

GÉOCHIMIE DE LA SURFACE ET FORMES DU RELIEF
I. DÉSÉQUILIBRE PÉDOBIOCLIMATIQUE DANS LES
COUVERTURES PÉDOLOGIQUES DE L'AFRIQUE TROPICALE DE L'OUEST
ET SON RÔLE DANS L'APLANISSEMENT DES RELIEFS

René BOULET*, Gérard BOCQUIER** et Georges MILLOT***

RÉSUMÉ. — Quand les couvertures pédologiques tropicales de l'Afrique de l'Ouest se trouvent en déséquilibre pédobioclimatique, elles se transforment. Soumises à des climats plus secs et plus contrastés que ceux de leur naissance, les couvertures kaoliniques, cuirassées ou non, sont victimes de lessivages internes qui provoquent perte de matière et perte de volume. De plus, les lessivages superficiels des couvertures kaoliniques, cuirassées, ou montmorillonitiques, engendrent des horizons lessivés de surface qui préparent le travail de l'érosion mécanique. Lessivages internes et lessivages superficiels concourent à la rectification du modelé et à l'aplanissement.

I — INTRODUCTION. EQUILIBRE ET DÉSÉQUILIBRE PÉDOBIOCLIMATIQUES

Au terme de son étude des toposéquences de sols de la Haute-Volta, BOULET (1974) a introduit la notion d'équilibre et de déséquilibre pédobioclimatiques. Il a montré que les couvertures pédologiques liées aux manteaux d'altération kaoliniques ou montmorillonitiques sont en équilibre dans les conditions de climat et de végétation qui leur ont donné naissance, mais, quand elles sont soumises à des climats différents, elles sont mises en déséquilibre et se transforment.

Nous voudrions reprendre ici ces phénomènes de déséquilibre pédobioclimatique, pour examiner leur rôle dans le façonnement des versants et l'aplanissement des paysages. Mais notre sujet sera limité de plusieurs façons.

— Nous nous plaçons dans les zones tectoniques stables du bouclier ouest-africain et n'avons donc pas de changements significatifs des niveaux de base.

— De la même façon, nous nous tenons à l'écart des grands axes fluviaux où des érosions mécaniques intenses auraient pu se produire.

— Nous étudions les déséquilibres qui atteignent les couvertures pédologiques, kaoliniques et montmorillonitiques développées sur le socle granitique ou granito-gneissique.

— Nous n'envisageons pas ici le déséquilibre éventuel vers l'humide, mais seulement le déséquilibre qui atteint les couvertures pédologiques soumises à des climats plus secs et plus contrastés.

II — DÉSÉQUILIBRE DES COUVERTURES KAOLINIQUES

Les couvertures pédologiques kaoliniques, formées sur roche granito-gneissique, sont actuellement en équilibre

* Centre ORSTOM, B.P. 165, Cayenne (Guyane).

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

*** Institut de Géologie de l'Université Louis Pasteur, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex.

27 OCT. 1978
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence
no 8372 Pédolo

dynamique dans la zone bioclimatique tropicale humide, où les pluviosités sont au moins de 1200 mm, avec des saisons sèches relativement peu marquées et brèves et une végétation forestière fournie qui régularise le régime hydrique des sols. Ces couvertures peuvent toutefois se présenter plus au Nord, dans la zone soudanaise, dans des conditions climatiques plus sèches et plus contrastées, soit parce qu'elles sont héritées de périodes antérieures plus humides, soit parce qu'elles sont nées en des points privilégiés, où l'alimentation en eau (vaste impluvium) ou la vitesse de percolation (roche grenue à gros grains) se trouvait localement accrue. Mais alors ces couvertures sont mises en déséquilibre et se transforment.

La démonstration de cette transformation sera faite sur une toposéquence de Haute-Volta, située à Garango (BOULET, 1974). C'est là que les trois étapes successives de la transformation coexistent et que l'on peut donc le mieux raisonner.

Les premières toposéquences de ce type ont été analysées dans des sites géographiques et climatiques analogues, au Tchad, par BOCQUIER (1971) qui a mis en évidence leurs principales caractéristiques et propriétés. Mais nous verrons que le domaine initial, non encore transformé, des couvertures pédologiques à dynamique latérale de ces régions, ne subsiste plus qu'à l'état de traces. Si bien que l'on peut dire que les exemples du Tchad ont poussé leur transformation si loin qu'elle est presque achevée. Au contraire, en Haute-Volta, comme à Garango, le domaine initial étant encore bien représenté, le rôle transformant de cette dynamique latérale a pu être mis en évidence. C'est pourquoi nous étudierons, en premier, l'exemple plus complet de Garango.

1. La toposéquence de Garango II, Haute-Volta (BOULET, 1974)

Le paysage de Garango, en Haute-Volta ($0^{\circ} 35' W - 11^{\circ} 46' N$), est mollement ondulé, avec des interfluves courts et des pentes de l'ordre de 2 %, mais il est parsemé d'inselbergs. Dans ce paysage de savane soudanaise, la pluviosité est de 900 mm, avec 7 mois de saison sèche. La couverture pédologique de la partie ondulée du paysage est à montmorillonite. Au contraire, au pied d'un inselberg, se trouve la toposéquence de Garango II, qui présente justement une couverture kaolinique initiale et ses figures de transformation. Cette couverture initiale s'est développée sous l'influence d'une alimentation en eau accrue par le ruissellement des pluies, sur les flancs de l'inselberg.

En allant du pied de l'inselberg, ou knick, jusqu'au thalweg le plus proche sur 400 m, on observe successivement quatre domaines (fig. 1). Le *domaine initial* est constitué de sols ferrallitiques passant latéralement à des sols ferrugineux tropicaux. Le *domaine lessivé* est séparé du précédent par une limite brutale (front de lessivage), inclinée à contre-pente par rapport à la surface topographique. Ce domaine lessivé est sableux, poreux, et présente une organisation éluviale (BOCQUIER, 1971). A la base et à l'aval du domaine lessivé, dont il est également séparé par une limite brusque, planique (front d'illuviation), se situe le *domaine illuvial* argileux, compact. Ce domaine se subdivise en plusieurs horizons B, séparés par des horizons lessivés résiduels. L'ensemble de ce système éluvial - illuvial repose sur un *domaine d'altération*, arénacé à l'amont, montmorillonitique à l'aval.

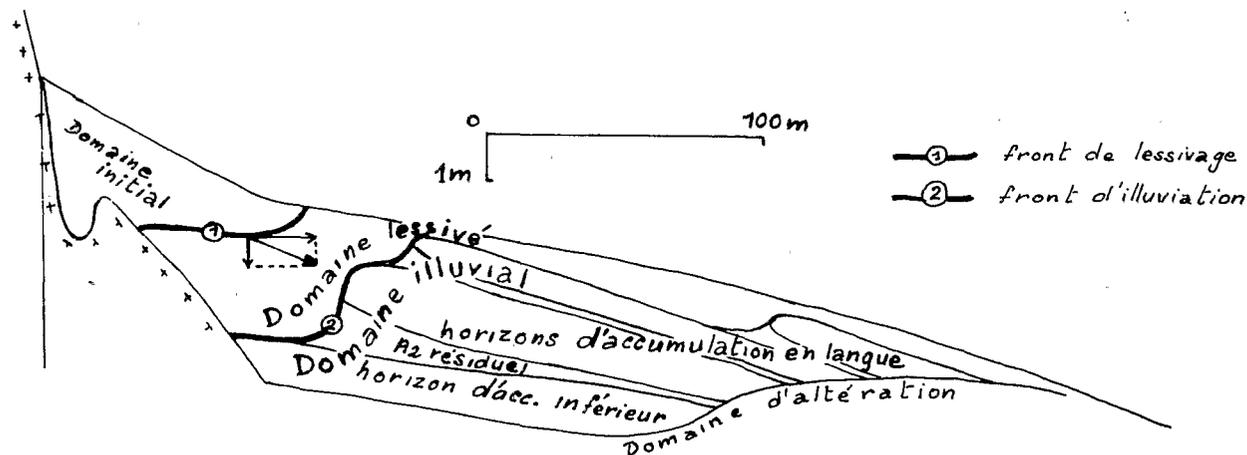


Fig. 1 — Schéma de la toposéquence de Garango (Haute-Volta)

L'étude de la dynamique de cette toposéquence met en évidence les transformations suivantes.

— Au niveau du front de lessivage, se produit une séparation presque complète du plasma argilo-ferrugineux et du squelette de minéraux primaires du sol ferrallitique ou ferrugineux amont.

— Le squelette reste sensiblement sur place, mais se réorganise et acquiert des structures éluviales. Il constitue le domaine lessivé, dans lequel fluctue une nappe durant la saison des pluies.

— Le plasma est transporté selon deux voies. La première est sensiblement verticale et correspond à une décantation ; elle est responsable de la formation de l'horizon d'accumulation inférieur qui tapisse le domaine d'altération. La seconde est latérale et résulte d'un transport de particules argileuses en suspension ; elle aboutit à la formation des horizons en langue, dont l'enveloppe dessine des marches d'escalier (fig. 1). Ce transport a pour effet une invasion remontante du front de lessivage (BOULET et PAQUET, 1972), suivie d'une invasion également remontante du front d'illuviation (BOCQUIER *et al.*, 1970). Sa résultante est oblique, mais, en réalité, presque parallèle à la surface du sol, étant donné que la seconde voie est prépondérante du point de vue du volume transporté. L'accumulation aval de plasma crée un milieu confiné, ce qui a pour conséquence la formation de montmorillonite par transformation et néoformation.

Du point de vue de la répartition de la matière dans le paysage, la séquence de Garango II nous montre clairement :

- une couverture initiale ferrallitique, kaolinique et ferrugineuse, formée surtout par lixiviation verticale, avec faible et lente modification des structures et des volumes originels ;
- la destruction de cette organisation devenue instable, par séparation du squelette et du plasma. Le squelette reste seul sur place ; il y a donc brusque perte de matière et de volume. Le plasma enrichit l'aval ;
- une redistribution de la matière dans le versant, par migration interne à la couverture, migration qui appauvrit l'amont et nourrit l'aval.

2. La toposéquence de Kosséili, Tchad (BOCQUIER, 1971)

Le système éluvio-illuvial qui fut le premier modèle des systèmes à migration latérale de matière est celui de la toposéquence de Kosséili (18° 29' E, 11° 54' N) au Tchad. Cette toposéquence se trouve développée à la périphérie d'un inselberg, en zone sahélo-soudanaise, sous une pluviosité de 850 mm, avec une saison sèche de 8 mois. A partir de l'inselberg jusqu'au glacis correspondant, on observe successivement un domaine à organisation éluviale, lessivé, sableux et poreux, et un domaine illuvial, compact, dense, argileux, riche en montmorillonite. La frontière des deux domaines dessine des marches d'escalier de l'amont vers l'aval : le schéma de BOCQUIER (1971) est reproduit dans le présent cahier (BOCQUIER *et al.*, 1977).

a) Le *domaine illuvial* est organisé sous forme d'un empilement d'horizons B séparés par des horizons lessivés résiduels. Non seulement ces horizons B présentent une disposition qui évoque celle d'anciens horizons lessivés, mais on retrouve en leur sein des figures caractéristiques des horizons lessivés : par exemple des nodules ferrugineux ou des graviers à coiffe d'accumulation par lessivage, antérieurs à l'illuviation. Toute une démonstration permet de reconstituer que ce domaine illuvial est le produit d'une transformation d'anciens horizons lessivés par illuviation de particules, diminution de la porosité, acquisition des caractères d'un milieu confiné, et transformation et néoformation minérales qui développent la montmorillonite.

b) Le *milieu lessivé* plus amont est enchaîné, le long de la frontière en marche d'escalier, avec le milieu précédent. C'est lui qui a perdu son plasma argileux, qui a émigré et s'est transformé dans la zone illuviée. Il a acquis une structure sableuse, poreuse, qui présente les organisations des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Mais les observations micromorphologiques détaillées permettent de saisir les reliques d'une organisation en «raies rouges», où squelette et plasma d'altération avaient les caractères d'un horizon B. «Ces caractères sont considérés comme reliques, car de nouveaux caractères de porosité et d'accumulation discontinue de type A₂ se sont surimposés à eux. Ces caractères disparaissent progressivement dans les profils de l'aval» (BOCQUIER, 1971).

Ainsi, dans cette toposéquence, la redistribution interne et latérale de matière peut être considérée comme achevée ou très avancée, de telle sorte que du domaine initial, où plasma d'altération et squelette étaient encore organisés

entre eux, il ne reste plus que quelques reliques dans le domaine lessivé. Ce domaine éluvial lessivé est fortement appauvri, réduit en extension, tandis que le domaine illuvial, très développé, est enrichi en matière et présente une densité accrue.

c) Un point très intéressant pour les problèmes de modification du relief et d'aplanissement est que ce système de transformation éluvial-illuvial se fait avec modification de la pente des versants (BOCQUIER, 1971). Au pied de l'inselberg, le domaine éluvial présente une pente moyenne de 3,7 %, tandis que le domaine illuvial à l'entour n'offre qu'une pente de 1 %. Le système interne de transfert et de transformation de matière s'accompagne d'une rupture de pente, juste au passage d'une organisation à l'autre. On passe d'un piedmont lessivé (3 - 4 %) à une tête de glacis à montmorillonite (1 %), où les horizons lessivés supérieurs s'offrent aux agents superficiels d'érosion. Ainsi, l'on vérifie par des mesures topographiques que le système de transformation pédologique participe à la genèse de la rupture de pente et de l'aplanissement.

3. Les dégradations des cuirasses ferrugineuses (LEPRUN, 1971, 1977)

Une partie importante de l'Afrique de l'Ouest, et même dans des régions de savane et du Sahel, est couverte d'un manteau kaolinique ancien qui porte des cuirasses ferrugineuses épaisses et très étendues. Ces cuirasses sont inactuelles, comme l'ont montré de nombreux auteurs.

Actuellement, ces cuirasses se détruisent non seulement par la pédogenèse de surface, mais par des mécanismes de dégradation qui se produisent à la base des cuirasses et dans leur épaisseur (LEPRUN, 1971, 1977). La cuirasse est altérée, se désorganise en blocs, puis en débris de tailles décroissantes, qui se désagrègent en leurs constituants pour ne laisser finalement, dans et sous la cuirasse, que des horizons éluviaux sableux (A₂) et des horizons illuviaux argilo-sableux (B). Ainsi, les cuirasses se transforment par redistribution de leurs constituants. Parallèlement, les cuirasses s'altèrent à leur surface par la pédogenèse superficielle normale, au point qu'en Haute-Volta les cuirasses ondulées sont recoupées par la surface topographique très tendue et de l'ordre de 1 % (LEPRUN, 1972).

Ainsi, les cuirasses ferrugineuses qui surmontent très fréquemment les couvertures kaoliniques sont-elles aussi placées en déséquilibre pédobiotique. Soumises à des dégradations géochimiques internes et des rectifications superficielles, elles sont l'objet de redistributions et de pertes de matière qui concourent progressivement à leur disparition des paysages. On peut trouver leurs reliques dans les regs noirs du Sahara.

III - DÉSÉQUILIBRE DES COUVERTURES A MONTMORILLONITE

Dans la zone sahélienne (pluviosité inférieure à 600 mm), en l'absence de manteau d'altération kaolinique ancien, les sols sur roches granitiques sont uniformément montmorillonitiques. Une étude sommaire de leur régime hydrique (BOULET, 1974) montre que leur base est inerte et s'est donc développée lors de périodes plus humides au Quaternaire. Comme il s'agit de sols, dont les horizons B tirent leur substance essentiellement de l'altération des minéraux primaires du matériau arénacé sous-jacent et que celle-ci est actuellement interrompue dans la zone sahélienne, ces couvertures pédologiques ne sont plus susceptibles de s'approfondir de nos jours. La pédogenèse ne peut donc être que superficielle et avoir pour effet une redistribution et, éventuellement, une transformation des constituants pédologiques existants.

La toposéquence de Tassamak (BOULET, 1974), située en Haute-Volta (0° 20' W, 14° 18' N), sous une pluviosité de 500 mm, met particulièrement en évidence les rôles respectifs de la pédogenèse et de l'érosion dans l'évolution actuelle des couvertures pédologiques montmorillonitiques de la zone sahélienne. Cette toposéquence associe des solonetz et des sols bruns subarides alcalisés, dont les relations mutuelles sont mises en évidence par la figure 2. On constate que les sols bruns subarides alcalisés dérivent des solonetz par troncature du profil, jusqu'au sommet des colonnettes inclus. Le processus en est le suivant (BOCQUIER, 1968 ; BOULET, 1974) : l'érosion entaille, par une microfalaie, l'horizon supérieur sableux et rabote le sommet des colonnettes. La mise à l'air du corps des colonnettes

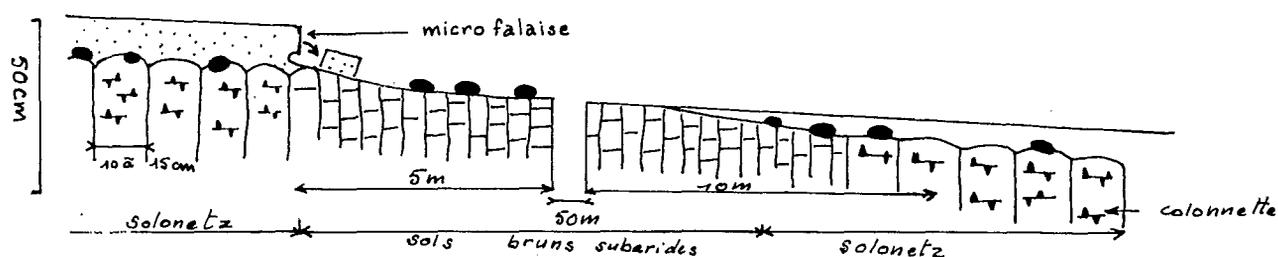


Fig. 2 - Schéma de la toposéquence de Tassamakat (Haute-Volta) : passage des solonetz aux sols bruns subarides alcalisés

entraîne, par les alternances rapides d'humectation et de dessiccation en saison des pluies, l'individualisation de la structure cubique, caractéristique de l'horizon A des sols bruns subarides et qui existe déjà à l'état latent dans les solonetz. Le matériel sableux ainsi déblayé est déposé, pour la fraction grossière du moins, quelques dizaines de mètres plus loin, où il reconstitue l'horizon A sableux, qui apparaît ainsi comme un horizon de transit (BOCQUIER, 1968). Lorsque cet horizon sableux est suffisamment épais (7 à 10 cm), les colonnettes se reforment aux dépens du matériau argileux sous-jacent, sous l'effet de la circulation hypodermique de l'eau (BOULET, 1974). Les fines sont entraînées plus loin et s'accumulent en bas de pente. La concentration des galets de quartz, à la base de l'A₂ des solonetz et en surface des sols bruns où ils constituent une amorce de reg, découle de ce mécanisme d'ablation et constitue une accumulation relative. Cette ablation est maximale au milieu du versant, où la figure 3 montre un point d'inflexion de la topographie et un amincissement du sol.

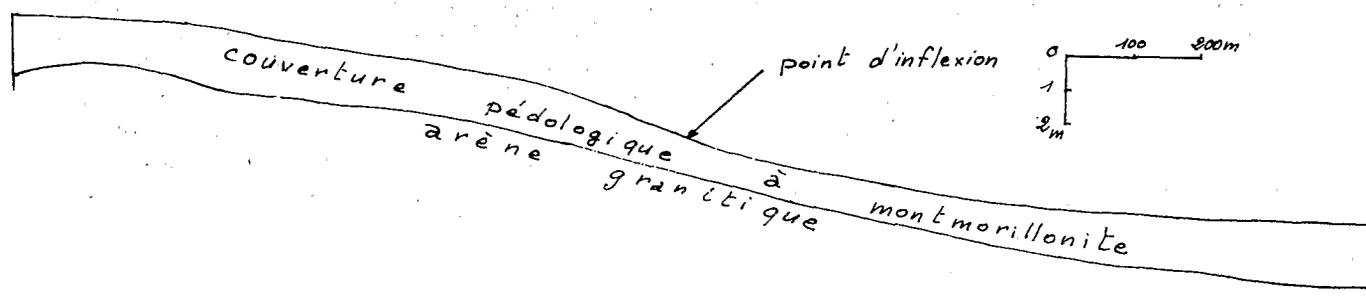


Fig. 3 - Schéma de la toposéquence de Tassamakat (Haute-Volta) : coupe longitudinale

A Tassamakat, l'analyse détaillée des mécanismes, et de leur relation avec les formes de la topographie et l'épaisseur de la couverture pédologique, permet de conclure à une évolution actuelle du versant par recul du point d'inflexion, recul qui aura pour effet, lorsqu'il aura rejoint la ligne de crête, un abaissement de l'ensemble de l'interfluve. Et cette évolution résulte de l'action conjointe de la pédogenèse et du transport superficiel par le ruissellement (BOCQUIER, 1968 ; BOULET, 1974). A l'amont, le lessivage est seul responsable de la différenciation d'un horizon A sableux sur un horizon B argileux compact. Il prépare l'action de l'érosion en nappe ravinante qui détruit cet horizon et le transporte plus loin, où il se reconstitue. Dès lors, le lessivage n'intervient plus que pour accentuer le contraste textural entre l'horizon de transit et son support, contrecarrer toute homogénéisation biologique et faciliter les circulations au contact A₂ - B. Ces circulations hypodermiques jouent un rôle prépondérant, aussi bien dans la formation des structures colonnaires que dans le recul des microfalaises d'érosion, par affouillement de leur base, ce qui constitue une véritable autodestruction. La résultante de cette action conjointe de la pédogenèse et de l'érosion est un transport superficiel des particules solides, par bonds successifs depuis l'amont jusqu'à des avals mal drainés et pratiquement endoréiques.

Dans les marges méridionales du Sahara, le processus d'aplanissement est achevé. Les versants sont stabilisés (BOULET, 1966) à des pentes très faibles de l'ordre de 0,5 % ; les regs sont omniprésents, sur roches cristallines au moins. Des couvertures de sol, il ne reste parfois rien, mais plus souvent il subsiste des reliques de B, de faible épaisseur, généralement inférieure à 0,5 m.

IV – CONTRIBUTION DU DÉSÉQUILIBRE PÉDOBIOCLIMATIQUE A L'APLANISSEMENT DES PAYSAGES

Les exemples de transformation des couvertures pédologiques ici exposés et ceux que l'on peut étudier dans la littérature permettent d'apprécier le rôle de la géochimie et de la pédogenèse dans l'aplanissement des formes du relief.

1. Lixiviation

Sous les climats équatoriaux et tropicaux humides, l'ensemble des auteurs considère que les migrations de matière se font principalement en solution. C'est le phénomène de la lixiviation, qui est intense en raison des pluviosités élevées et de la perméabilité des matériaux d'altération dont l'organisation en charpente argilo-ferrugineuse est poreuse (CHAUVEL, 1976). Au fur et à mesure que l'on va vers le Nord, le rôle de la lixiviation décroît par diminution des pluviosités, augmentation des évaporations, et diminution des porosités en raison des accumulations minérales qui peuvent être ferrugineuses, ou montmorillonitiques, ou calcaires.

2. Lessivages internes

Quand les couvertures kaoliniques entrent en déséquilibre pédologique, dans les climats plus secs à saisons contrastées, il s'ajoute aux lixiviations une transformation brutale qui engendre les lessivages internes. De cette façon, s'ajoute aux départs en solution la migration, interne au profil, de particules fines.

Le mécanisme initial observé par BOULET (1974) est la désorganisation de la structure du matériau ferrallitique à kaolinite. Il y a séparation du squelette sableux qui reste sur place et du plasma argilo-ferrugineux qui migre. Le lessivage emporte le plasma et laisse le squelette sableux, sous forme d'horizons A₂ internes, appauvris. Le plasma émigre, soit pour partie verticalement en formant des traits de décantation, soit latéralement vers l'aval. Ainsi, l'équilibre ferrallitique est rompu et fait place au couple «milieu résiduel lessivé - milieu illuvial confiné». C'est dans ce dernier milieu que les mécanismes de transformation et de néoformation de BOCQUIER (1971) se produisent. La couverture kaolinique se transforme par convergence en couverture montmorillonitique analogue aux couvertures ambiantes, qui sont autochtones. Un piedmont lessivé à kaolinite engendre un glacis enrichi à montmorillonite, avec aplanissement du versant.

Par le jeu répété de ces mécanismes s'enchaînent désorganisation des structures, lessivage des fines, perte de volume et redistribution de matière, aplanissement des versants. On saisit ici un mécanisme souterrain de transport de matière et d'aplanissement.

Il est intéressant de constater que des évolutions comparables sont montrées par LEPRUN (1971, 1977) dans les cuirasses ferrugineuses qui surmontent le manteau kaolinique ; s'enchaînent destruction des structures, libération des quartz, lessivage des plasmas, dégradation interne des cuirasses. Ici et là, le déséquilibre provoque transfert de matière vers l'aval et perte de volume, même dans les parties rigides du paysage.

3. Lessivages superficiels

On a montré, à partir d'exemples voltaïques (BOULET, 1974), que, dans les toposéquences précédentes, les horizons lessivés de surface situés à l'aval du domaine initial sont des horizons lessivés profonds qui ont atteint la surface du sol. Certes le sol mime alors la superposition classique des horizons A et B. Mais il n'y a pas de relation directe entre l'horizon A lessivé supérieur et l'horizon B sous-jacent, qui lui est postérieur et qui a été principalement alimenté par l'amont. Quoi qu'il en soit, ces horizons lessivés, sableux, sont soumis aux agents mécaniques superficiels de l'érosion : ils alimentent de nouveaux modes de transports qui contribuent à l'aplanissement.

Il est très intéressant de noter que, dans l'étude de la transformation des sols ferrallitiques rouges sur formations sableuses de Casamance en sols beige sableux, CHAUVEL (1976), CHAUVEL *et al.* (1977) donnent une nouvelle démonstration du déséquilibre pédobioclimatique. Par assèchement du profil hydrique par ultra-dessiccation, les liaisons entre les particules d'argile qui formaient l'architecture du sol ferrallitique sont rompues. A la saison humide, le plasma

est séparé du squelette par lessivage, et une nouvelle pédogenèse commence en direction des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou, plus généralement, des sols sableux vulnérables au ruissellement et, ultérieurement, aux actions éoliennes. Il est important de noter que, comme dans le cas décrit par BOULET (1974), mais cette-fois-ci en surface et non dans les désorganisations internes, le mécanisme est la séparation du squelette et du plasma des sols ferrallitiques. Enfin, TURENNE (1975) en Guyane française, dans la transformation de sols ferrallitiques en podzols, montre que cette transformation s'effectue d'abord au sommet de la couverture initiale et ne devient soutirante et interne qu'une fois l'horizon B ferrallitique traversé. On sait ainsi que les modalités de ces transformations par ségrégation du squelette et du plasma dans les couvertures ferrallitiques sont diverses.

Parallèlement, les cuirasses présentent à leur surface une pédogenèse dégradante (LEPRUN, 1972, 1977) qui les désorganise, les altère, et rectifie leur surface ondulée en un glacis à faible pente.

Ainsi, aux lessivages internes agissant souterrainement s'ajoutent, dans le déséquilibre des manteaux kaoliniques, les lessivages superficiels évacuant les fines et abandonnant des horizons sableux vulnérables à l'érosion.

De son côté, la couverture à montmorillonite ne présente pas de lessivages internes. Tous les effets sont concentrés en surface, où peuvent naître des horizons A sableux, particulièrement vulnérables, en pays à végétation clairsemée, aux migrations superficielles et au ruissellement. Ces horizons A sont aisément victimes des griffes de l'érosion de ruissellement. Réutilisé par la pédogenèse superficielle plus en aval, ce matériel sableux transite sur le glacis par combinaison des effets de la pédogenèse et de l'érosion mécanique. Ce transit concourt à l'abaissement des interfluves et à l'aplanissement des versants.

4. Lixiviation. Lessivage. Erosion. Aplanissement

Au total, la contribution de la pédogenèse à la destruction des reliefs ou à l'aplanissement des reliefs est multiple.

Au départ, se trouvent la lixiviation et l'altération des roches mères. Une partie des constituants de la roche mère est évacuée en solution. Mais on remarquera que, le plus souvent pour la masse des altérites, la transformation est isovolume. Il y a perte de matière, mais non de volume. C'est ce qui peut être démontré pour la majorité des altérites kaoliniques, des carapaces et cuirasses ferrugineuses, et des altérites à montmorillonite du Sahel. On saisit que l'altération géochimique proprement dite, si elle correspond bien à des pertes de matière, conserve les volumes. Elle ne joue dans la destruction des reliefs qu'un rôle indirect et préparatoire.

On montre ici comment la pédogenèse peut jouer un rôle moteur dans les phénomènes d'aplanissement dans les zones de déséquilibres pédobioclimatiques. Par la désorganisation des structures héritées de l'altération, par la séparation des plasmas et des squelettes à la fois à l'intérieur et à la surface des couvertures pédologiques, s'opèrent un transfert de matière par lessivage, et des pertes de volume. De plus, par l'organisation d'horizons meubles de surface, la pédogenèse prépare le travail de l'érosion mécanique superficielle. Ainsi, peu à peu, les interfluves s'abaissent dans les paysages, et les longs glacis à faible pente prennent naissance. On les retrouve au désert, sous forme de regs, tronqués des horizons supérieurs, mais présentant souvent les reliques des horizons B et C des anciennes couvertures kaoliniques, cuirassées ou non, et des couvertures à montmorillonite.

CONCLUSIONS

En Afrique de l'Ouest, sur les zones stables du socle africain, l'aplanissement du relief ne résulte pas seulement de l'érosion mécanique superficielle. Y concourent également des transferts internes aux couvertures pédologiques, profonds ou non, qui ont pour conséquence de répartir différemment la matière au sein des versants et de contribuer ainsi à l'aplanissement. Cet effet sur l'aplanissement est direct lorsqu'il détermine un appauvrissement de l'amont et un enrichissement de l'aval, il est seulement indirect lorsqu'il prépare les matériaux déliés qui seront entraînés ensuite par l'érosion superficielle.

Mais les transferts décrits ici ne se produisent pas dans n'importe quelles conditions. Ils se déclenchent lorsque les couvertures pédologiques sont mises en déséquilibre, c'est-à-dire lorsque les conditions de leur fonctionnement changent suffisamment pour rendre instables leurs organisations élémentaires. Les causes de déséquilibre sont diverses, mais nous n'avons envisagé dans cette note que les causes climatiques. Ainsi est-on amené à considérer que se sont succédé des périodes d'équilibre des couvertures kaoliniques ou montmorillonitiques, au cours desquelles ces couvertures se sont formées et épaissies grâce à une dynamique essentiellement verticale, et des périodes de déséquilibre où, par suite de l'apparition de climats plus contrastés, les organisations élémentaires formées lors de la période d'équilibre précédente deviennent instables. C'est au cours de ces périodes de déséquilibre que les mécanismes pédologiques, particulièrement efficaces sur les aplanissements que nous venons d'examiner, se manifestent. Leur prise en compte vient donc compléter nos connaissances sur les relations entre le climat, les sols et altérations et la genèse de ces aplanissements.

Manuscrit déposé le 5 janvier 1978

Summary

When tropical pedologic mantles of Western Africa are in pedobioclimatic disequilibrium, they are transforming. The kaolinitic mantles, with or without ironcrusts, in climates drier and more contrasted than those of their genesis, are submitted to internal leachings. This results in losses of matter and volume. Moreover, the superficial leachings of kaolinitic, «ironcreted» (iron indurated), or montmorillonitic mantles generate superficial leached horizons. This prepares the action of mechanical erosion. Internal and superficial leachings concur in the rectification of the relief and in the leveling.

Zusammenfassung

Wenn sich die tropischen Bodendecken Westafrikas im bodenklimatischen Ungleichgewicht befinden bilden sie sich um. Werden sie trockeneren und ausgeprägteren Wechselklimaten als denen ihrer Entstehung unterworfen, so werden die kaolinitreichen Decken mit und ohne Panzer Opfer einer internen Auslaugung, die zu einem Material- und Volumenverlust führt. Ausserdem erzeugen die Oberflächenauslaugungen der Kaolinit-Panzer oder Montmorillonit-Decken an ihrer Oberfläche ausgelaugte Horizonte, die die Arbeit der mechanischen Erosion vorbereiten. Auslaugungen im Innern und an der Oberfläche liegen im Wettstreit bei der Abflachung und Einebnung.

BIBLIOGRAPHIE

- BOCQUIER G. (1968) — Biogéocénoses et morphogenèse actuelle de certains pédiments du Bassin Tchadien. IXth Internat. Congr. Soil Sci., Adelaide, 4, p. 605 - 614.
- BOCQUIER G. (1971) — Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse Sci. Strasbourg et *Mém. ORSTOM*, 62, (1973), 350 p.
- BOCQUIER G., PAQUET H. et MILLOT G. (1970) — Un nouveau type d'accumulation oblique dans les paysages géochimiques : l'invasion remontante de la montmorillonite. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 270, D, p. 460 - 463.
- BOCQUIER G., ROGNON P., PAQUET H. et MILLOT G. (1977) — Géochimie de la surface et formes du relief. II. Interprétation géochimique des dépressions annulaires entourant les inselbergs. *Sci. Géol., Bull.*, 30, 4, p. 245-253.
- BOULET R. (1966) — Observations pédologiques dans le Tamesna oriental (République du Niger). Relations sol - végétation. ORSTOM, Dakar, rapp. multigr., 67 p.
- BOULET R. (1974) — Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibres dynamiques et bioclimats. Thèse Sci., Strasbourg, multigr., 330 p.
- BOULET R. et PAQUET H. (1972) — Deux voies différentes de la pédogenèse en Haute-Volta. Convergence finale vers la montmorillonite. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 275, D, p. 1203 - 1206.
- CHAUVEL A. (1976) — Recherche sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contras-

tées. Thèse Sci., Strasbourg et *Trav. et Doc. ORSTOM*, 62, (1977), 532 p.

CHAUVEL A., BOCQUIER G. et PÉDRO G. (1977) — Géochimie de la surface et formes du relief. III. Les mécanismes de 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. *Sci. Géol., Bull.*, 30, 4, p. 255 - 263.

LEPRUN J.C. (1971) — Premières observations sur des toposéquences à amont cuirassé en Haute-Volta orientale : rôle de la pédogenèse dans la destruction des cuirasses et le façonnement du modelé. *Bull. liaison thème B, ORSTOM*, 2, p. 39 - 53.

LEPRUN J.C. (1972) — Cuirasses ferrugineuses autochtones et modelé des bas reliefs des pays cristallins de Haute-Volta orientale. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 275, D, p. 1207 - 1210.

LEPRUN J.C. (1977) — Géochimie de la surface et formes du relief. La dégradation des cuirasses ferrugineuses. IV. Etude et importance du phénomène pédologique en Afrique de l'Ouest. *Sci. Géol., Bull.*, 30, 4, p. 265 - 273.

TURENNE J.F. (1975) — Modes d'humidification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Thèse Sci., Nancy et *Mém. ORSTOM*, 84, (1977), 173 p.