

SOLS, SURFACES ET FORMES D'ÉROSION LINÉAIRE EN MILIEU FERRALLITIQUE DE SAVANE: L'EXEMPLE D'UN BASSIN VERSANT DU NORD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

CHRISTIAN VALENTIN
EMMANUEL FRITSCH ET OLIVIER PLANCHON

ORSTOM, BP. V-51, Abidjan, IVORY COAST

RESUME

La comparaison de documents cartographiques à grande échelle (1:2.500) correspondant aux sols, aux états de surfaces et aux formes d'érosion linéaire d'un petit bassin versant de savane humide permet d'établir des relations entre ces différentes composantes du milieu. Il apparaît qu'une forte part du modelé est déterminée par la pédogenèse, elle-même influencée et guidée par les structures géologiques. Les phénomènes d'érosion interne, ou de processus "pseudokarstiques", sont en effet particulièrement marqués. Toutefois, les limites des différentes unités d'organisations profondes et superficielles coïncident rarement, du fait des vitesses différentes d'évolution. Les relations substrat-sols-modelé valident la démarche morphopédologique (ou plus exactement pédomorphologique) et facilitent l'extension régionale des études détaillées.

ABSTRACT

SOILS, SURFACES AND LINEAR EROSION FEATURES

IN A SAVANNA FERRALLITIC ENVIRONMENT:

CASE STUDY OF A CATCHMENT IN NORTHWEST IVORY COAST

A comparison of large-scale cartographic documents (1:2,500) relating to soils, the state of surfaces, and linear erosion patterns for a small catchment in a humid savanna region is used to establish

the relationship between the different constituents in the area. It was found that the relief is largely determined by the pedogenesis, which in turn is influenced and controlled by the geological structures. Internal erosion phenomena, or "pseudokarstic" processes, are particularly affected. However, the limits of different organizational entities, both underground and on the surface, are rarely the same due to their different rates of evolution. The relation between substrata-soils-relief justifies a morphopedological approach (or rather a pedomorphological approach) and facilitates the extension of detailed studies to a regional level.

INTRODUCTION

Dans le milieu tropical, le démantèlement naturel des cuirasses produit des quantités importantes de gravillons que l'on retrouve à la surface des sols, soit par accumulation résiduelle, soit par épandage. La présence et la densité de ces gravillons en surface influencent l'infiltrabilité et l'érodibilité des sols. Une forte densité de gravillons libres favorisent grandement l'infiltration de l'eau (Collinet et Valentin, 1979) à condition toutefois qu'un horizon imperméable ne soit pas subaffleurant (Albergel, Ribstein et Valentin, 1985). Mais une telle observation doit être nuancée: si la terre fine est peu stable, ces gravillons se trouvent enchassés dans des organisations pelliculaires, et l'infiltrabilité est alors très réduite (Valentin et Mahop, 1983; Poesen, 1985). Ce cas est particulièrement fréquent dans les zones arides. Mais, dans tous les cas, la présence de gravillons en surface assure une nette réduction des pertes en terre: des mesures réalisées sous mini-simulateur de pluie à travers l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest ont fait apparaître une diminution exponentielle de la détachabilité en fonction du taux de gravillons (Collinet et Valentin, 1984).

Si ces effets sont bien connus à l'échelle de la petite parcelle, ou du champ, les observations portant sur des échelles plus larges restent rares. Les relations entre cuirassement, gravillons et érosion linéaire sont, notamment, très mal connues. Or, l'étude détaillée d'un petit bassin versant du nord de la Côte d'Ivoire qui associe divers spécialistes (pédologues, hydrologues, botanistes, termitologues, géologues et géophysiciens) fournit une occasion privilégiée d'étudier des différentes formes d'érosion, et plus particulièrement d'érosion linéaire. Ce bassin présente en effet d'assez nombreux ravinaux très peu ramifiés et qui, pour la plupart, ne sont pas raccordés à l'axe principal d'écoulement. Nous nous proposons de mettre en évidence certaines relations entre les sols (et leur substrat), les états de surfaces et ces différentes formes d'érosion.

CADRE DE L'ETUDE

La région choisie correspond à la zone climatique où la prévision des crues pose le plus de problèmes (Dubreuil et Vuillaume, 1975).

C'est en effet pour cette région de savane préforestière que les relations entre les composantes du milieu et son comportement hydrique s'avèrent les plus complexes du fait des fortes variations saisonnières (Poss et Valentin, 1983) et de l'existence d'un écoulement de base important (Chevallier et Sakly, 1985). Le choix de cette région a été motivée également par sa représentativité du quart nord-ouest de la Côte d'Ivoire, zone cartographiée à 1:200,000e par les pédologues de l'ORSTOM. (Yori, 1986; et travaux de Badarello, Beaudou, Camara, Lévêque, Poss, Viennot et Yoro).

Cette région est peu peuplée. C'est la culture traditionnelle qui prédomine: buttage de l'igname, billonnage du coton et culture à plat du riz, du maïs et de l'arachide. La succession culturale la plus fréquente (Mameri et Boa, 1984) est: igname-riz pluvial-arachide-manioc. Il arrive toutefois que la sole commence par du coton, seule culture recevant un apport d'engrais. Les champs présentent souvent des cultures associées (par exemple riz-maïs-légumes). Ils sont abandonnés après 7 ou 8 ans du fait de la baisse sensible des rendements, de l'enherbement, et de l'apparition de griffes d'érosion. La durée de la jachère peut atteindre 40 ans, tant la pression démographique reste limitée.

Le bassin versant retenu pour cette étude couvre 136 ha. Son altitude varie entre 475 m (plateau cuirassé) et 427 m (exutoire). Un levé topographique détaillé a permis de dresser une carte topographique à 1:2,500 dont l'équi-distance des courbes est de 1 m (Chevallier *et al.*, 1985). D'autres documents cartographiques ont été réalisés à la même échelle. Ce sont eux qui serviront de base à notre exposé.

UN SUBSTRAT ONDULE, UNE COUVERTURE PEDOLOGIQUE COMPLEXE

Nous nous bornerons à résumer, au risque de schématisations abusives, la présentation qui vient d'en être faite (Fritsch, Planchon et Boa, 1986).

Le substrat essentiellement gneissique présente deux faciès (gneiss-migmatitique à biotite et gneiss-migmatitique à hypersthène), et deux directions de litage différentes. Dans les deux cas, le substrat est affecté par des ondulations et un réseau de diaclases et de fissures.

Il est possible de distinguer au sein de la couverture pédologique (figure 5):

- des sols ferrallitiques rouges et profond qui bordent quatre plateaux cuirassés relictuels,
- ces sols subissent en passant vers l'aval un appauvrissement graduel et latéral en fer et en argile; associé à la succession de sols ocres, jaunes, puis blancs. Ces derniers sols, totalement éluviés, sont sableux. Dans les bas-fonds, des produits

- colluviaux-alluviaux plus fins les recouvrent souvent ou s'individualisent en lentilles plus profondes;
- à la mi-versant, en position de rupture de pente, se sont développés des sols gravillonnaires, souvent indurés en carapace et en cuirasse.

DES ETATS DE SURFACE TRES DIVERSIFIES

Le terme peu précis d'état de surface est pris ici dans le sens "couvert végétal + organisations pédologiques de surface".

Les grands types de formations végétales ont été différenciés en fonction de critères classiques: présence ou absence de strate herbacée, densité et hauteur des ligneux.

D'une manière générale, et ceci est très fréquent en savane humide, les limites entre les différentes formations végétales ne recouvrent pas nettement les limites de la couverture pédologique. Cette étude détaillée permet néanmoins d'établir certaines relations, d'ordre statistique. Il est possible de distinguer une évolution générale de la végétation liée à la topographie, même si, dans le détail, cette évolution souffre de nombreuses exceptions dues, pour la plupart, à une origine anthropique (jachères, feux,...). La figure 1 présente la distribution simplifiée de l'occupation du sol par les grands types de formations végétales, les cultures et les jachères.

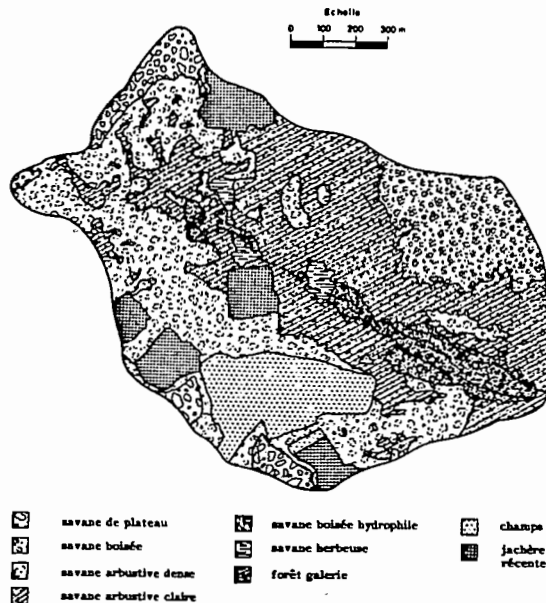


Figure 1. Formations végétales et occupation des sols

Savane de plateau

Le couvert végétal s'organise en auréole autour d'une mare temporaire (endoréisme dû à l'affaissement pseudo-karstique du centre des plateaux cuirassés). Cette végétation de bowal est constituée d'herbacées aquatiques qui occupent la mare temporaire, et d'un couvert de savane arbustive dense à sa périphérie.

Savane boisée

Il s'agit d'une strate herbuse assez discontinue, voûte ligneuse, dense et haute. Ce type de couvert se limite au versant supérieur de la rive gauche, en aval du bassin. Cette zone correspond à une pente très peu marquée et à des sols ocres non gravillonnaires.

Savane arbustive dense

Le couvert herbacé est dense et quasi continu. Il est surtout constitué d'andropogonées (*Andropogon gayanus*, Kunth). Cette formation végétale occupe surtout l'amont du versant de la rive droite, où elle recouvre des sols rouges et ocres. Elle correspond également au talus des plateaux cuirassés, et aux affleurements gravillonnaires de la rupture de pente de mi-versant. En rive gauche, elle s'individualise en flots.

Savane arbustive claire

Alors que le couvert ligneux est nettement moins dense que dans la formation précédente, la strate herbacée comprend essentiellement des graminées de type cespiteux. Il s'agit d'herbacées en touffes denses dont les entre-noeuds inférieurs sont très courts. Ces plantes vivaces sont particulièrement bien adaptées à la protection contre le feu (Descoings, 1975). Cette formation occupe principalement la partie inférieure du versant situé en rive gauche, et la plus grande partie de la rive droite. Elle correspond ainsi à une bande qui traverse le bassin et qui peut-être assez bien reliée à une zone de faible profondeur du toit de l'altérite. Ses limites, constituées de lignes sensiblement parallèles, seraient en relation avec une structure géologique. Cette direction correspond notamment à certaines limites "en baïonnette" de la cuirasse de mi-versant (figure 1 in: Fritsch, Planchon et Boa, 1986).

Savane boisée hydrophile

Cette formation à couvert arboré dense flanque la forêt galerie en aval du bassin. Le sous-bois est constitué de graminées et de fougères. Cette unité est associée principalement aux sols jaunes.

Galerie forestière

Ce type de formation qui comprend des espèces ligneuses de forêt dense humide (Menaut, 1985, communication orale) est discontinue: elle n'occupe que les berges du marigot à l'aval du bassin, et sa tête en amont. A l'aval, elle correspond surtout à des sols blancs sableux, où apparaissent quelques lentilles argileuses, tandis qu'en tête de marigot, elle couvre aussi des flancs d'une sorte de cirque couronné par une cuirasse.

Savane herbeuse

Pratiquement dépourvue d'arbres et d'arbustes, cette formation est presque exclusivement constituée de grandes herbes (*Panicum phragmitoides* stapf, et *Andropogon tectorum* Schum et Thonn - TEHE, communication orale, 1985). Ces étendues plus ou moins marécageuses en saison des pluies correspondent à des matériaux sableux blancs, couverts de colluvions argileux.

Jachères et champs

D'étendue assez limitée, les zones mises en culture, ou laissées en jachères, se localisent sur la partie amont des versants, là où la fraction argileuse des horizons superficiels est supérieure à 15%. Les zones gravillonnaires sont également mise en valeur lorsque la terre fine est suffisamment argileuse. Tel est le cas notamment des affleurements gravillonnaires de la mi-versant. Il est à remarquer que la seule jachère qui s'étend en aval de la rupture de pente correspond précisément à l'extension d'une zone gravillonnaire à carapace, (figure 1 *in* : Fritsch, Planchon et Boa, 1986). Cette utilisation des zones gravillonnaires est très fréquente dans ce milieu; elles présentent en effet des aptitudes agronomiques certaines (Lévêquè, 1982) pour le système de culture considéré.

Quant aux surfaces, nous nous limiterons à certaines organisations pédologiques superficielles qui nous semblent les plus importantes quant à la dynamique de l'eau et l'érosion. Nous laisserons ainsi de côté les surfaces à faibles réorganisations superficielles: celles qui se trouvent quasiment toute l'année sous un mulch de feuilles mortes (savane boisée, savane arbustive dense, savane boisée hydrophile, et forêt galerie) ou sous un couvert herbacé très dense (savane herbeuse).

Pour gagner en clarté, nous présentons ces surfaces sur deux cartes (figure 2 et figure 3).

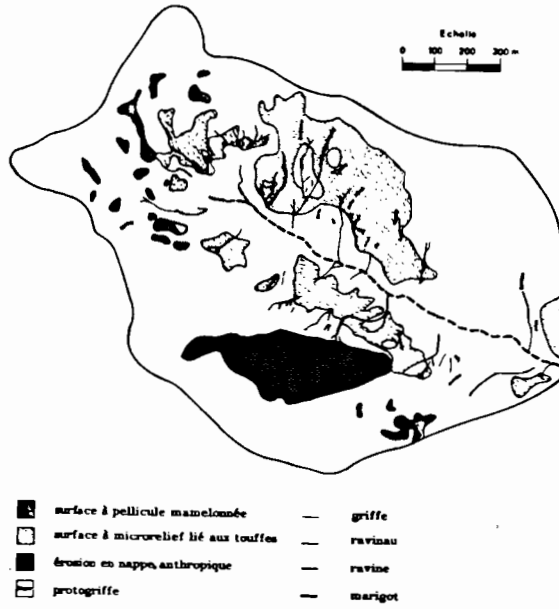


Figure 2. Principales surfaces et formes d'érosion

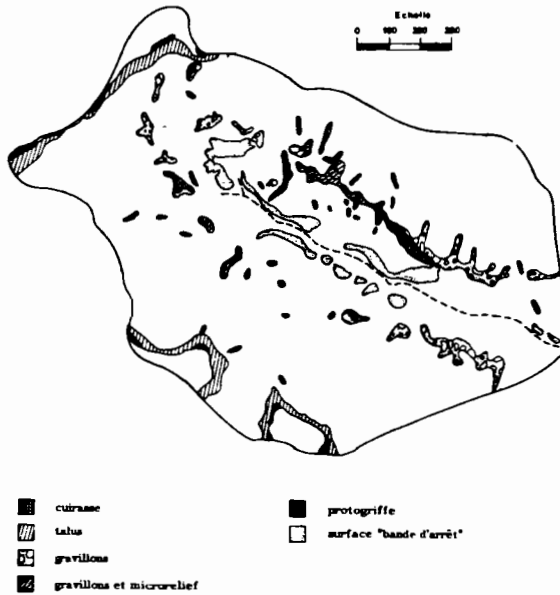


Figure 3. Diverses surfaces importantes pour le ruissellement et l'érosion

L'une des organisations de surface les plus caractéristiques du bassin s'individualise au sein de la savane arbustive claire. Elle se définit par l'existence d'un microrelief important lié aux touffes de graminées surélevées. Ces touffes sont le lieu d'une activité faunique intense alors que les plages intertouffes présentent des réorganisations superficielles marquées (individualisation en microhorizons sableux qui recouvrent une pellicule souvent associée à une porosité vésiculaire). C'est sur ce type de surface que les nids de *Trinervitermes* sont les plus nombreux. Ils sont entourés de plages nues pelliculaires dépourvues de végétation. Ce type de surface correspond à un ruissellement anastomosé marqué. Elle couvre tous les types de sols à l'exclusion des sols éluviés blancs à l'aval. Elle est peu représentée sur les sols rouges de l'amont.

La forme de ses limites laisse supposer qu'elle a tendance à regresser à l'aval et à progresser à l'amont.

En amont, elle est plus ou moins reliée à un autre type de surface qui pourrait la précéder dans le temps. Il s'agit d'organisations qui se développent en sommet de versant dans des clairières de forme digitée. Le microrelief n'y est pas marqué. Bien que l'activité faunique y soit généralisée (nombreuses termitières de *Macrotermes*), les organisations superficielles couvrent une part importante de la surface (pellicule mamelonnée à fentes).

Les limites de la surface à fort microrelief associé aux touffes sont nettement plus marquées à l'aval. Elles correspondent au contact, assez brutal, avec deux autres surfaces:

1. dans les parties convexes, une surface "bande d'arrêt". Il s'agit de zones caractérisées par un couvert herbacé dense, sans microrelief, sans réorganisations superficielles. Elles apparaissent essentiellement sur des sols jaunes. En saison des pluies, on y observe la disparition du ruissellement en nappe, ou concentré (figures 2 et 3). Ces surfaces qui assurent une infiltration importante permettent l'alimentation d'une nappe peu profonde qui affleure plus à l'aval et se déverse en une ligne de sourcins située légèrement au-dessus du marigot.
2. dans les parties concaves, la savane herbeuse. La surface de ces zones marécageuses présente un microrelief marqué, caractérisé par une très forte activité faunique (très nombreux turricules, et la présence de nombreux canalicules de ruissellement s'y observe). La limite entre ces zones dépressionnaires et la surface à fort microrelief associé aux touffes est très souvent soulignée par la présence de nids de *Cubitermes* (termitières, champignons) disposés en arcs de cercles.

C'est dans la surface à microrelief associé aux touffes que s'individualise un type particulier d'organisation que nous désignerons par le terme de protogriffes. Elles se caractérisent par une zone nue, le plus souvent allongée dans le sens de la pente, sans incision, mais à fortes réorganisations superficielles. Il semble que ce type de surface correspond au premier stade de concentration du ruissellement: passage du ruissellement anastomosé à un ruissellement plus orienté.

Signalons enfin les affleurements gravillonnaires où l'on distingue aisément (figure 3) d'une part les surfaces à microrelief, souvent situées à l'aplomb d'un horizon induré subaffleurant, et d'autre part, les surfaces planes, où la carapace est plus profonde.

LES FORMES D'ÉROSION LINEAIRE ET LEURS RELATIONS AVEC LES COMPOSANTES DU MILIEU

Plusieurs formes d'érosion linéaire ont été identifiées sur ce bassin versant, en définissant 4 classes de profondeur d'incision:

Protogriffes: (pas d'incision) définies plus haut, elles ne sont pas liées à un type de sol particulier et semblent plutôt dépendre des conditions topographiques (existence d'un microimpluvium de ruissellement anastomosé). Ces protogriffes peuvent s'inciser et se transformer en griffes; ces évolutions sont souvent liées (figure 2) au passage à un matériau moins résistant: par exemple au passage d'une carapace à un sol ocre, ou d'une cuirasse à une carapace.

Griffes: elles se définissent par l'existence d'une incision peu profonde qui n'affecte que les horizons de pénétration organique. Cette forme d'érosion n'est pas non plus liée statistiquement à un type de sol ou de surface. Il est à remarquer que les champs ne sont affectés que par cette forme d'érosion linéaire (en plus de l'érosion en nappe - figure 2). Elle correspond donc à des processus actuels. Il faut noter aussi qu'un certain nombre de griffes sont reliées au marigot; elles se développent alors dans les dépressions, sur des colluvions argileuses qui recouvrent les sables blancs.

Ravinaux: il s'agit d'incisions plus profondes mais qui restent inférieures à un mètre. Elles se localisent essentiellement sur la ligne de rupture de pente. Leur existence n'est liée statistiquement ni à un type de sols, ni à un type de surface.

Ravines: l'incision est profonde et dépasse un mètre de profondeur (la plus marquée atteint 4 m). Ces ravines se localisent le plus fréquemment dans les sols ocres non gravillonnaires, sous savane arbustive dense. Il est intéressant de préciser que certaines de ces ravines atteignent et parfois même entaillent légèrement un matériau induré. D'amont en aval, le cas le plus fréquent de successions ravinou-ravine correspond au passage carapace-cuirasse. Ce paradoxe

n'est qu'apparent puisque l'induration peut-être postérieure à l'entaille de l'altérite, comme cela a pu être clairement montré pour l'une des ravines.

Si l'on ne s'attache plus uniquement à la profondeur des incisions mais aussi à leur zone d'influence topographique (figure 4), trois grands types d'incisions peuvent être différenciés:

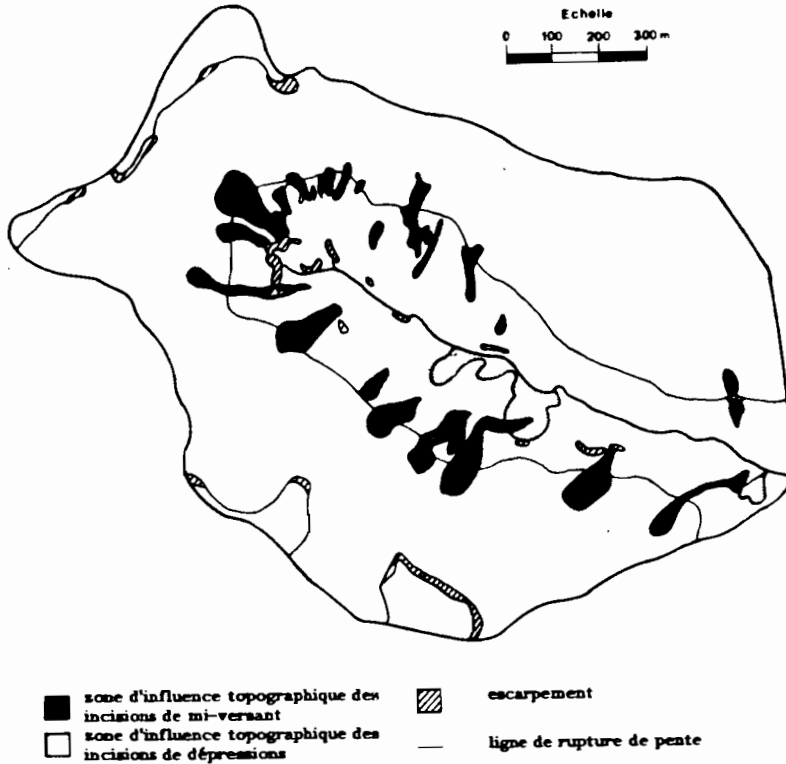


Figure 4. Zones d'influence topographiques des incisions

- 1) Les protogriffes et griffes situées au-dessus de la rupture de pente. Elles n'ont pas de zones d'influence topographique. Elles correspondent, comme nous l'avons déjà signalé, soit à une activité humaine (culture), soit à un type de surface (surface à microrelief). Dans certains cas, elles semblent plus ou moins en continuité avec les surfaces à pellicules mamelonnées de l'amont. Cet ensemble "surfaces à pellicules mamelonnées - surfaces à microrelief-protogriffes-griffes" peut, dans certains cas, être lié à des processus internes. Sous une de ces griffes, un drain profond a pu, en effet, être décrit. L'apparition de tels drains serait favorisée par la présence de diaclases sous-jacentes. Comme nous l'avons déjà évoqué, cet ensemble progresserait vers l'amont et pour-

rait se raccorder vers l'aval à des formes d'érosion linéaires plus évoluées et vraisemblablement plus anciennes.

- 2) Les griffes de l'aval raccordées au marigot. Elles se forment sur des matériaux colluviaux fins recouvrant les sables blancs. Elles s'individualisent dans des dépressions concaves qui correspondent à des drains peu profonds perpendiculaires au marigot.

Puisqu'elles correspondent à un type de milieu peu perméable recevant les eaux de ruissellement d'un vaste impluvium, elles résultent d'une érosion linéaire superficielle. Il faut préciser néanmoins que la forme de l'impluvium obéit à un déterminisme plus profond. L'existence d'un drain à forte pente (5%), perpendiculaire au marigot, favorise les processus d'érosion linéaire interne (éluviation latérale le long du drain et induit très probablement un affaissement localisé du relief. Cet affaissement, accentué par le ruissellement superficiel, aurait un déterminisme pédogénétique, lui même orienté par un déterminisme géologique (diaclasses, fissures).

Des arguments pédologiques nombreux (Fritsch, Planchon et Boa, 1986) et topographiques viennent étayer cette hypothèse. Le développement de cette dépression est postérieur à la formation du versant aval. La capture d'une ravine par cette dépression (figure 5) démontre en effet cette modification du relief. Plusieurs auteurs (Humbel, 1964; Savigear, 1960) ont déjà attiré l'attention sur le rôle, souvent déterminant pour la morphogenèse en milieu tropical, des processus pédogénétiques, et particulièrement de l'éluviation latérale, ou soutirage (Boulet, 1975; Leprun, 1979; Fritsch, 1984; Poss et Rossi, 1984). Remarquons aussi que ces dépressions, lorsqu'elles buttent sur la rupture de pente provoque des effondrements et même une reculée de la cuirasse (figures 4 et 5). La plupart des escarpements du bassin seraient à attribuer à la sape opérée par les sources à ce niveau. Un tel phénomène, qui est très probablement responsable de la formation du "cirque" en tête de marigot, a maintes fois été décrit dans le milieu tropical humide (Rougerie, 1960; Sautter, 1969).

- 3) Enfin, le troisième groupe d'incisions se caractérise essentiellement par la traversée de la ligne de rupture de pente. Celle-ci est très probablement à l'origine de leur formation (conjonction d'une forte pente et d'une faible infiltrabilité de la cuirasse subaffleurante). Cette rupture de pente peut résulter d'actions combinées: non seulement de l'induration, mais aussi du soutirage qui s'exerce à l'aval. Le ruissellement superficiel accentuerait l'affaissement induit par cette éluviation latérale. Les incisions liées à la rupture de

pente correspondraient à des processus anciens.

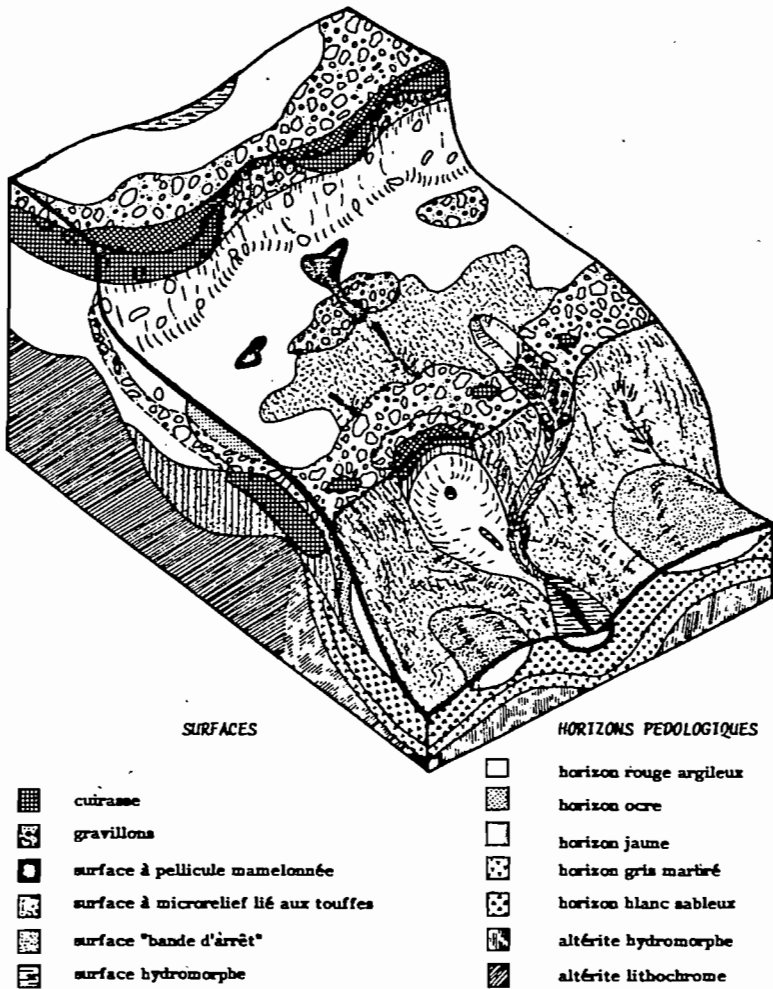


Figure 5. Schéma de distribution des sols, des surfaces et des différentes formes d'érosion linéaire sur le versant

CONCLUSION

Au terme de ce rapide exposé, il est possible de dégager deux conclusions.

Tout d'abord, nos différentes observations ont montré, à plusieurs reprises, que des organisations de la couverture végétale, de la surface des sols, et des différentes formes d'érosion pouvaient correspondre à un déterminisme pédologique et géologique. De telles

relations sont fréquentes dans le milieu tropical humide, surtout lorsque le substrat présente une hétérogénéité pétrographique ou plus simplement topographique. L'importance, dans un tel milieu, des phénomènes d'altération, et de dissolution, favorise les processus d'érosion interne qui, combinés avec l'érosion superficielle, contribue fortement à la formation du modelé.

Ces mécanismes, essentiellement géochimiques, déjà décrits en Côte d'Ivoire pour les plateaux cuirassés (bowés) et les plateaux sur sables tertiaires, semblent également fréquents à l'aval de versants de la zone ferrallitique. Connus par les géomorphologues sous le terme de phénomènes pseudokarstiques, ils semblent encore sous-estimés.

Le dernier point concerne l'utilisation possible de telles recherches. Nous avons vu qu'elles permettent d'établir des relations entre substrat, couvertures pédologiques et végétales.

Mais les concordances de limites sont peu fréquentes, du fait des différences de dynamiques dans le temps, et dans l'espace. Parmi les diverses composantes d'"états de surface", c'est la topographie qui permet le mieux, dans cette zone, de différencier les grands systèmes de sols. La cartographie morpho-pédologique (ou pour être plus exact, pédomorphologique, en raison du déterminisme pédogénétique) se trouve donc justifiée et ce type d'étude détaillée permet ensuite des extensions régionales sans grand risque d'erreur.

BIBLIOGRAPHIE

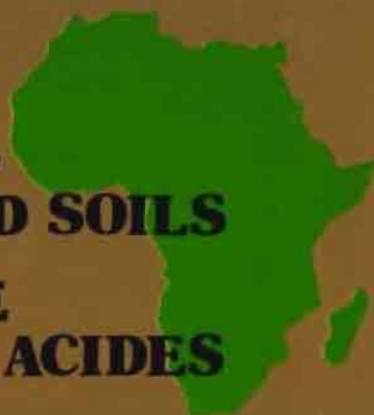
- ALBERGEL, J., RIBSTEIN, P. et VALENTIN, C. 1985. L'infiltration : quels facteurs explicatifs? Analyse des résultats acquis sur 48 parcelles soumises à des simulations de pluies au Burkina Faso. Journées Hydrologiques de Montpellier. Colloques et Séminaires, ORSTOM, 24p. (à paraître).
- BOULET, R. 1978. Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibres dynamiques et bioclimats. Mém. ORSTOM, n° 85. 272p.
- CAMARA, M. et BOA, D. 1984. Résultats de l'enquête en milieu paysan à Booro-Borotou. ORSTOM, Abidjan. 21p., multigrs.
- CHEVALLIER, P. et SAKLY, F. 1985. Etude du rapport pluie-débit sous pluie simulée sur un petit bassin de savane humide (Booro-Borotou, Côte d'Ivoire). ORSTOM, Paris. 30p. + annexes, multigrs.
- CHEVALLIER, P., ETIENNE, J., JANEAU, J.L., LAPETITE, J.M. et MAHIEUX, A. 1985. Bassin versant représentatif de Booro-Borotou. Caractéristiques physiques et équipement hydropluviométrique. ORSTOM, Abidjan. 22p., 4 tbls., multigrs.

- COLLINET, J. et VALENTIN, C. 1985. Evaluation of factors influencing water erosion in West Africa using rainfall simulation. *In* : Challenges in African Hydrology and Water Resources. IAHS Publ., 144:451:461. 6 tbls., 3 figs., 16 refs.
- DESCOINGS, H. 1975. Les types morphologiques et biomorphologiques des espèces graminoides dans les formations herbeuses tropicales. *Naturalia monspeliensa*, sér. Bot., 25:23-25. 2 planches, 12 réfs.
- DUBREUIL, P. et VUILLAUME, G. 1975. Influence du milieu physico-climatique sur l'écoulement de petits bassins intertropicaux. IAHS Publ., 117:205-215. 3 figs., 2 réfs.
- FRITSCH, E. 1984. Les transformations d'une couverture ferrallitique en Guyane Française. Thèse 3ème cycle, Paris. 190p.
- FRITSCH, I., PLANCHON, O. et BOA, D. 1986. Les transformations d'un paysage cuirassé au nord-ouest de la Côte d'Ivoire sur formations gneisso-migmatitiques. *In* : Séminaire régional sur les latérites. Coll. Colloques et Séminaires, ORSTOM. 12p., 11 figs. (à paraître).
- HUMBEL, F.X. 1964. Etude de quelques dépressions circulaires à la surface d'un plateau sédimentaire de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 2 (3):27-42, 4 figs., 11 réfs.
- LEPRUN, J.C. 1977. Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins de l'Afrique Occidentale sèche. Genèse-Transformations-Dégradation. Mém. BRGM, n° 58. Orléans. 222p.
- LEVEQUE, A. 1982. Quelques aspects de la structure des sols ferrallitiques en saison humide. Implication agronomique concernant le cotonnier dans le nord de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Abidjan. 38p., multigrs.
- POESEN, J. 1985. Surface sealing on loose sediments : the role of texture, slope and position of stones in the top layer. *In* : Proc. of the Int. Symp. Assessment of Soil Surface Sealing and Crusting, Ghent, Belgium, ISSS. (à paraître).
- POSS, R. et VALENTIN, C. 1983. Structure et fonctionnement d'un système eau-sol-végétation. Une toposéquence ferrallitique de savane (Katiola, Côte d'Ivoire). Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 20 (4):341-360. 12 tbls., 8 figs., 22 réfs.
- POSS, R. et ROSSI, G. 1985. Systèmes de versants et évolution morpho-pédologique au Nord Togo. 28p., 1 tbl., 10 figs., 4 photos. (soumis pour publication dans Zeitschrift für Geomorphologie.)

- ROUGERIE, G. 1960. Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. Mém. IFAN, Dakar. 542p.
- SAUTTER, G. 1969. Essai sur les formes d'érosion en "cirques" dans la région de Brazzaville (République du Congo). Mém. et Doc. n° 9, nouvelle sér., Service de Doc. et Carte Géogr. 170p., 51 figs., 15 pls.
- SAVIGEAR, R.A.G. 1960. Slopes and hills in West Africa. Zeitschrift für Geomorphologie, Sup. n° 1, pp.156-171, 11 réfs.
- VALENTIN, C. et MAHOP, F. 1983. Organisations superficielles et reconnaissance pédologique. Esquisse à 1/50.000e du bassin du Kuo à Digouera-Ouest de la Haute-Volta - 6850 ha. ORSTOM, Abidjan. 25p., 5 tbls., 2 figs., 1 carte h.t., 22 réfs., multigrs.
- YORO, G. 1986. Communication au séminaire régional sur les latérites. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM. (à paraître).

LAND DEVELOPMENT- MANAGEMENT OF ACID SOILS

DEFRICHEMENT-MISE EN VALEUR DES SOLS ACIDES



BAROMBI, KANG
- CAMEROON

IBSRAM PROCEEDINGS
ISBN 974-87467-5-5 **No. 4**

IBSRAM



CRSTOM

**PROCEEDINGS OF THE
FIRST REGIONAL SEMINAR ON
LATERITIC SOILS MATERIALS, AND DRES**

**JANUARY 21-27, 1986
SOUALA, CAMEROON**

**PREMIER SEMINAIRE REGIONAL SUR
LES LATERITES, SOLE, MATERIAUX ET MINERAIS**

**JANVIER 21-27, 1986
SOUALA, CAMEROON**

**PROCEEDINGS OF THE IBSRAM SESSION ON
LAND DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF ACID SOILS IN AFRICA**

**COMPTE RENDU DE LA SESSION IBSRAM SUR LES
BENEFICHIEMENTS ET MISE EN VALEUR DES SOLE ACIDES EN AFRIQUE**

**EDITED BY
M. LATHAM**

IBSRAM

**INTERNATIONAL BOARD FOR SOIL RESEARCH AND MANAGEMENT
PO BOX 9-109 BANGKOK 10900, THAILAND, 1987**

The seminar was organized by

LE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (**MESRES**)

L'INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN
COOPERATION (**ORSTOM**)

INTERNATIONAL BOARD FOR SOIL RESEARCH
AND MANAGEMENT Inc. (**IBSRAM**)

Co-sponsored by

BUNDESMINISTERIUM FUR
WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT (**BMZ**)
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

Correct citation: International Board for Soil Research and Management Inc. (IBSRAM), 1987, Land Development and Management of Acid Soils in Africa, Proceedings of the IBSRAM session of the first regional seminar on Lateritic Soils, Materials and Ores, Douala, Cameroon, January 21-27, 1986. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without written permission of IBSRAM.

ISBN 974-87467-5-5

Printed in Thailand