

Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais : un nouvel exemple de couvertures pédologiques en déséquilibre

par R. BOULET

Section de Pédologie

Centre de Cayenne, B.P. 165, 97301 Cayenne Cedex

SOMMAIRE

Certaines couvertures pédologiques de Guyane Française (climat équatorial), présentent une organisation en systèmes de sols à forte différenciation latérale. Une partie d'entre elles ont un comportement hydrodynamique particulier (ruissellement très élevé sous forêt primaire, nappes perchées, drainage vertical bloqué). Dans tous les cas rencontrés, il s'agit de systèmes de transformation d'une couverture pédologique initiale ferrallitique en des couvertures pédologiques éluvées. Cette transformation présente des analogies avec celles observées en Afrique sahélo-soudanienne. Elle est ici la conséquence d'une mise en déséquilibre de la couverture ferrallitique initiale par suite d'un abaissement du niveau de base plus rapide que l'enfoncement du sol dans son matériau originel.

I. — INTRODUCTION.

Les études pédologiques en Guyane française ont comporté une première phase d'inventaire, portant sur l'ensemble de ce département, ainsi qu'une cartographie à moyenne échelle limitée à la Guyane septentrionale. Une fois ces tâches suffisamment avancées, des travaux plus fondamentaux furent entrepris, qui avaient trait en particulier à la dynamique de l'eau dans les sols ferrallitiques développés sur le socle cristallin ou sur sédiments (TURENNE, 1975) et sous climat équatorial humide (2.000 à 4.000 millimètres de pluie).

En 1973, BLANCANEUX, guidé par des observations qualitatives sur le cheminement de l'eau dans le sol (BLANCANEUX, 1974), installe une case ERLO (ROOSE, 1968) destinée à mesurer le ruissellement, l'érosion, le drainage oblique. Les premiers résultats de ces mesures mettaient en évidence, sous forêt primaire, des ruissellements très élevés, considérablement plus forts que ceux mesurés en Côte d'Ivoire, sur des pentes identiques et également sous forêt. Le drainage oblique à faible profondeur (moins de 50 centimètres) se révéla aussi anormalement élevé.

Il apparaissait ainsi que la dynamique de l'eau dans certains sols de Guyane présente une composante latérale très importante. Ceci nous amena à entreprendre une étude systématique de l'organisation des diverses couvertures pédologiques (1) dans

(1) On désigne ici par couverture pédologique la couverture de sols de l'interfluve élémentaire ; elle peut être simple (variation latérale faible) ou complexe. Le terme de toposéquence qualifie seulement la succession des organisations en fonction de la pente. L'unité hydrodynamique, terme également employé, est une couverture pédologique envisagée du seul point de vue de sa dynamique de l'eau.

leurs variations aussi bien latérales que verticales (BOULET, 1977), étude couplée avec une caractérisation de la dynamique de l'eau en divers points du modelé (cf. article suivant de ce numéro (F.-X. HUMBEL, 1978). Ainsi fut mise en évidence au sein de certaines de ces couvertures pédologiques et en particulier de celles qui présentent une dynamique de l'eau à composante latérale importante, une forte variabilité latérale des organisations morphologiques. Mais ces variations sont ordonnées et les relations qu'elles mettent en évidence éclairent les causes des particularités de bon nombre de sols de Guyane.

Nous présenterons deux exemples. L'un situé à Cabassou, près de Cayenne, correspond à un cas encore rarement rencontré, mais qui permet d'analyser très complètement et de façon démonstrative les relations entre les différentes organisations pédologiques. L'autre, situé le long de la nouvelle route de Saint-Laurent, a été fréquemment observé et caractérise une catégorie de couvertures pédologiques importante en Guyane française septentrionale.

II. — LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE A FORTE DIFFERENCIATION LATERALE DE CABASSOU.

Représentée sur la figure 1b, cette couverture pédologique a pour roche mère une migmatite mésocrate. A l'amont, on observe un sol épais de 4 mètres, de texture argileuse (50 % < 2 μ), kaolinique, rouge, riche en nodules ferrugineux, à bon drainage vertical. L'étude micromorphologique montre que, à partir du matériel à structure conservée où l'altération a déjà transformé en kaolinite (9 % de la terre totale), ou en gibbsite (24 %), tous les minéraux altérables, le fond matriciel meuble rouge provient de la pédoplasation (FLACH et al., 1968) des anciens domaines à dominance feldspathique, tandis que les nodules fossilisent d'anciens domaines riches en minéraux ferromagnésiens ; ces nodules sont donc des lithoreliques. Cette pédoplasation s'ac-

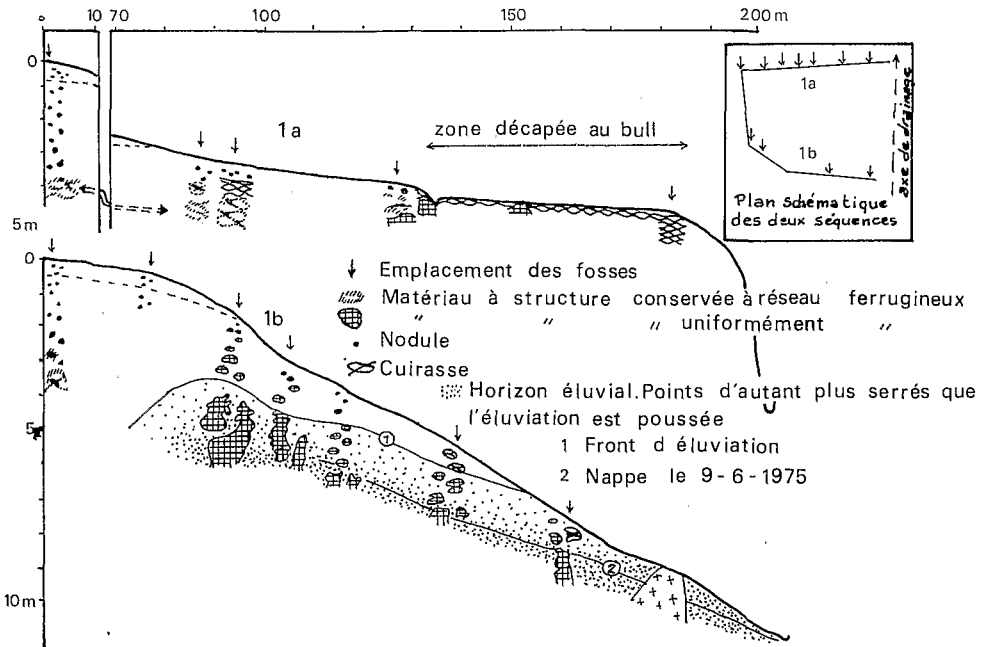


FIG. I. — Organisation des couvertures pédologiques de CABASSOU
 Organization of CABASSOU'S pedological covers

compagne de la formation de micropeds, ce qui confère au sol un assemblage aggloméroplasmique et une porosité élevée. L'évolution des taux de kaolinite et de gibbsite de bas en haut montre que cette transformation s'accompagne d'une kaolinisation de la gibbsite primaire du matériau parental (à 70 centimètres : kaolinite, 33 % ; gibbsite, 10 %). On constate également que les nodules se transforment à leur périphérie en plasma meuble par perte en fer et gain de silice combinée. Mais cette transformation est incomplète et s'arrête vers 1 mètre de profondeur où les nodules durcissent sous l'effet de la dessiccation superficielle.

Dès le **haut de pente**, se surimpose à la base de la séquence pédologique précédente un horizon éluvial dont la décoloration et l'appauvrissement en argile augmentent de haut en bas. Les figures de **transformation** aussi bien des îlots résiduels de saprolite que des nodules sont macroscopiquement probantes. En lame mince, on constate que cette transformation correspond à un départ brutal d'une fraction importante de l'argile et de la quasi-totalité du fer, à une pulvérisation du squelette quartzueux et des fantômes gibbsitiques, donc à une disparition des structures lithorelictuelles et à une réorganisation du squelette qui acquiert un assemblage granulaire d'entassement. **On constate donc une destruction par la base, brutale et totale, des structures d'altération et pédologiques de la séquence de différenciation amont.** Le départ du plasma argilo-ferrugineux est plus probablement dû à son hydrolyse et à son exportation en solution qu'à un lessivage proprement dit car on n'observe pas de figures de migration particulière.

Lorsqu'on descend la pente, le sommet de l'horizon éluvial, ou front d'éluviation, remonte dans la séquence pédologique de l'amont dont il recoupe les horizons, atteignant la surface vers le tiers inférieur de pente. La **discordance** de cet horizon éluvial par rapport à la séquence pédologique de l'amont démontre qu'il est postérieur à cette dernière, que l'on peut dès lors appeler « séquence pédologique initiale » et qui caractérise elle-même une « couverture pédologique initiale ».

Dans l'horizon éluvial, « flottent » des îlots reliques de la couverture initiale : saprolite ou nodules. Vers le tiers inférieur de pente s'ajoutent à ces derniers des îlots ferrugineux à faciès de cuirasse lamellaire.

A l'aval on constate, aussi bien au microscope qu'à l'analyse, une légère kaolinisation de la gibbsite de l'horizon éluvial, mais cela ne correspond qu'à une faible accumulation de silice et l'essentiel des produits de la destruction de la couverture initiale et en particulier la totalité du fer est exporté par la rivière.

L'organisation de la couverture initiale s'éclaire à l'examen d'une autre toposéquence du même interfluve où cette couverture n'est pas ou peu transformée (fig. 1a), et où l'on constate en particulier qu'elle présente un aval cuirassé lamellaire, ce qui explique la présence des reliques cuirassées dans l'horizon éluvial du transect 1b. Mais on observe aussi que cette couverture initiale, là où elle subsiste intacte, a une pente faible, tandis que son aval se trouve perché 6 mètres au-dessus de la rivière, ce qui traduit un creusement linéaire vigoureux dû à un enfoncement du niveau de base, postérieur à la formation de la couverture initiale car celle-ci est recoupée par l'incision de l'axe de drainage.

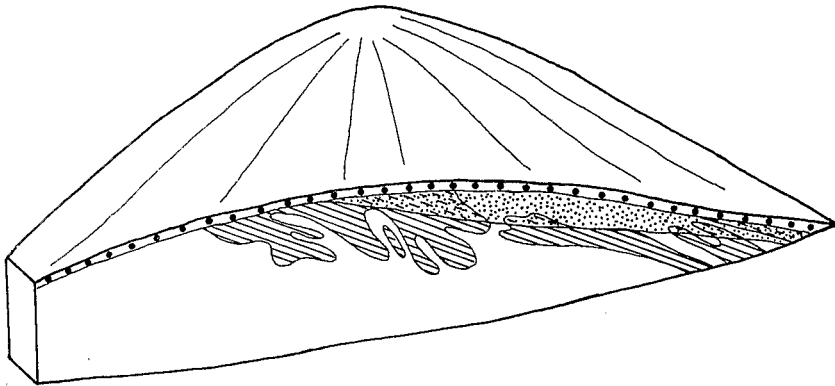
De la comparaison des deux transects, on peut déduire les causes de cette transformation qui sont liées à un **abaissement relatif important du niveau de base local**. Dans le transect 1a, cet abaissement est topographiquement exprimé. Cet abaissement relatif du niveau de base a pour conséquence hydrodynamique un **abaissement identique de l'exutoire de la nappe phréatique**, donc une augmentation de la pente de son toit, ce qui entraîne une accélération de sa circulation latérale. Or, on a montré ailleurs (BOULET, 1974) que les organisations pédologiques, c'est-à-dire la façon dont sont agencées les particules élémentaires, ne se forment et ne se maintiennent que pour un régime hydrodynamique déterminé. Toute modification de quelque importance de ce régime par accélération de la circulation de l'eau dans le sol peut entraîner la destruction de ces organisations. C'est ce qui se produit dans le transect 1b. Dans ce système de transformation, déjà observé ailleurs (BOULET, 1974), la destruction des organisations et l'exportation des produits libérés démarrent à l'aval et à la base de la

couverture pédologique initiale, puis progressent vers l'amont et vers le haut. La transformation, déjà très avancée en 1b, permet de prévoir qu'une fois l'ensemble de la couverture initiale balayée par le front d'éluviation et en grande partie vidée de son plasma argilo-ferrugineux, l'exportation de matière aussi bien par soutirage que par érosion superficielle aura rétabli une topographie en équilibre avec le niveau de base actuel.

III. — LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE A FORTE DIFFÉRENCIATION LATÉRALE DE LA NOUVELLE ROUTE DE SAINT-LAURENT.

Une coupe de cette couverture pédologique, également développée sur migmatite, est dessinée d'après photo sur la figure II. Sur la partie droite, la succession verticale des horizons, si elle était observée dans une fosse pédologique, pourrait passer pour un profil de sol ferrallitique banal avec un horizon humifère, un horizon riche en nodules ferrugineux, un horizon B rouge, argileux, à structure polyédrique moyenne à fine et un matériau originel à structure conservée.

Le matériau à structure conservée est à dominance de kaolinite (49 % en poids) de grande taille bien visible au microscope (10 % seulement d'inférieur à 2μ) ; il contient 7 % de gibbsite. Le taux d'argile granulométrique augmente beaucoup dans l'horizon B rouge ($< 2\mu = 30\%$), tandis que le taux de kaolinite ne s'accroît que légèrement (56 % en poids) ; l'affinement de la texture est essentiellement dû à la pédoplasation.



- horizons humifère et nodulaire
humic and nodular horizons
- horizon B de la couverture initiale
initial cover's B horizon
- ▨▨▨▨ lit mélanocrate non perturbé mais à lithoreliques indurées et plasma ferruginisé
undisturbed melanocrate layer with indurated lithorelics and rubefied argillaceous plasma
- ▧▧▧▧ lit mélanocrate altéré à structure conservée sans induration
weathered melanocrate layer with conserved structure

FIG. II. — Coupe sur la nouvelle route de Saint-Laurent
Cut of the system observed along Saint-Laurent's road

L'exfoliation des accordéons de kaolinite est bien visible en lame mince et s'effectue en même temps que le plasma se colore en rouge. La faible augmentation de la teneur en kaolinite s'accompagne d'une disparition de la gibbsite probablement par silicification. La terre fine de l'horizon nodulaire est à nouveau gibbsitique (8 %) et kaolinique (50 %) avec une texture argileuse ($< 2 \mu = 62 \%$).

Cependant, à l'échelle de l'interfluve, on constate que l'horizon B rouge n'existe que sur le flanc droit et qu'il est recoupé à la fois par l'horizon nodulaire et par la topographie. Cette discordance implique que l'horizon nodulaire se développe **secondairement** aux dépens du profil ferrallitique **par concentration relative des nodules lithorelictuels (1) et départ de plasma argilo-ferrugineux**, et que la formation de la couverture ferrallitique initiale est sinon stoppée, du moins considérablement ralentie par rapport à celle de l'horizon nodulaire.

Moins évident qu'à Cabassou, parce qu'ici, mécanismes pédologiques internes et érosion superficielle sont plus difficiles à dissocier, on identifie cependant un autre mode de destruction, par le **sommet cette fois**, d'une couverture ferrallitique.

Des mesures d'humidité effectuées au long de la saison des pluies permettent de se faire une idée de la dynamique de l'eau correspondant à cette évolution. On l'a schématisée (fig. 3) ; elle est précisée dans l'article ci-après (F.-X. HUMBEL, 1978). Des profils hydriques réels dessinés au bas de la figure 3 et correspondant à des mesures effectuées quelques heures après une forte pluie, on peut déduire que l'eau s'infiltré jusque vers la base de l'horizon nodulaire, s'accumule jusqu'à former des nappes perchées fugaces (mais effectivement observées lors des sondages) au rythme des pluies, puis s'évapotranspire ou circule latéralement jusqu'en bas de pente ainsi que le suggère le gonflement croissant d'amont en aval des stocks d'eau contenus dans les deux horizons supérieurs, gonflement qui disparaît 24 à 48 heures après la pluie, sans que soit modifiée l'humidité des horizons sous-jacents. Une partie importante de l'eau de pluie ruisselle également en surface. On constate donc ici un comportement imperméable de l'horizon rouge initial et du matériau d'altération sous-jacent. A ce comportement correspond une organisation compacte, à assemblage porphyrosquelique et à macroporosité tubulaire faible. Bien que les mécanismes exacts restent encore à déterminer, il est vraisemblable d'admettre que la circulation de l'eau infiltrée au sommet de ce qui reste de la couverture ferrallitique initiale participe à la destruction de cette dernière, assistée en cela par l'érosion superficielle. Elle exporte, sous une forme qui sera précisée ultérieurement, une partie importante du plasma argilo-ferrugineux (ELUVIATION) et concentre relativement les lithorelictuels dispersés dans la couverture ferrallitique initiale, concentration qui est à l'origine de l'horizon nodulaire. A cette dynamique de l'eau superficielle et latérale correspondent les ruissellements élevés mentionnés dans l'introduction.

L'examen des figures II et III montre que l'horizon nodulaire, qui constitue avec l'horizon humifère la couverture pédologique fonctionnelle actuelle, s'est **enfoncé** dans la couverture pédologique initiale, ce qui répond, comme à Cabassou, à un abaissement relatif du niveau de base plus rapide que l'enfoncement normal de la couverture pédologique initiale dans son matériau originel.

(1) L'autochtonie des nodules de l'horizon nodulaire est confirmée par leur plus grande abondance dans le prolongement des lits mélanocrates de la roche mère.

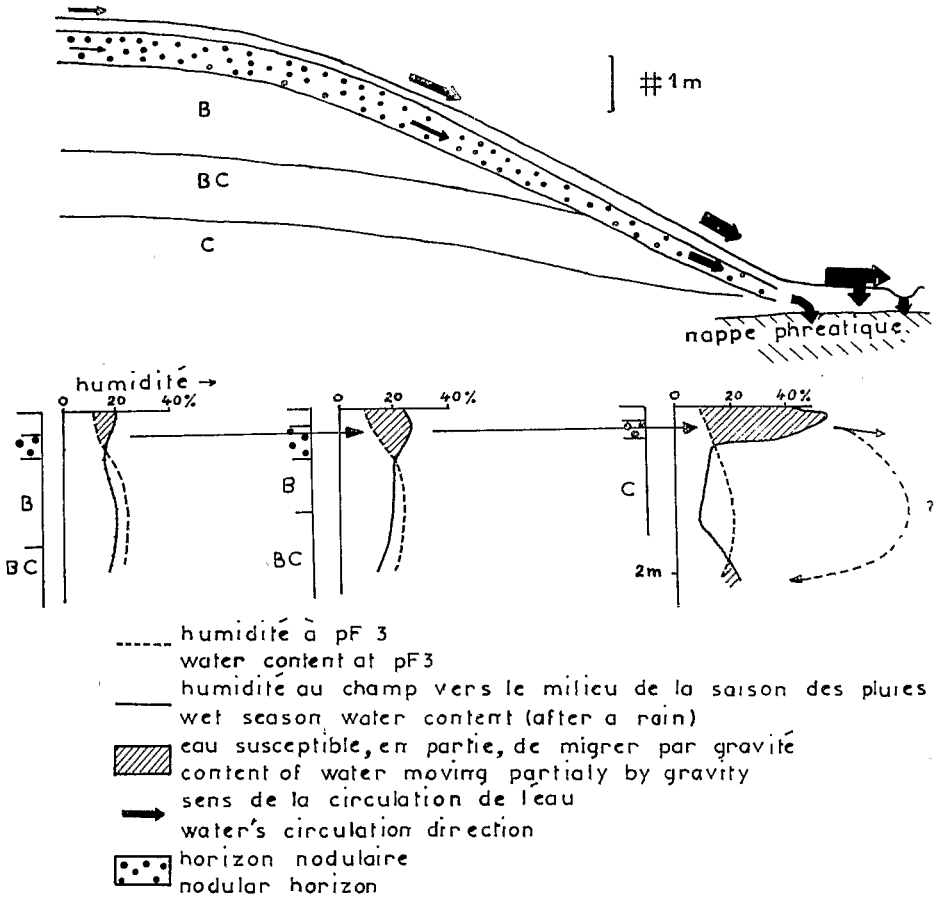


FIG. III. — Variation de l'humidité et circulation de l'eau après une pluie dans une couverture pédologique à forte différenciation latérale sur migmatite
 After a rain water content variation and water circulation in a pedological cover with a large lateral differentiation on migmatite

IV. — CONCLUSIONS.

Les couvertures pédologiques que nous venons d'envisager apparaissent comme des **systèmes complexes de volumes pédologiques répartis sur l'interfluve élémentaire** et qui réagissent les uns sur les autres (systèmes pédologiques, BOCQUIER, 1971). Il s'agit plus précisément de **systèmes de transformation d'une couverture pédologique en une autre**. La couverture pédologique en cours de transformation est une couverture ferrallitique qui apparaît ainsi comme instable ou en déséquilibre dans les conditions actuelles. Cette situation de déséquilibre ou d'instabilité détermine la destruction des organisations élémentaires de la couverture initiale, voire de ses constituants. Dans un cas (Cabassou), la couverture initiale est traversée par l'eau de pluie, elle reste donc fonctionnelle, mais c'est ce fonctionnement même qui détermine sa destruction par la

base. Dans le second cas, la couverture initiale (ou ce qui en reste) n'est plus fonctionnelle, elle est mise hors circuit, sauf à son sommet où elle joue le rôle d'une roche mère, et sa destruction s'effectue alors par le sommet.

Des exemples de transformation interne de couvertures pédologiques en déséquilibre ont déjà été étudiés en Afrique sahélo-soudanaise (BOULET, 1974 ; CHAUVEL, 1977 ; LEPRUN, 1977). La cause de leur déséquilibre était une modification du climat. Dans le cas des couvertures pédologiques guyanaises, le déséquilibre est dû à un abaissement relatif du niveau de base lié, semble-t-il, à un soulèvement du socle plus rapide que l'enfoncement normal de la couverture pédologique initiale dans son matériau (on montrera l'origine tectonique du phénomène dans l'article de R. BOULET, J.-M. BRUGIERE et F.-X. HUMBEL du numéro suivant). Dans le second exemple retenu, le plus fréquemment rencontré jusqu'ici, la dynamique de l'eau superficielle et latérale constitue la conséquence pratique la plus importante de cette situation de déséquilibre de la couverture ferrallitique initiale. Elle détermine en effet la fragilité particulière des sols face à la mise en valeur (ruissellements élevés) et des conditions pédoclimatiques contraignantes pour les cultures (mauvais équilibre air-eau dans la partie supérieure du sol).

(Reçu pour publication : mai 1978.)

SUMMARY

EXISTENCE OF SOIL-SYSTEMS WITH A LARGE LATERAL DIFFERENCIATION IN THE FERRALLITIC SURROUNDING OF FRENCH GUYANE: A NEW EXEMPLE OF SOIL COVERS BROUGHT TO IMBALANCE

In French Guyane, some soil covers are organized in soil-systems having a large lateral differenciation. Some exhibit a particular hydrodynamic features: abundant run-off even under primary forest, subsurface perched water table and obstructed vertical drainage. This soil-systems are presented in this paper with two exemples, the first is situated at Cabassou near Cayenne, the second along the new Saint-Laurent's road.

Up-stream part of the Cabassou's system consistes of four meters thick, red, clayish, permeable ferrallitic soil. From the upper part of the slope, this soil is transforming, from his bottom, into a sandy, white, quartzogibbsitic material which constitutes an eluvial horizon. Therefore this ferrallitic soil becomes a polysequum. This transformation progresses by a front witch is going up through the ferrallitic profile coming down the slope, and reaches the top of the soil at the last third of the slope (fig. 1b). After this point, the soil is being white, quartzogibbsitic, with some indurated initial ferrallitic cover relics. The study of another near transect including the complet initial ferrallitic cover (fig. 1a) shows that ascending transformation is due to an intensive lixiviation as consequence of the imbalance of initial cover plasmic organizations. The origine of this imbalance is a weak lowering (6 meters about) of the basis level, which induces a hydrodynamic conditions change by acceleration of groundwater's circulation.

The second system (fig. 2) consistes of humic and nodular horizons, both being 0,6 to 0,8 meter thick. This horizons are concordant with the topographical surface but are discordant on the underlying B and C horizons of an initial ferrallitic cover. The study of the organization and water dynamic (fig. 3) shows that the only two upper horizons are actualy functional. The water is circulating laterly through the nodular one, without penetrating notably the underlying initial cover. The initial cover's B and C horizons are transformed to the nodular horizon by loss of plasma and relative concentration of ferruginized lithorelics which pre-exist in initial cover. It was shown too that this transformation from the top soil, this time, is also due to an imbalance of initial cover resulting from a basis level lowering.

So it appears that in French Guyane, there are some pedological covers which are in imbalance and are transforming by superficial or, less frequently, underlying lixiviation. That was already observed in tropical Africa but for different reasons. The tectonic origine of the basis level's lowering as imbalance cause will be explained in a following paper in which some consequences on the development will be examined too.

Bibliographie

- BLANCANEUX Ph. (1974). — Caractéristiques physico-chimiques des sols ferrallitiques du bouclier guyanais ; leurs relations avec les eaux de drainage et de ruissellement. Centre ORSTOM Cayenne — Cote P 138 — Ronéo 25 p.
- BOCQUIER G. (1971). — Génèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse Sciences, Strasbourg et Mém. ORSTOM, n° 62, 1973, 350 p.
- BOULET R. (1974). Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibre dynamique et bioclimats. Thèse Sciences, Strasbourg, multigr. 330 p. et Mém. ORSTOM n° 85, 1978.
- BOULET R. (1977). — Aperçu sur le milieu pédologique guyanais. Caractères originaux et conséquences sur la mise en valeur. ORSTOM Cayenne, Cote p. 149, Ronéo 36 p.
- CHAUVEL A. (1977). — Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Thèse Sciences, Strasbourg et Trav. et Doc. ORSTOM, 532 p.
- FLACH K.-W., CADY J.-G. et NETTLETON W.-D. (1968). — Pedogenic alteration of highly weathered parent materials. 9th Intern. Congr. Soil Sci., Adelaïde, IV, p. 343-351.
- LEPRUN J.-C. (1977). — Géochimie de la surface et formes du relief. La dégradation des cuirasses ferrugineuses. Etude et importance du phénomène pédologique en Afrique de l'Ouest. Sci. Géol. Bull. 30 (à paraître).
- ROOSE E.J. (1968). — Un dispositif de mesure du lessivage oblique dans les sols en place. Cah. ORSTOM, Sér. pédol., VI, 2, p. 235-249.
- TURENNE J.-F. (1975) — Mode d'humidification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Thèse Sci. Nancy, Multigr. 181 p.

**Existence de systèmes à forte différenciation
latérale en milieu ferrallitique guyanais :
un nouvel exemple
de couvertures pédologiques en déséquilibre**

par **R. BOULET**

Section de Pédologie

Centre de Cayenne, B.P. 165, 97301 Cayenne Cedex

22 DEC. 1978

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

Collection de Références

B 9515 B de