

La pédoplasation dans certains sols ferrallitiques rouges de savane en Afrique Centrale*

Alain G. BEAUDOU, Yvon CHATELIN

*Pédologues ORSTOM
B.P. 51, Abidjan, Côte d'Ivoire*

RÉSUMÉ

Dans les sols ferrallitiques, le front d'altération et celui de pédoplasation sont nettement séparés. Une étude a été faite dans le cas de sols rouges de savane. La pédoplasation n'apparaît pas comme un processus continu de transformation des altérites. Elle débute en des situations privilégiées, traces d'anciennes diaclases, hétérogénéités dues aux filons, tubules d'origine biologique. Les premières discontinuités produites permettent le développement, puis la généralisation du processus. De nombreux cas montrent que la pédoplasation peut s'accompagner d'apports en provenance des horizons de surface, apports de fer, d'argile et même d'éléments figurés (quartz). Dans les sols ferrallitiques rouges, elle est rapidement suivie par un processus de microagrégation. La pédoplasation implique des mécanismes nombreux et complexes. Suivant les types de sols elle prend des aspects spécifiques différents.

SUMMARY

PEDOPLASMATION IN SOME FERRALLITIC RED SOILS FROM CENTRAL AFRICAN SAVANNAHS

In ferrallitic soils the front of weathering is distinctly separated from the front of pedoplasation. A study has been made in the case of the savannah red soils. The pedoplasation do not appears as a continuous process of transformation of the alterites. It starts in preferential areas which are ancient diaclasis, heterogeneities which the veins are responsible, or biological tubules. The first discontinuities which appear permit the development and the generalization of the processes. Many cases show that pedoplasation can be accompanied by pedological deposits coming from superior horizons and also by iron or clay deposits and even by fine quartz gravels. After the pedoplasation, in red ferrallitic soils, the microaggregation is rapidly developping. The pedoplasation implies numerous and complex processes. According to the types of soils it has different specific aspects.

*Cet article a fait l'objet d'une communication au 11^e Congrès de l'Association Internationale pour la Science du Sol, à Edmonton (Canada), en juin 1978.

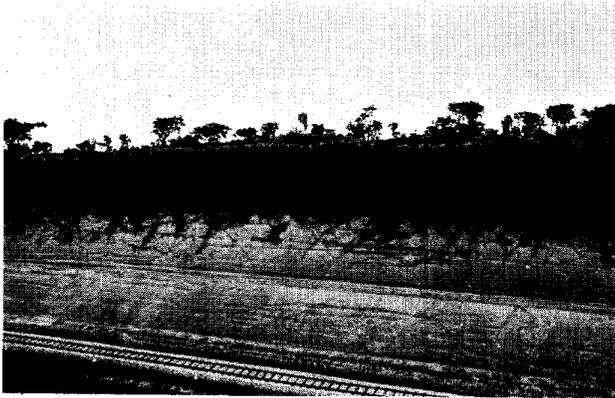


Photo 1



Photo 2

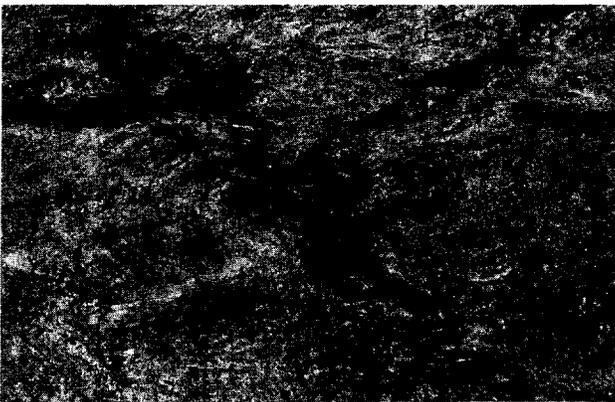


Photo 3



Photo 4

INTRODUCTION

C'est en fonction de leur évolution géochimique que l'on considère généralement les sols ferrallitiques (G. AUBERT et P. SEGALIN 1966, G. PEDRO 1968). Dès les premières recherches (Y. CHATELIN 1972) sur les zones tropicales humides ces sols sont apparus caractérisés par une altération puissante éliminant silice et bases, ne laissant qu'un résidu de sesquioxydes libres ou de phyllites alumineuses de la famille de la kaolinite. Dans certaines situations leur évolution se poursuit jusqu'à constituer de véritables minerais. Les cuirasses ferrugineuses, bauxitiques, manganésifères... ont été souvent étudiées (R. MAIGNIEN 1966).

La formation des horizons meubles constituant le sol au sens restreint est moins connue. Pourtant, étudiant un sol ferrallitique (Tropectic Haplorthox) de Puerto-Rico, FLACH et al. (1968) ont bien établi la différence entre les processus d'altération et de pédoplasation. Le premier détruit les minéraux primaires. A leur place se développent de nouvelles espèces (phyllites, sesquioxydes, amorphes) qui conservent la structure générale de la roche-mère. Le second constitue les plasmas pédologiques à texture plus fine que celle des matériaux d'altération, à surface spécifique plus élevée, à capacité de gonflement plus grande induisant une nouvelle structuration.

Il semble nécessaire de préciser dans quelles conditions se produit la pédoplasation (FLACH et al. 1968). Nous utiliserons pour ce travail la terminologie proposée par CHATELIN & MARTIN (1972) pour les sols ferrallitiques. Les produits de l'altération sont dénommés « altérite », ils forment un horizon ou une phase altéritique. Les matériaux meubles, colorés et structurés, constitués micromorphologiquement de l'assemblage d'un plasma et d'un squelette, sont appelés « structichron » ou horizon ou phase structichrome.

Les sols ferrallitiques d'Afrique Centrale et notamment ceux du Cameroun qui vont être décrits, offrent une opportunité favorable pour l'étude de la pédoplasation. Les fronts d'altération (contact roche-altérite) et de pédoplasation (contact altérite-structichron) sont largement séparés par des altérites qui s'étendent fréquemment sur une épaisseur de l'ordre de la dizaine de mètres et parfois beaucoup plus. D'autre part, la base du structichron peut se situer à plusieurs mètres sous la surface et les interférences entre altération, pédoplasation et processus superficiels sont très limités ou même inexistantes.

Quelques remarques préliminaires peuvent être

faites. Les altérites se présentent comme des ensembles relativement stables. Ils conservent la même morphologie sur presque toute leur épaisseur (photo 1). Les juxtapositions de phases structichrome et altéritique ne sont abondantes qu'à la partie supérieure de ces horizons. A l'échelle du profil le passage à de nouvelles organisations est rapide. Il n'existe apparemment pas de transformations progressives s'accroissant de la base vers le sommet de l'altérite (photo 1). Il faut noter ensuite que les altérites contiennent presque toujours des macrokaolinites en feuillets de livre, dont les dimensions varient d'une à plusieurs centaines de microns (photo 2). Elles ont diverses origines et proviennent notamment de néosynthèses intérieures aux feldspaths ou de la transformation de minéraux micacés pour les plus grands individus. Dans les structichrons, par contre, la kaolinite se trouve presque uniquement dans la fraction inférieure à deux microns. La pédoplasation est donc un processus capable de faire disparaître des minéraux et des agencements très résistants.

DESCRIPTION DU CONTACT ALTERITE - STRUCTICHRON

La pédoplasation n'est visible que dans certains sites privilégiés du modelé. C'est seulement dans les parties hautes, en position de bon drainage général, que phases structichromes et altéritiques sont au contact. Dans les parties les plus basses du modelé, ce sont d'autres organisations (tachetées, indurées, ...) qui succèdent directement aux altérites suivant la verticale des profils. Sur celles-ci reposent des structichrons bien développés dont la présence peut être parfois attribuée au colluvionnement.

Entre altérite et structichron la discontinuité est généralement nette. Elle apparaît d'autant mieux ici qu'il s'agit de sols à phase structichrome rouge. Le contact emprunte des voies privilégiées. A une échelle macromorphologique la pédoplasation suit les anciennes diaclases et les filons de quartz présents dans les altérites. La photo 3 montre, dans un altérite ayant conservé la structure de la roche-mère, une phase structichrome développée selon deux orientations : le long d'un filon quartzeux partiellement disparu et le long d'une diaclase. A la jonction de ces deux directions rectilignes la phase structichrome s'élargit et forme une poche. D'autres voies privilégiées s'observent à plus petite échelle. Il s'agit de fins tubules supposés d'origine biologique, remplis par une phase structichrome (photo 4). Par endroits ces fines perforations forment un réseau serré.

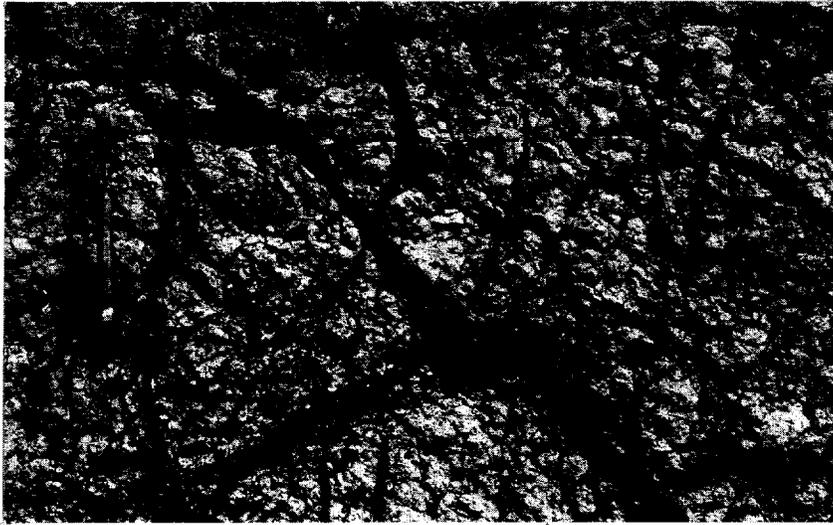


Photo 5



Photo 6

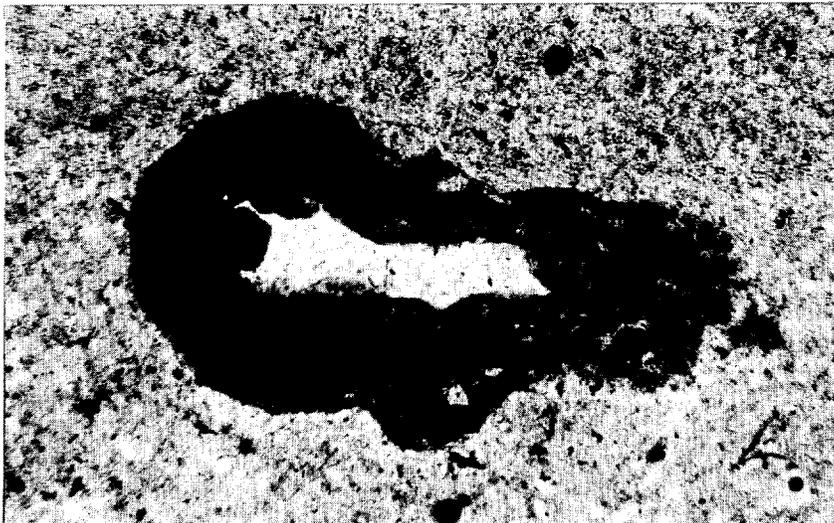


Photo 7

Dans certains cas la pédoplasation semble avoir occupé de façon quelconque la presque totalité d'un altérite. Il se serait alors formé une série d'intergrades altérite-structichron. Il est fort probable que les différents intergrades résultent d'un envahissement progressif de la phase altérite par la phase structichrome à la faveur de voies privilégiées. La photo 5 montre un de ces intermédiaires où un réseau de phase structichrome morcelle l'altérite. Lorsque la phase structichrome sera plus développée le dessin primitif de sa progression aura disparu.

De ces quelques observations morphologiques, il faut retenir que la pédoplasation semble se produire non dans la masse des altérites mais aux endroits où sont facilitées les interventions externes.

MISE EN ÉVIDENCE DES APPORTS

Le bilan géochimique de l'altération est généralement établi par la méthode isovolume. Celui de la pédoplasation est plus difficile sinon impossible à dresser car les structures ne sont plus conservées. Il faut donc se contenter de quelques indices qualificatifs permettant d'apprécier si la formation de phases structichromes est liée à des apports d'origine étrangère aux altérites. Dans beaucoup de cas structichrons et altérites ont des compositions chimiques et minéralogiques analogues. C'est au contraire lorsque les deux phases ont des compositions différentes que certains processus peuvent apparaître et les observations révèlent alors l'existence d'une pédoturbation associée à la pédoplasation.

Les structichrons ferrallitiques ont toujours un notable pourcentage de fer libre. Il existe, par contre, des altérites de couleur blanche, dépourvus de fer, qui proviennent de faciès quartzo-feldspathiques. Cependant de nombreux tubules remplis d'une phase structichrome rouge les parcourent (photo 6). Dans ce cas il est évident qu'il y a eu au moins un apport de fer. Il est impossible de préciser sous quelle forme le fer a transité et si les quartz et les kaolinites de l'altérite se retrouvent dans les inclusions structichromes.

Dans d'autres cas ce n'est plus un simple apport de fer que l'on peut suspecter. Les figures classiques d'accumulation visibles dans les altérites matérialisent, de toute évidence, la migration d'une phase ferro-argileuse structichrome complète. La photo 7 montre, en coupe transversale, un tubule de faible diamètre tapissé d'une de ces phases illuviales.

Les éléments de petites dimensions ne sont pas les seuls à se déplacer dans les sols ferrallitiques. Un dernier exemple le montre. Dans un altérite de basalte

dépourvu de quartz et formé d'un plasma kaolinitique ou halloysitique qui englobe des fantômes d'olivine transformés en iddingsite, se développe une phase structichrome en fines inclusions. Son examen micromorphologique révèle la présence simultanée de quartz et de fantômes d'olivine (photo 8). Sur cette image faite en LPNA les quartz apparaissent d'un blanc plus brillant que les vides environnants. Cette phase structichrome se caractérise donc à la fois par l'incorporation de matériaux altéritiques et par un apport d'éléments figurés étrangers.

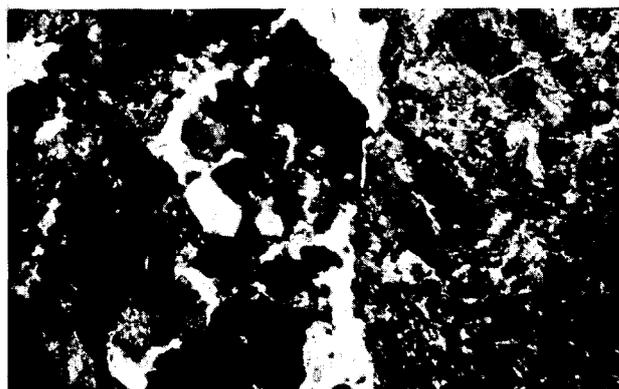


Photo 8

LA MICROAGRÉGATION

La pédoplasation est un processus général qui recouvre de nombreuses variantes. Dans le cas des sols ferrallitiques deux variantes majeures sont actuellement reconnues (A.G. BEAUDOU *et al.*, 1977). A l'échelle microscopique les plasmas des sols jaunes sont assez peu divisés. La microagrégation qui s'y développe en certaines situations est de type fragmentaire et forme des individus de dimensions et de contours irréguliers. Dans les sols rouges il existe aussi des plages de plasma continu. Mais l'évolution la plus significative et qui parvient souvent à se généraliser est celle d'une microagrégation ovoïde régulière (A.G. BEAUDOU 1972, A. CHAUVEL 1977, J.P. MULLER 1978) formant des individus de l'ordre de la centaine de microns.

C'est ce dernier cas qui s'observe le plus fréquemment dans les sols étudiés ici, même dans les plasmas immédiatement au contact des altérites. Il s'agit d'altéropasmas contenant soit des minéraux altérables, soit, le plus souvent, des macro-kaolinites ou des micas partiellement kaolinisés. Dans les premiers stades du processus, sans être divisés par des fissures, ces altéropasmas montrent déjà une microzonation en taches de couleur et de densité optique différentes.

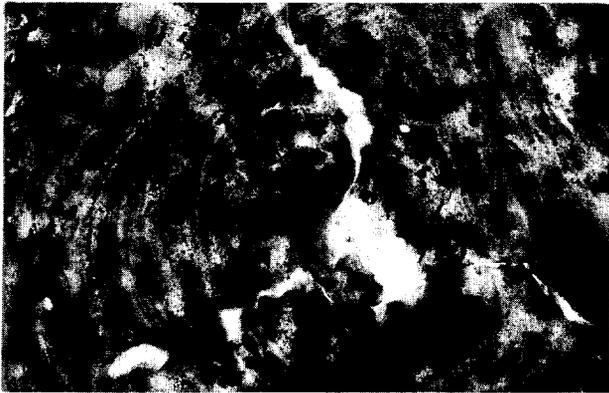


Photo 9

Un autre exemple montre la tendance générale de ces sols ferrallitiques rouges à la microagrégation. La photo 9 représente un édifice illuvial complexe parcouru de stries fines mais très nettement discernables. Sur ces figures premières directement liées à l'illuviation elle-même, se superpose, sans aucune fragmentation de l'assemblage illuvial, une zonation

de couleur, délimitant des volumes réguliers, ovoïdes ou arrondis, et de la taille des microagrégats isolés.

Ceci conduit à considérer que la microagrégation de ces matériaux rouges est conditionnée par des mécanismes géochimiques, par des interactions de surface entre kaolinites et substances ferrugineuses. Les individus ainsi formés, ovoïdes et réguliers, correspondraient, selon CHAUVEL (1977) à des « volumes critiques ».

CONCLUSION

La pédoplasation est un processus essentiel de la pédogenèse, mais qui pourtant a été longtemps négligé ou confondu avec celui de l'altération. L'étude faite dans le cas de certains sols ferrallitiques rouges a montré que la pédoplasation prend ici des caractères très spécifiques. Il serait intéressant d'entreprendre, pour d'autres sols, la même démarche, allant des faits macromorphologiques aux faits microscopiques.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'ORSTOM, le 30 mars 1979.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), SEGALEN (P.), 1966.— Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. IV, n° 4 : 97-112.
- BEAUDOU (A.G.), 1972.— Expression micromorphologique de la micro-agrégation et de l'illuviation dans certains horizons de sols ferrallitiques centrafricains et dans les sols hydromorphes associés. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. X, n° 4 : 357-371.
- BEAUDOU (A.G.), CHATELIN (Y.), COLLINET (J.), MARTIN (D.), SALA (G.H.), 1977.— Notes sur la micromorphologie de certains sols ferrallitiques jaunes de régions équatoriales d'Afrique. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 4 : 361-379.
- CHATELIN (Y.), 1972.— Les sols ferrallitiques. Tome 1. Historique. Développement des connaissances et formation des concepts actuels. ORSTOM, *Init. Doc. Techn.* n° 20, 98 p.
- CHATELIN (Y.), MARTIN (D.), 1972.— Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. X, n° 1 : 25-44.
- CHAUVÉL (A.), 1977.— Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. ORSTOM, *Trav. & Doc.* n° 62, 532 p.
- FLACH (K.W.), CADY (J.G.), NETTLETON (W.D.), 1968.— Pédogenetic alteration of highly weathered parent materials. 9th Intern. Congr. Soil Sci., 4 : 343-351.
- MAIGNIEN (R.), 1966.— Compte-rendu de recherches sur les latérites. UNESCO, *Rech. Res. Nat.* IV, 155 p.
- MULLER (J.P.), 1978.— La séquence verticale d'organisation des horizons meubles des sols ferrallitiques camerounais. Variation en latitude en fonction du pédoclimat et de l'âge des sols. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XVI, n° 1 : 73-82.
- PEDRO (G.), 1968.— Distribution des principaux types d'altération chimique à la surface du globe. Présentation d'une esquisse géographique. *Rev. Géogr. Phys. Géol. dyn.*, 10, 5 : 457-470.