

**GÉOCHIMIE DE LA SURFACE ET FORMES DU RELIEF**  
**III. LES MÉCANISMES DE LA DISJONCTION DES CONSTITUANTS**  
**DES COUVERTURES FERRALLITIQUES ET L'ORIGINE DE LA ZONALITÉ**  
**DES COUVERTURES SABLEUSES**  
**DANS LES RÉGIONS INTERTROPICALES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST**

Armand CHAUVÉL\*, Gérard BOCQUIER\*\* et Georges PEDRO\*\*\*

**RÉSUMÉ.** — En Afrique de l'Ouest, le passage des sols argileux rouges de la zone ferrallitique aux sols sableux de la zone tropicale à saisons contrastées ne se fait pas avec des transformations minéralogiques des constituants, mais uniquement avec des transformations de structure, c'est-à-dire du mode d'assemblage des constituants. Le mécanisme de cette transformation de structure a été mis en évidence par des études pédographiques et expérimentales, et aboutit à la séparation du squelette quartzeux et du plasma argilo-ferrugineux qui devient disponible pour le lessivage. Cette transformation engendre les sols sableux et rend compte d'une certaine zonalité des couvertures pédologiques de l'Afrique de l'Ouest, mais aussi de l'évolution du modelé, et de la fourniture de matériel quartzeux aux couvertures sableuses les plus méridionales.

Dans la zone intertropicale ouest-africaine, les couvertures pédologiques se succèdent en latitude d'une manière ordonnée, en allant de la zone humide équatoriale jusqu'aux confins du Sahara. Cette distribution correspond globalement à une zonalité puisqu'elle présente une certaine indépendance vis-à-vis des roches mères, et s'observe par exemple aussi bien sur les grès continentalisés que sur les granites, qui sont tous deux largement représentés dans ces régions.

Cette vaste zonalité se manifeste non seulement par des caractères de différenciation pédologique, géochimique ou minéralogique, mais aussi par la simple opposition texturale existant entre la dominance des constituants argileux dans le domaine méridional essentiellement ferrallitique et celle des constituants sableux dans les domaines plus septentrionaux à sols ferrugineux tropicaux et subarides. On a reconnu ainsi depuis longtemps ce fort contraste de texture entre les formations superficielles relativement argileuses des régions humides et les formations nettement sableuses des régions sèches.

Les limites entre ces deux domaines ne correspondent pas, généralement, à des contacts lithologiques ou géomorphologiques. Elles se présentent en effet, sur une roche mère, sous la forme d'une transition qui s'étale sur de faibles distances (0,1 à 10 km) et qui se localise dans les zones de changement rapide des équilibres bioclimatiques, en relation avec les oscillations du front intertropical. C'est également dans ces zones de transition que s'observent — avec l'apparition de conditions climatiques saisonnièrement très arides — une variation importante de la couverture végétale (contact forêt - savane), ainsi que le passage des modelés à profil convexe aux modelés convexo-concaves qui s'atténuent vers le Nord.

C'est précisément dans une de ces zones de transition — localisée en Casamance (Sénégal) — que vient d'être réalisée une étude détaillée qui montre la transformation actuelle de sols argileux rouges ferrallitiques en sols «beiges» ferrugineux tropicaux à horizons superficiels sableux ou, plus rarement, en sols rouges, mais sableux (CHAUVÉL, 1976).

\* ORSTOM, Section de Pédologie, Institut de Géosciences, Université de Sao Paulo, C.P. 20 899, Sao Paulo (Brésil).

\*\* Université de Paris VII, Département des Sciences de la Terre, 2 Place Jussieu, 75221 Paris Cedex 05.

\*\*\* INRA, Laboratoire des Sols CNRA, 78000 Versailles.

O. R. S. T. O. M. 27 OCT. 1976  
Collection de Référence  
n° 9370 Pedo ex 1

Ce travail concerne une seule roche mère : les grès argileux du Continental terminal ; mais la transformation étudiée montre certaines analogies avec celles que présentent des sols également ferrallitiques mais développés sur une autre roche mère : les granito-gneiss du Centre-Cameroun (HUMBEL, 1976 ; MULLER, 1977). Nous allons donc nous servir de résultats particuliers, obtenus sur les sols de Casamance, pour présenter un certain nombre de mécanismes pédologiques susceptibles de rendre compte conjointement de l'origine de certaines couvertures sableuses de l'Ouest africain et de certains traits de leur modelé.

## I – LES MÉCANISMES PÉDOLOGIQUES DE LA TRANSFORMATION DES COUVERTURES ARGILEUSES EN COUVERTURES SABLEUSES

Ces mécanismes ont été mis en évidence par une double approche pédographique et expérimentale.

### 1. Les données de l'analyse pédographique

#### a) La distribution des formations pédologiques argileuses et sableuses

Sur les bas plateaux de Casamance (constitués par les grès argileux du « Continental terminal », eux-mêmes composés uniformément de quartz, de kaolinite et d'hydrates ferriques), sols rouges et sols « beiges » présentent la même composition minéralogique que le grès (MAIGNIEN, 1961). De plus, ils ont des distributions ordonnées à différentes échelles.

– A l'échelle régionale, les sols rouges argileux dominent, en effet, dans les régions méridionales plus humides, tandis que l'extension des sols sableux est croissante vers le Nord. Généralement, ce sont des sols beiges sableux qui apparaissent sans transition ; localement et plus progressivement, ce sont des sols rouges sableux.

– A l'échelle des paysages, les sols rouges argileux occupent les reliefs convexes en bordure des plateaux, alors que les sols beiges sableux se développent principalement dans les zones déprimées du centre de ces mêmes plateaux.

– A l'échelle de la centaine de mètres, le passage entre sols rouges et sols beiges est progressif et continu. Il se réalise dans des « sols de transition », où l'on montre que cette filiation continue entre sols rouges et sols beiges n'est pas le résultat de transformations minéralogiques, mais essentiellement de transformations structurales, c'est-à-dire concernant l'assemblage des trois constituants déjà présents dans le grès originel.

#### b) La microstructure du sol rouge à plasma argilo-ferrique

L'analyse microscopique révèle, en effet, que ces sols rouges ont une microstructure constante sur plusieurs mètres d'épaisseur, formée de petits amas globulaires de 100  $\mu$  environ, et constituée d'argile kaolinique et d'hydrates ferriques englobant des grains de quartz (CHAUVEL *et al.*, 1977). Ces petits amas, résultant de concentrations plasmiques, correspondent à des *micronodules*. Et les particules de kaolinite ferrisée qui les composent ont un arrangement généralement isotrope, sauf à la périphérie des micronodules où elles sont faiblement orientées, de même qu'entre les micronodules, dans les cutanes de vides.

Ces micronodules s'assemblent eux-mêmes d'une manière continue, par entassement, laissant entre eux de nombreux vides communicants. Ils forment ainsi une charpente poreuse remarquablement stable dans ces profils, et au sein de laquelle les grains de quartz sont simplement inclus dans le plasma argilo-ferrique et ne jouent donc pas un rôle de squelette.

#### c) Les deux transformations de cette structure micronodulaire continue

– La première transformation, qui est aussi la plus fréquente en Casamance, s'effectue à la fois dans la partie superficielle des sols rouges, et latéralement dans les toposéquences qui associent les sols beiges aux sols rouges. Microscopiquement, on observe la dislocation, puis l'effondrement, de la structure micronodulaire. Les fragments sont alors disséminés et se transforment en un nouveau fond matriciel beige déferruginisé. Dans celui-ci, le plasma argileux s'avère

mobile et il est lessivé des horizons supérieurs, tandis que le squelette quartzé se dissocie du plasma, se fragmente et se concentre pour former ainsi des horizons superficiels à texture sableuse.

Ces transformations conduisant du sol rouge au sol beige nécessitent donc la ségrégation des constituants du plasma (fer et kaolinite) et aboutissent à une disjonction du plasma et du squelette quartzé. Il y a donc *désorganisation* de l'assemblage des trois constituants initiaux, sans qu'il y ait de modifications minéralogiques. Il y a en outre redistribution de l'argile entre les horizons superficiels et profonds du profil. Ces transformations s'accompagnent également d'un *tassement* important qui est de l'ordre du tiers de la hauteur, si l'on considère le passage de la structure micronodulaire au fond matriciel du sol beige.

— Le second type de transformation, qui affecte également les sols rouges argileux, se manifeste de façon plus progressive, sur quelques dizaines de kilomètres, mais toujours en allant du Sud vers le Nord, tandis que s'accroît l'aridité du climat. Il n'y a pas, comme précédemment, ségrégation des constituants du plasma, ni destruction généralisée de la structure micronodulaire, mais plutôt une diminution relative de l'abondance du plasma, de plus en plus accentuée vers le sommet du profil, aboutissant ainsi à la formation de sols rouges peu différenciés, d'abord «éclaircis» et «allégés», puis franchement sableux.

Ainsi, l'analyse pédographique établit deux filiations à partir de la charpente «argileuse» du sol rouge ferrallitique. Et ces deux filiations conduisent à disjoindre plus ou moins intensément le plasma et le squelette.

— Dans la première filiation, qui aboutit aux sols beiges sableux, la disjonction apparaît rapide et totale. Elle est liée à une ségrégation des constituants du plasma (kaolinite et fer) et s'accroît par la redistribution de ces constituants à l'intérieur du profil. Elle est à l'origine d'un tassement qui provoque, en surface, la formation d'une dépression, et, en profondeur, l'apparition d'une hydromorphie secondaire.

— Dans la seconde filiation, qui aboutit aux sols rouges sableux peu différenciés, cette disjonction est progressive et partielle. Elle ne s'accompagne pas d'une modification de l'état d'association du fer avec la kaolinite, et ces deux constituants sont donc ensemble et progressivement exportés hors du profil. Quoi qu'il en soit, dans les deux cas, *le squelette disjoint du plasma s'accumule relativement, à partir de la surface et sur une profondeur plus ou moins grande, en donnant ainsi naissance sur place à une couverture sableuse.*

## 2. Les principaux résultats de l'approche analytique et expérimentale

Ces résultats seront indiqués succinctement en trois points, relatifs à l'origine de la réactivité et de la non réactivité de l'argile, aux facteurs qui en sont la cause, enfin aux modalités des transformations enregistrées.

### a) L'immobilisation et la réactivation de l'argile

En soumettant des échantillons de sol rouge argileux à divers traitements (CHAUVÉL, 1976), on parvient à séparer et à apprécier quantitativement au moins deux états d'association de l'argile et du fer, qui ont déjà été reconnus microscopiquement.

— Le premier caractérise une argile libre, mobilisable, qui correspond à l'argile orientée non incluse dans les micronodules. Elle est extraite à l'état dispersé avec un simple échange au KCl.

— Le second caractérise une argile immobilisée, qui constitue le fond isotrope des micronodules. Il faut d'abord utiliser un traitement déferrisant (TAMM) pour extraire cette argile et ainsi la réactiver, la rendre à nouveau mobilisable.

Il apparaît donc que la charpente micronodulaire du sol rouge de départ est en majeure partie constituée par une kaolinite immobilisée, masquée par le fer : lorsque cette microstructure se disloque dans les horizons superficiels du sol rouge, seule l'argile non incluse dans les micronodules est susceptible de migrer, assurant ainsi une concentration relative du squelette en surface. *C'est le phénomène d'«appauvrissement»* (FAUCK, 1971), qui conduit progressivement à la formation de sols rouges sableux peu différenciés. En revanche, si l'état d'association entre la kaolinite et le fer est rompu, l'argile immobilisée dans les micronodules est rendue libre et susceptible de migrer. Il y a alors disjonction rapide et totale du squelette et du plasma, avec lessivage de l'argile des horizons supérieurs et accumulation dans les horizons sous-jacents ; d'où la formation d'un sol beige à horizon superficiel sableux.

### b) L'origine des transformations

Deux essais de «micromorphologie expérimentale» permettent de préciser les causes de ces transformations microstructurales. Tout d'abord, en soumettant un échantillon de micronodules à une dessiccation poussée, puis à une humectation jusqu'à saturation, on provoque l'orientation de l'argile en bordure des vides (cutanes). Ainsi, des contraintes correspondant à l'alternance de conditions hydriques extrêmes entraînent la rupture des liaisons interparticulaires de l'argile immobilisée des micronodules, et réorientent ces particules désassemblées. D'autre part, une déferrisation ménagée (traitement TAMM) permet de réaliser expérimentalement la dissociation des micronodules et d'aboutir à la formation d'un fond matriciel orienté, comparable à celui du sol beige.

Ainsi, la destruction partielle de la structure micronodulaire et la mobilisation limitée de l'argile ferrisée résulteraient essentiellement de l'action de *contraintes hydriques extrêmes, dues à l'alternance de fortes dessiccations et d'humectations*. Mais la libération véritable et totale des argiles — qui peut assurer le maximum de la disjonction du squelette — n'interviendrait que s'il se produit, au cours d'une seconde phase, une «*déferrisation*» superficielle des kaolinites. De fortes dessiccations seraient donc à l'origine de ces transformations structurales. Par une autre approche analytique, HUMBEL (1976), en étudiant les variations spatiales de la porosité de sols ferrallitiques camerounais développés sur granites, aboutit à une conclusion analogue.

### c) La dynamique de ces processus

Elle peut être également abordée par voie expérimentale, en étudiant la percolation à travers ce même matériau micronodulaire, soumis à divers traitements (PEDRO et CHAUVEL, 1973 ; VERRET, 1973 ; CHAUVEL, 1976).

Ces essais ont montré que, tant qu'il existe dans le matériau une porosité — maintenue soit par la charpente micronodulaire elle-même, soit par un squelette quartzeux — toute mobilisation d'argile peut être suivie d'une exportation qui, à l'extrême, aboutit progressivement à l'élimination de la plus grande partie du plasma. Cette dynamique de lessivage ou «*vidage*» progressif correspondrait à la formation des sols rouges sableux.

Si, à l'inverse, la mobilisation de l'argile entraîne l'effondrement de l'armature micronodulaire et l'obstruction de l'espace poral, il se produit un *colmatage*, et donc une modification irréversible du fonctionnement hydrique (hydro-morphie secondaire), en même temps qu'un tassement appréciable. Ce serait le cas de la formation des sols beiges.

## II — LE RÔLE DE CES TRANSFORMATIONS MICROSTRUCTURALES DANS LA PÉDOGENÈSE ET DANS LA MORPHOGENÈSE DE LA ZONE SOUDANO-SAHÉLIENNE

### 1. Les deux évolutions pédologiques à l'origine de couvertures sableuses et de certains traits de leur modelé

#### a) L'évolution vers les sols rouges sableux à profil peu différencié

Le processus mis en cause ici serait la destruction *progressive* de la structure micronodulaire et la libération répétée de faibles quantités d'argile ferrisée, sans limitation de la porosité. La capacité d'évacuation par le flux hydrique vertical reste suffisante pour entraîner les produits de dissociation et s'opposer au colmatage. Les petites quantités d'argile qui sont mobilisées au début de chaque période de drainage (CHAUVEL et CHARREAU, 1972) sont alors entraînées jusqu'aux nappes sous forme de suspensions stables.

Ce processus «d'appauvrissement» est ainsi à l'origine d'une variation continue de la texture, de plus en plus sableuse en surface. Une porosité importante demeure assurée, car l'armature argileuse micronodulaire est progressivement *relayée* par le squelette quartzeux, au fur et à mesure de la disjonction de celui-ci avec le plasma. Le maintien de cette perméabilité limite le ruissellement et les actions mécaniques superficielles, assure des *redistributions internes de matière* principalement *verticales et lointaines*, sous forme de suspensions stables. Ces formations sableuses rouges se caractérisent donc comme des milieux ouverts exportateurs et peu sensibles aux entraînements superficiels d'origine hydrique.

### b) L'évolution vers les sols beiges à profil différencié

Lorsqu'il se produit à la fois une libération importante d'argile ferrisée et un brusque effondrement de la structure micronodulaire, sous l'effet d'une rapide variation des conditions pédoclimatiques, il en résulte un colmatage. Cette limitation des possibilités de drainage s'accroît dans le temps et se répercute sur le fonctionnement hydrique de l'ensemble du profil.

La désorganisation sur place des constituants se réalise en effet avec une diminution de l'espace poral, un accroissement notable et localisé de la densité apparente. Elle s'accompagne alors d'un tassement important du sol, qui est ainsi à l'origine de la formation de zones déprimées sur la surface des plateaux.

Cette modification du relief, allant de pair avec une limitation du drainage vertical, a pour conséquence de développer des conditions d'engorgement, qui provoquent à leur tour une déferrisation de l'argile et la disjonction du squelette et du plasma. Les constituants de ce dernier sont alors *redistribués au sein du profil pédologique* pour former, en particulier, des horizons illuviaux colmatés, eux-mêmes à l'origine d'une véritable hydromorphie secondaire.

Une telle évolution est relativement rapide, puisque, amorcée en Casamance depuis quelques dizaines d'années après une déforestation (qui accroît brusquement les possibilités de dessiccation), elle ne nécessiterait que 1 000 ans environ pour différencier un sol beige (CHAUVEL, 1976).

Cette évolution correspond, en fait, au passage d'un milieu ouvert à drainage vertical, caractéristique du sol rouge ferrallitique, au milieu confiné du sol beige, superficiellement sableux. Dans ce milieu confiné par la désorganisation, puis la redistribution sur place des constituants, le colmatage provoque l'apparition d'écoulements hydriques *latéraux, superficiels ou subsuperficiels*.

## 2. La propagation de ces transformations et l'évolution du modelé

### a) L'individualisation des sols rouges sableux et leur participation au modelé dunaire

Dans la partie occidentale du Sénégal, où les contrastes climatiques sont tempérés par des influences océaniques, la transition est progressive entre les sols rouges argileux ferrallitiques à structure micronodulaire et les sols «Dior» sableux situés plus au Nord (MAIGNIEN, 1965 ; CHARREAU et FAUCK, 1965). En particulier, dans la région du Sine-Saloum, BERTRAND (1971) décrit des sols rouges sableux comme des intergrades avec les sols ferrallitiques, qui sont alors limités à des «plateaux résiduels». Il note également leur passage à des sols rouges sableux sur «buttes dunaires», qui ne se distinguent des précédents que par leur modelé superficiel, indice d'une reprise éolienne orientée selon la direction des vents dominants. Cette reprise d'un matériel sableux d'origine pédologique s'effectue d'une manière localisée et à très courte distance, puisque ces modelés dunaires restent accolés ou proches des sols rouges de plateaux, et qu'ils ne peuvent être reliés à des décharges de matériel sableux d'origine fluviale.

Quelques dizaines de kilomètres plus au Nord, la couverture sableuse de sols «Dior» se généralise, alors qu'apparaissent des traces d'anciens apports sableux fluviaux. Et ce n'est que dans une région plus septentrionale, bien avant la vallée du fleuve Sénégal, que les sols «Diors» seront relayés par les sols bruns subarides (BOCQUIER et MAIGNIEN, 1963), qui eux se développent — comme dans le Ferlo (LEPRUN, 1971) — à partir de formations sableuses entièrement éolisées.

Ainsi, au Sénégal comme dans toute l'Afrique de l'Ouest (GAVAUD *et al.*, 1974 ; MICHEL, 1977), sinon même, pour des conditions bioclimatiques analogues, en Australie (BREWER et BETTENAY, 1972), des couvertures sableuses peuvent résulter d'une disjonction physique du plasma et du squelette, puis de l'exportation progressive de l'argile ferrisée à partir d'une formation ferrallitique principalement argileuse. Or, c'est cette transformation pédologique, liée à des conditions ou à des variations climatiques, qui fournit un matériel sableux susceptible de participer d'abord exclusivement, dans les paysages méridionaux, puis partiellement, vers les régions les plus arides, à l'édification de certains modelés dunaires. Et ceci avant que ne s'imposent les seules actions d'érosion ou de sédimentation hydriques et éoliennes qui sont à l'origine des grandes formations dunaires anciennes ou actuelles des marges désertiques.

### b) La propagation des sols beiges et l'évolution du modelé

A l'inverse des sols rouges sableux, la transition est très rapide (de l'ordre de 200 m) entre les sols rouges argileux

et les sols beiges, qui sont tous deux associés en toposéquence dans les paysages de moyenne Casamance : les sols rouges occupent actuellement les reliefs convexes et les bordures de plateau, tandis que les sols beiges se développent (vers le Nord-Est) sur les surfaces planes à légèrement déprimées de ces mêmes plateaux, sous un climat soumis à des contrastes climatiques de plus en plus accentués.

Dans ces toposéquences, il a été montré (CHAUVEL, 1976) que la transformation des sols rouges en sols beiges se propageait d'abord verticalement, puis latéralement. L'évolution s'amorce, en effet, au centre des plateaux et débute par les horizons de surface. Les fortes dessiccations — en dissociant progressivement le plasma et le squelette des micronodules — réalisent tout d'abord un « appauvrissement » superficiel comparable à celui des sols rouges sableux. En se propageant plus en profondeur, cet effondrement de la structure micronodulaire s'accompagne d'un léger tassement, lui-même à l'origine d'un régime hydrique plus contrasté. Dans ces conditions, la déferrisation peut se réaliser et provoquer une dissociation, cette fois irréversible, des micronodules, puis la ségrégation généralisée du fer et de la kaolinite. Le tassement augmente, et la transformation du système poral induit plus en profondeur une hydromorphie secondaire, que les migrations d'argile déferrisée viendront renforcer.

Ainsi, dans les zones déprimées par le tassement et où convergent les eaux de surface, se différencie un profil contrasté, caractérisé par un fort gradient d'humidité, qui est à la fois vertical dans le sol beige, et latéral par rapport au sol rouge voisin. Et cette évolution amorcée verticalement se propage *par déplacement latéral du gradient d'humidité, selon une direction centrifuge*, aux dépens des sols rouges qui se réduiront à la périphérie des plateaux. La vitesse de cette propagation latérale a pu être estimée à quelques centimètres par an (CHAUVEL, 1976). Et l'on remarque que, dans ces toposéquences, *il n'y a pas de redistributions latérales de matière*, comme dans d'autres toposéquences contrastées des régions plus sèches (BOCQUIER, 1971 ; BOULET, 1974).

Ces transformations pédologiques sont donc ainsi créatrices d'un *micromodelé*, et, par l'extension centrifuge des zones déprimées, elles interviennent également dans l'évolution morphologique régionale. En effet, les cartes pédologiques font bien apparaître que, lorsque l'aridité s'accroît, les dépressions occupées par les sols beiges se rejoignent et gagnent la plus grande partie des plateaux aux dépens des sols rouges. De plus, l'insuffisance du drainage vertical dans les sols beiges provoque des écoulements et des concentrations superficielles, à l'origine de l'établissement d'un réseau hydrographique au centre des plateaux. Le recul, d'un autre côté, l'enfoncement de celui-ci entraînent la dissection de ces plateaux et l'exportation de produits principalement argileux dans les vallées principales et dans les estuaires.

### *c) La place de ces transformations structurales dans la pédogenèse et la morphogenèse de la zone intertropicale ouest-africaine*

Dans ce vaste domaine, relativement bien connu aujourd'hui du point de vue pédologique, et dont la distribution des grands types de sols est schématiquement représentée dans l'esquisse OUA-IFAN (BOULET *et al.*, 1971) à l'échelle de 1/5 000 000 (fig. 1), il est possible de donner une localisation géographique à ces diverses transformations. A ce sujet, quatre grandes zones ont pu être distinguées.

1) Une zone méridionale où prédominent les sols ferrallitiques, caractérisés par une nette *association « plasma-squelette »*. Ils correspondent à des accumulations éluviales de kaolinite et d'hydroxydes métalliques, sous forme de structures nodulaires (fer, aluminium) ou micronodulaires (kaolinite, fer), qui constituent des « charpentes » originales, en maintenant le squelette quartzéux sequestré par le plasma. Dans ces régions, le modelé convexe et son évolution sont dominés essentiellement par les actions géochimiques.

2) Une zone de coexistence de sols ferrallitiques et de sols ferrugineux tropicaux lessivés. C'est dans ce domaine que se situe la désorganisation des structures ferrallitiques : il y a *disjonction interhorizons du plasma et du squelette*, ségrégation du fer et de la kaolinite, et formation d'une couverture sableuse. Pour l'évolution du modelé, ce sont ces transformations structurales, s'accompagnant de tassement et de colmatage, qui créent des dépressions et suscitent des actions mécaniques superficielles.

3) Une zone discontinue où dominent des sols ferrugineux tropicaux, formés à partir des couvertures sableuses d'origine pédologique ou détritique, et souvent reprises par des actions éoliennes. Les actions hydriques superficielles y sont très fortes : elles s'imposent aux différenciations pédologiques et règlent, avec les reprises éoliennes, la forme des interfluves.

4) Enfin, en bordure des zones désertiques, on observe le passage progressif, sur les formations dunaires qui se

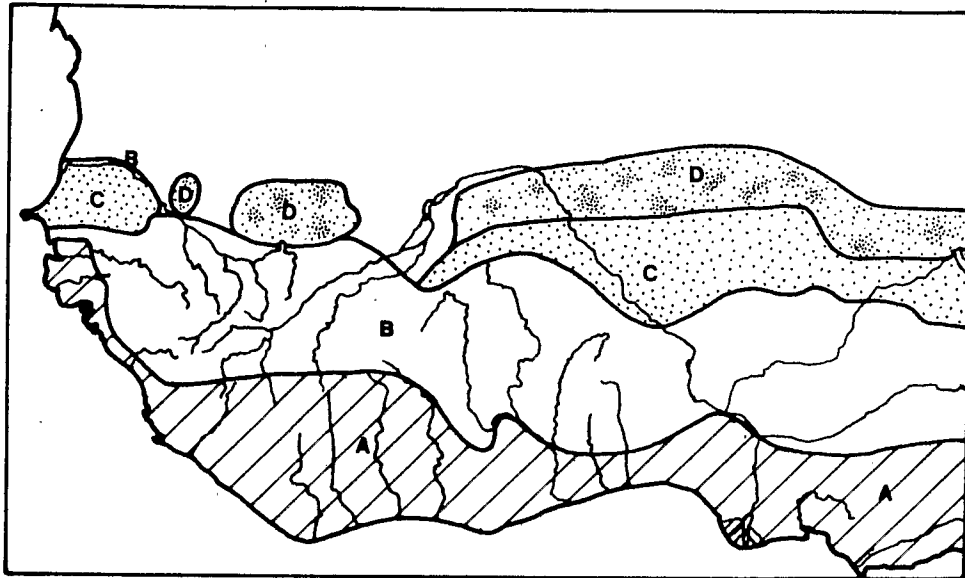


Fig. 1 — Esquisse schématique de la répartition des principaux types de sols à dominance de kaolinite en Afrique de l'Ouest (d'après la synthèse cartographique à l'échelle de 1/5 000 000 OUA-IFAN, 1972)

A : prédominance des sols ferrallitiques ; B : coexistence de sols ferrallitiques et de sols ferrugineux tropicaux sur les manteaux d'altération kaolinique anciens ; C : généralisation des sols ferrugineux tropicaux ; D : développement des sols brun-rouge subarides sur sables éoliens

généralisent, à une zone définie par la présence de sols subarides. Les transferts géochimiques sont alors limités, et les actions éoliennes deviennent prédominantes.

## CONCLUSIONS

Ainsi la disjonction «*plasma-squelette*», déjà étudiée par BOULET (1974), apparaît comme un phénomène pédologique majeur de la zone tropicale à saisons contrastées.

L'opposition texturale entre les formations superficielles *argileuses*, ferrallitiques, et les couvertures *sableuses*, plus septentrionales, est donc bien de nature pédologique et, plus précisément, à l'intérieur de ces sols, d'ordre structural, puisque c'est le mode d'assemblage des constituants qui est transformé.

Liées aux actions bioclimatiques actuelles et passées qui provoquent le déséquilibre intime de la structure des sols ferrallitiques, cette désorganisation des constituants doit donc être considérée comme un facteur important d'évolution des paysages et de trois façons :

- acquisition de la zonalité des formations pédologiques, selon la latitude ;
- changement du micromodelé des plateaux, et même, par modification du régime hydrique, changement du réseau hydrographique et du modelé lui-même ;
- enfin, pour une part à doser vis-à-vis des apports fluviatiles, nourrissage de certaines accumulations éoliennes.

Manuscrit déposé le 5 janvier 1978

### Summary

In Western Africa, the transition between the red clayey soils of the ferrallitic zone and the sandy soils of the tropical zone with alternate seasons does not take place with mineralogical changes of the constituents but only with structural transformations, i.e. of the arrangement of the constituents. The mechanism of this structural transformation was pointed out by pedographic and experimental studies and results in the separation of quartz skeleton grains from clayey-ferruginous plasma; the latter becomes thus available for leaching. This transformation generates sandy soils and accounts for some zoning of pedologic mantles in Western Africa as well as for the evolution of the «modelé» and for the supply of quartz material to the most southern sandy mantles.

### Zusammenfassung

In Westafrika drückt sich der Übergang von roten tonigen Böden der ferrallitischen Zone zu sandigen Böden der tropischen Zone mit Wechselklimaten nicht in mineralogischen Veränderungen sondern einzig in Strukturumbildungen aus, d. h. in der Art und Weise der Vergesellschaftung der Komponenten. Der Mechanismus dieser Strukturumwandlung wird durch pedographische und experimentelle Studien verdeutlicht und führt zur Trennung von Quarzskelett und Ton-Eisen-Plasma, das zum Abtragen zur Verfügung steht. Diese Umbildung erzeugt die sandigen Böden. Von ihr legt eine gewisse Zonalität der Bodendecken Westafrikas ebenso wie die Entwicklung des Modelversuchs und die Lieferung von Quarzmaterial zu den aus südlichsten gelegenen sandigen Decken Rechnung ab.

### BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND R. (1971) — Morphopédologie et orientations culturelles des régions soudaniennes du Sine-Saloum (Sénégal). IRAT-SODEVA, multigr., 299 p.
- BOCQUIER G. (1971) — Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. *Mém. ORSTOM*, 62, (1973), 350 p.
- BOCQUIER G. et MAIGNIEN R. (1963) — Les sols bruns subarides tropicaux d'Afrique de l'Ouest. *Sols Africains*, 8, p. 359 - 381.
- BOULET R., FAUCK R., KALOGA B., LEPRUN J.C., VIEILLEFON J. et RIQUIER J. (1971) — Carte pédologique à 1/5 000 000 de l'Afrique de l'Ouest, avec notice. Atlas intern. ouest afric., Comm. Sci. Tech. Rech., Organisation de l'Unité africaine.
- BOULET R. (1974) — Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibres dynamiques et bioclimats. Thèse Sci., Strasbourg, multigr., 330 p.
- BREWER R. et BETTENAY E. (1972) — Further evidences concerning the origin of the western australian sand plains. *J. Geol. Soc. Austr.*, 19 - 4, p. 533 - 541.
- CHARREAU C. et FAUCK R. (1965) — Les sols du Sénégal. *Etudes sénégalaises*, 9, 3, p. 115 - 154.
- CHAUVEL A. (1976) — Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Thèse Sci. Strasbourg et *Trav. et Doc. ORSTOM*, 62, (1977), 532 p.
- CHAUVEL A., BOCQUIER G. et PEDRO G. (1977) — La stabilité et la transformation de la microstructure des sols rouges ferrallitiques de Casamance (Sénégal). Analyse microscopique et données expérimentales. Vth. Internat. Meet. Soil Micromorph. Grenade (sous presse).
- CHAUVEL A. et CHARREAU C. (1972) — Observations sur l'exportation de l'argile par les eaux de drainage, effectuées sur trois sols tropicaux sablo-argileux reconstitués en cases lysimétriques. *Bull. Assoc. Fr. Etude du Sol*, 6, p. 251 - 268.
- FAUCK R. (1971) — Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique occidentale. *Mém. ORSTOM*, 61, (1972), 257 p.
- GAVAUD M., BOULET R. et LEVEQUE A. (1974) — Les couvertures de sols soudano-sahéliennes du Tchad au Séné-



- gal. Principes successifs de caractérisation et d'interprétation. Xth Internat. Congr. Soil Sci., Moscou, VIII, p. 123-130.
- HUMBEL F.X. (1976) — L'espace poral des sols ferrallitiques du Cameroun : caractéristiques et comportements en relation avec les régimes hydriques et les bioclimats. Thèse Sci. Paris, multigr., 301 p.
- LEPRUN J.C. (1971) — Nouvelles observations sur les formations dunaires sableuses fixées du Ferlo nord-occidental (Sénégal). *Bull. Assoc. fr. Et. Quat.*, 31 - 32, p. 69 - 78.
- MAIGNIEN R. (1961) — Le passage des sols ferrugineux aux sols ferrallitiques dans les régions sud-ouest du Sénégal. *Sols Africains*, 6 - 2 et 3, p. 113 - 228.
- MAIGNIEN R. (1965) — Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000 000. Notice explicative. ORSTOM, 63 p.
- MICHEL P. (1977) — Recherches sur le Quaternaire en Afrique occidentale. *Bull. Assoc. fr. Et. Quat.*, 50, p. 143 - 153.
- MULLER J.P. (1977) — La microlyse plasmique et la différenciation des épipedons dans les sols ferrallitiques rouges du Centre Cameroun. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., 15, (sous presse).
- PEDRO G. et CHAUVEL A. (1973) — Sur la nature et l'importance relative des principaux mécanismes intervenant dans le processus de lessivage. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 277, D, p. 1133 - 1136.
- TRICART J. et CAILLEUX A. (1965) — Le modelé des régions sèches. Fasc. 1 : Le milieu morphoclimatique. Les mécanismes morphogénétiques des régions sèches. C.D.U., Paris, 129 p.; 2ème édition : TRICART J. (1969), Sedes, Paris, 472 p.
- VERRET F. (1973) — Contribution à l'étude des phénomènes de lessivage. Analyses et interprétations obtenues au cours des premières recherches expérimentales. Mém. DEA Labo. Géol. dyn. Univ. Paris VI, multigr., 36 p.