

**O
N
A
R
E
S
T**

**LA MATURATION STRUCTURALE DES
HORIZONS B MEUBLES ET ROUGES
DES SOLS FERRALLITIQUES DU CENTRE-CAMEROUN**



J. P. MULLER
Pédologue ORSTOM
1977

LA MATURATION STRUCTURALE DES HORIZONS B
DES SOLS ROUGES FERRALLITIQUES
DU CENTRE - CAMEROUN



par

J.P.MULLER*

(Communication présentée à la réunion des
Pédologues ORSTOM, le 14 Septembre 1977)

Août 1977
Cote P² 209

* Pédologue de l'ORSTOM.

* ONAREST. Institut de Recherches Agricoles et Forestières.
Station Agronomique de NKOLBISSON. B.P. 2067 - YAOUNDE.

AVANT PROPOS :

Ce texte commente une série de 91 dispositifs et 5 figures présentées pour nous, aux journées pédologiques de l'ORSTOM de Septembre 1977, par M. CHATELIN, pédologue, Directeur de Recherche de l'ORSTOM.

Cette communication est une présentation illustrée de travaux menés dans le cadre de l'ONAREST, et sanctionnés ^{par} trois articles à paraître :

- J.P. MULLER, 1977.- Microstructuration des structichrons rouges ferrallitiques, à l'amont des modelés convexes (Centre-Cameroun). Aspects morphologiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XV, n° 2.
- J.P. MULLER, 1977.- La microlyse plasmique et la différenciation des épipédons dans les sols ferrallitiques rouges du Centre-Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XV, n° 3.
- J.P. MULLER, 1977.- La séquence verticale d'organisation des horizons meubles ferrallitiques au Cameroun. Variations en latitude en fonction du pédoclimat et de l'âge des sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol.

Le lecteur trouvera dans ces articles les figures et tableaux mentionnés et quelques-unes des photos (signalées dans ce texte par des nombres entre parenthèses), reproduites en noir et blanc.

1 - INTRODUCTION : L'ORGANISATION MACROSTRUCTURALE DES HORIZONS FERRALLITIQUES MEUBLES ET ROUGES.

11 - L'observation morphologique des horizons meubles et multimétriques des sols ferrallitiques rouges du Centre-Cameroun, situés sous forêt et à l'amont des modelés convexes (donc en condition de bon drainage), nous conduit à envisager 5 horizons majeurs regroupés en deux ensembles. Chaque horizon dérivant de la transformation de l'horizon sous-jacent, nous distinguons de bas en haut : (Fig. 1)

a - Un ensemble d'horizons B faiblement contrastés du point de vue de la couleur et aux limites diffuses.

1/- Des horizons B (notés B23)(1) profonds, très rouges (10R), argileux, à structure polyédrique généralisée, moyenne à grossière, variablement nette, à faces structurales planes et lisses (voire luisantes). L'assemblage est compact. Les agrégats sont fermes (denses), la cohésion inter-agrégats est relativement forte. La porosité apparente est faible.

2/- Des horizons B (B22) à phases dense et microstructurée associées, rouges (1,25, 10 R), argileux. Une phase grenue, à agrégats millimétriques subarrondis, friables, en assemblage lâche, est associée à une phase dense en continuité avec celle des horizons sous-jacents : Encore compacte, elle a une structure plus nettement exprimée, polyédrique moyenne à très fine, à faces structurales anguleuses et lisses. Certains domaines centimétriques conservent les caractéristiques des horizons sus-jacents. La porosité d'ensemble est plus forte. Les transitions sont généralement progressives entre ces différentes phases. Une légère variation de teinte est liée à celle de la structure : Domaines microstructurés plus clairs.

3/- Des horizons B (B21) microstructurés, horizons rouges (2,5 à 3,5 YR) et argileux, à structure microgrenue généralisée, friables (à l'échelle centimétrique), à porosité d'assemblage exceptionnellement forte, dite structure "alitique". La masse de l'horizon s'est finement

(1) La nomenclature utilisée ici ne traduit qu'une succession ordonnée (numériquement) des horizons.

structurée alors que la matrice dense primitive s'est réduite à des volumes centimétriques à millimétriques, isolés ou lâchement anastomosés. Quelques-uns de ces derniers se divisent déjà en très fins polyèdres à porosité inter ou intrapédique accrue : d'autres, nommés "noyaux argileux", plus rares et isolés, ont conservé leur compacité.

b - Un ensemble d'horizons supérieurs contrastés formant l'épipédon et comprenant de bas en haut :

1/- Des horizons B (B1) épais de 30 à 80 cm, plus ou moins assombris dans leur masse et sur les faces de leurs agrégats par une accumulation de matières humiques. Horizons brun-rouge à ocre, argileux à argilo-sableux, à structure polyédrique moyenne à grossière, à surstructure très grossière à allongement subvertical. Leur compacité est forte, leurs agrégats sont fermes, leur porosité moyenne. Le système racinaire pénètre et contourne les agrégats. Ces horizons apparaissent d'autant plus colorés par les matières organiques qu'ils sont compacts, denses, déferrifiés, épais : La pénétration humique, contrastée, se fait alors à la faveur de larges fissures verticales. Ces horizons, d'abord et surtout définis par leurs caractéristiques structurales, sont dits de consistance.

2/- Les B de consistance sont surmontés d'horizons humifères (A), épais de 5 à 15 cm, brun rouge à jaunes, presque homogènement teintés par les matières humiques, plus ou moins appauvris en argile (AS à SA), à structure grumeleuse à polyédrique subanguleuse, fine et moyenne. Ils sont meubles, friables, très poreux, à matrice racinaire dense, à limites nettes.

12 - On constate que la structure (macro et micro, cf. ci-dessous) est avec la couleur le principal critère de différenciation des horizons : Il s'agit donc essentiellement d'une séquence verticale d'organisation, résultante morphologique de la maturation structurale des matériaux issus de l'altération ferrallitique.

A cette "évolution" ferrallitique ne correspondent que de faibles variations granulométriques ou minéralogiques globales (Fig. 2). Les caractéristiques physiques, et notamment les variations de la porosité (traduites graphiquement en termes de densité apparente) reflètent par contre nettement l'évolution structurale.

13 - L'analyse micromorphologique, principal objet de cet exposé, nous enseigne que cette transformation verticale de la structure est liée à 2 grandes catégories de mécanismes :

- 1/ Des mécanismes de micro-organisation responsables de la "microstructuration" des B rouges profonds, laquelle favorise l'aération tout en accentuant la friabilité d'ensemble des matériaux.
- 2/ Des mécanismes de microdésorganisation responsables d'une d'une "microlyse plasmique", qui se traduit particulièrement par une "fonte" des structures, et qui est à l'origine d'un accroissement de la dureté des agrégats et de la compacité des horizons de consistance.

2 - LA MICROSTRUCTURATION.

21 - La différenciation verticale du fond matriciel et la genèse des micropeds, dans les B homogènes de teinte :

- Le plasma des B profonds, homogène, est faiblement orienté (structure faiblement insépique à argillasépique)(1-2). Sa porosité est essentiellement constituée d'orthofentes, très allongées, irrégulières, isolées. Le plasma apparaît compact (3).

- Progressivement et de bas en haut, la structure insépique se développe : Séparations plasmiques en flots de 10-20 μ (4 en LP, 5 en LN, avec porosité de fentes), et quelques domaines allongés de plus grande taille (structure masépique, parfois plus de 500 μ , 6 en LP). Ces séparations plasmiques, dispersées, de plus en plus birréfringentes, sont irrégulièrement réparties (7 en LP, 8 en LN) : Certains domaines restent très faiblement insépiques (9). Progressivement aussi certaines séparations plasmiques s'organisent en réseau délimitant des zones de plasma sphéroïdales, à assemblage interne asépique ou insépique nettement moins orienté que celui du plasma environnant (10). Ces micro-organisations, tridi-

mensionnelles, sont des ébauches de micropeds (suivant BREWER). Elles sont de même teinte que le plasma environnant, donc quasiment indiscernables en LPNA (11 en LN, 12 en LP) : Pratiquement seules les séparations plasmiques les bordant sont visibles en lumière polarisée. Ces ébauches n'apparaissent pas dans les plages fortement striées. Elles croissent en nombre et contraste vers le haut des profils et présentent de faibles variations de taille (50 à 200 μ en moyenne)(13).

- Plus haut le réseau de séparations plasmiques se renforce en même temps qu'une légère décoloration du plasma à faible orientation désordonnée apparaît. Corrélativement le contraste des micropeds, restés rouges, s'accroît (14 en LP, 15 en LN). La structure plasmique prend progressivement une allure ma-in-lattisépique (16 en LP, 17 en LN). Cette structure et la microstructuration induite n'affectent qu'une partie du plasma, d'où la présence de deux phases associées, microstructurée et dense (18).

- Plus haut encore, la phase microstructurée se développe (19 en LP) : Les micropeds sont contrastés (rouges dans un plasma de plus en plus décoloré), et leurs séparations plasmiques présentent une forte birréfringence (20 en LP, 21 en LN). Ils sont localement contigus (22 en LN, 23 en LP). Ils apparaissent partiellement (24 en LP, 25 en LN) ou totalement (26 en LP, 27 en LN) individualisés par des microfentes qui les contournent et précisent leurs limites et s'organisent en réseau. A la porosité de fissures précédente se substitue donc une porosité de microfentes courbes, de diamètre généralement inférieur à 30 μ . Isolées et rares quand les micropeds sont à l'état d'ébauches, ces dernières s'anastomosent d'abord en étoile puis en réseau lâche dès que la décoloration du plasma interpédal s'amorce et/ou que les micropeds deviennent plus abondants (28 en LP, 29 en LN; 30 en LP, 31 en LN). Le plasma non microstructuré, en régression, voit sa structure accentuer ou perdre son contraste selon que la décoloration reste faible ou est au contraire marquée. La phase compacte, réfractaire à la microstructuration est corrélativement plus contrastée (32 en LN, 33 en LP).

- Enfin, la microstructuration se généralise dans les horizons aliatiques les plus typiques, la structure plasmique devenant in-vo-lattisépique (34 en LP, 35 en LN, cf. aussi 40). En effet, de plus en plus dense vers le haut du profil, le réseau de microfentes devient localement réticulé (treillis) (36 en LP, 37 en LN).

en même temps que les fentes s'élargissent (38 en LP, 39 en LN), et que les micropeds s'arrondissent. Au stade final de la différenciation et dans les horizons fortement microstructurés, ils évoluent en vides d'entassement dont la distribution quelconque est accentuée par l'action pédoturbatrice secondaire de la faune (40 en LP). Il s'agit généralement d'orthovides. Les volumes de plasma non microstructurés et asépiques s'individualisent en "noyaux argileux" (41 en LN, 42 en LP), localement très contrastés et cernés d'une fente périphérique (43 en LN, 44 en LP).

22 - Conclusions.

221 - Liaison macro-microstructure : Une concordance des organisations sur différentes échelles.

On constate donc une bonne corrélation entre la séquence verticale des variations structurales enregistrées sur le terrain (cf. macrostructure, fig. 1) et la différenciation verticale de la structure plasmique : Aux phases denses à structure polyédrique correspond une structure faiblement ma-insépique et une porosité de fentes faible; aux phases microstructurées à forte porosité d'entassement et pédoturbées par la faune sont associées une structure in-lattisépique, une nette différenciation des micro-organisations tridimensionnelles et une forte porosité de microfentes interpédales ou d'origine biologique. Tous les stades de transition sont parfaitement suivis entre ces différentes phases aux échelles micrométriques comme aux échelles décimétriques.

222 - Pédogenèse "actuelle" des B rouges :

La longue histoire des sols ferrallitiques rouges, l'intense évolution minéralogique des matériaux, la grande épaisseur et la relative homogénéité des matériaux ferrallitiques meubles, peuvent faire croire à un état figé atteint à un stade de sénilité. L'observation fine nous indique en fait que ces matériaux sont, en condition de bon drainage, soumis à une pédogenèse actuelle microstructurante.

La présence à tous les niveaux de micro-organisations à l'état d'ébauche ou bien individualisées, indiquent que cette

fragmentation est permanente. Il y a lieu de penser alors qu'elle se poursuivra jusqu'à ce que la microstructuration en fins individus ait affecté l'ensemble des B rouges, toutes conditions restant égales par ailleurs. Cet ultime (au sens structural) stade de différenciation est apparemment presque atteint dans certains sols "aliatiques" des vieilles surfaces.

223 - La microstructuration, différenciation à polarité verticale ascendante :

a - L'étude de l'évolution de la structure plasmique de bas en haut des profils nous renseigne donc sur la formation précoce des micropeds : Les ébauches apparaissent dans la masse des horizons denses profonds. Mais ces micropeds ne sont réellement observables sur le terrain que lorsqu'ils sont détachés du fond matriciel, et, étant donné leur taille micrométrique, agglomérés (structure grenue en macro). Ce stade est atteint dans les horizons ^B supérieurs. On constate donc un gradient vertical ascendant du nombre et du contraste des micropeds.

Mais une partie de la matrice, réfractaire à la microstructuration, reste indivise. Cette phase apédale résiduelle s'individualise elle-même suivant un gradient vertical, relativement à la matrice microstructurée, pour donner vers le haut des profils des noyaux argileux, nettement perceptibles sur le terrain quand leur taille est centimétrique. D'abord en parfaite continuité avec la matrice des horizons ~~B~~ profonds (homogénéité de teinte), ils apparaissent au fur et à mesure que cette dernière se fragmente et se décolore. Restant généralement rouge sombre, ils sont nettement distincts quand un vide périphérique les isole du fond matriciel fortement microstructuré emballant. Il s'agit donc de reliques des B rouges originels.

b - A l'homogénéité apparente des profils, les divers modes d'association des divers éléments structuraux (agrégats polyédriques, micropeds agglomérés, noyaux argileux, matrice indivise), superpose donc une hétérogénéité souvent discrète des horizons. Elle se traduit par :

- Des nuances de teinte : Phase microstructurée souvent plus claire et "noyaux argileux" fréquemment plus rouges et sombres que la phase à structure polyédrique.

- Des variations de porosité : Agrégats polyédriques à forte porosité tubulaire, très forte porosité d'assemblage de la phase microstructurée, très faible porosité tubulaire des "noyaux argileux".

- Des inégalités de consistance (qui sont souvent le fait des assemblages) : Agrégats polyédriques peu friables (base) à friables (haut), assemblages très friables de microagrégats (lesquels sont à la limite d'une détermination possible), noyaux argileux généralement non friables.

224 - La microstructuration résulte essentiellement dans ces horizons, d'une fragmentation par réticulation du fond matriciel :

Dans ces B rouges et homogènes la microstructuration (ou, d'une façon plus générale, la genèse des micro-organisations tridimensionnelles) débute donc par un simple réarrangement plasmique sans qu'apparaissent, au stade d'ébauche, de changements de teinte traduisant d'éventuels déplacements de fer. Il s'agit donc bien d'une fragmentation par réticulation du fond matriciel liée à une modification de la structure plasmique : Celle-ci apparaît comme une réorganisation biaxiale d'une structure insépique. Parce que la structuration en microréseau est le processus fondamental et primitif de leur formation, nous les avons nommés micropéds de réseau ou d'organisation. La décoloration différentielle et postérieure du plasma non microstructuré, ne fait que renforcer l'individualisation de ces micropéds.

Ce type de micropéds est incontestablement le plus fréquent et caractérise fondamentalement les B rouges des sols de l'amont des modelés convexes de la région.

23 - Cas des horizons B hétérogènes de teinte :

a - Il s'agit en fait de phases hétérogènes, rares dans les sols étudiés, et de dimensions généralement inférieures à quelques centimètres. Elles sont caractérisées par la présence d'individus plasmiques dont la teinte rouge vif contrastée en LPA ou sombre en LPNA, paraît traduire une concentration ferrugineuse en leur sein. Il semble possible d'en distinguer 2 types :

(1) Des individus sphéroïdaux rencontrés soit en profondeur dans les B compacts profonds (les plus riches en fer), (45 en LN, 46 en LP), soit au sommet des B lorsque la partie supérieure des profils est prononcée (47 en LN, 48 en LP). Leur structure plasmique paraît masquée par les hydroxydes. Leur taille est voisine de celle des micropeds de réseau. Une concentration ferrugineuse discontinue, secondaire à la formation des B homogènes, pourrait expliquer leur présence : Concentration relative en hydroxydes par décomplexation hétérogène du plasma ou ferritisation absolue par translocation (sans réseau), à petite et grande échelle, mais très localisée, traduisant une hydromorphie naissante et/ou "avortée" (notons qu'elle ne s'accompagne pas d'illuviation argilo-ferrugineuse comme dans les sols de CHAUVEL-Casamance). Il pourrait alors s'agir :

- Soit de micropeds ferritisés lorsque cette concentration s'effectue au sein de micropeds formés (ou est concomitante à cette microstructuration)

- Soit de véritables micronodules lorsque les deux processus de concentration ferrugineuse et de microstructuration manifestent une certaine indépendance.

(2) Des individus de formes plus variées, sphéroïdales, polysphédrales, voire polyédriques (49 en LP), et dont l'éventail des tailles est très ouvert. En lumière polarisée ils présentent une structure plasmique généralement insépique dont les séparations plasmiques sont fréquemment plus nombreuses et plus biréfringentes que celles du plasma externe (50 en LP). Leurs limites sont généralement très nettes et soulignées ou non par un cortex de séparations plasmiques (49 ou 50). Comme les précédents ces individus plasmiques sont rares (dans les lames étudiées). Ils paraissent plutôt localisés dans les B profonds, au voisinage des formations indurées à structure conservée. Il s'agirait de litho-pédoreliques micrométriques et ferruginisées dont la genèse a été fortement influencée par des conditions antérieures à celles qui ont présidé à la pédoplasation (hétérogénéité héritée de celle du profil d'altération, zones préférentielles d'accumulation des hydroxydes dans l'altérite, "pièges" ou minéraux basiques). La structure interne masépique de certains de ces individus pourrait être héritée

d'une texture phylliteuse des matériaux originels. Nous convenons d'appeler ces individus micronodules relictuels.

b - Dans les B homogènes les noyaux argileux forment des volumes denses échappant à la microstructuration. Plus rares sont, dans les phases hétérogènes, des plages de plasma apédal, observées souvent dès les B profonds, et qui conservent leur aspect de plasma dense dans tout le profil. Leurs formes et dimensions sont très fluctuantes. Elles sont généralement rouge plus vif que la matrice emballante (51 en LP); leur structure plasmique variée est parfois fortement orientée et biréfringente (52 en LP); leur plasma apparemment plus ferrugineux imprègne fréquemment les fissures et caries de gros quartz (53 en LP). Ce plasma apédal, paraît, comme les micronodules relictuels, hérité de conditions pédogénétiques antérieures à celles responsables de la microstructuration. Il serait aussi résiduel du profil d'altération (forte cimentation par les hydroxydes, retard d'évolution sur la matrice).

(Notons à propos de ces plasmas apédaux - noyaux argileux et plasma rouge relictuel - qu'il est fort possible que ces volumes finissent par "céder" à la microstructuration (54 en LP, ébauche de micropéd); à moins que les changements opérés dans la matrice par sa microstructuration éloignent trop les conditions de pédogenèse de celles optimales de la microstructuration. Il est possible que les noyaux argileux inclus dans un B aliatique proche de la surface se situent dans cette perspective).

24 - Les autres micro-organisations tridimensionnelles :

241 - Les microagrégats d'origine biologique :

Les vides biologiques croissent en nombre de bas en haut des profils, au fur et à mesure que se développe la microstructuration. A côté des cavités et des chenaux (mésomacro, ortho) on distingue des orthos et méta aggrégatubules de tailles très variées, aux limites nettes à très diffuses, aux parois mamelonnées (55 en LN). Ces pédotubules sont emplis de microagrégats biologiques (ou zoogénètes) en assemblage plus ou moins lâche. Ces derniers sont sphéroïdaux, ellipsoïdaux ou irréguliers; on ne distingue pas d'orientations périphériques de plasma (56 en LP; idem 55). Leur taille varie de 10 à plusieurs centaines de microns.

Ce haut niveau de l'activité biologique dans les phases et dans les horizons microstructurés pourrait laisser penser que la faune est un facteur déterminant de la microstructuration. L'observation microscopique met en fait en évidence le rôle secondaire de la faune dans ce phénomène. Sans mésestimer son intervention directe dans la formation des microagrégats (micropeds zoogénètes), on peut affirmer que l'intense activité biologique (abondance des aggroutubules) dans les B aliatiques est surtout liée à un ameublissement préalable par microdivision du fond matriciel.

242 - Les micro-organisations complexes :

Leur genèse semble avoir combiné deux des processus ayant donné naissance aux micro-organisations des types précédents. Ils sont rares. On distingue notamment :

- Des micropeds de réseau en disposition concentrique (57 en LP), fait pouvant traduire une fragmentation progressive de "gros micropeds" en micropeds de taille plus réduite.

- Des microagrégats biologiques englobant des micropeds de réseau ou des micronodules (58 en LP). Le microagrégat hôte, de taille supérieure ou égale à celle du microagrégat hérité est "moulé" autour de ce dernier.

25 - Conclusions générales sur la microstructuration des horizons B rouges des sols du Centre-Cameroun : Essai de classification typologique des micro-organisations tridimensionnelles, microréseaux et phases apédales.

Les habitus variés des micro-organisations tridimensionnelles paraissent donc refléter plusieurs épisodes dans l'évolution des B rouges étudiés (cf. Fig. 3) :

(1) Incontestablement, dans les sols étudiés, ces micro-organisations sont, essentiellement, des agrégats élémentaires ou micropeds. Issus d'une réticulation du plasma d'horizons B parfaitement différenciés et homogènes, nous ^{les} avons nommés micropeds de réseau (ou d'organisation). La phase plasmique restée indivise forme des "noyaux argileux".

(2) Mais au niveau de phases hétérogènes apparaissent des individus relativement plus riches en fer que la matrice emballante (si l'on en juge par leur coloration). Comme les micropeds de réseau ils sont (pour la plupart) délimités par un cortex de séparations plasmiques, et leur structure diffère de celle du plasma environnant. Il s'agit de microglébules, à structure indifférenciée. Parmi ceux-ci nous distinguerions :

(21) Des individus reliques, aux caractéristiques apparemment héritées du profil d'altération, ou en tout cas fortement influencés par des conditions de pédogenèse antérieures à celles ayant présidé à la pédoplasation. Il s'agit de micronodules relictuels. A ces micronodules correspond un plasma apédal relictuel, réfractaire à la microstructuration.

(22) Des individus issus apparemment d'une ferritisation secondaire et discontinue du plasma des structichrons (accompagnée d'une décoloration partielle). Suivant que cette ferritisation paraît directement liée à la microstructuration ou qu'elle semble indépendante de celle-ci, nous parlerons de micropeds ferritisés et de micronodules s.s. Ces micronodules pourraient s'apparenter à ceux décrits par CHAUVEL en Casamance.

Les plasmas dont la ferritisation est continue et intense forment des carapaces ou des cuirasses. Il se peut que les micronodules ou les micropeds ferritisés observés correspondent à une étape d'une évolution vers une ferritisation généralisée, celle-ci pouvant s'être arrêtée faute de conditions favorables. Nous pensons plutôt que cette phase ferritisée, généralisée et compacte, apédale, exclut la présence de micro-organisations tridimensionnelles (3) Une dernière génération de micro-organisations est dépendante de l'action biologique. Il s'agit de microagrégats zoogénètes.

3 - LA MICROLYSE PLASMIQUE.

31 - La différenciation des horizons supérieurs et ses mécanismes :

L'examen macromorphologique montre que le passage des horizons B vers les épipédons s'exprime essentiellement au niveau de 3 groupes de caractères : (cf. fig. 1)

- La couleur : Décoloration ("jaunissement") du plasma argileux et accentuation de la coloration par les matières humiques.
- La structure, évoluant vers des structures plus grossières et compactes dans les B de consistance, puis des structures plus fines et plus poreuses dans les horizons humifères.
- La texture : Accroissement du gradient textural et illuviation par cutanes isolés dans le B de consistance.

On constate en outre que plus les épipédons sont contrastés (fig. 1), plus ils apparaissent jaunâtres, plus ils présentent une structure dégradée (dense et compacte) dans leur B de consistance, plus ils sont appauvris dans leurs horizons humifères, et plus l'emprise de la matière organique grandit sur la morphologie de ces derniers (notamment assombrissement). En outre ces épipédons s'épaississent aux dépens des B sous-jacents.

Il semble donc exister une corrélation entre les évolutions des quatre données macroscopiques : Couleur, structure, texture, accumulation organique.

Mais l'examen macromorphologique ne permet d'apprécier que le résultat global de cette pédogenèse superficielle. Par contre l'étude micromorphologique permet d'observer, dans des épipédons de plus en plus contrastés, les premières manifestations du changement de chacun de ces caractères avant qu'ils ne s'expriment macromorphologiquement et simultanément. Elle rend donc possible une chronologie des événements pédologiques.

L'observation micromorphologique met ainsi en évidence la naissance précoce de certains de ces caractères dès les B profonds (décoloration), leur apparition successive, et leur développement progressif vers le haut des profils. Cette différenciation des épipédons, qui se fait donc aux dépens des B sous-jacents, ne concerne dans ses premiers stades que la matière minérale.

Comme il s'agit (comme nous le verrons) surtout de phénomènes de microdésorganisation affectant la structure plasmique, nous parlerons de microlyse (du grec lysis = dissolution, destruction).

32 - Les degrés de développement de la microlyse et ses conséquences sur l'organisation :

3 stades successifs peuvent être distingués dans le développement de cette microlyse :

- Une décoloration du plasma,
- Une dégradation de la structure plasmique (simplification) = microstructurolyse,
- Une déstabilisation du fond matriciel (indice de lessivage).

321 - La décoloration du plasma :

On observe toujours sur le terrain un gradient vertical de teinte : Faible dans certains sols rouges jusqu'en surface et à épipédons alors ^{peu} contrastés (10 R à 5 YR), fort dans des profils à épipédons contrastés (10 R en bas à 10 YR en haut, dans les cas extrêmes). En macromorphologie, on ne parle réellement de "jaunissement" que pour des teintes variant de 5 à 10 YR : Un horizon de teinte 2,5 YR est considéré comme rouge, donc implicitement non décoloré.

L'observation microscopique montre en fait que les teintes intermédiaires entre 5 YR et 10 R (et particulièrement les horizons ou phases microstructurés précédents) sont le résultat d'une association ou juxtaposition de plages micrométriques rouges, brunes ou jaunes, donc de plages décolorées et de plages ayant gardé leur teinte originelle : Les prémices de décoloration sont donc observés très profondément, dès la base des horizons ou des phases microstructurées, notamment à proximité des vides (59, à 4 m de profondeur, horizon 2,5 YR en macro) : Seuls les horizons compacts profonds, de teinte 10 R, paraissent en fait relativement homogènes.

Cette décoloration, d'abord discontinue et discrète dans les horizons profonds (comme l'ont montré les diapos relatives à la microstructuration), se généralise en se renforçant dans les épipédons les plus contrastés : Si elle s'étend d'abord à la phase non microstructurée, donc épargne les micropeds (60 en LP, 61 en LN), ces derniers finissent par "céder" en s'estompant (62 en LP).

Remarques : Notons cependant qu'une décoloration vive peut apparaître en profondeur dans des plasmas rouge dense, "vacuolaires" apédiaux (63 en LN); ce phénomène particulier s'apparente plus à "l'alvéolisation" (cf. LEPRUN) du plasma ferritisé (ou induré) de la base des profils.

Enfin toute tache jaune n'est pas significative d'une décoloration d'un plasma initialement rouge. On observe aussi des plages relictuelles de plasma jaune, plus rares, denses, asépiques, aux limites nettes (64 en LN, 65 en LP : à gauche tache brun jaune relictuelle, à droite tache jaune plus grande de décoloration). Très contrastées, sans continuité apparente avec le plasma rouge, elles sont visibles dès la profondeur, paraissent relativement stables dans le profil et sont interprétées comme reliques de stades de différenciation antérieurs à celui des Bourges (héritage du profil d'altération).

322 - La microstructurolyse plasmique :

Aux variations de teinte sont associées des variations de la structure plasmique.

a - Accentuation de la structure plasmique :

Comme l'ont montré les photos relatives à la microstructuration, aux premiers stades de la décoloration (alors modérée) correspondrait plutôt une accentuation du contraste de la structure ma-insépique interne aux plages décolorées. Dans ce cas la décoloration ne révélerait qu'une orientation plasmique antérieurement masquée par les hydroxydes de fer, sans modification de l'arrangement initial.

En outre les séparations plasmiques bornant les micropôles se renforcent (nombre, birréfringence) quand s'accroît le contraste de teinte entre plasma rouge et plasma décoloré (66 en LP, 67 en LN). Ce phénomène est marqué dans les plasmas microstructurés (68 en LP, 69 en LN).

b - Simplification de la structure plasmique :

Il s'agit d'une simple atténuation de la birréfringence des séparations plasmiques (70 en LP, puis 71 en LP), suivis de leur disparition progressive (72 en LP, avec plage de plasma rouge relictuel, 73 en LN). Cette évolution ne s'accompagne donc pas d'une réorganisation de la structure plasmique (émergence d'une

nouvelle microstructure).

Cette simplification n'atteint le stade de la quasi disparition de la structure plasmique que dans les horizons fortement décolorés. Elle s'observe partiellement dans les B de consistance (72 et 73); tandis que le plasma des horizons humifères est quasi isotique (74 en LP, 75 en LN).

Remarque : Notons cependant que tous les horizons de consistance, même très rouges, présentent un plasma plus faiblement structuré (séparations plasmiqes moins nombreuses et moins birréfringentes) que les horizons B plus ou moins microstructurés sous-jacents (76 en LN, pédoturbé, détail 77 en LP). Pour ces sols, observés dans la partie Nord du domaine ferrallitique, soumis à un régime climatique tropical, il semble qu'un autre processus prenne le relais de la destruction par microlyse liée à une décoloration : Nous avons émis l'hypothèse d'une simple compaction superficielle liée à un dessèchement saisonnier poussé et l'alternance répétée de cycles d'humectation dessiccation courts et contrastés. Si ces B de consistance rouges sont denses, ils n'en restent pas moins partiellement microstructurés, et ne sont que superficiels et peu épais.

A une microlyse plasmique prononcée correspond un profond changement au niveau des organisations, caractérisé par une "fonte" des structures avec accroissement corrélatif de la compacité-dureté et une diminution de la porosité-perméabilité, (78 en LN, 79 en LP). A la porosité de microfentes inter-pédale : succède une porosité de méso-macro orthofentes gauches.

323 - La déstabilisation du fond matriciel :

On note dans tous les sols ferrallitiques un léger gradient de texture dans les horizons supérieurs, mais nous n'avons constaté aucune translocation dans les sols dont le profil est rouge jusqu'en surface. On observe au contraire un net accroissement de ce gradient au fur et à mesure que la décoloration des horizons supérieurs s'accroît et que la structure plasmique s'estompe. Le squelette des horizons humifères devient abondant (80 en LP), des sables déliés blanchis apparaissent, l'assemblage tend à devenir aggloméroplasmique.

L'apparition de ferri-argilanes de vides, abondants dans l'horizon humifère (81 en LN) témoigne alors d'une migration de l'argile. Une forte décoloration accompagnée d'une destruction de la microstructure plasmique est donc un élément diagnostique d'instabilité du plasma argileux.

Ce lessivage n'affecte apparemment que le plasma jaune (mobile)(82 en LP). Les ferri-argilanes obstruent la porosité de la base des horizons humifères ou la partie supérieure des B de consistance (83 en LP, 84 en LN). Il s'agit généralement d'argilanes simples, peu épais à orientation continue et birréfringence moyenne quand débute le lessivage (épipedons peu décolorés) (85 en LP, dans un B de consistance). Les ferriargilanes s'épaissent, deviennent complexes, striés, à forte birréfringence et fort degré de séparation dans les épipedons contrastés (86 en LN, 87 en LP). Des zones plus granuleuses ou assombries apparaissent alors, traduisant probablement une migration de particules plus grossières et de matières humiques liées à l'argile (organo-argilanes) (88 en LN, 89 en LP). Plus la décoloration et la microlyse sont prononcées (donc plus les épipedons sont contrastés), plus le lessivage (donc l'illuviation) est **intense** et profond : De fins argilanes peuvent alors engainer les micropeds des horizons microstructurés sous-jacents (90, puis 91, en LP, suivant des profondeurs croissantes).

324 - Le développement des horizons humifères et de pénétration humique : Lien morphologique avec le développement du processus de microlyse.

Le développement des horizons humifères et de pénétration humique est relativement réduit en regard de l'épaisseur de ces sols (MULLER, 1974). Leur différenciation varie cependant en fonction du degré de développement du processus de microlyse du plasma minéral des horizons supérieurs :

- Dans les sols rouges dès la surface (non ou faiblement microlysés) leur contraste est faible. Peu épais, ils acquièrent, à faible profondeur (généralement moins de 10 cm), certaines caractéristiques (notamment structurales) des B sous-jacents. Les horizons rouges très proches de la surface limitent donc l'emprise de la matière organique et de la faune sur la différenciation morphologique des épipedons, tant dans son ampleur que dans son intensité.

- Par contre, ces horizons humifères s'épaississent et leur contraste s'accroît lorsque se développe la dégradation de la partie supérieure des B, notamment quand le stade ultime du lessivage est atteint. L'abondance du squelette et la porosité induite favorisent le développement d'horizons humifères épais, sombres, très poreux, dans lesquels sont associés des agrégats grumeleux et des quartz déliés blanchis. Ces horizons se différencient très nettement des horizons de consistance à pénétration humique hétérogène en larges traînées contrastées sur les parois de fentes verticales larges. Une dégradation intense des organisations, par microlyse de la phase minérale, favorise donc le rôle de la matière organique, et celui associé de la faune, dans la différenciation morphologique des épipédons.

33 - Conclusion : La microlyse est une différenciation à polarité verticale descendante :

Elle présente un gradient vertical dans son intensité et son degré de généralisation aux horizons affectés.

Elle est un aspect du développement des épipédons aux dépens des B rouges sous-jacents.

Elle procéderait en 3 étapes successives :

- Une décoloration qui débute très profondément
- Une microstructurolyse qui se développe dans les B de consistance et qui est d'autant plus intense et profonde que la décoloration est prononcée
- Un lessivage qui affecte des horizons supérieurs (humifères et partie supérieure des B de consistance) et dont le développement est conditionné par l'intensité de la décoloration et de la microstructurolyse des B de consistance.
- L'organisation résultante (et probablement les caractéristiques physico-chimiques induites) favorisent l'accumulation et l'emprise de la matière organique.

Cette série évolutive est complète dans les profils à épipédons contrastés, ébauchée dans les profils à épipédons faiblement contrastés.

Ces observations et la mise en évidence d'une chronoséquence des événements pédologiques interférant sur la morphologie des épipédons nous permet de définir une séquence de différenciation des épipédons, dans le sens d'une décoloration, microdestruction et lessivage croissants : cf. fig. 4.

3 - CONCLUSION GENERALE : L'ANTAGONISME DES 2 PROCESSUS DE MICROSTRUCTURATION ET DE MICROLYSE PLASMIQUE, APPLICATION A LA REPARTITION DES SOLS FERRALLITIQUES CAMEROUNAIS.

Ces 2 processus, le premier évoluant de bas en haut, le second se développant de haut en bas, s'opposent dans l'espace par leurs effets :

- L'un est agent de stabilité car il produit des éléments structuraux résistants (micropeds, pseudo-particules, micronodules résistants à l'analyse granulométrique, CHAUVEL...).
- L'autre est agent de "dégradation" car il détruit la structure, décolore le plasma et le rend plus mobile.

L'importance relative de ces deux phénomènes conditionne largement la différenciation des profils, et plus particulièrement la séquence verticale d'organisation, résultante morphologique de cette maturation.

Sans entrer dans le détail d'une stricte distribution géographique de ces 2 phénomènes nous pouvons envisager ainsi, à l'échelle du domaine ferrallitique camerounais, une répartition grossièrement "latitudinale" dans le développement relatif, ou la "compétition", de ces 2 processus (cf. fig. 5).

- Dans le Nord domine le processus de microstructuration : Vieux sols (horst de l'Adamaoua) ayant évolué en condition d'excellent drainage. Micropeds bien individualisés résistants aux actions "dégradantes" et entretenant un pédoclimat relativement sec. Climat tropical contrasté guère favorable à une microlyse concernant l'ensemble des épipédons, mais responsable d'une compaction superficielle par dessiccation à faible profondeur. La savane, le bas niveau de l'activité biologique et l'absence de lessivage ne permettent pas le développement d'horizons humifères épais.

- Dans le Sud se développe le processus de microlyse : Sols de facture plus récente, ayant évolué en milieu plus humide, partiellement et incomplètement microstructurés. Structure moins évoluée, assemblages plasmiques moins stables, potentiellement plus sensibles aux agents de dégradation (argile sous une forme "plus libre"). Climat atmosphérique actuel plus humide et pédoclimat humide entretenu par une couverture forestière épaisse, favorable à la microlyse, à l'accumulation organique, à l'activité biologique. Sols sensibles aux phénomènes actuels de dégradation liés à l'occupation humaine.

- Dans le Centre (contact forêt-savane) : Compétition la plus marquée entre ces 2 phénomènes, également bien développés. Profils aux caractéristiques intergrades.

YAOUNDE, Août 1977.