

ARTICLE 1

ORGANISATION DE CERTAINS SOLS DE GUYANE FRANCAISE EN
SYSTEMES A FORTE DIFFERENCIATION LATERALE : UN NOUVEL
EXEMPLE DE COUVERTURES PEDOLOGIQUES EN DESEQUILIBRE.

R. BOULET[≠]

[≠] Pédologue de l'ORSTOM - Centre ORSTOM de Cayenne - B.P. 165
97301 - CAYENNE CEDEX

1978

O. R. S. T. O. M. 24 MAI 1978

Collection de Références

69215 Pédol.

ARTICLE 1

ORGANISATION DE CERTAINS SOLS DE GUYANE FRANCAISE EN SYSTEMES A FORTE DIFFERENCIATION LATERALE : UN NOUVEL EXEMPLE DE COUVERTURES PEDOLOGIQUES EN DESEQUILIBRE.

R. BOULET Pédologue de l'ORSTOM[✉]

✉ : Centre ORSTOM de Cayenne - BP 165 - 97301 CAYENNE CEDEX.

Cet article est le premier d'une série de quatre qui présentent les résultats d'observations et de mesures faites sur des sols de Guyane Française septentrionale dont l'originalité a été récemment mise en évidence : ces sols se distinguent, à la fois par leur organisation en systèmes et par leur dynamique actuelle de l'eau, des sols décrits à ce jour en Afrique humide (sols ferrallitiques) et au Surinam (oxisols).

Les autres articles sont intitulés :

Article 2 : Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle.

F.-X. HUMBEL.

Article 3 : Différence entre sols de Guyane Française et des sols ferrallitiques d'Afrique humide (Cameroun), en ce qui concerne les propriétés physiques et hydriques. F.-X. HUMBEL.

Article 4 : Relations entre caractères hydrodynamiques et organisation des systèmes de sols de Guyane Française septentrionale. Influence de l'histoire de la couverture pédologique sur l'occurrence de ces systèmes. Conséquences agronomiques. R. BOULET, J.-M. BRUGIERE, F.-X. HUMBEL.

SUMMARY

Title : ORGANIZATION OF SOME SOILS OF NORTHERN FRENCH GUYANE
IN SYSTEMS WITH A LARGE LATERAL DIFFERENCIATION : A
NEW EXAMPLE OF SOIL COVERS BROUGHT TO IMBALANCE.

In French Guyane, some soil covers are organized in soil-systems having a large lateral differentiation. Some show a particular hydrodynamic behavior : abundant run-off under primary forest, perched water table in the subsurface and obstructed vertical drainage. In all cases seen, the initial pedological cover transformes into an eluvial pedological cover. This transformation has similarities with those observed in sahelo-sudanian african countries. In Guyane, it is a consequence of an imbalance action affecting initial ferrallitic covers and due to the lowering of the basic level, faster than the deepening of the pedological cover.

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 éluviées. 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 mm de pluie).

En 1973, BLANCANEAUX, guidé par des observations qualitatives sur le cheminement de l'eau dans le sol (BLANCANEAUX - 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 cm) 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^z dans leurs variations aussi bien laté-

^z : Dans cette suite d'articles, on désigne 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.

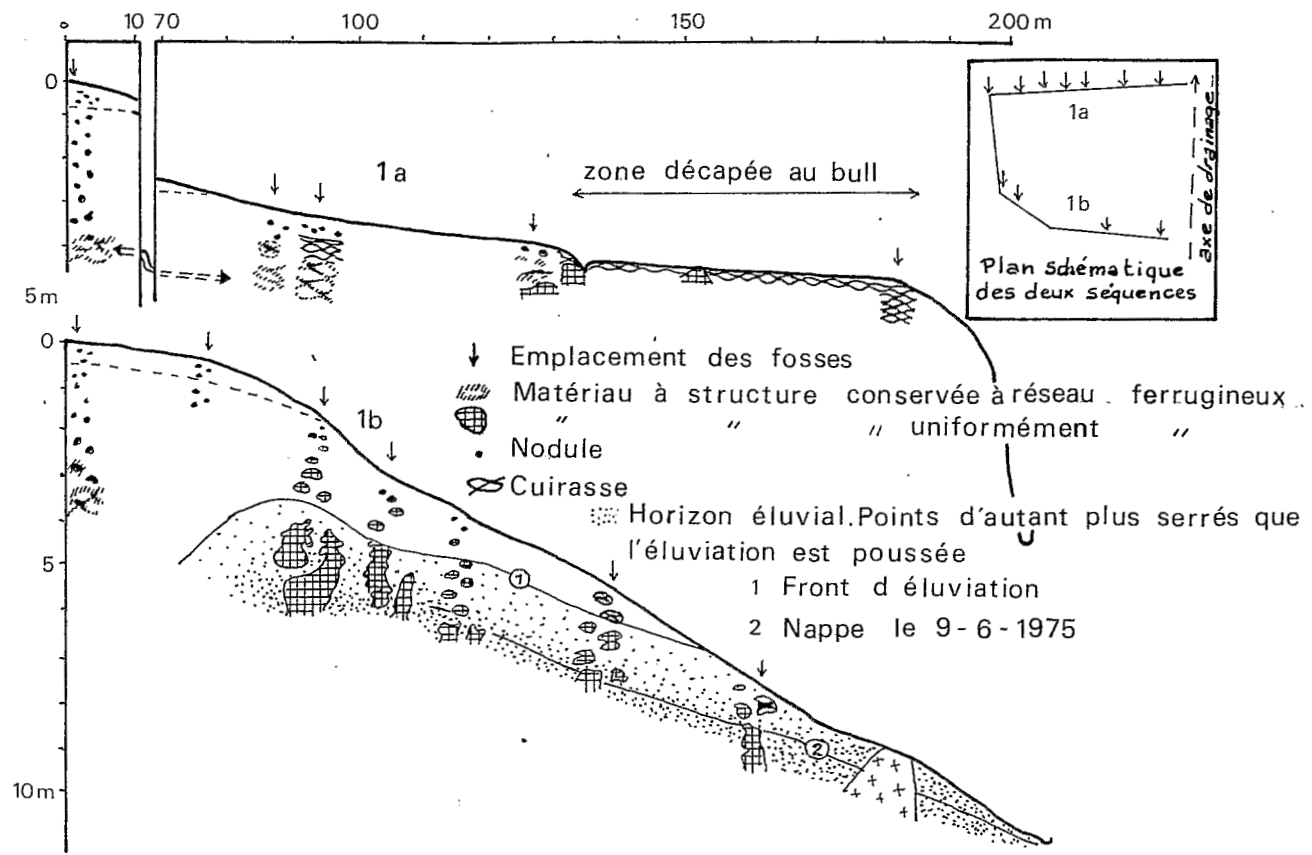


Fig.1: Organisation des couvertures pédologiques de CABASSOU

rales que verticales (BOULET - 1977), étude couplée avec une caractérisation de la dynamique de l'eau en divers points du modelé (cf. article 2). 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 1.b, 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 micro-morphologique 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 (FIACH 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'accompagne 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 cm : 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 m 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 flots 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 quartzeux 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 flots reliques de la couverture initiale : saprolite ou nodules. Vers le tiers inférieur de pente s'ajoutent à ces derniers des flots 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.

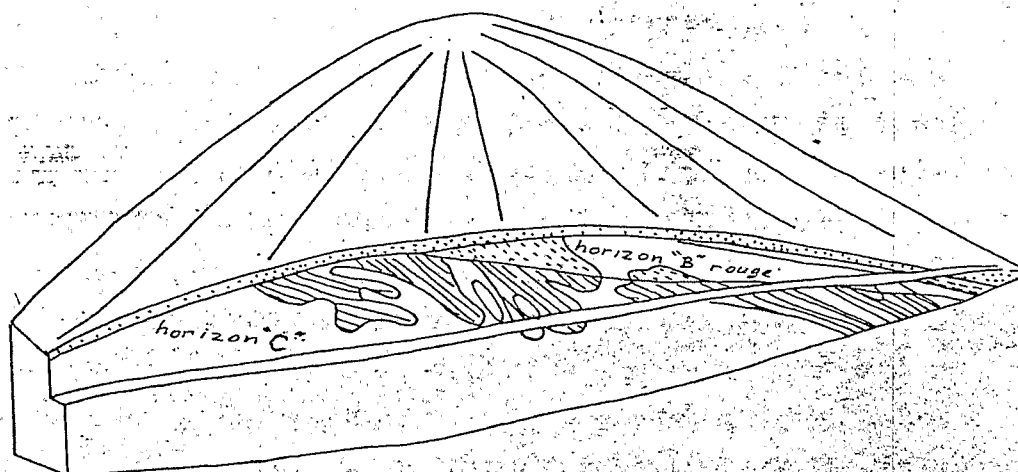
L'organisation de la couverture initiale s'éclaire à l'examen d'une autre toposéquence du même interfluve où cette couverture n'est pas ou peu transformée, et (fig. 1.a) où l'on constate en particulier qu'elle présente un aval cuirassé lamellaire, ce qui explique la présence des reliques cuirassées dans l'horizon éluvial du transect 1.b. 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 m 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 1.a, 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 (BOUIET - 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 1.b. 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 1.b, 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 PEDOLOGIQUE A FORTE DIFFERENCIATION LATERALE 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 2. 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.






-  Lit mélanocrate altéré à structure conservée sans induration.
-  Lit mélanocrate non perturbé mais à lithoreliques indurées et plasma argileux rubéfié.
-  Horizon nodulaire

Fig. 2 : Coupe d'une couverture pédologique à forte différenciation latérale sur migmatite le long de la nouvelle route de Saint-Laurent.

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. 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

sans doute 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[⊗] 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.

⊗ : 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.

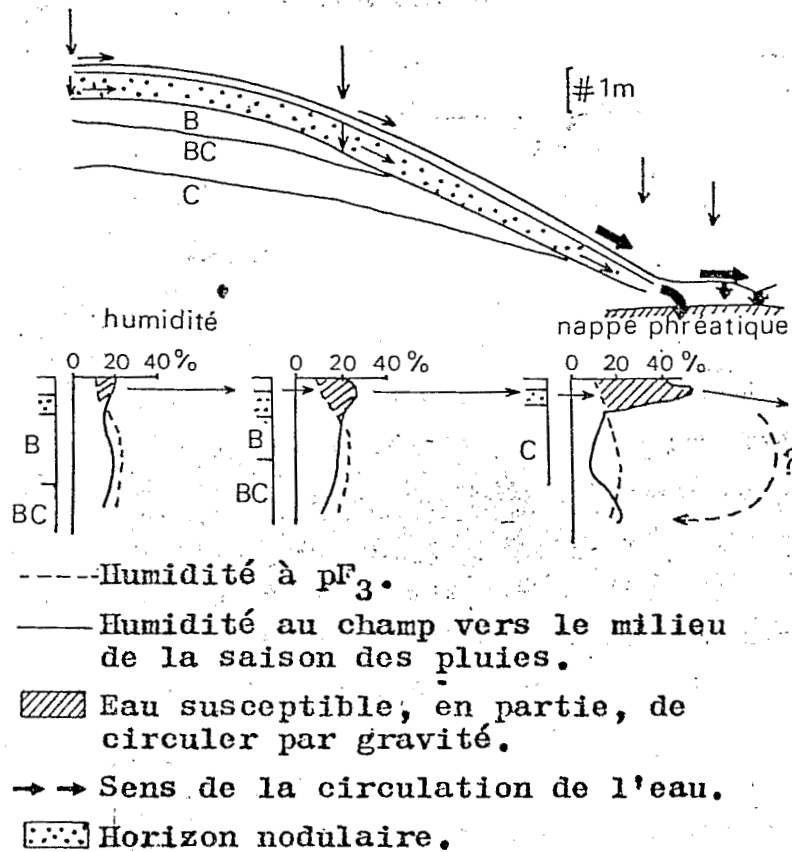


Fig. 3 : Variations d'humidité après une pluie dans une couverture pédologique à forte différenciation latérale sur migmatite.

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 2. 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 h. 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 porphyresquelique et à macroporosité tubulaire faible. Bien que les mécanismes exacts restent à découvrir, on peut 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 reste à déterminer, une partie importante du plasma argilo-ferrugineux (ELUVIATION) et concentre relativement les lithoreliques dispersées 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 2 et 3 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.

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 dans l'article 4 l'origine tectonique du phénomène). 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).

* : Les causes de ce changement de dynamique de l'eau seront examinées plus en détail dans le quatrième article de cette série.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCANEAU 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) - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse Sciences, Strasbourg et Mém. ORSTOM, 62, 1973, 350 p.
- BOULET R. (1974) - Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibre dynamique et bioclimats. Thèse Sciences, Strasbourg, multigr. 330 p.
- 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.

-0-0-0-