Par la suite, l'orientation est un

peu plus accentuée au fur et à mesure de l'enrichissement en muscovite. Nous passons donc d'un arrangement faiblement insépique à insépique net et, tout à fait en profondeur, à un arrangement très proche du type omni-sépique.

La formation de pseudo-particules, très réduite au sommet de l'hypostructichron, devient nulle à la base de l'horizon. Les quelques pseudo-particules existantes sont de forme polyédrique et assez mal individualisées.

La porosité de cet horizon est faible. Elle se matérialise par des chenaux, des cavités et par de rares fentes. Il est cependant intéressant de noter l'existence d'une activité biologique visualisée par quelques agrotubules.

Les revêtements ont complètement disparu à ce niveau du profil.

Cet hypostructichron est donc fortement marqué par une phase secondaire altéritique qui lui donne un aspect particulier avec l'acquisition d'un arrangement plasmique de type omnisépique. Le passage à l'isaltérite sous-jacent se fait progressivement.

. Profil AGB 58

L'hypostructichron de ce profil se différencie du précédent par l'aspect de son plasma, la structuration du matériau pédologique, l'existence de cutanes nombreuses et par des manifestations hydromorphes. Les caractères du squelette sont pratiquement identiques à ceux du profil précédent, tant par son importance que par son aspect et son degré d'altération.

Cet horizon est relativement riche en débris de micaschiste et de quartzite micacé. Diverses formes d'altération et d'imprégnation sont visibles. Dans les niveaux de quartzites, les grains sont dissociés et des hydroxydes de fer se déposent, sous forme de ferranes, dans les vides existants. Les quartz, assez fortement picotés, montrent de nombreuses poches de dissolution. Dans les niveaux à muscovite, beaucoup moins dissociés, les imprégnations ferrugineuses sont moins importantes. Les feuilletés des micas sont le plus souvent écartés. Dans les plus larges fissures de la roche (quelques millimètres) se dépose un matériau pédologique dense, très riche en muscovite et en hydroxydes de fer d'un rouge intense. Dans ces zones, les ferranes et ferri-argillanes, abondantes, sont localisées autour des grains de squelette et dans les vides. Le plasma est nettement orienté avec un arrangement plasmique de type insépique. Il existe des zones d'altération plus intense où se reconnaît l'aspect décrit dans l'hypostructichron à phase secondaire altéritique du profil AGB 25. Dans le reste de la lame, on retrouve le matériau pédologique assez nettement marqué par l'hydromorphie (zones de décoloration, ségrégation du fer). Le squelette, relativement peu abondant, a les mêmes caractères que précédemment. Sa distribution relative par rapport au plasma est de type porphyrosquelique. Il contient des paillettes de muscovite assez fortement altérées et de petite taille. Les minéraux lourds accessoires, peu nombreux, sont représentés par de la tourmaline et du zircon.

Le plasma, dans la partie supérieure de l'horizon, est rouge vif assez clair et relativement peu marqué par l'hydromorphie. Il existe, à ce niveau, des zones plus rouges où la concentration en hydroxydes de fer paraît plus abondante. Vers la partie inférieure de l'horizon, le plasma, soumis à une hydromorphie relativement intense, présente des zones de décoloration importante, jouxtant des plages soit jaunes, soit rouges. Les zones décolorées sont voisines des vides et principalement des chenaux. L'orientation plasmique s'intensifie avec l'hydromorphie. On passe effectivement d'un arrangement insépique au sommet de l'hypostructichron à un arrangement lattisépique à la base. Il faut remarquer que l'orientation plasmique est surtout accentuée dans les zones décolorées. Dans les plages rouges ou jaunes, l'arrangement lattisépique est moins net du fait de la richesse en hydroxydes.

Le matériau pédologique s'organise d'une façon très discrète en pseudo-particules. Leur nombre est très réduit et leur individualisation peu marquée. On les rencontre principalement à la partie supérieure de l'horizon. Leur arrangement plasmique est de type insépique.

Assez près du sommet et jusqu'à la base de l'horizon, se forment des concrétions ferrugineuses de plus en plus nombreuses, de contour arrondi ou ovoïde, d'un diamètre de quelques centaines de microns et de couleur rouge intense assez sombre. Les concrétions semblent constituées de matériau pédologique fortement imprégné d'hydroxydes de fer. On les observe le plus souvent dans les zones décolorées.

Cet hypostructichron est riche en cutanes, principalement à sa base. Ce sont le plus souvent des ferri-argillanes jaunâtres ou rouge clair; quelques uns sont cependant pratiquement blancs. On les observe sur les parois des chenaux et dans les quelques fentes limitant les pseudo-particules. Dans les chenaux, leur épaisseur varie entre 150 et 300 microns pour atteindre une cinquantaine de microns dans les fentes. Les vides, relativement importants, sont représentés surtout par des chenaux, des cavités et par quelques fentes.

Cet hypostructichron se caractérise donc par l'influence de l'hydromorphie qui s'accompagne d'une forte orientation plasmique, d'un grand nombre de cutanes et d'un début de concrétionnement; plus l'hydromorphie est forte, plus ces phénomènes sont accentués.

- L'altérite

Les deux profils montrent des altérites de micaschistes plus ou moins quartzitiques.

Dans le profil AGB 25, le micaschiste se caractérise par la présence de grenats de petite taille fortement altérés, indéterminables, et de sillimanite elle aussi fortement marquée par l'altération. L'aspect de la sillimanite altérée, très particulier (Planche VI), montre un réseau de fissures orthogonales dans lequel ont cristallisé des oxydes de fer. Ce réseau délimite des vides sur les parois desquels on observe parfois des cristallisations en très petites aiguilles, incolores en lumière polari-

sée non analysée, et dont la nature n'a pu être déterminée.

L'altération des cristaux de muscovite présente plusieurs stades depuis le simple écartement des feuillets jusqu'à la transformation complète en kaolinite en accordéon. (Planches V et VII). Le micaschiste est le plus souvent nettement fissuré. Ces fissures sont occupées par un matériau pédologique fortement enrichi en hydroxydes de fer. Cet enrichissement peut se manifester par l'existence de ferranes ou de ferri-argillanes parfois assez importantes. Le faciès du micaschiste altéré, du fait de la coexistence des différents stades d'altération de la muscovite, se présente sous une forme caractéristique (Planche V). La phase structichrome des fissures montre un plasma très riche en muscovites dégradées, ce qui contribue à lui donner un arrangement plasmique de type insépique et parfois de type lattisépique.

Dans les zones quartzitiques, on note une dissociation importante des grains de quartz, accompagnée d'une attaque chimique sensiblement marquée. Les grains de quartz présentent, en effet, des surfaces picotées et des contours assez irréguliers dus à la présence de poches de dissolution. Entre les différents individus ou groupes d'individus ainsi isolés se déposent des oxydes de fer, parfois sous forme de ferranes ou même de ferri-argillanes.

Dans l'altérite du profil AGB 58, se manifeste une phase secondaire de concrétionnement vraisemblablement due à l'hydromorphie. En lame mince elle se matérialise par des amas de quelques centaines de microns de diamètre, rouge intense et fortement opaques. Leur forme est généralement arrondie. Cette concentration du fer se fait principalement dans les fissures ou les poches remplies de matériau pédologique. Le contact entre le matériau de remplissage et la roche altérée est le plus souvent extrêmement brutal, sans qu'aucune zone de transition ne soit visible.

En conclusion, l'altération se caractérise, pour les micaschistes, par une transformation de la muscovite en kaolinite et, pour les quartzites, par une dissociation des grains de quartz. Dans les deux cas, des oxydes de fer se déposent dans les fissures ainsi créées.

III- BRACHY-APEXOL SUR GRAVOLITE

Les brachy-apexols se localisent en-dessous des lepto-apexols, sur la moitié inférieure de la pente. Un profil a été choisi parmi tous les sols observés. Ses coordonnées géographiques sont 5°54' de latitude nord et 20°54' de longitude est.

1) Morphologie

- Profil AGB 23

Situé à mi-pente, l'apexol de ce profil se compose d'un appumite et d'un structichron dyscrophe. L'appumite, brun assez clair à rouge-brun (5 YR 3/2,5; 2,5 YR 3/4; 3/6), se subdivise en trois sous-horizons (0-11;

11-22; 22-35 cm). Sensiblement appauvrie en surface, sa texture varie de sablo-argileux à argilo-sableux et sa structure, nuci-psammoclude, ne devient pauciclude qu'à la base de l'appumite. Vers 11 cm de profondeur apparaissent quelques gravillons ferrugineux accompagnés de graviers de quartzite en faible quantité. Le structichron dyscrophe s'étend entre 35 et 94 cm de profondeur. De couleur rouge (2,5 YR 4/6) et de texture argilo-sableuse, il présente une structure pauciclude nette. Tout l'horizon contient en faible quantité de petits gravillons ferrugineux de petite taille.

L'infrasol qui lui fait suite se compose d'un gravolite relativement épais, puis d'un hypostructichron à phase secondaire altéritique et finalement d'un altérite. Le gravolite s'observe depuis 94 cm jusqu'à 307 cm de profondeur. La phase structichrome réduite est rouge (2,5 YR 4/7), argileuse et pauciclude. Les gravillons ferrugineux, d'assez grande taille, montrent un cortex violacé à noir, limitant une zone centrale rouge très sombre contenant de nombreux grains de quartz blancs. Aux gravillons s'ajoutent des blocs de cuirasse et des débris de micaschiste. En profondeur, ces débris de micaschiste deviennent de plus en plus nombreux et constituent alors une phase secondaire altéritique.

L'hypostructichron, peu développé (307-339 cm), présente une phase secondaire altéritique importante, caractérisée par des débris de roche sensiblement altérés. La phase structichrome, rouge assez sombre (2,5 YR 3/6), est argileuse et améro-pauciclude. A partir de 339 cm et jusqu'à 400 cm se développe un altérite micacé, gris-rouge, au toucher soyeux.

Les lames étudiées ont été prélevées dans l'appumite (AGB 231; 232; 233), dans le structichron dyscrophe (AGB 234), dans le gravolite (AGB 235), dans l'hypostructichron (AGB 236) et dans l'altérite (AGB 237).

2) Micromorphologie

Ce sol se distingue des lepto-apexols sur gravolite par un appauvrissement de l'appumite plus accentué et par la présence d'un structichron dyscrophe.

- L'appumite

Cet horizon est donc caractérisé par un squelette quartzeux assez fortement altéré et très important, tout au moins dans les sous-horizons superficiels. La distribution relative par rapport au plasma est de type granulaire en surface, mais devient ensuite intertextique et même aggloméroplasmique à la base de l'appumite. S'ajoutant au quartz, on observe d'assez abondantes paillettes de muscovite plus ou moins altérées et de rares feldspaths (plagioclases et orthose) de petite taille, sensiblement marqués par l'altération. Les minéraux lourds accessoires, toujours présents, montrent le cortège habituel de tourmaline, zircon jaune et apatite.

Dès la partie médiane de l'horizon, il apparaît quelques gravillons ferrugineux et grenats pseudomorphosés. Le plasma, pratiquement inexistant en surface, devient plus abondant en profondeur. En lumière polarisée non

analysée, il présente un aspect floconneux identique à celui des lepto-apexols. Son orientation est le plus souvent inexistante (asépique) mais on remarque, par endroits, un arrangement plasmique faiblement insépique. Dans quelques rares plages, principalement dans les sous-horizons inférieurs, le fond matriciel tend à former des pseudo-particules. Cette tendance reste peu marquée et on ne remarque que la présence de quelques zones de concentration d'hydroxydes et de fines fentes qui les délimitent. Ces ébauches de pseudo-particules, de forme polyédrique, sont parfois légèrement arrondies.

La porosité de cet horizon est relativement forte. Elle se traduit par la présence de vides d'entassement surtout localisés dans les sous-horizons superficiels, de cavités plus ou moins irrégulières et anastomosées et par un assez grand nombre de chenaux. L'existence d'agrotubules et de granotubules témoigne d'une activité biologique non négligeable. Des cutanes de vides et de grains, en petite quantité et de faible épaisseur, apparaissent dans la partie inférieure de l'appumite. Ce sont des argillanes et ferri-argillanes.

- Le structichron dyscrophe

Le squelette, beaucoup moins important que dans l'appumite, présente cependant les mêmes caractères morphologiques. Par contre, sa distribution relative par rapport au plasma devient aggloméroplasmique et même porphyroscuelique. Les paillettes de muscovite sont beaucoup moins nombreuses et les feldspaths semblent avoir disparu. Les gravillons ferrugineux sont toujours présents mais les grenats pseudomorphosés ont sensiblement régressé.

Le plasma, nettement plus important que dans l'horizon précédent, perd son aspect floconneux en lumière polarisée non analysée et devient plus dense. Ce fait est peut être à mettre en relation avec une orientation plasmique plus accentuée, caractérisée par un arrangement plus nettement insépique. La tendance du fond matriciel à s'organiser en pseudo-particules devient plus marquée. Même lorsque les pseudo-particules sont à peu près complètement isolées, les formes arrondies ou ovoïdes sont exceptionnelles.

Les vides sont toujours assez importants (chenaux et cavités), mais on remarque une régression sensible des vides d'entassement. L'activité biologique diminue mais se visualise toujours par la présence d'agrotubules et de quelques rares granotubules.

L'illuviation d'argile paraît s'accroître. Les argillanes et ferri-argillanes de vides ou de grains, tout en gardant une épaisseur réduite (50 à 150 microns), deviennent de plus en plus nombreuses.

- Le gravolite

Les gravillons présentent les mêmes aspects que ceux décrits dans les lepto-apexols sur gravolite. Dans le profil AGB 47, les gravillons à structure concentrique sont cependant plus fréquents que dans les autres sols.

Le squelette peu abondant de la phase structichrome est formé de grains de quartz plus ou moins arrondis ou ovoïdes, moins altérés que dans les horizons précédents. La distribution relative de ce squelette par rapport au plasma est porphyrosquelique.

La muscovite, toujours présente, est particulièrement abondante du fait de la richesse en lithoreliques micacées. Le degré d'altération de ces paillettes de muscovite, relativement élevé, peut aboutir parfois à de la kaolinite en accordéon. Les minéraux lourds accessoires sont encore assez abondants et les espèces minérales les plus représentatives sont la tourmaline et le zircon jaune.

Le plasma, très abondant, se présente, en lumière polarisée non analysée, sous un aspect dense, de la même façon que dans le structichron dyscrophe. Son orientation est marquée dans les deux profils et l'arrangement plasmique est insépique net. L'arrangement insépique semble résulter, en partie, de la forte teneur en muscovite du fond matriciel qui induit l'orientation des particules inférieures à 2 microns résultant de leur transformation. Dans ce niveau, l'organisation du fond matriciel en pseudo-particules est assez accentuée. Ces pseudo-particules sont d'assez grande taille (plusieurs centaines de microns) et de forme polyédrique parfois arrondie. Leur nombre reste, d'une façon générale, limité et leur individualisation incomplète.

L'hydromorphie, légère dans tout l'horizon, se manifeste par la présence de quelques plages décolorées, juxtaposées à des zones enrichies en hydroxydes de fer et colorées en jaune ou en rouge vif.

La porosité se concrétise essentiellement par des chenaux le plus souvent circum-gravillonnaires, par des cavités et par quelques fentes.

Les cutanes (argillanes, ferri-argillanes et ferranes), nombreuses et bien développées, sont pour la plupart des cutanes de vides, principalement circum-gravillonnaires. Les ferranes et ferri-argillanes sont le plus souvent localisées dans les vides des zones touchées par l'hydromorphie.

L'activité biologique encore visible se matérialise par la présence de quelques agrotubules et granotubules.

- L'hypostructichron

Le squelette quartzeux, peu abondant, ne présente qu'un nombre réduit de figures d'altération chimique. Ainsi que dans les horizons précédents, son habitus est arrondi ou ovoïde et sa distribution relative porphyrosquelique.

Le plasma, très important, est fortement orienté et montre un arrangement plasmique insépique net. Pour les mêmes raisons que précédemment, cet arrangement semble dû, en majeure partie, à la richesse du fond matriciel en muscovite plus ou moins intensément transformée en kaolinite. Tous les stades d'altération de la muscovite sont visibles, depuis l'écartement des feuillets jusqu'à la kaolinite en accordéon (Fig. 4).

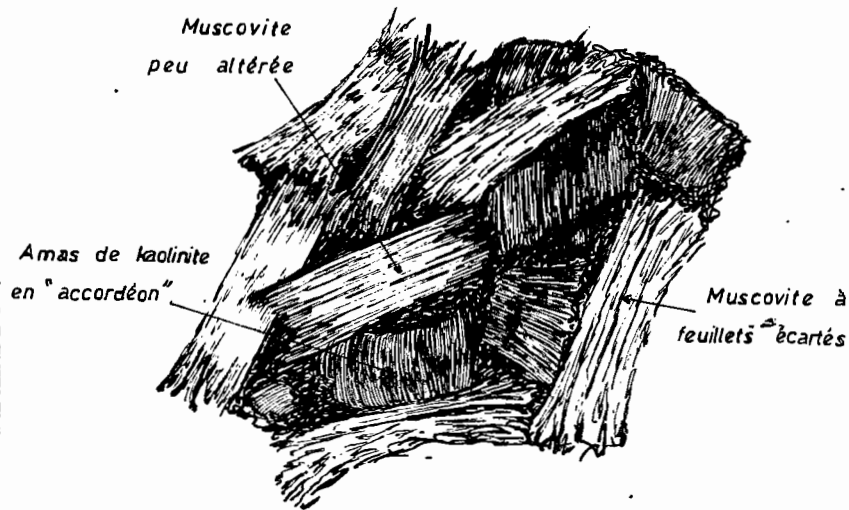


Fig. 4 : Différents stades de l'altération de la muscovite

Les pseudo-particules sont pratiquement inexistantes dans cet horizon; c'est le cas d'une façon générale dans tous les horizons où la phase altérative est marquée.

Dans cet horizon existe une assez grande quantité de lithoreliques de micaschiste. Les muscovites constituant ces lithoreliques ne paraissent pas trop affectées par l'altération et conservent un état de fraîcheur assez net. Seules, les paillettes situées à la périphérie de la lithorelique présentent des feuilletés écartés. D'une façon générale, le contact sol-lithorelique, brutal, ne laisse voir aucune dégradation progressive des mus-

covites, de la roche vers le sol. Les lithoreliques sont, le plus souvent, parcourues par des fissures, dans lesquelles il est fréquent d'observer des ferranes et des ferri-argillanes.

La porosité de cet horizon, encore importante, se manifeste par la présence de chenaux, de cavités et de fentes. Les phénomènes d'illuviation sont toujours importants et de nombreuses cutanes sont visibles. Il s'agit principalement de ferranes et de ferri-argillanes de vides.

Comme dans le gravolite, l'hydromorphie se caractérise par l'existence de zones de décoloration, blanches à jaune très clair, cotoyant des zones intensément colorées en rouge ou jaune vif, riches en ferranes et ferri-argillanes.

- L'altérite

Il est constitué d'un micaschiste à grenats assez fortement altérés et dont les caractères sont identiques à ceux des lepto-apexols décrits précédemment. Il s'agit de lithoreliques fissurées où les grenats ont complètement disparu et sont remplacés par une trame ferrugineuse à l'intérieur de laquelle se trouvent des vides ou des grains de quartz. Dans les fissures se sont déposées des ferri-argillanes. Les muscovites sont moins altérées que les grenats, excepté celles localisées au voisinage immédiat de ces minéraux. Le reste de la lame est constitué d'un matériau très riche en muscovite sensiblement plus altérée que celle des lithoreliques et parfois complètement transformée en kaolinite en accordéon.

IV- CONCLUSIONS

Ces sols rouges de savane à structure macroscopique de type pauciclode se caractérisent, sous le microscope, par une microstructure peu évoluée, constituée de pseudo-particules incomplètement individualisées. L'organisation de ces pseudo-particules est moins nette que celle des pseudo-particules des sols aliatiques, en particulier la concentration centrale d'hydroxydes de fer est beaucoup moins marquée. Il existe cependant un certain nombre de pseudo-particules isolées qui montrent exceptionnellement une forme arrondie ou ovoïde; la plupart du temps, l'habitus est polyédrique ou polyédrique arrondi pour les individus les plus évolués. La porosité est élevée dans tous les profils observés, mais c'est surtout une porosité de chenaux et de cavités, plus qu'une porosité de fentes et de vides d'entassement. Le groupement structure-porosité est caractéristique des sols de cette région.

Une autre particularité micromorphologique importante des sols d'Agoudou-Manga est l'importance de l'accumulation argileuse, principalement dans l'infrasol. Des cutanes d'assez faible épaisseur apparaissent dès la base de l'appumite, excepté dans les lepto-apexols de sommet. Dans le structichron dyscrophe, leur nombre et leur épaisseur s'accroissent, mais ce n'est qu'à partir du gravolite qu'elles constituent une des caractéristiques micromorphologiques essentielles des horizons, y compris dans l'altérite où elles se déposent dans les fissures de la roche. L'augmentation du nombre des cutanes est assez peu progressif entre la base de l'apexol et le sommet de l'infrasol. Il semble donc exister une relation entre l'importance des cutanes et la présence des gravillons, car c'est dans le gravolite que ces formations atteignent une ampleur maximum. L'augmentation du nombre des vides et l'apparition, notamment, de multiples chenaux circum-gravillonaires sont certainement à rapprocher de ces observations.

Les lepto- et brachy-apexols, situés sur le tiers supérieur de la pente, sont le plus souvent affectés par l'hydromorphie qui se manifeste par l'existence de zones de décoloration du fond matriciel localisées principalement au voisinage immédiat des vides et juxtaposées à des zones de concentration du fer. Cette hydromorphie apparaît, en général, dans la partie inférieure du gravolite.

L'arrangement plasmique de ces sols montre une évolution caractéristique dans le sens d'une orientation de plus en plus accentuée du haut vers le bas des profils. Asépique au sommet de l'appumite, il devient par la suite faiblement insépique dans sa partie médiane et, finalement, insépique plus net à la base de l'horizon. Dans la phase structichrome du gravolite, l'arrangement est fortement insépique pour devenir lattisépique ou ma-lattisépique dans l'hypostructichron des profils hydromorphes en profondeur. Dans les sols peu ou pas affectés par l'hydromorphie, l'arrangement reste insépique. Le rôle de l'hydromorphie dans l'arrangement

plasmique semble donc assez important car l'arrangement lattisépique apparaît fréquent dans les horizons hydromorphes. La phase structichrome de l'altérite montre un arrangement omnisépique ou fortement insépique lorsqu'elle est riche en muscovite.

Les lepto- et brachy-apexols de la grande série d'Agoudou-Manga peuvent être considérés comme des sols remaniés avec apport colluvial important. L'existence d'un gravolite et surtout de grenats pseudomorphosés à l'intérieur de ce gravolite semble confirmer cette hypothèse. Les grenats pseudomorphosés, de grandes dimensions, ne se retrouvent ni dans les micaschistes, ni dans les quartzites micacés voisins où on observe uniquement de petits grenats ferruginisés, qui ne sont manifestement pas à l'origine des grenats du gravolite. L'existence de nombreuses paillettes de muscovite à l'intérieur de l'appumite et du structichron dyscrophe est une preuve supplémentaire du colluvionnement. Ces paillettes, plus ou moins altérées, sont de moins en moins importantes du sommet vers la base de l'apexol et n'existent pratiquement plus dans le gravolite. Il faut signaler la présence de quelques rares feldspaths, uniquement dans l'apexol. Ces minéraux ont certainement la même origine que les muscovites.

En définitive, ces sols remaniés se caractérisent, d'un point de vue micromorphologique, par un micro-arrangement en pseudo-particules peu structurées et peu individualisées, une illuviation importante, une porosité de chenaux et de cavités élevée, une activité biologique moyenne, mais assez profonde et par un arrangement plasmique variant d'asépique à insépique net ou lattisépique.

B I B L I O G R A P H I E

- BEAUDOU (A.G.) 1972 - Etude micromorphologique des sols beiges forestiers de la région de Bangui. Leur place dans la classification - ORSTOM, Bangui, 9 p.multigr., 3 pl.
- BEAUDOU (A.G.) 1972 - Structure micromorphologique de sols aliatiques centrafricains - ORSTOM, Bangui, 14 p.multigr.
- BOCQUIER (G.) 1971 - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique - ORSTOM, Paris, Thèse d'Etat, 364 p.multigr.
- BREWER (R.) 1964 - Fabric and mineral analysis of soils - JOHN WILEY & SONS, New-York, XIV, 470 p.
- CHATELIN (Y.), BOULVERT (Y.), BEAUDOU (A.G.) 1972 - Typologie sommaire des principaux sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux étudiés en République Centrafricaine - ORSTOM, Bangui, 27 p.multigr.
- CHATELIN (Y.), MARTIN (D.) 1972 - Recherche d'une typologie terminologique applicable aux sols ferrallitiques - CAH.ORSTOM, Sér.Pédol., sous-presse
- FAUCK (R.) 1971 - Contribution à l'étude des sols des régions tropicales. Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique Occidentale - Thèse d'Etat, Strasbourg, 377 p.
- FAUCK (R.), PEREIRA-BARRETO (S.) 1968 - Exemple d'utilisation des techniques de la micromorphologie dans l'étude de la pédogenèse - ORSTOM, Hann-Dakar, 11 p.multigr.

COPYRIGHT O.R.S.T.O.M. 1972

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

DIRECTION GENERALE :

24, rue Bayard - PARIS-8^e

SERVICE CENTRAL DE DOCUMENTATION :

70-74, route d'Aulnay - BONDY - 93

CENTRE ORSTOM DE BANGUI

B. P. 893 (République Centrafricaine)
