

Document confidentiel

LES MOUVEMENTS D'ARGILE DANS CERTAINS SOLS  
FERRALLITIQUES CENTRAFRICAINS

-----  
A.G. BEAUDOU, Y. CHATELIN

Centre ORSTOM, Bangui

52 JUL 1974

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

Collection de Référence

n° 6888 Pedo.

## RESUME

Une succession de surfaces étagées définit le paysage ferrallitique centrafricain. Dans chaque ensemble géomorphologique, des sols rouges bien drainés occupent les positions hautes et des sols jaunes ou beiges partiellement hydromorphes les positions basses. Légèrement appauvris en surface, les sols rouges révèlent une grande stabilité des argiles. Dans les horizons meubles, la proportion de pseudo-particules croît avec l'âge des sols. L'illuviation du fer et de l'argile se limite aux horizons gravillonnaires. Les sols jaunes ou beiges, nettement appauvris dans les horizons supérieurs, contiennent d'abondantes cutanes d'illuviation argileuses dans les horizons profonds. L'analyse micromorphologique précise les migrations d'argile.

## SUMMARY

A succession of stepped surfaces defines the centrafrican ferrallitic landscape. In each geomorphic set, good drained red soils occupy the upper sites and yellow or yellowish-brown partly hydromorphic soils the lower ones. Lightly impoverished on the surface, the red soils reveal a good stability of clays. In the loose horizons, the proportion of micropeds increases with the age of soils. The iron and clay-illuviation is limited to the iron-gravelled horizons. The yellow and yellowish-brown soils, clearly impoverished in the upper horizons, contain plentiful cutans of clay-illuviation in the deep horizons. The micromorphological analysis specify the clay migrations.

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine stufenformige Flächenfolge kennzeichnet die zentralafrikanische ferrallitische Landschaft. In jedem geomorphologischen Gesamt nehmen rote gutentwässerte Boden die Hochlagen, und gelbe oder beige teilweise hydromorphe Boden die Tieflagen ein. Die über Fläche leicht verarmte Boden enthüllen eine hohe Tonstabilität. In den Lockerhorizonten steigt die "microped"proportion mit dem Bodenalter. Die Eisen- und Tonilluviation beschränkt sich auf den splittigen Horizonten. Die in den oberen Horizonten deutlich verarmten gelben oder beigen Boden enthalten reichliche Illuviationtonhäute in den tiefen Horizonten. Die mikromorphologische Untersuchung bestimmt die Tonmigration.

## INTRODUCTION

La ferrallitisation se distingue, parmi les phénomènes supergènes, par l'ampleur des redistributions de matière qu'elle opère. Elle est étudiée spécialement sous cet aspect de bilan géochimique, de l'échelle microstructurale (1) à l'échelle mondiale (2). Au grand développement des formations ferrallitiques s'appliquent particulièrement bien les conceptions qui opposent, sous diverses formulations, une partie supérieure plus spécifiquement pédologique à l'ensemble de la croûte d'altération (3,4). C'est surtout dans l'infrasol (5) que se réalisent les départs de silice et de bases, ainsi que les transferts des sesquioxides (6,7).

Les mouvements de matière sont beaucoup plus discrets dans les horizons supérieurs meubles, géochimiquement très évolués, dans lesquels la pédoplasation (8) associe étroitement phyllites, sesquioxides et squelette résiduel. Les sols ferrallitiques, réputés pour la stabilité de leurs argiles et l'absence de lessivage, montrent pourtant dans les horizons supérieurs, un appauvrissement en argile (9,10,11) sans que la granulométrie ne fasse apparaître d'accumulation correspondante. Dans la mesure où les déplacements d'argiles laissent des figures observables, ils peuvent être mis en évidence par l'analyse micromorphologique. Peu d'études de ce type ont été faites jusqu'à présent sur les sols ferrallitiques. Nous tenterons de résumer ici les premières observations réalisées sur les sols centrafricains. Les descriptions micromorphologiques seront présentées avec les diagnostics et la terminologie de BREWER (12) et situés dans les principales unités typologiques des sols ferrallitiques (5) et plus précisément des sols centrafricains (13).

### 1.- Le paysage pédologique

La zone pédogénétique comprenant les régions étudiées (entre 4° et 9° nord) est caractérisée par la dominance des sols ferrallitiques rouges. Elle s'étend entre celle des sols ferrallitiques jaunes du milieu typiquement équatorial, et celle des sols ferrugineux tropicaux des régions à climat plus sec.

#### 1.1.- Les sols rouges des positions hautes

Par aplanissements successifs s'est constitué un relief en gradins, avec à l'Ouest de hauts plateaux à 1200 et 1000 mètres, au centre une surface dicyclique inclinée entre 650 et 450 mètres et au sud une surface plus récente à 400 mètres d'altitude. Les sols de ces surfaces aplanies, rouges, à cuirasses sub-affleurantes ou surmontées d'une épaisseur variable d'horizons meubles, contiennent de la kaolinite, des sesqui-

oxydes et de l'alumine libre d'autant plus abondante que les sols sont plus anciens. Sur les hauts plateaux apparaissent les sols aliatiques (5), très épais, fortement drainés et à structure poudreuse. Les sols des surfaces plus récentes ont une structure moins divisée. Les versants escarpés et érodés, surtout autour des hauts plateaux, portent des sols peu évolués ou faiblement développés qui ne seront pas considérés ici. Des sols rouges, remaniés, gravillonnaires, géochimiquement comparables aux sols des surfaces tabulaires, occupent environ les deux tiers supérieurs des versants plus adoucis du paysage.

### 1.2- Les sols jaunes ou beiges des bas de versants

Au nord, dans les savanes les moins humides, le versant le plus général est convexe-concave, avec un bas de pente faiblement concave ou rectiligne, assez étendu, défini comme "glacis". Dans la région forestière du sud le versant classique est en "demi-orange" (14) à forte convexité. Le passage à des bas-fonds plats hydromorphes est rapide. Les séquences pédologiques à gradation régulière de la couleur ont été souvent étudiées (15,16,17,18). Dans les différentes unités géomorphologiques, se succèdent des sols rouges en positions hautes, tabulaires ou non, des sols ocre intermédiaires, des sols jaunes et beiges de bas de versants. Longue sur les glacis, la séquence est très courte sur les versants en demi-orange. A la limite nord des régions étudiées, les sols beiges sont considérés comme ferrugineux tropicaux, les sols rouges et ocre comme ferrallitiques. Sous les climats plus humides, les sols beiges et ocre sont classés comme ferrallitiques à influence hydromorphe. Les matériaux indurés ont moins d'importance dans les sols de bas de pente que dans les sols rouges. L'alumine libre disparaît et les argiles micacées prennent de l'importance, mais la kaolinite reste l'élément principal.

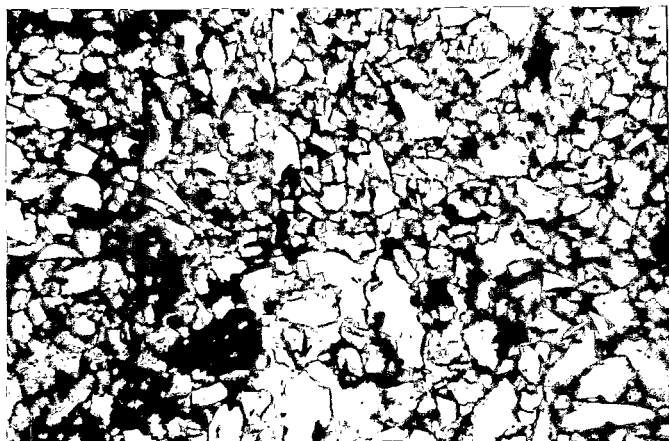
### 2- Les expressions micromorphologiques

Les mouvements d'argile sont considérés dans trois horizons majeurs. L'appumite (horizons A et parfois AB) est caractérisé par son contenu humifère et son éventuel appauvrissement en argile. La profondeur moyenne, 40 cm sous savane, s'accroît sous forêt. Le structichron (horizons B meubles) dû à la pédoplasation est de couleur vive et de structure spécifiquement pédologique. Dans l'horizon gravillonnaire, une phase structichrome réduite rassemble les gravillons qui sont des accumulations figurées de sesquioxides, généralement considérées comme les produits du remaniement d'anciennes cuirasses. Dans beaucoup de sols, l'analyse granulométrique fait apparaître un appau-

vrissement sensible en argile au moins dans les vingt premiers centimètres de l'appumite. Malgré la variété des origines lithologiques, les différences de couleur et de macrostructure, certains caractères semblent assez constants à l'examen micromorphologique.

### 2.1- Les appumites appauvris en argile

Conséquence de l'appauvrissement en argile, un squelette quartzéux très abondant caractérise ces horizons. Dans la majorité des quartz, de tailles et formes très varia-

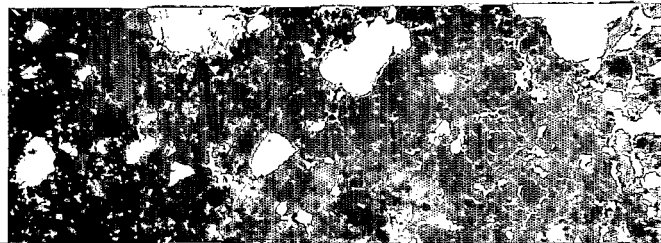


Arrangement granulaire (LPNA, 25x).

bles, des picotis et des golfes de corrosion témoignent de fortes dissolutions. Les individus de grande taille assez souvent fissurés présentent de fréquentes imprégnations ferrugineuses. Dans les sols rouges, le plasma des appumites est peu orienté (insépique ou asépique) ou orienté seulement près des grains du squelette (squelsépique). L'arrangement, intertextique lorsque le plasma est suffisamment abondant, devient granulaire dans

les appumites les plus appauvris. Dans les sols jaunes et beiges, quelques cutanes apparaissent dès la base de l'appumite. La porosité élevée est visualisée par des vides d'entassement nombreux, des chenaux et cavités plus rares. Il n'est jamais apparu d'arrangement particulier du squelette résultant directement d'un processus de lessivage comme l'arrangement laminaire observé dans les zones tropicales plus sèches (19). La faune, très active, peut être responsable de sa disparition.

### 2.2- Les structichrons rouges à argiles sédentaires

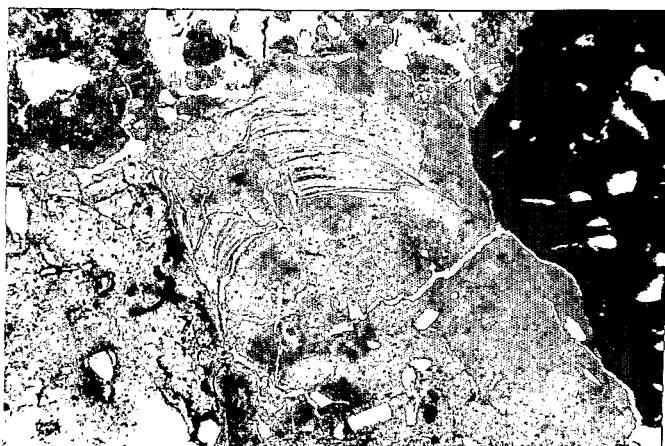


Leur richesse en argile donne aux structichrons un arrangement argillasépique et parfois faiblement insépique. Les figures d'illuviation sont absentes mais la fraction fine subit cependant des réarrangements qui aboutissent à la formation

ciel. Autour de ces zones, plus rouges, le plasma apparaît en jaune. Plus tard naissent des séparations plasmiques renforcées par une micro-fissuration grossièrement orthogonale. La concentration croissante en hydroxydes, l'élargissement des fentes, conduisent à l'isolement de pseudo-particules ovoïdes de diamètre très variable. Dans les sols rouges typiques, la proportion de pseudo-particules et l'orientation plasmique restent modérées. Dans les sols aliatiques de sites géomorphologiques anciens, la disparition de l'orientation plasmique est presque complète et les pseudo-particules envahissent la majeure partie du fond matriciel. Les pseudo-particules ne semblent pas être des structures figées, car les sols les plus anciens montrent actuellement tous les stades de réarrangement qui les font apparaître ou disparaître.

### 2.3- Les horizons gravillonnaires à ferranes et ferri-argillanes

De nombreux chenaux verticaux, obliques et circum-gravillonnaires où se déposent des ferranes et ferri-argillanes d'illuviation, parcourent ces horizons. Ces cutanes,



Ferri-argillane complexe dans la phase structichrome d'un horizon gravillonnaire (LPNA, 63x)

d'une épaisseur importante, sont fortement orientées. Leur structure complexe se caractérise par une zonation relativement régulière, en bandes jaunes et rouges, ou rouge plus ou moins intense. A faible grossissement, les cutanes se présentent comme des plages homogènes; à fort grossissement, une multitude de petits grains de nature indéterminable au microscope optique, leur donne un aspect granuleux. Ces cutanes de vides, complexes et très épaisses, s'accompagnent de minces ferri-argillanes localisées autour des grains du sque-

lette, des pseudo-particules, des petits gravillons et dans quelques fentes étroites. Plusieurs générations de cutanes se manifestent donc dans les horizons gravillonnaires les plus anciennes incluses dans les gravillons, les plus récentes localisées autour des éléments figurés du sol. Les cutanes de vides ou de grains ne représentent qu'une faible proportion de la phase structichrome entourant les gravillons.

### 2.4- Les structichrons jaunes et beiges à argillanes

A l'exception des cas liés à des particularités lithologiques, les structichrons beiges et jaunes n'apparaissent, dans les sols ferrallitiques centrafricains, que lorsque les conditions sont partiellement hydromorphes. Le plasma nettement orienté, insé-

rique, masépique et bi-masépique, devient lattisépique lorsque l'hydromorphie est plus



Structichron beige à argillanes  
composées (LPNA, 63x)

accusée, ou omnisépique quand l'argillification, encore incomplète, laisse subsister de nombreux minéraux altérables. Les argillanes nombreuses et fortement orientées, sont pauvres en fer, de couleur jaune, ou même complètement déferrifiées et blanchies. Granuleuses au fort grossissement, elles sont nettement zonées en bandes jaunes diversement nuancées. Les horizons les plus hydromorphes sont les plus riches en argillanes. Il s'agit surtout de cutanes de chenaux et de cavités, parfois de grains ou de fentes, appartenant à

plusieurs générations, dont la plus ancienne est représentée par des papules, anciens débris de cutanes composées fossilisées dans le plasma, et la plus récente par de fines cutanes de grains et de fentes.

### 3- CONCLUSION : Les structures de départ et d'accumulation de l'argile

Les appumites appauvris représentent les structures de départ de l'argile. Leur appauvrissement est défini par un gradient textural, mais la microstructure est celle de matériaux sableux et il n'apparaît pas de figures montrant explicitement un enlèvement d'argile. Dans les sols rouges des surfaces tabulaires et des hauts de pente, l'appauvrissement est irrégulier. Absent de certains profils, il n'affecte qu'une faible profondeur dans les autres. Dans les sols jaunes et beiges de bas de pente au contraire, l'appauvrissement est général et se développe sur toute la profondeur de l'appumite. Il est difficile d'estimer le rôle de ces structures de départ de l'argile. Elles ne représentent actuellement qu'un faible volume actif, mais cela peut provenir d'un équilibre entre le décapage superficiel et le développement de l'horizon appauvri. Il se peut aussi, notamment pour les sols de bas de pente, que la texture sableuse des horizons appauvris soit due à des remaniements. Les apports superficiels sont mis en évidence dans certains appumites contenant des minéraux altérables qui disparaissent dans les horizons plus profonds.

Les accumulations d'argiles s'effectuent dans deux structures privilégiées; les horizons gravillonnaires des sols rouges et les structichrons à caractère hydromorphe des sols ocre ou beiges. Dans le premier cas, l'origine des matériaux illuviés paraît

complexe. Il existe plusieurs sortes de cutanes qui peuvent représenter des phénomènes polyphasés. Ces cutanes sont plus riches en fer que les argiles des horizons qui peuvent être soumis au lessivage. Formations résiduelles remaniées, les horizons gravillonnaires continuent à jouer, après leur mise en place, un rôle de structure d'accumulation. Dans le cas des structichrons jaunes et beiges, les argillanes sont au contraire déferrifiées, d'autant plus fortement que l'hydromorphie est plus intense. Le départ du fer peut s'expliquer par l'existence de conditions réductrices.

Les structichrons à argiles sédentaires sont souvent surmontés d'horizons appauvris. Ils séparent parfois ces derniers horizons de structures d'accumulation profondes, horizons gravillonnaires ou structichromes hydromorphes. Les argiles déplacées des appuimtes traversent-elles sans relais ces structichrons, ou y forment-elles des dépôts trop dispersés pour être discernables ? Le déplacement de l'argile ne s'effectue peut-



## BIBLIOGRAPHIE

- (1) MILLOT (G.), BONIFAS (M.), 1955 - Bull.Serv.Carte géol.Als.Lorr., 8, 1, pp 3-10
- (2) ERHART (H.), 1956 - Masson, Paris, 83 p.
- (3) SIBIRTSEV (N.M.), 1914 - Soil Sci. 3rd Ed. Isr.Progr.for Sci.Transl.1966, 354 p.
- (4) POLYNOV (B.B.), 1934 - Th.Murby & Co, London (1937), 219 p.
- (5) CHATELIN (Y.), MARTIN (D.), 1972 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 10, 1, pp 25-43
- (6) D'HOORE (J.), 1954 - INEAC, sér.sci. n°62, 32 p.
- (7) MAIGNIEN (R.), 1958 - Mém. Serv.Carte géol.Als.Lorr., n°16, 235 p.
- (8) FLACH (K.W.), CADY (J.G.), NETTLETON (W.D.), 1968 - Intern.Congr.Soil Sci.9. Adelaide, 4, pp 343-351
- (9) AUBERT (G.), SEGALIN (P.), 1966 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 4, 4, pp 97-112
- (10) FAUCK (R.), 1971 - Thèse Fac.Sci.Strasbourg, 377 p.multigr.
- (11) MULLER (J.P.), 1972 - A paraître
- (12) BREWER (R.), 1964 - J.Wiley & Sons, 470 p.
- (13) CHATELIN (Y.), BOULVERT (Y.), BEAUDOU (A.G.), 1972 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 10, 1, pp 61-78
- (14) TRICART (J.), CAILLEUX (A.), 1965 - SEDES, Paris, 322 p.
- (15) CHATELIN (Y.), 1969 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 7, 4, pp 449-494
- (16) BOULVERT (Y.), 1968 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 6, 3-4, pp 259-275
- (17) BOULVERT (Y.), 1971 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 9, 1, pp 43-81
- (18) BEAUDOU (A.G.), 1971 - Cah.ORSTOM, sér.Pédol., 9, 2, pp 147-187
- (19) BOCQUIER (G.), 1972 - Thèse Fac.Sci.Strasbourg, 364 p.multigr.
- (20) CHAUVEL (A.), PEDRO (G.), 1967 - C.R.Acad.Sci., 264, 17, pp 2089-2092