

UN TYPE DE MODELÉ CUIRASSÉ LA SÉRIE MÉTAMORPHIQUE DE KOUKI EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Sols et géomorphologie

Y. BOULVERT*

RÉSUMÉ

Sur la dorsale qui sépare les bassins de l'Oubangui et du Chari, le climat est soudano-guinéen à deux saisons tranchées et l'induration importante. Celle-ci se confirme particulièrement au centre-nord de la République Centrafricaine sur la série métamorphique précambrienne de Kouki.

Sept séquences permettent d'étudier les différents niveaux fossilisés par l'induration et les sols qui leur sont liés. Parmi les sols lithiques sur cuirasse, le faciès des bové ou lakéré représente une caractéristique géomorphologique essentielle.

Deux surfaces d'aplanissement et trois glacis d'érosion ont été reconnus. Une chronologie proposée permet de replacer ces niveaux dans un cadre africain plus général. L'importance du remaniement résulte de cet étagement en gradins.

La ferrallitisation demeure le processus essentiel de pédogénèse mais, à partir d'intercalations de roches basiques, s'individualisent des sols hydromorphes lithomorphes et même des vertisols à nontronite.

ABSTRACT

On the upland between the Oubangi and Shari rivers, the climate has the characteristics of that found in Guinea and Sudan, with two contrasted seasons and the hardening is considerable. This can be especially observed in the north central part of the Central African Republic, on the metamorphic precambrian Kouki series.

Seven sequences enable us to study the different levels which have been fossilized by the hardening process and the soils connected to them. Among the weakly developed soils formed by erosion on duricrusts, the « bové » or « lakéré » facies represents an essential geomorphic characteristic.

*Centre ORSTOM de Bangui (République Centrafricaine)

Two planation levels and three piedmont slopes caused by erosion, have been identified. A suggested chronology enables us to set back these levels in some more African surroundings. The importance of these reworked soils comes from the arrangement in tiers.

Ferrallitisation is still the main process of pedogenesis but from basic inserted rocks, there is a formation of lithomorphic hydromorphic soils also vertisols with nontronite.

INTRODUCTION

L'Ouham se situe au centre-nord de la République Centrafricaine, sous un climat soudano-guinéen à deux saisons tranchées. La cartographie pédologique de cette préfecture a permis de se rendre compte de l'importance de l'induration et du remaniement ainsi que de la répartition des sols en fonction de la position topographique et du matériau originel.

Ces caractères sont accentués sur la Série métamorphique précambrienne de Kouki, dans laquelle des niveaux étagés sont fossilisés par une forte induration. La répartition des sols suivant les surfaces et glacis d'érosion, est étudiée à partir de la description de sept séquences. L'observation du contact avec

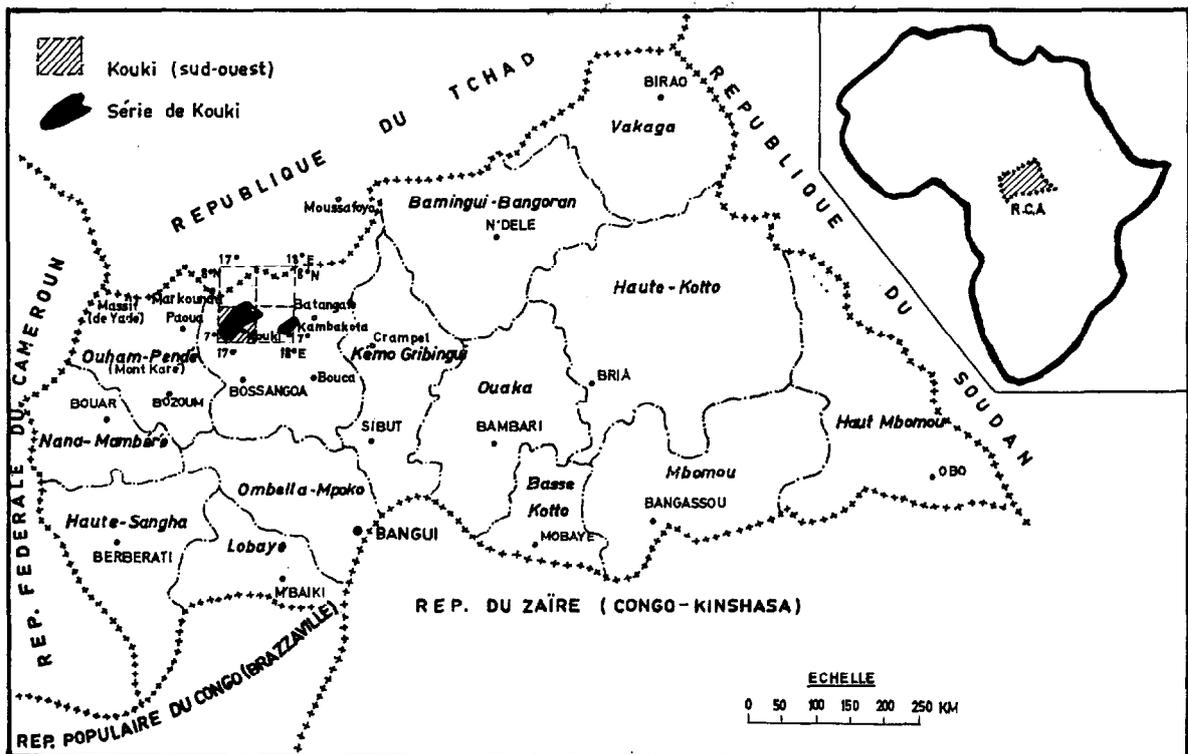


FIG. 1. — Situation de la région étudiée en République Centrafricaine.

les dépôts du Continental Terminal et la comparaison avec les régions voisines permettent de proposer une chronologie de ces différents niveaux.

Limites de la Série de Kouki

Reconnue dès 1951, par J. GÉRARD, lors des premières prospections réalisées en vue de l'établissement de la carte géologique à 1/500 000 de Bossangoa-Est, l'entité géologique dite Série de Kouki recouvre environ 2 800 km² sur la feuille IGN de Kouki. Elle affleure en deux zones d'inégale importance, situées toutes deux au nord du 7° parallèle (fig. 1). La plus étendue se développe au Nord et à l'ouest du poste de Kouki, sur près de 80 km de longueur. Orientée vers le nord-est, *la Série de Kouki disparaît un peu au-dessus de 7° 30' N, sous les formations gréseuses du Continental Terminal*. Sa largeur reste voisine de 30 km et elle n'atteint pas le carrefour de Bodjomo au nord-ouest (fig. 3). Elle se prolonge au sud-ouest jusqu'à la grande piste de Bossangoa, vers le Tchad.

L'autre zone d'affleurement débute à proximité de Kambakota et se prolonge également vers le nord-est, sur 35 km, jusqu'à l'Ouham aux environs de 7° 30' N et de 18° E. Moins caractéristique, cette zone n'a été traversée que par des itinéraires de complément (1).

1. FACTEURS DE PÉDOGENÈSE

1.1. CLIMAT

Le climat est tropical à deux saisons tranchées du type soudano-guinéen défini par AUBREVILLE (1949-1950). La saison des pluies s'étend d'avril à octobre avec, de juillet à septembre, plus de deux cents millimètres d'eau par mois. Un peu plus de cinq mois de saison sèche lui succèdent. A Kouki, la pluviométrie moyenne annuelle (sur sept ans) est de 1 260 mm, en 67 jours de pluie. L'amplitude thermique est assez faible, autour de la température moyenne annuelle (26,7 °C) ; la variation de l'humidité relative est plus marquée.

A partir de ces données climatiques, on peut estimer selon la méthode de FOURNIER (1960), la dégradation spécifique calculée à 1 400 tonnes de terre par kilomètre carré et par an. Avec les plateaux escarpés de la Série de Kouki, le coefficient de massivité dépasse 16 et la perte en terre atteint localement la valeur très élevée de 3 100 tonnes.

1.2. VÉGÉTATION

La région de Kouki appartient au domaine des savanes soudano-guinéennes (AUBREVILLE, 1950). Plus que les savanes à espèces dominantes décrites par SILLANS (1958) à *Burkea africana*, à *Isoberlinia*

(1) La prospection de terrain a été effectuée en janvier et février 1968, avec la collaboration de A. FORGET, après une reconnaissance préalable (BOULVERT, 1966).

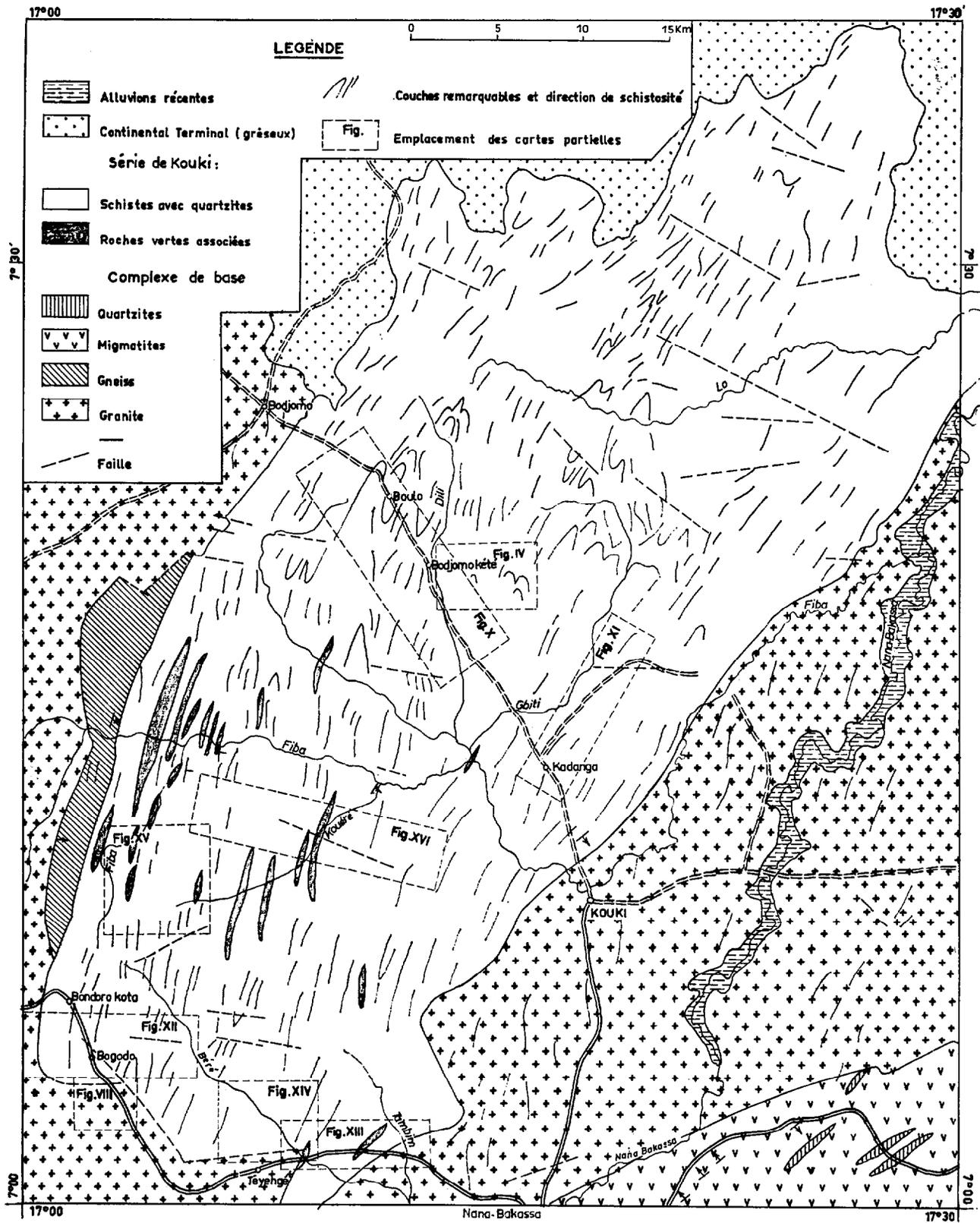


FIG. 2. — Carte géologique des environs de Kouki, (d'après J. GERARD - 1962)

doka, à *Anogeissus leiocarpus*, on y rencontre des savanes à espèces mélangées à *Terminalia laxiflora* ou à *Terminalia glaucescens*. Ces savanes sont le plus souvent envahies par des espèces « pyrophiles » : *Hymenocardia acida*, *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*...

En dehors du cas des « lakéré » (cf. 2.1.2.) caractérisés justement par l'absence de végétation ligneuse sur cuirasse sub-affleurante, on peut conclure avec SILLANS qu'il n'y a pas de plantes réellement caractéristiques d'un type de sol. Toutefois, l'examen des relevés botaniques révèle des affinités plus ou moins marquées.

Les moyennes de ces relevés sur la Série de Kouki comparées à celles de tout le degré carré, présentent certaines différences. Ainsi *Monotes kerstingii* et *Isoberlinia doka* sont moins nombreux que sur le Continental Terminal, au Nord. Inversement, la Série de Kouki peut correspondre à la limite nord de certaines autres plantes comme *Albizzia zygia*, *Erythrina sigmoïdea*, *Uvaria chamae*.

On peut observer une variation des fréquences de rencontre en p. 100 le long des toposéquences ⁽¹⁾. Ainsi, *Hymenocardia acida* a été relevé avec une fréquence de 70 p. 100 sur les sols lithiques, de 30 p. 100 sur les versants et de 10 p. 100 sur sols hydromorphes de bas de pente. Certaines plantes, comme *Strychnos spinosa*, disparaissent même complètement sur ces derniers alors qu'elles sont communes sur lithosols, D'autres n'ont été observées que sur les sols lithiques ou indurés ; citons *Securidaca longipedunculata*, *Strychnos inocua*, *Swartzia madagascariensis*, *Pavetta crassipes*. Et même, *Ochna afzelii* n'a été observée ici que sur cuirasse ancienne.

Inversement, *Pseudocedrela kotschy* devient assez commun sur les sols de bas de pente ; il n'est fréquent que sur les sols vertiques où *Terminalia laxiflora* et *Piliostigma thonningii* abondent tandis que de nombreuses espèces disparaissent. La végétation y est moins diversifiée qu'ailleurs.

Enfin, certaines espèces semblent s'installer de préférence sur sols profonds et bien drainés. On peut citer *Anogeissus leiocarpus*, *Lanea barteri*, *Terminalia glaucescens*, *Erythrina sigmoïdea*, *Allophylus africanus* espèces méridionales plutôt sur sols ferrallitiques, et *Isoberlinia doka*, *Monotes kerstingii* d'affinités tchadiennes plutôt sur sols ferrugineux tropicaux.

1.3. ROCHES-MÈRES (fig. 2)

Péetrographiquement, la Série de Kouki est essentiellement constituée de formations schisteuses dans lesquelles sont interstratifiés des niveaux de quartzites francs et surtout de roches vertes.

Les faciès schisteux représentent 95 p. 100 des formations (J. GÉRARD, 1961) ; les types en sont très variés, schistes sériciteux, gréseux, ampélitiques, ardoisiers, rubéfiés, phtanites. Les quartzites des intercalations sont sombres, noirs, sombres à cavités, ou encore ferrugineux à texture rubanée. Ces niveaux forment des crêtes bien visibles dans le paysage.

Le faciès roches vertes est constitué par deux types de roches amphiboliques, les unes caractérisées par l'association : amphibole claire-zoïsite, les autres par une structure ophitique plus ou moins bien conservée. Ces roches basiques peuvent s'altérer en donnant des sols vertiques à montmorillonite.

La Série de Kouki a des directions de plissements et de pendage concordantes avec le Complexe de base précambrien qui l'entoure ; elle pourrait donc lui être rattachée. D'un autre côté, elle présente

(1) Pour plus de détails sur l'environnement botanique cf : *Note sur les savanes de l'Ouham*. BOULVERT, 1969, 27 p. et sur les facteurs de pédogenèse, cf. Notice explicative : Carte pédologique Kouki, B-1971.

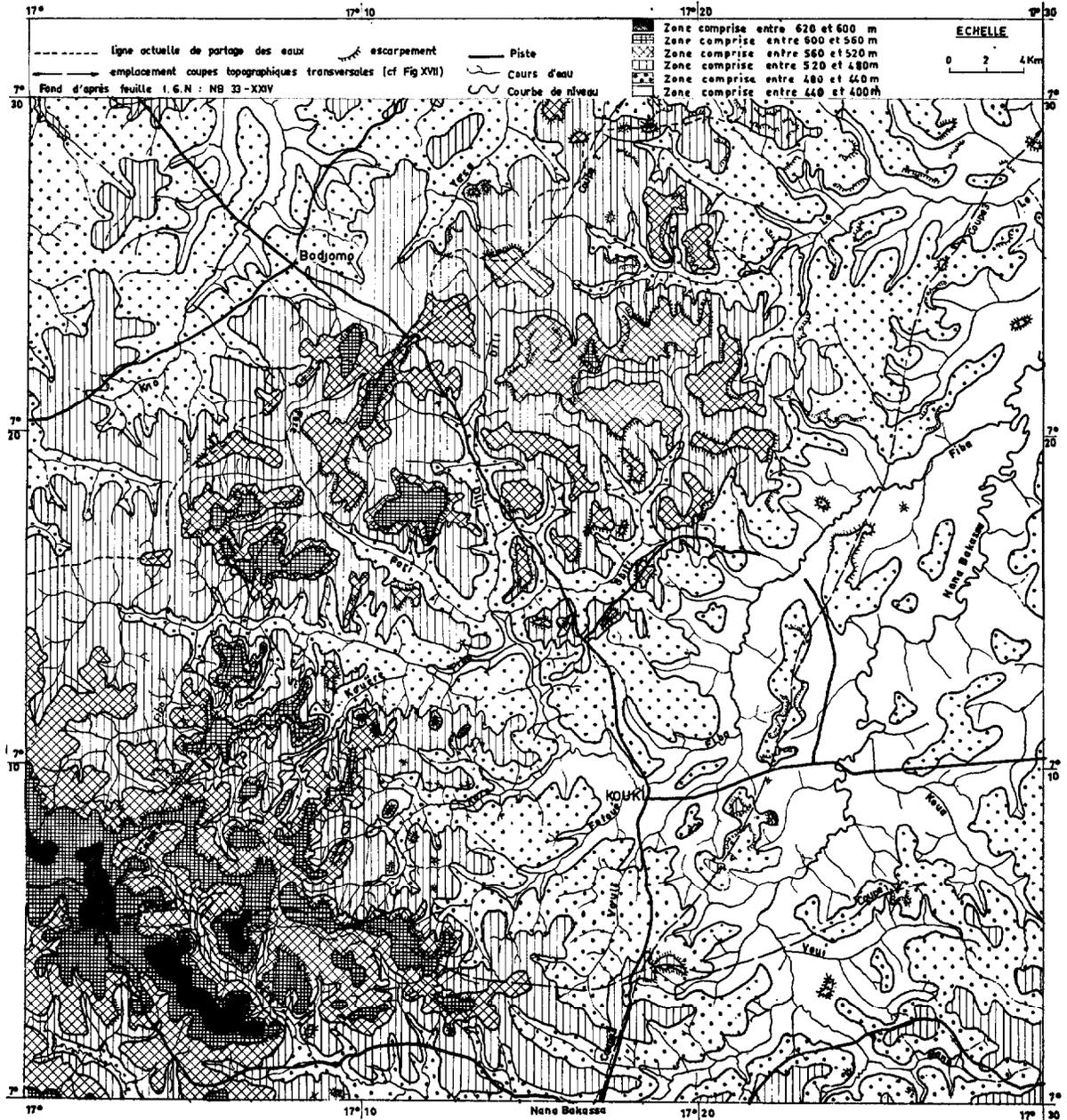


FIG. 3. — Schéma oro-hydrographique de la région de Kouki.

des analogies avec les séries du précambrien moyen ; de plus, on note un brusque changement de faciès et un style tectonique général différent. Le contact entre les deux formations n'a jamais été observé et interdit de conclure ⁽¹⁾. Pourtant, J.L. MESTRAUD (1963) rattache la Série de Kouki au Précambrien A séparé du complexe de base ou Précambrien D, par une discordance majeure.

1.4. OROGRAPHIE-HYDROGRAPHIE

Un examen superficiel du schéma orographique, suivant les courbes de niveau de la figure 3, ferait croire à une succession de plateaux étagés.

La Série de Kouki est en fait constituée par un ensemble, *dominant toute la région*, de plateaux disséqués par l'érosion.

Ces plateaux peuvent être raccordés entre eux mais on s'aperçoit qu'ils sont très légèrement inclinés du sud-ouest vers le nord-est où ils disparaissent sous le revêtement du Continental Terminal.

Leur pente, légèrement plus accentuée au sud, est en moyenne de 2 p. 1 000 ce qui correspond tout de même à une variation de 620 à 500 mètres sur une soixantaine de kilomètres. A ce basculement vers le nord nord-est dans la direction des lignes structurales, s'en ajoute un autre vers l'est ; la pente moyenne y est de 3 p. 1 000.

L'orientation des couches peut s'observer de deux manières différentes : soit directement à partir des arêtes rocheuses, soit indirectement par l'orientation des lakéré de plateaux.

Les nombreuses failles, généralement orientées Est-Ouest, sont soulignées soit par des alignements sur lesquels viennent buter les structures, soit par des tronçons de rivières rectilignes correspondant à des zones de broyage empruntées de préférence par les cours d'eau : vallées typhoniques.

Les plateaux de Kouki servent de château d'eau à la région. Les rivières partent en divergeant mais étant donné la dissection de ces plateaux et leur inclinaison générale vers le Nord et l'Est, seuls ceux du Nord-Ouest (Kao, Yasa) se déversent vers la Nana-Barya. Les autres rivières (Béré, Fiba, Lo) sont des affluents de la Nana-Bakassa qui coule parallèlement à la Série de Kouki, vers le Nord-Est. L'ensemble appartient au bassin de l'Ouham qui se déverse, au Tchad, dans le Chari.

La Fiba qui avec ses affluents Kouéré, Dili, draine toute la partie centrale de la Série, présente un cours en baïonnette très caractéristique. Prenant sa source à partir des plateaux qui dominent Bondoro-Kota, au sud-ouest de la Série, elle en longe d'abord la bordure ouest, et coule parallèlement aux couches, vers le N-N.E. Arrivée aux environs de 7,14° N, la Fiba change de direction et coule perpendiculairement aux couches, suivant une ligne de fracture déjà empruntée par un de ses affluents ; ceci jusqu'à Kouki où elle reprend sa direction originelle, presque parallèlement à celle de la Nana-Bakassa dans laquelle elle finit par se jeter. La Série de Kouki est la plus fortement disséquée dans ce bassin central de la Fiba. Les résidus de plateaux cuirassés dominant d'une centaine de mètres le réseau hydrographique actuel. La ligne de crête qui borde ces plateaux à l'ouest ne correspond pas toujours à la ligne de partage des eaux, située légèrement au nord-ouest. Des changements brutaux de direction et des biefs dénivelés font croire à la possibilité de capture.

(1) Toutefois, nos observations de terrains nous feraient modifier légèrement au sud et au sud-est les limites de la Série de Kouki.

Il faut enfin noter que le chevelu secondaire (marigots d'ordre 1 ou 2) coïncide souvent avec la disposition des couches. On observe ainsi une parfaite adaptation du réseau hydrographique à la structure, avec une entaille verticale et des profils en V assez nets.

Une dernière particularité du réseau hydrographique s'observe sur les argiles dérivées des roches vertes qui donnent naissance à des sols hydromorphes lithomorphes, selon la terminologie de D. MARTIN (1969) et même à des vertisols : le chevelu hydrographique y est très ramifié et d'aspect arborescent (fig. 8).

2. TYPES DE SOLS DE LA SÉRIE DE KOUKI EN RELATION AVEC LE MODELÉ

Trois grandes unités géomorphologiques peuvent être distinguées à l'intérieur de la Série de Kouki. D'abord, *les plateaux* et le cuirassement qui leur est, en grande partie, lié. Ensuite, les versants au milieu desquels un décrochement permet de distinguer *deux entailles*. Seuls les types de sols importants par leur étendue ou leurs particularités, seront ici détaillés.

2.1. LES PLATEAUX ET LE CUIRASSEMENT

2.1.1. Lithosols et sols lithiques des cuirasses anciennes

Le schéma orographique a montré que la Série de Kouki était dominée par un ensemble de plateaux, fossilisés par une cuirasse dite ancienne pour la région de l'Ouham.

Cette surface tabulaire indurée présente des variations dans le détail. En général, une mince *pellicule de terre rouge* de quelques centimètres ou de quelques décimètres d'épaisseur la recouvre. De nombreux blocs de cuirasse la parsèment et un réseau de diaclases la disloque plus ou moins. Elle peut ainsi porter une *savane arbustive* d'aspect rachitique mais composée d'essences variées.

Seuls des prélèvements superficiels de cuirasse ont été effectués.

Profil type KA81 (19-1-1968)-550 M - 7, 23° N - 17,11° E.

Localisation, Topographie, Végétation

Ce profil appartient à la séquence 1 de Boulo (fig. 10) ; il est situé au sommet d'un plateau cuirassé très allongé que franchit la piste Kouki-Markounda.

Savane arbustive à *Pterocarpus lucens* et *Burkea africana* avec *Combretum nigricans*, *C. hypopilinum*, *Prosopis africana*, *Parkia filicoïdea*, *Allophyllus africanus*, *Terminalia laxiflora*, *Strychnos spinosa*...

Strate herbacée à base d'*Andropogon tectorum*.

Morphologie

Il s'agit d'une cuirasse d'aspect conglomératique, essentiellement constituée d'une masse ferrugineuse rouge (10R et 2,5-YR4/8), présentant parfois un cortex dont on distingue les auréoles brun vif (7,5-YR5/6).

Elle renferme des nodules ferrugineux rouge terne (10 R-4/2) et des débris d'environ 2 cm de long de schiste violacé : rouge très sombre (7,5 R-2/4) ou rouge sombre à terne (7,5 R-3,5/3). Quelques cavités irrégulières, revêtues d'une pellicule ferrugineuse brun foncé (7,5 YR-3/2), sont souvent remplies d'une masse terreuse brune (7,5 YR-4/4).

Dans les autres prélèvements (KA 57-KA 78-KP 8-KP 12), la *cuirasse ancienne* est également conglomératique en surface. Les résultats des analyses triacides de ces cuirasses sont présentés dans le tableau 1.

Analyses triacides des cuirasses anciennes de plateau

	KA 81	KA 78	KA 57	KP 8	KP 12	Moy.	KP 9 (1)
Perte	13,0	10,4	8,75	8,55	10,9	10,32	8,95
Résidu	3,40	5,45	3,15	0,95	4,25	3,44	2,75
SiO ₂	13,5	12,8	6,25	10,2	15,8	11,71	14,0
Al ₂ O ₃	23,0	16,5	9,50	10,8	18,0	15,56	12,0
Fe ₂ O ₃	44,5	52,5	68,8	67,0	48,3	56,2	60,0
TiO ₂	1,30	1,31	1,04	1,24	1,46	1,27	1,80
MnO ₂		0,235	0,845				
CaO	0,17	0,20	0,32	0,10	0,16	0,19	0,10
MgO	0,07	0,08	0,16	0,06	0,12	0,10	0,07
K ₂ O	0,16	0,12	0,15	0,08	0,15	0,13	0,16
Na ₂ O	0,22	0,13	0,15	0,12	0,15	0,15	0,13
SiO ₂ /R ₂ O ₃	0,45	0,43	0,20	0,32	0,55	0,39	0,47
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,00	1,31	1,12	1,59	1,49	1,30	1,97
Fe libre (2) (DEB)	21,5	22,5	17,0	15,5	26,0	20,50	37,0
— (UV)		13,5	14,3	18,0			
Fe total	42,0	51,0	63,0	67,0	47,5	54,10	60,0
Fe libre/Fe total	0,51	0,44	0,27	0,23	0,55	0,40	0,62
Fe ₂ O ₃ /SiO ₂	3,30	4,10	11,01	6,57	3,06	5,61	4,29
Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃	1,93	3,18	7,24	6,20	2,68	4,25	5,00

Ces résultats analytiques seront repris pour être comparés avec ceux des cuirasses secondaires de pente. On peut remarquer déjà l'évolution fortement ferrallitique de ces cuirasses anciennes dont le rapport silice/alumine moyen est de 1,30.

Ensuite, malgré leur position dans le modelé, ces *cuirasses anciennes* sont beaucoup moins aluminées que ferrugineuses avec 55 % de fer total ; elles présentent, par suite, des rapports fer/silice et fer/alumine très élevés.

(1) KP 9 : doit être mis à part. Il s'agit d'un échantillon de cuirasse pseudomorphique, prélevé dans les éboulis au pied de l'abrupt dominé par KP 8.

(2) Fe₂O₃ libre DEB, extrait par l'hydrosulfite en milieu tamponné. Fe₂O₃ libre UV, méthode de Endredy avec réactif oxalo-oxalique de TAMM sous insolation ultraviolette.

2.1.2. Lithosols et sols lithiques des lakéré

2.1.2.1. LES LAKÉRÉ : DÉFINITION, INDIVIDUALISATION

Les lakéré constituent une nette individualité au triple point de vue géomorphologique, botanique et pédologique. Ils sont caractéristiques des climats soudano-guinéen, à deux saisons tranchées. Sur photographies aériennes, ils correspondent à des taches ou des bandes d'un gris clair, uni, particulier. Sur le terrain, les lakéré apparaissent, au milieu de la savane arborée ou arbustive, comme des *clairières dénudées sur cuirasse subaffleurante*.

Le terme banda de lakéré ⁽¹⁾ a été conservé parce qu'il est utilisé en Afrique Centrale (SILLANS, 1958) et parce qu'il est d'acception plus restreinte que le terme foulah de bowal (pluriel bové) largement utilisé en Afrique Occidentale (de CHETELAT, 1938 ; AUBREVILLE, 1947 ; MAIGNIEN, 1958-1964...). En fait, les Foulah appellent *bowal* toute surface tabulaire, cuirassée ou *non*, semi-désertique, où la culture n'est plus possible. Par extension, ce terme est employé non seulement pour les cuirasses dénudées mais aussi pour les cuirasses boisées environnantes.

Sur un véritable lakéré, la cuirasse compacte et subaffleurante ne permet pas à la végétation ligneuse de se développer, hormis quelques arbustes chétifs dans les fissures. La strate herbacée subsiste mais elle diffère de celle des savanes environnantes. Elle se compose de petites espèces annuelles qui, dès les premières pluies, se développent sur quelques centimètres de terre mais, reposant sur un sol sans réserves hydriques, se dessèchent et jaunissent aussitôt la saison des pluies terminée.

Cette végétation herbacée décroît avec l'épaisseur de terre meuble. Elle passe d'*Hyparrhenia rufa* à diverses espèces de *Panicum*, d'*Eragrostis*, de *Loudetia (annua, coarctata)*, de *Ctenium (elegans, newtonii)* jusqu'à *Cochlospermum tinctorium*, *Bulbostylis coleotricha*... La cuirasse peut être à nu ou renfermer des plaques temporaires à *Panicum indicum*, *Loudetia sp.*, *Sporobolus festivus*.

La surface des lakéré peut être parsemée de gravillons, de blocs épars ainsi que de multiples termitières champignons, édifiées par *Cubitermes fungifaber* SJÖST et caractéristiques du paysage. Contrairement à ce que semble penser AUBREVILLE (1947), ces termitières champignons se rencontrent aussi bien sur les lakéré de plateau que sur ceux de pente.

On distingue en effet habituellement ces deux grands types de lakéré, suivant leur position topographique. De CHETELAT (1938) parle de haut et de bas bowal ; DERRUAU (1969) de ceux des buttes et des glacis suspendus. L'étude du Continental Terminal, sur les feuilles de Batangafo-Moussafoyo et Kouki, a montré qu'une troisième catégorie, d'aspect physionomique voisin, pouvait être distinguée en bordure des zones d'inondation : les lakéré de battement de nappe (BOULVERT, 1969).

Les lakéré de plateau de la Série de Kouki se présentent le plus souvent comme de minces bandes allongées, parallèles et séparées par des îlots boisés, ces derniers installés sur des sols lithiques rouges caractérisant les surfaces tabulaires anciennes.

Très légèrement déprimés par rapport à ces surfaces, ils ont une forme en baignoire à peine incisée et très allongée. Ils servent de zones de rassemblement des eaux et de couloir d'évacuation, malgré une pente réduite de 2 à 4 p. 1 000. Ainsi s'explique la décoloration des microsols bruns à gris qui les recouvrent.

Les lakéré de pente correspondent à un cuirassement secondaire sur les glacis de versant. Leur forme peut être régulière, allongée en baignoire (cf. Séquence 6-KP 17) mais leur pente est notable quoique

(1) Le sens originel de lakéré est : endroit nu, sur lequel on fait sécher le manioc.

Le terme gbaya - mandja de « go » correspond plus directement à : paysage de lakéré.

toujours inférieure à quelques p. 100 et leur profil présente une légère concavité. Ils peuvent également s'évaser comme un *cône* de déjection (cf. Séquence 3 entre KP 9 et 10). Sur le flanc d'un vallon, ils s'étalent souvent perpendiculairement à la pente (sud de KP 9). Autour d'une source, ils ont fréquemment une forme caractéristique *en fer à cheval* (cf. Séquence 5 : au nord de KP 1).

Selon SILLANS (1958), il n'y a pas de continuité entre ces deux types de lakéré. Une rupture de pente boisée et le plus souvent, parsemée d'éboulis, les sépare chaque fois. Cette observation est généralement confirmée mais les plateaux tabulaires peuvent être localement bombés et il arrive qu'un lakéré de plateau passe sans discontinuité à un lakéré de pente (cf. au nord-est de Bogodo-Kété, à 7° 02 N et 17° 05 E).

2.1.2.2. DYNAMISME DES LAKÉRÉ

AUBREVILLE (1947) a créé le terme de « bovalisation » pour désigner l'évolution des peuplements végétaux liée au cuirassement. La dessiccation progressive du sol, conséquence de l'induration, ne laisserait que provisoirement subsister les îlots forestiers entre les lakéré. Il écrit : sur le pourtour de ces carapaces de désolation, les arbres meurent pendant que l'érosion étend le bowal en tache d'huile. Cette dernière expression paraît contestable : ce paysage est pratiquement figé depuis des millénaires, sur la surface ancienne.

En effet, l'examen de la carte pédologique de Kouki, établie par photo-interprétation après examen des profils de sols, montre que *ces lakéré de plateau ont des formes très allongées et qu'on peut les raccorder d'une surface tabulaire à l'autre*. Plus haut en latitude, leur direction passe de SN à SSW - N, NE ; c'est la même que celle des arêtes rocheuses dégagées par érosion, sur les versants.

Ainsi, *l'individualisation en lanières des lakéré de plateau sur la surface ancienne, traduit simplement, malgré l'épaisseur de la cuirasse, une discontinuité lithologique sous-jacente ; ce sont les lignes structurales qui apparaissent*. J. GERARD (1961) note : l'examen des lignes structurales encore bien conservées à la surface des plateaux, malgré les phénomènes de latérisation, suggère une disposition générale en anticlinaux et en synclinaux se relayant vers le Nord-Est. Les fermetures encore très apparentes, permettent d'apprécier les dimensions des structures anticlinales et synclinales qui sont de l'ordre de 5 à 7 km de long et de 1 à 2 km de large.

C'est l'examen des fermetures qui permet d'apporter la preuve de l'existence de ces lignes structurales. Elles sont particulièrement visibles au nord-est de la piste Kouki-Markounda et notamment sur le plateau situé juste à l'est de Bodjomo-Kété (cf. fig. 4).

Il ne semble pas que ce cas soit unique. Bien qu'il n'en précise pas l'interprétation, MICHEL (1969) signale sur la surface éocène de Fantofa, au nord du Fouta-Djalou, des *bové* avec de nombreuses ramifications qui leur donnent parfois une forme arquée en fer à cheval.

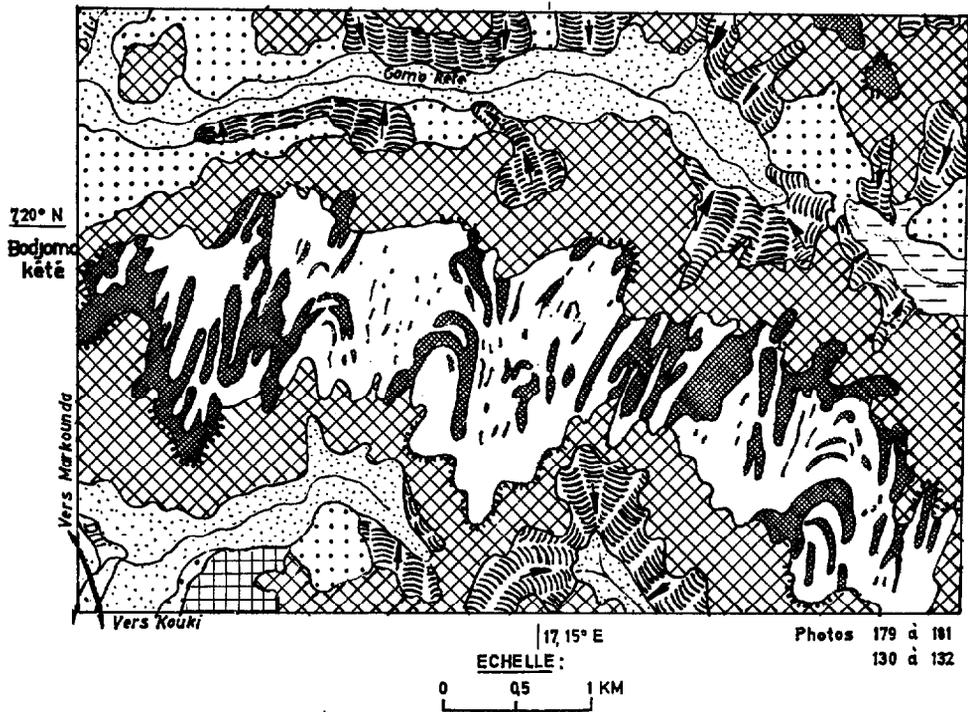
2.1.2.3. TYPE DE PROFIL

Quoique les lakéré de pente se situent sur la première entaille des versants, leur profil type est décrit ici car les lakéré forment, comme on l'a vu, un ensemble physionomique. Ceci permet d'autre part de tenter une comparaison entre les cuirasses de plateau et de pente.

Profil type KA 55 (17-1-1968), 500 m, 7° 16 N, 17° 19 E.

— Localisation, Topographie, Végétation

Ce profil appartient à la Séquence 2 de Kadanga (fig. 11). Il se situe, en contrebas de la cuirasse ancienne (KA 57), sur un lakéré de pente, étalé en largeur sur 800 m. La concavité est peu marquée et la pente locale de 3 p. 100 vers le nord.



Légende des cartes partielles de Kouki

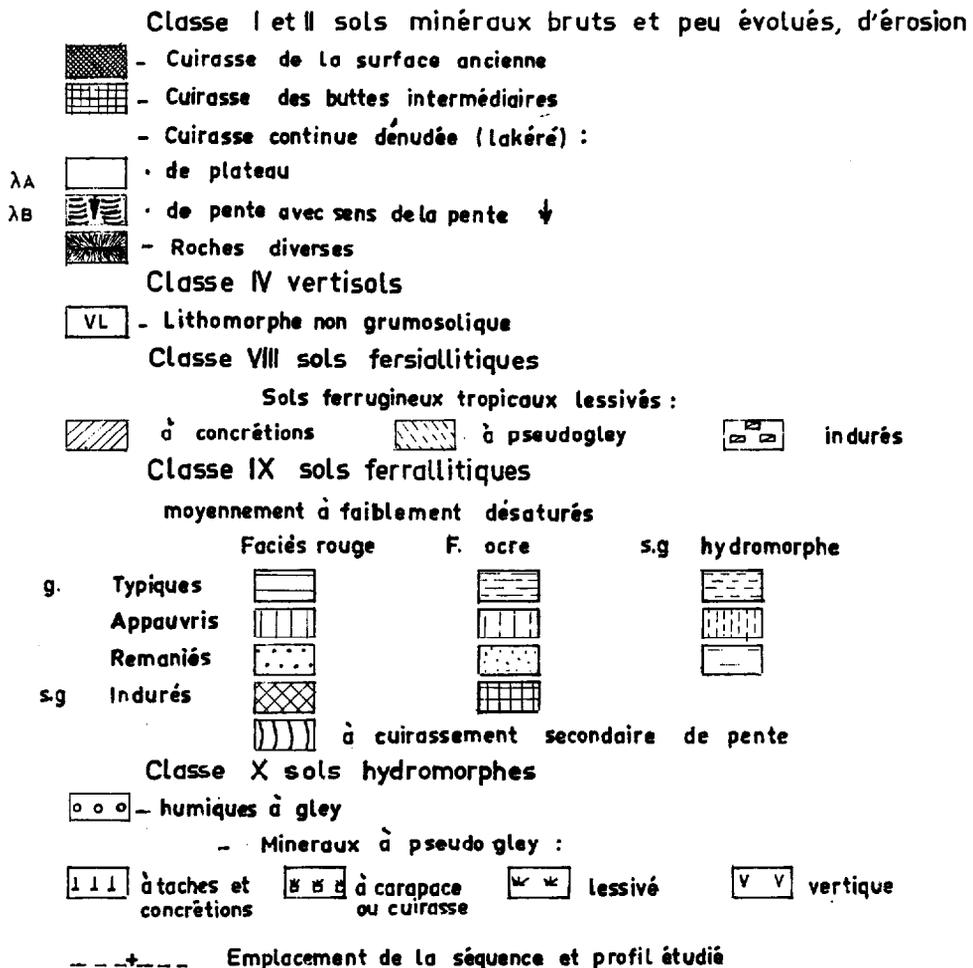


FIG. 4. — Modelé du plateau situé à l'Est de Bodjomo-Kété montrant les fermetures très apparentes
 NOTA : Cette légende est commune aux figures 8, 10, 11, 12, 13, 15 et 16.

En surface, de nombreuses termitières champignons dominant un mince épandage de gravillons ferrugineux et de blocs de cuirasse. On note des signes de ruissellement superficiels.

Savane herbacée discontinue en touffes de *Loudetia annua*, *Ctenium newtonii*, *Sporobolus cf. graminularis* avec *Cochlospermum tinctorium*.

— *Morphologie*

— de 0 à 23 cm : Humifère ; brun très foncé (10 YR-2,5/2 humide ; 10 YR-5,5/2 sec) ; limono-argileux-sableux à gravillons ferrugineux abondants ; structure à tendance poudreuse ; fragile ; très poreux ; quelques racines par place.

Transition très nette.

— au-dessous de 23 cm : Cuirasse ferrugineuse formée de gravillons ferrugineux, le plus souvent rouge très sombre (10 R-2/2), rouge sombre (10 R-3/2 et 3/4), ou noir (2,5 YR-2/0) avec parfois des nodules ferrugineux rouge assez sombre (10 R-3/3) ou brun rougeâtre (5 YR-4/4) ; l'ensemble est soudé par un ciment jaune (10 YR-7/6) ou brun jaunâtre clair (10 YR-6/4).

— *Variations*

Le profil KP 14 *bis* comporte trois horizons : A₁ de 0 à 21 cm, A_{3gr} de 21 à 28 cm et la cuirasse au-dessous.

En KP 77 *bis*, la cuirasse affleure mais elle reste du même type : gravillons et nodules ferrugineux rougeâtres, soudés par un ciment jaunâtre.

— *Résultats analytiques* : (tableau 2).

Une structure de type *poudreux*, est fréquente dans ce type de sol. D'ailleurs les teneurs en limons sont abondantes pour ce milieu ferrallitique. Il en est de même des rapports limons fins/argiles.

La matière organique présente un taux élevé en surface (voisin de 6 p. 100) mais elle est mal évoluée (rapport C/N : élevé, de 15 à 16). Comparativement à celle des autres types de sols, la matière organique des lakéré de pente est caractérisée par un faible rapport : acides humiques gris/acides humiques bruns, étant donné l'importance relative de ces derniers.

Le pH de surface est nettement acide et la *désaturation fortement marquée*.

L'évolution de ces cuirasses à rapport silice/alumine inférieur à 1,4 est *typiquement ferrallitique*.

2.1.3. Comparaison des cuirasses de plateau et de pente (cf. tableau 1 et 2)

2.1.3.1. ASPECT - COMPOSITION

En dehors de leur position dans le modelé, ces deux types de cuirasses présentent d'assez nettes différences, d'aspect notamment. Les cuirasses de plateau sont le plus souvent rouge sombre et fréquemment conglomératiques. Dans celles de pente, un ciment jaunâtre soude des gravillons et nodules ferrugineux.

Leur *évolution* est toujours *fortement ferrallitique* ; elle paraît un peu plus marquée encore sur les plateaux, avec un rapport silice/alumine de 1,30 (au lieu de 1,38). Il en est de même pour le rapport SiO₂/R₂O₃ de 0,39 (au lieu de 0,59).

TABLEAU 2

*Résultats d'analyses des sols de lakéré
(cuirasses secondaires de pente)*

Granulométrie

Echantillons	Profondeur (cm)	Refus	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
KP 14	0 - 10	7,73	15,0	18,0	9,7	17,7	30,8
KA 55	0 - 10	34	28,5	14,5	12,5	14,1	22,4

Matière organique (p. 1 000)

Echantillons	M.O	C	N	MHT	AH	AHB	AHI	AHG	AF
KP 14 ..	60	34,9	2,31	7,95	2,74	1,06	0,45	1,23	5,21
KA 55 ..	58	33,5	2,01	5,48	4,40	1,63	0,57	2,20	1,08

Bases échangeables en mé.

Echantillons	Ca	Mg	K	Na	S	T	V = S/T
KP 14	0,60	0,48	0,27	0,04	1,39	19,5	7
KA 55	2,79	0,21	0,21	0,03	3,24	16,5	19

Echantillons	pH-eau	pH-ClK	Ph. total	Ph. Ols.	Fe libre	Fe total
KP 14	5,5	4,6		0,150	6,6	11,0
KA 55	5,5	4,6	2,07	0,085	11,0	14,4

Analyses triacides

Profil	KA 7	KA 55		KP 14	
Echantillons	cr	A _{1gr}	cr	A _{1gr}	cr
Perte	12,7	9,95	10,8	12,7	12,1
Résidu	3,45	9,95	8,35	16,5	13,0
SiO ₂	16,2	15,6	12,6	17,3	16,0
Al ₂ O ₃	22,3	16,9	15,7	21,0	19,8
Fe ₂ O ₃	43,0	44,6	49,3	29,8	36,3
TiO ₂	2,28	2,38	1,98	1,95	1,75
CaO	0,26	0,15	0,19	0,08	0,09
MgO	0,13	0,13	0,08	0,16	0,13
K ₂ O	0,15	0,21	0,15	0,17	0,16
Na ₂ O	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15
SiO ₂ /R ₂ O ₃	0,55	0,58	0,45	0,73	0,63
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,22	1,56	1,36	1,39	1,36
Fe libre DEB	28,0	28,5	31,0	25,0	29,0
Fe total	40,0	44,0	48,0	28,0	34,0
Fe libre/Fe total	0,70	0,65	0,65	0,89	0,85
Fe ₂ O ₃ /SiO ₂	2,65	2,86	3,91	1,72	2,27
Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃	1,93	2,64	3,14	1,42	1,83

Ces cuirasses sont essentiellement ferrugineuses : les cuirasses de plateau renferment plus de 50 p. 100 de fer total est les cuirasses de pente, relativement moins : à peine 40 p. 100. Toutefois, le rapport fer libre/fer total s'y élève à 0,85 alors qu'il n'est que 0,40 sur plateau.

Si les cuirasses de pente renferment moins de fer que les cuirasses de plateau, les teneurs moyennes en alumine et en silice combinée y sont un peu plus élevées ; celles en titane et en résidu quartzeux, nettement plus.

2.1.3.2. DIAGRAMME SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 (fig. 5)

Ce diagramme permet de confronter les proportions relatives de ces trois éléments dont les pourcentages ont été ramenés à 100. A titre comparatif, les résultats d'analyses triacides d'autres types de sols de la Série de Kouki, y ont été reportés.

Lorsque des analyses triacides ont été effectuées sur les diverses fractions granulométriques d'échantillons de terre meuble, on constate que les teneurs en Fe_2O_3 s'accroissent nettement des fractions fines vers les fractions grossières. Elles varient, ici, de 7 à 25 p. 100 de 0 à 2 μ , de 19 à 37 p. 100 de 0 à 2 mm, et de 28 à 48 p. 100 au-dessus de 2 mm. Il en est de même des cuirasses de pente (de 44 à 64 p. 100 de Fe_2O_3), vers les cuirasses de plateaux (de 55 à 81 p. 100 de Fe_2O_3). Cette variation s'accompagne d'une diminution du rapport silice/alumine.

2.1.3.3. DIAGRAMME SUIVANT D'HOORE (fig. 5)

D'HOORE (1954) a utilisé un diagramme triangulaire équilatéral tel que $A + B + C$ égalent 100, avec :

A : éléments qui vont s'accumuler : oxydes métalliques

B : éléments pouvant être exportés : sels solubles et silice combinée

C : éléments inertes : quartz et minéraux inaltérables.

Un tel diagramme permet de déterminer si l'accumulation se fait de façon relative (A/C constant) ou absolue (B/C constant) comme le montre l'exemple du passage des gravillons de l'horizon de surface à la cuirasse sous-jacente du lakéré KA 55.

On observe, sur la figure 5, un groupement satisfaisant suivant les fractions granulométriques :

cuir. de plateau : 77 à 88 p. 100 de A, 8 à 19 p. 100 de B, 1 à 7 p. 100 de C

cuir. de pente : 60 à 77 p. 100 de A, 16 à 21 p. 100 de B, 5 à 20 p. 100 de C

fract. 0-2 mm de l'hor. B : 48 à 64 p. 100 de A, 30 à 42 p. 100 de B, 6 à 16 p. 100 de C

fract. 0-2 μ de l'hor. B : 49 à 59 p. 100 de A, 41 à 51 p. 100 de B, 0 à 2 p. 100 de C

Ainsi, entre les fractions 0-2 μ et 0-2 mm, on observe surtout un enrichissement relatif en résidu et, entre les fractions fines (0-2 mm) et grossières (plus de 2 mm), un enrichissement en sesquioxydes.

On constate de même que les cuirasses de plateau qui sont souvent dites d'accumulation relative, renferment plus d'éléments A s'accumulant relativement à B et C, tandis que les cuirasses de pente renferment proportionnellement plus de résidu C et d'éléments B.

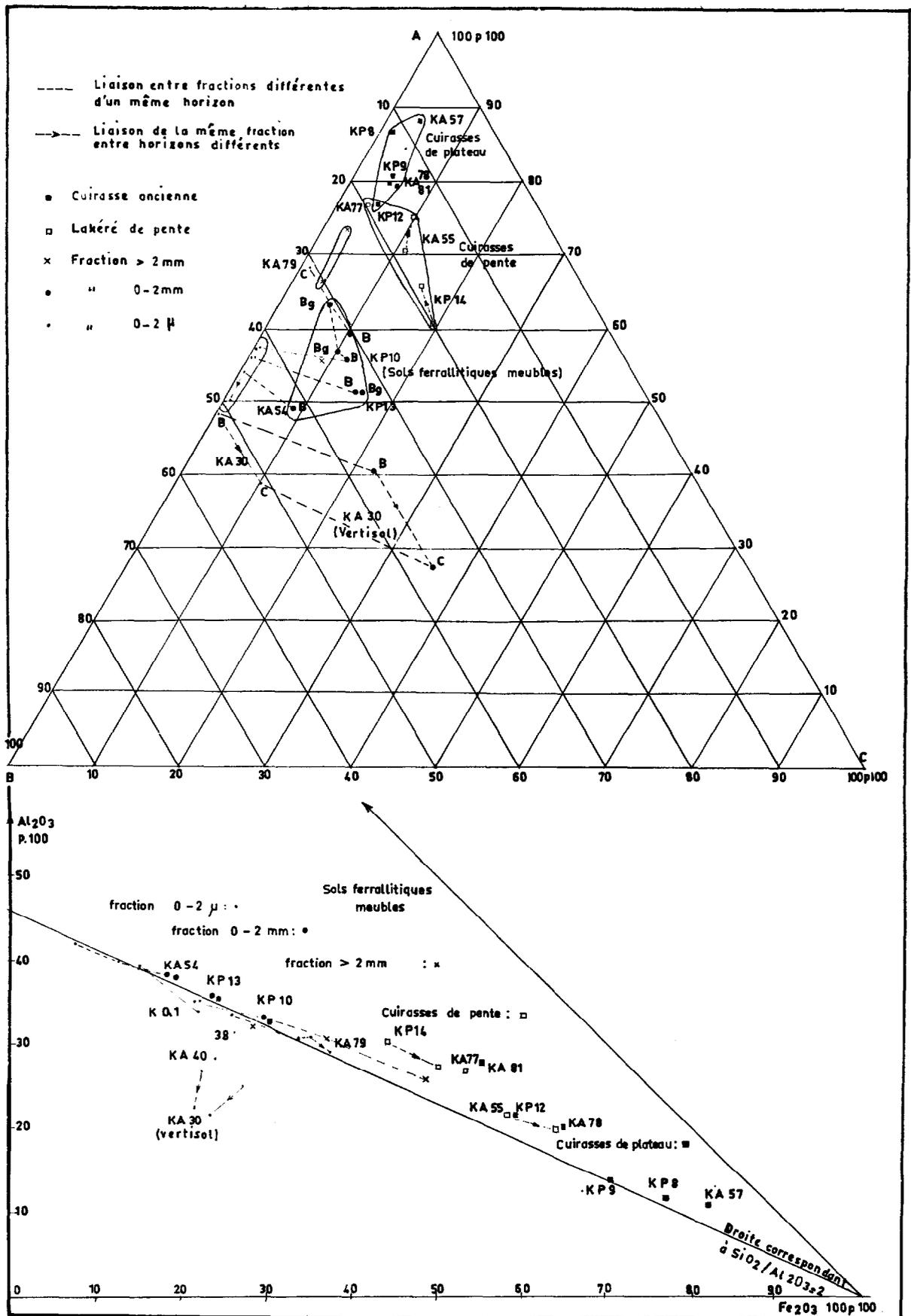


FIG. 5.

— en haut, Diagramme suivant d'Hoore
 — en bas, Diagramme SiO₂ - Fe₂O₃ - Al₂O₃.

2.1.3.4. DÉTERMINATION AUX RAYONS X

Des diagrammes de rayons X (fig. 6), on peut déduire l'interprétation qualitative suivante (tableau 3):

TABLEAU 3

Analyses de cuirasses aux rayons X

		Kaolinite	Gibbsite	Hématite	Goethite
Cuirasses de plateau	KA 81.0 KA 78.0 KA 57.0 KP 12.1 KP 8.0	présente présente un peu présente présente	assez importante importante un peu un peu /	importante très importante très importante présente importante	présente très importante très importante présente importante
Cuirasses de pente	KA 55.2 KA 77.0 KP 14	présente présente présente	un peu présente /	présente présente	importante assez importante assez importante

La kaolinite est toujours présente et la *goethite* souvent importante dans ces cuirasses. Par contre, *gibbsite* et *hématite* sont mieux représentées sur les cuirasses de plateau que sur celles de pente.

2.1.3.5. ESTIMATION QUANTITATIVE DE LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE

En tenant compte des analyses d'argiles fournies par les diagrammes de rayons X et par l'analyse thermique différentielle, il est possible, à partir des compositions chimiques données par les analyses triacides, d'obtenir une *estimation* quantitative des minéraux contenus dans les fractions correspondantes.

Le déroulement général de ce calcul est le suivant :

Si l'analyse d'argile révèle la présence d'un peu d'illite, le taux en est évalué d'après la teneur en potasse. En général, il s'agit alors d'illite dioctaédrique, type muscovite.

En retirant de la silice combinée, ce qui revient à l'illite, on obtient facilement le pourcentage de kaolinite ; l'alumine libre restante est mise sous forme de gibbsite. De ce qui subsiste d'eau de constitution, soustraite à la perte au feu, on déduit la part de fer hydraté sous forme de goethite.

Le résidu représente l'hématite, en tenant compte du fer lié au titane dont on admet, à défaut d'analyses de minéraux lourds, qu'il est sous forme d'ilménite.

Pour les horizons meubles dont les fractions 0-2 μ et 0-2 mm ont été analysées séparément, on obtient par différence la composition de la fraction 2 μ - 2 mm qui correspond aux limons et aux sables.

L'ensemble des résultats obtenus est synthétisé dans la figure 7 sur laquelle ont été rassemblées les estimations de la composition minéralogique des cuirasses de plateau et de pente. On peut les comparer à celles des diverses fractions granulométriques d'horizons B meubles de sols ferrallitiques reposant sur la Série de Kouki.

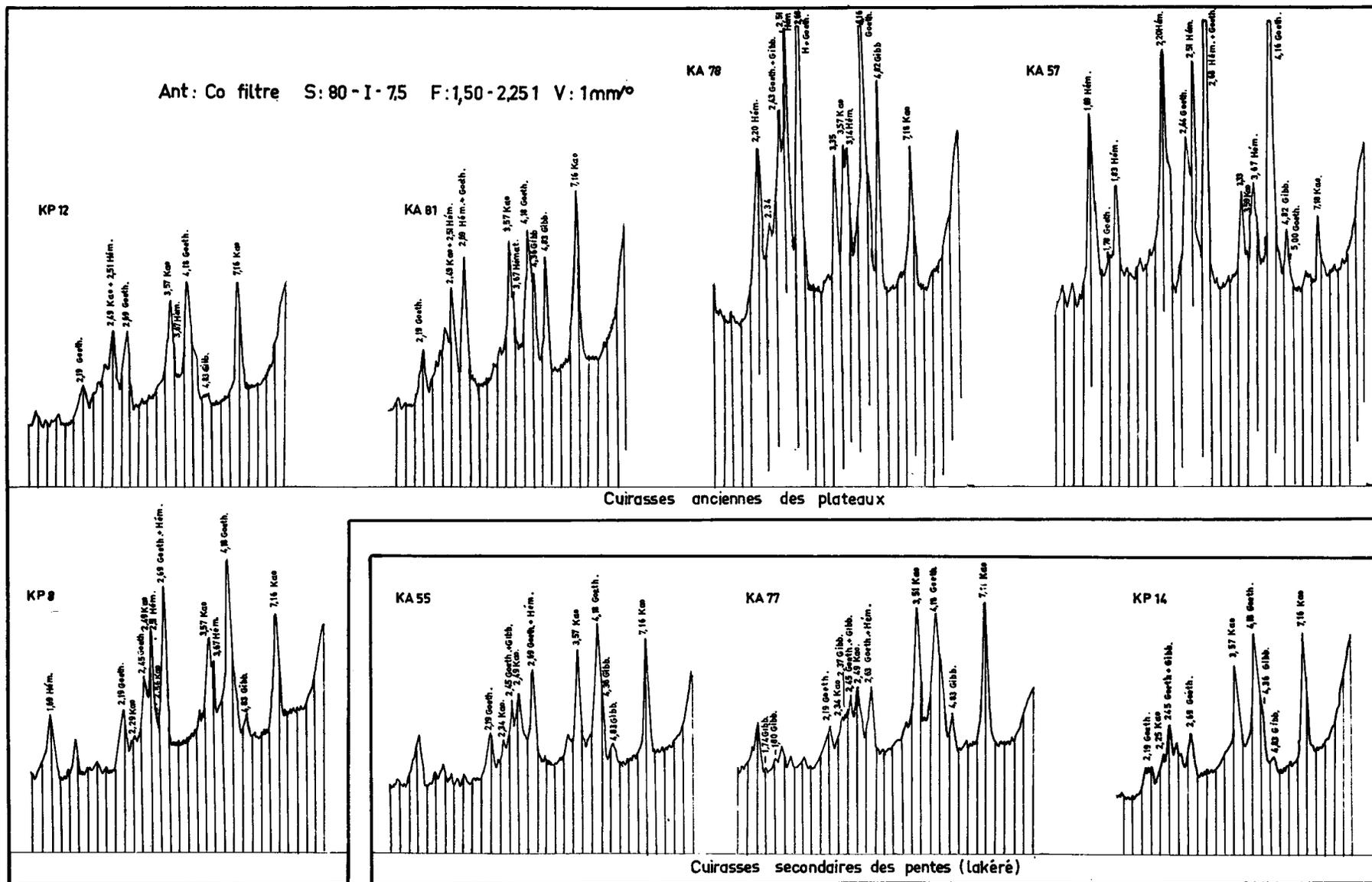


FIG. 6. — Diagrammes de rayons X

Les moyennes obtenues par ce procédé sont les suivantes, en p. 100 (tableau 4).

TABLEAU 4

Estimations quantitatives de composition minéralogique

Echantillon moyen	Kaolinite	Illite	Gibbsite	Hématite	Goethite	Ilménite	Résidu
Cuirasse de plateau	25,4	/	8,7	21,1	38,1	2,4	3,5
Cuirasse de pente	33,4	/	9,1	6,6	36,4	3,9	10,3
Horizons B de sols :							
fraction > 2 mm . . .	51,0	3,2	3,2	3,1	26,8	6,7	5,5
fraction 2 μ - 2 mm . . .	39,1	3,0	5,4	6,6	15,9	7,8	20,7
fraction 0 μ - 2 mm . . .	57,7	3,5	2,6	2,4	16,3	6,8	8,7
fraction 0 μ - 2 μ	75,3	3,4	0,5	0,1	15,8	3,0	0,5

De ce tableau 4, on peut déduire que la kaolinite représente le quart ou le tiers des cuirasses brutes et les trois quarts de la fraction 0-2 μ des horizons B meubles des sols ferrallitiques. L'illite n'est décelée que dans ces derniers. *L'hématite s'individualise d'autant plus que les fractions sont grossières*, tandis que les argiles renferment encore 15 p. 100 de goethite. Le titane est loin d'être négligeable.

Les cuirasses de pente renfermeraient un peu plus de kaolinite et de résidu que les cuirasses de plateau. *Elles diffèrent essentiellement par le pourcentage d'hématite, nettement plus abondant sur les plateaux*. Selon cette méthode, les proportions de goethite et même de gibbsite devraient être équivalentes ; or, l'analyse de rayons X a montré que la gibbsite s'individualisait mieux sur les cuirasses de plateaux. Les quantités d'alumine libre étant équivalentes, une partie doit rester sous forme amorphe dans les cuirasses de pente, à moins que la taille des cristaux ne soit trop petite pour que le pic à 4,83 Å de la gibbsite, apparaisse sur les diagrammes de rayons X.

2.2. LES SOLS DE LA PREMIÈRE ENTAILLE

2.2.1. Cas général : Sols ferrallitiques remaniés

Au pied de l'escarpement qui borde la surface ancienne, *les sols de la première entaille sont en général bien drainés et de couleurs vives*. La plupart d'entre eux peuvent être rattachés aux sols ferrallitiques remaniés. Ces sols sont caractérisés par la présence à faible profondeur d'une nappe de gravats ou stone-line, formée essentiellement de gravillons ferrugineux mêlés de débris de quartz souvent anguleux et de blocs de cuirasse. L'ensemble suit approximativement la surface topographique.

Contrairement à d'autres régions d'Afrique, ce recouvrement reste peu épais et, pour la cartographie, les profils présentant cette nappe de gravats à moins de 120 cm de profondeur, ont été considérés comme remaniés.

Profil type KA 79 (20-1-68), 520 m, 7°,22 N, 17°,12 E.

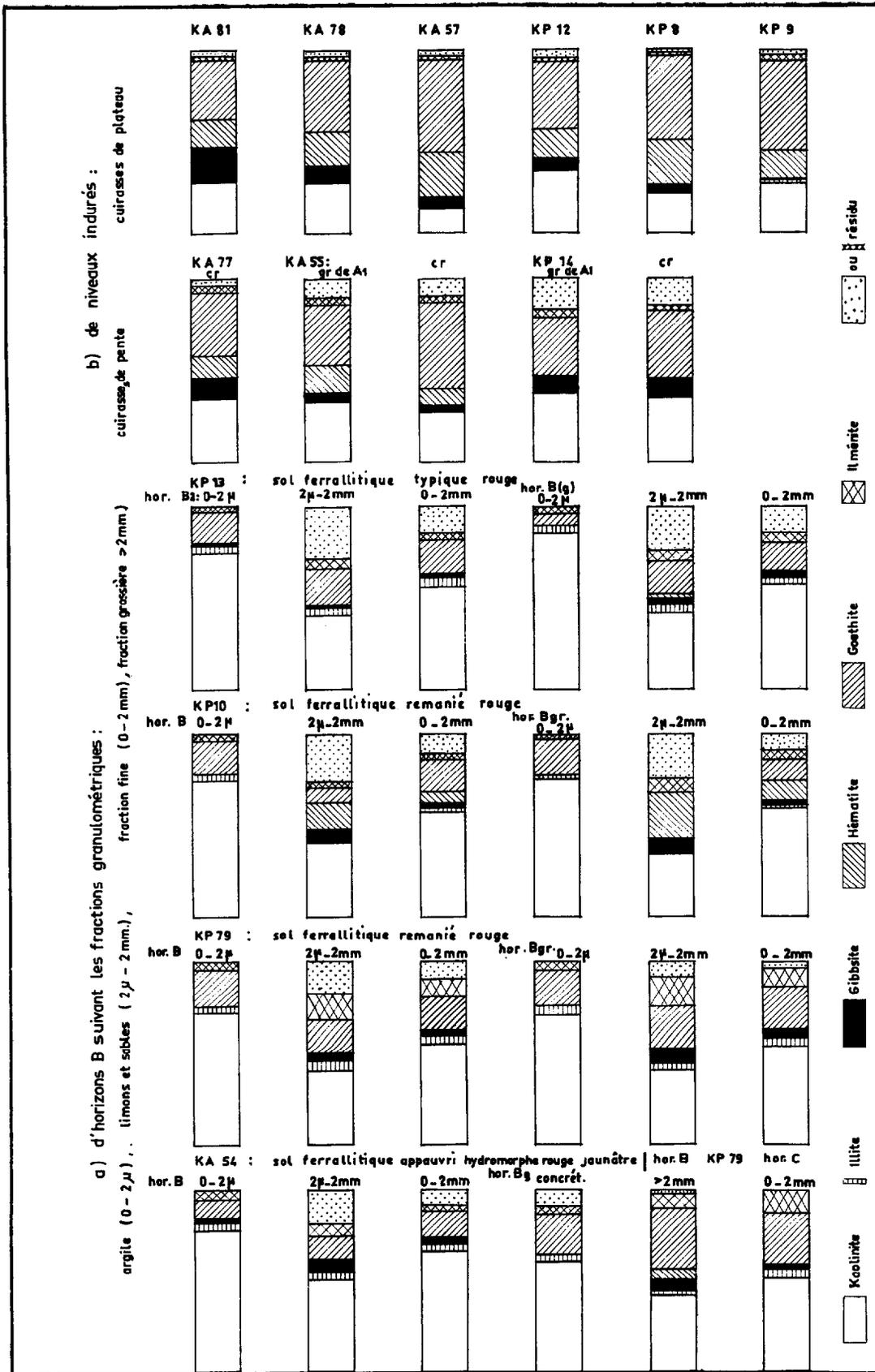


Fig. VII. — Estimation de la composition minéralogique.

— Localisation, Topographie, Végétation

Sur la séquence 1 de Boulo (fig. 10), au tiers supérieur d'un versant de pente de 4 p. 100 vers le Nord, au-dessous d'un témoin de la surface ancienne KP 78. Le drainage externe et interne est bien assuré.

Savane très lâchement arborée à *Burkea africana* et *Albizzia zygia* avec *Stereospermum kunthianum*, *Daniella oliveri*, *Entada ubanquiensis*, *Pterocarpus lucens*, *Acacia ataxacantha*...

Strate herbacée à base de *Beckeropsis uniseta* : *Andropogon tectorum* et *Imperata cylindrica*.

— Morphologie

de 0 à 12 cm : Humifère ; brun rougeâtre foncé (3,75 YR-2/4 h et 4,5/4 s) ; limono-argilo-sableux ; peu plastique ; assez collant ; structure massive à débit polyédrique ; peu fragile ; poreux ; micro-porosité irrégulièrement répartie et présence de cavités biologiques ; assez nombreuses racines.

Transition distincte

de 12 à 74 cm : Rouge assez foncé (2,5 YR-3,5/6 h et 5/6 s) ; argileux ; peu plastique ; assez collant ; B₁ structure polyédrique relativement bien développée ; peu fragile, peu poreux ; quelques racines.

Transition nette

de 74 à 142 cm : Rouge (2,5 YR-4/6 h et 5/6 s) ; argileux à nombreux (surtout à la partie supérieure de B_(gr) l'horizon) gravillons ferrugineux (magnétite parfois) mêlés à quelques débris de roche jaunâtre ; ces gravillons sont violacé foncé, rouge violacé, jaunâtre, avec des quartz émoussés ; structure à débit polyédrique aisée ; fragile, peu poreux.

Transition graduelle

de 142 à 241 cm : Noyaux de roche altérée, orientée et même schisteuse, dans une masse rouge (2,5 YR- C₁ 5/6 h et 6/6 s) ; limon sablo-limoneux ; peu plastique ; collant ; finement poreux.

Transition diffuse

de 241 à 405 cm : Débris mieux conservés de roche altérée : rouge terne (10 R-4/3) tacheté de blanc, C_{2rb} se détachant bien de la masse d'altération en moyenne rouge (2,5 YR-5/8 h et 6/8 s) ; en fait, rouge (2,5 YR-4/6 h) marbré de rouge jaunâtre (5 YR-4/6 h) ; limon sablo-limoneux ; la structure de la roche est apparemment bien conservée mais celle-ci s'écrase en une poudre onctueuse.

— Caractéristiques physico-chimiques (tableau 5)

La texture d'un tel profil se caractérise par sa richesse en limons fins : plus de 30 p. 100 à l'analyse mécanique, pourcentage exceptionnel pour des sols ferrallitiques.

Ceci peut être dû à la proximité de l'altération et à la fraîcheur du remaniement et ce profil pourrait être relié à un sous-groupe pénévolué. Des analyses granulométriques totales par densimétrie révèlent pour les horizons remaniés B₁ et B_(gr) de ce profil, des constituants mal triés aux grandes dimensions (médianes 1,9 et 1,6 μ). On reconnaît des quartz picotés parfois enduits d'oxydes de fer, des feldspaths altérés, des concrétions brun ocre ainsi que des débris végétaux.

L'horizon d'altération est caractérisé par une fraction fine du même type mais plus colorée et cette fois, mieux triée.

TABLEAU 5

KA 79 Sol ferrallitique faiblement désaturé remanié modal rouge

		79,1	79,2	79,3	79,4	79,5	Oligo éléments en ppm KA 79,5	
Echantillons		79,1	79,2	79,3	79,4	79,5		
Horizons		A ₁	B ₁	B _(gr)	C ₁	C ₂		
Profondeur (cm)		0-10	55-65	100-110	190-200	395-405		
Refus		8,9	14,8	36,1	0,1	0,1		
granul.	Argile	25,5	45,5	53,0	14,0	12,0	Mn	270
	Li. fin	33,0	31,5	23,5	42,0	43,5	Pb	< 10
	Li. gros	3,0	5,0	4,8	12,1	18,0	Mo	< 10
	Sa. fin	8,6	6,5	5,2	10,0	12,0	Sn	< 10
	Sa. gros	21,8	7,3	11,9	21,0	14,0	V	900
	Humidité	2,4	2,1	1,6	0,9	0,5	Cu	170
Mat. org.	Mat. org. (%)	5,7	2,1				Ni	170
	C (‰)	33,2	12,3				Co	10
	N (‰)	1,6	0,8				Cr	270
	C/N	20,8	15,4				Ti	> 3 000
	Mat. hum.	7,64	2,69				Sr	90
	A.H.C. (%)	5,96	1,80				Ba	30
	A.F.	1,68	0,89					
pH	pH eau	6,4	5,8	6,1	6,3	6,0	Li	< 10
	pH-ClK	5,5	5,2	6,1	6,4	6,3	Ga	30
B. éch. me	Ca	12,4	4,20	2,85	1,38	1,08		
	Mg	2,55	0,90	0,60	0,48	0,72		
	K	0,15	0,03	0,03	0,03	0,02		
	Na	0,04	0,02	0,01	0,09	0,03		
	S	15,1	5,15	3,49	1,98	1,85		
	T	22,5	12,3	7,40	4,00	3,805		
	V = 100 S/T	67	42	47	49	48		
B. tot.	Ca	18,3	7,4	3,6		3,6		
	Mg	24,6	10,3	7,3		3,9		
	K	2,6	1,5	1,2		0,5		
	Na	1,4	1,7	2,1		1,6		
	B.T.	46,9	20,9	14,2		9,6		
Ph	Ph Tot. (‰)	4,08	1,79	1,40		1,98		
	Ph Ols. (‰)	0,570	0,030					
Fe	Fe Lib. (‰)	19,0	17,0	19,0		24,0		
	Fe Tot. (‰)	22,0	22,0	24,0		26,0		
<i>Éléments totaux (triacides)</i>								
Horizons		B ₁		B _{gr}		C		
Fraction		0-2 μ	0-2 mm	0-2 μ	0-2 mm	> 2 mm	0-2 mm	
Perte		12,3	11,9	12,8	11,7	11,4	11,7	
Résidu		0,55	8,40	0,35	4,15	2,50	0,30	
SiO ₂		33,7	25,7	33,5	26,3	20,6	26,8	
Al ₂ O ₃		28,2	22,5	27,6	24,0	21,3	23,3	
Fe ₂ O ₃		20,6	24,3	20,9	27,0	39,3	29,5	
TiO ₂		2,65	5,15	2,55	4,73	3,68	6,15	
CaO		0,16	0,35	0,16	0,28	0,21	0,23	
MgO		0,19	0,24	0,26	0,21	0,15	0,18	
K ₂ O		0,17	0,21	0,22	0,22	0,15	0,30	
Na ₂ O		0,13	0,22	0,16	0,25	0,21	0,22	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		2,03	1,91	2,06	1,86	1,63	1,95	
SiO ₂ /R ₂ O ₃		1,38	1,13	1,38	1,08	0,75	1,07	

Analyse d'argile

KA 79,3 : Kaolinite, goethite assez importante, un peu d'hématite possible.

KA 79,5 : Kaolinite, goethite très importante.

Il paraît plus probable que des pseudo-limons constituent la plus grande partie de cette fraction ; celle comprise entre 0 et 2 μ renferme déjà 20 p. 100 de fer. De tels pourcentages dépassent largement ceux qui seraient nécessaires à la saturation complète des silicates.

— *Sous-groupe induré*

Parmi les sols remaniés, le sous-groupe induré est important par sa place sur la première entaille. Il constitue d'ailleurs la masse de la surface d'érosion, dite principale en raison de son étendue au-delà de la Série de Kouki (cf. Notices des sols de l'Ouham).

Un faciès particulier dénommé : à cuirassement secondaire de pente, a été différencié sur la feuille de Kouki. On le rencontre à proximité des lakéré de pente et notamment au centre de ceux en forme de fer à cheval. Morphologiquement, ces sols sont caractérisés par leur couleur *jaune*, leur texture toujours *argileuse* pouvant passer à celle d'une argile, et par leur structure qui peut être qualifiée de *poudreuse* ⁽¹⁾. Il s'agit de sols typiquement ferrallitiques, fortement désaturés ; leurs éléments semblent provenir par érosion et remaniement de sols sus-jacents (cf. Notice : KB 21 et 72 bis).

2.2.2. Sols ferrallitiques typiques

Etant donné l'importance du remaniement, les sols ferrallitiques typiques, caractérisés par une texture à peu près constante, sont peu répandus. On les rencontre sur de faibles étendues, à la partie supérieure des versants, juste au-dessous de la corniche cuirassée.

Profil type KP 13 (12-1-68), 570 m, 7,°05 N, 17°,02 E.

— *Localisation, Topographie, Végétation*

Sur la séquence 3 de Bogodo (figure. 12 au pied de l'abrupt de la surface ancienne KP 12), au niveau du raccordement du talus avec le lakéré de pente (KP 14 bis).

Savane arbustive lâche : à *Burkea africana*, *Cussonia djalonensis* et *Parinari curatellaefolia* avec *Parkia filicoïdea*, *Entada ubangiensis*, *Daniella oliveri*, *Ficus vallis choudae*, *Gymnosporia senegalensis*, *Annona senegalensis* et autres espèces pyrophiles.

Strate herbacée dense à base d'*Andropogon gayanus*, *Digitaria uniglumis* et *Beckeropsis uniseta*.

— *Morphologie*

de 0 à 12 cm : Humifère ; brun rougeâtre foncé (5 YR-2/3 h et 3/8 s) ; limono-argilo-sableux avec A₁ gravillons (parfois magnétiques) ; structure polyédrique subanguleuse, à tendance grumeleuse, bien développée ; cohésion bonne ; peu poreux à l'intérieur des agrégats ; très nombreuses racines.

Transition nette

de 12 à 34 cm : Encore humifère ; brun rougeâtre foncé (2,5 YR-2,5/4 h et 3,5/6 s) ; légèrement hétérogène ; argileux ; structure polyédrique moyenne à fine, bien développée avec une structure grossière ; porosité moyenne mais irrégulièrement répartie ; assez nombreuses racines. A₃

Transition distincte

de 34 à 122 cm : Rouge foncé (1,25 YR-3/6 h et 4/6 s) ; argileux ; collant ; peu plastique ; structure mal développée à tendance poudreuse ; très poreux ; très friable. B₂

(1) De CHETELAT (1938) fait peut-être allusion à un type de profil semblable quand il parle de *limon jaune*, ayant l'aspect et la consistance du *læss*. Il rattache ces sols aux bovés voisins.

TABLEAU 6

KP 13 Sol ferrallitique fortement désaturé typique hydromorphe rouge

	Echantillons	13,1	13,2	13,3	13,4
	Horizons	A ₁	A ₃	B ₂	B _v
	Profond. (cm)	0-10	18-28	60-70	220-225
	Refus	24	9	12,7	37,8
Granul.	Argile	21,0	44,5	50,0	41,5
	Li. fin	23,0	15,5	18,0	7,5
	Li. gros.	6,5	3,5	6,9	9,7
	Sa. fin	12,5	11,2	11,2	21,2
	Sa. gros.	25,5	20,0	11,1	17,4
	Humid.	3,5	2,8	2,8	2,7
Mat. org.	Mat. org.	8	2,5		
	C (‰)	46,3	14,4		
	N (‰)	2,51	1,15		
	C/N	18,5	12,6		
	Mat. hum.	8,24	3,76		
	A. Hu.	4,09	0,91		
	A.H.b.	1,06	0,16		
	A.H.i.	0,53	0,07		
	A.H.g.	2,50	0,68		
	A. Fu.	4,15	2,85		
pH	pH eau	6,4	5,4	5,2	5,4
	pH-ClK	5,4	4,7	4,6	4,5
B. éch. mé/100	Ca	12,5	3,12	0,57	0,24
	Mg	5,85	1,38	0,18	0,51
	K	0,45	0,13	0,07	0,05
	Na	0,03	0,02	0,04	0,02
	S	18,8	4,65	0,86	0,82
	T	31,0	17,5	12,7	11,6
	V = S/T	61	27	7	7
B. tot.	Ca	19,5		3,6	4,0
	Mg	25,2		12,6	10,1
	K	3,5		3,3	2,9
	Na	1,6		1,2	1,2
	B.T.	49,8		20,7	18,2
Ph.	Ph. tot. (‰)	1,84		0,74	0,67
	Ph. Ols. (‰)	147			
Fe	Fe lib. (%)	13,5		14,0	14,0
	Fe tot.	15,4		16,0	15,4
<i>Eléments totaux (triacides)</i>					
	Horizons	B ₂		B _v	
	Fraction	0-2 μ	0-2 mm	0-2 μ	0-2 mm
	Perte	13,7	11,6	14,0	11,2
	Résidu	0,6	14,0	0,45	14,1
	SiO ₂	36,3	28,6	42,0	28,9
	Al ₂ O ₃	32,0	25,3	35,5	26,0
	Fe ₂ O ₃	15,0	17,0	6,25	16,5
	TiO ₂	1,30	2,16	1,45	2,25
	CaO	0,11	0,12	0,06	0,12
	MgO	0,32	0,32	0,35	0,32
	K ₂ O	0,40	0,39	0,40	0,40
	Na ₂ O	0,19	0,19	0,19	0,20
	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,92	1,92	2,00	1,88
	SiO ₂ /R ₂ O ₃	1,48	1,34	1,80	1,34

Argile KP 13,3 : Kaolinite, hématite.

Transition graduelle

de 122 à 158 cm : Horizon de transition ; fond rouge foncé (2,5 YR-3/6 h) ; tacheté de rouge jaunâtre
 B₃ (5 YR-4/8).

de 158 à 220 cm : Horizon bariolé, plinthite ; brun jaunâtre foncé (10 YR-4/4 h et 6/4 s) ; à taches brun
 B₀ foncé (7,5 YR-4/4 h), avec des concrétions et nodules ferrugineux, rouge jaunâtre
 (5 YR-4/6) à rouge foncé (10 R-3/6) ; ils sont bien individualisés mais pas encore très
 durs ; argile sableuse.

Caractéristiques physico-chimiques (tableau 6)

Ce profil est caractérisé par *sa texture fine, sa structure poudreuse et sa friabilité*. Les teneurs en limons et en fer, bien qu'élévées sont moins importantes que celles de l'exemple précédent.

Le rapport silice/alumine reste voisin de deux ; les valeurs du pH-eau et du pH-CIK diffèrent de plus d'une demi-unité ; par contre *la désaturation est forte*. Parmi les sols typiques, ce profil appartient au sous-groupe hydromorphe.

L'estimation de la composition minéralogique indique à côté de kaolinite dominante et de traces de de la goethite tandis que l'analyse aux rayons X révèle la présence d'hématite ; il en est de même pour un autre profil typique (KQ 1).

2.2.3. Lithosols et sols lithiques sur roche

L'érosion qui a permis le développement de cette première entaille aux dépens de la surface ancienne, fait parfois apparaître la roche-mère sous-jacente.

Le dégagement des intercalations dures de quartzites laisse subsister dans le paysage des arêtes permettant de repérer la direction générale des couches de la Série. Les schistes n'affleurent qu'au pied de rares escarpements cuirassés mais la plupart des sols en dérivent.

Profil type KA 40 (12-1-68), 500 m, 7°01 N, 17°11 E.

— *Localisation, Topographie, Végétation*

Ce profil appartient à la séquence 5 de la Tambim ; il se situe au pied d'une petite butte cuirassée (KA 42), témoin à 560 mètres d'altitude, de la surface ancienne. Sur un replat intermédiaire, KA 41 représente un profil sur « altérites » dans lequel on ne distingue plus les caractères de la roche-mère. La pente locale (en KA 40) est encore de 12 p. 100 vers le nord.

Savane arbustive à *Burkea africana* et *Terminalia laxiflora* avec *Combretum hypopilinum*, *Parinari curatellaefolia*, *Pseudocedrela kotschyi*... et espèces pyrophiles.

Strate herbacée à base de *Beckeropsis uniseta* et *Loudetia sp.* Drainage externe et interne assuré.

— *Morphologie*

de 0 à 11 cm : Humifère ; rouge sombre (2,5 YR-3/2 h et 4/3 s) ; argile limono-sableuse ; structure
 A₁ ap polyédrique fine, bien développée ; nombreuses racines.

Transition distincte

de 11 à 50 cm : Légèrement humifère ; rouge foncé (2,5 YR-3/6 h et 5/6 s) ; remplissage argileux de nombreux débris rocheux, anguleux, inférieurs à 2 cm, fortement marqués par une altération rougeâtre ; structure polyédrique fine, bien développée, très poreux.

Transition très irrégulière par poches de 30 à 90 cm.

de 50 à 120 cm : Remplissage brun rougeâtre foncé (5 YR-3/4 et 5/4) très réduit, d'un schiste altéré grisâtre tacheté de vert et de noir ; la schistosité très fine (*cf.* « schiste - carton ») apparaît plissotée ; certains blocs sont durs et denses ; la roche plus fraîche est vert foncé et recouverte d'une simple pellicule rouille ; le pendage est fort (70°) ce qui facilite l'altération ; les racines pénètrent encore facilement à ce niveau.

— Résultats analytiques (tableau 7)

La diversité des roches de la Série de Kouki permet de comprendre la diversité des sols qui en dérivent. On s'en rend compte par la comparaison de l'analyse triacide de l'altération de ce schiste vert (KA 40) avec celle d'un schiste ardoisier (KA 38). Les proportions de résidu, silice, alumine, fer et bases diverses varient de 1 à 3.

Le sol peu évolué sur schiste vert est peu désaturé et plus argileux que celui sur schiste ardoisier. Il renferme plus de calcium, de magnésium (échangeable ou non) ainsi que de fer (libre ou non)...

L'analyse d'argile d'une roche verte altérée (OI 802) révèle des traces de montmorillonite, exceptionnelles en ce milieu ferrallitisant.

2.3. LES SOLS DE LA DEUXIÈME ENTAILLE

2.3.1. Cas général : Sols ferrallitiques décolorés et appauvris

La première entaille se termine par un cuirassement secondaire de pente assez généralisé. Un petit décrochement sépare ainsi les deux entailles. Sous ce ressaut on rencontre encore des sols ferrallitiques remaniés mais la plupart des sols sont ferrallitiques appauvris.

A la différence des sols rouges appauvris sur les « sables rouges » du Continental Terminal au nord (*cf.* Notice, KC 8-KC 42), ceux-ci présentent un faciès ocre (ou jaune rougeâtre) avec hydromorphie fréquente de profondeur. Ces sols se définissent par un indice d'appauvrissement en argile d'au moins 1/1,4, sur plus de 25 cm, sans qu'il y ait, en B, un véritable horizon d'accumulation.

Profil type (KA 54) (17-1-68), 460 m, 7°, 17 N, 17°, 19 E.

Localisation, Topographie, Végétation

Dans un étroit vallon, correspondant à la deuxième entaille, incisé entre deux lakéré de pente (KA 55) de la séquence 2 de Kadanga (fig. 11), à proximité de l'axe de drainage.

Savane arborée à *Pterocarpus lucens*, *Allophyllus africanus* et *Uvaria chamae* avec *Erythrina sigmoïdea*, *Ficus vallis choudae*, *Butyrospermum parkii*, *Gymnosporia senegalensis* et espèces pyrophiles.

TABLEAU 7

Sols peu évolués

Sur schiste ardoisier
KA 38Sur schiste vert
KA 40Sur roche verte
OI 80

		38,1	38,2		40,1	40,2	40,3		80,1	80,2
	Echantillons				A ₁	AC	C		A ₁	AC
	Horizons	A ₁	C		A ₁	AC	C		A ₁	AC
	Profond. (cm)	0-10	80-90		0-10	30-40	110-120		0-5	30-35
	Refus	66,9	24,5		11,7	48,2	86,6		23,4	tr.
granulo. (%)	Argile	15,5	27,0		37,5	50,5	30,0		5,5	18,5
	Li. fin	17,0	17,0		16,0	14,0	15,5		19,0	14,0
	Li. gros	24,0	16,9		8,5	9,0	13,0		11,5	9,5
	Sa. fin	16,9	14,4		9,7	11,7	16,8		13,0	13,5
	Sa. gros	19,1	24,2		21,2	10,5	23,0		46,4	40,8
	Humid.	1,8	0,5		2,2	2,6	1,7		2,0	2,6
Mat. org. (‰)	Mat. org.	66			49	17			26	11,0
	C	38,1			28,7	10			15,0	6,3
	N	1,79			1,55	0,906			0,786	0,466
	C/N	21,3			18,6	11			19,1	13,5
	M.H.T.	4,56			4,73	1,23			2,53	1,22
	A. Hu.	4,32			4,34	0,11			1,66	0,35
	A. Fu.	0,24			0,39	1,12			0,87	0,87
pH	pH eau	6,6	5,2		6,5	5,9	6,5		6,2	5,7
	pH-ClK	5,7	4,9		5,4	5,2	5,4		5,4	5,4
B. éch. mé.	Ca	7,05	0,72		14,1	8,10	8,10		8,92	6,55
	Mg	1,80	0,63		6,90	4,50	6,00		4,09	2,50
	K	0,17	0,03		0,19	0,09	0,07		0,58	0,09
	Na	0,02	0,01		0,04	0,05	0,07		0,03	0,03
	S	9,04	1,49		21,2	12,7	14,2		13,6	9,17
	T	14,5	4,20		29,0	19,0	18,5		17,9	14,8
	V = S/T	62	33		73	67	77		76	62
B. tot.	Ca	12,1	2,53		23,6	10,5				
	Mg	2,40	9,20		39,2	24,6				
	K	3,45	3,95		1,4	1,1				
	Na	1,75	1,45		2,3	2,5				
	B.T.	19,7	17,1		66,5	38,7				
Ph.	Ph. tot.	1,29	1,00		0,67	0,41			3,02	
	Ph. Ols.	0,097			0,025				0,365	
Fe	Fe lib.	6,0	4,4(gr)		11,5		6,7(gr)			
	Fe tot.	7,2	5,4		16,0		12,2			

(TABLEAU 7, suite)

Analyses triacides (en p. 100)

Echantillons	Perte	Résidu	Silice	Alu.	Fer	Ti
KA 392 gr.	6,50	70,4	9,35	7,10	5,75	0,65
KA 403 gr.	7,80	24,7	29,1	17,5	14,2	1,50

Echantillons	Ca	Mg	K	Na	Si/Al	SiR ₂ O ₃
KA 382 gr.	0,15	0,12	0,39	0,20	2,21	1,45
KA 403 gr.	2,80	1,86	0,18	0,37	2,80	1,85

Analyse d'argile : OI 802.

Kaolinite, traces de montmorillonite, goethite.

— *Morphologie*

Litière en surface

de 0 à 16 cm : Humifère ; brun foncé (7,5 YR-3/2 h et 5/4 s) ; argile limono-sableuse ; structure polyédrique éoussée ; grossière, assez mal développée ; peu fragile ; très poreux de type lacunaire, irrégulièrement réparti ; assez nombreuses racines.

A_{1ap}

Transition distincte.

de 16 à 38 cm : Encore humifère ; brun rougeâtre (5 YR-3,5/4 h et 5/6 s) ; argile limono-sableuse avec rares gravillons ferrugineux rouges ou noirs ; structure polyédrique, grossière, médiocrement développée ; peu fragile ; poreux de type lacunaire et tubulaire ; assez nombreuses racines.

A_{3ap}

Transition graduelle.

de 38 à 107 cm : Rouge jaunâtre (5 YR-4/6 h et 5,5/6 s) ; argileux avec individualisation de petites concrétions ferrugineuses, rouge foncé (10 R-3/6 h), souvent noires au centre ; structure polyédrique moyennement développée ; porosité très irrégulière ; localement, aspect pulvérulent ; quelques racines.

B

Transition diffuse.

de 107 à 189 cm : Rouge jaunâtre (5 YR-4/8 h et 6/8 s) ; finement tacheté de brun jaunâtre foncé (10 YR-4/6 h et 5/6 s) ; des éléments ferrugineux nodulaires y sont bien individualisés, rouges (2,5 YR-3/6 h à 10 R-4/6 h), parfois noirs au centre ; structure à tendance polyédrique médiocrement développée ; fragile ; porosité médiocre, irrégulièrement répartie : les nodules ne sont pas poreux ; racines rares.

B_v

— *Caractéristiques physico-chimiques* (tableau 8)

Ce profil décoloré et appauvri en surface, est argileux et hydromorphe en profondeur.

TABLEAU 8

KA 54 Sol ferrallitique fortement désaturé, appauvri, hydromorphe, rouge-jaunâtre

	Echantillons	54,1	54,2	54,3	54,4
	Horizons	A _{1ap}	A _{3ap}	B	B _v
	Profondeur (cm)	0-10	20-30	55-65	185-190
	Refus	0,1	9,6	29,4	32,7
Granul.	Argile	30,0	31,5	54,0	54,0
	Li. fin	18,5	23,5	19,0	9,0
	Li. gros.	7,0	6,5	5,5	6,5
	Sa. fin	12,6	14,5	5,8	10,4
	Sa. gros.	24,3	19,2	12,9	17,5
	Humidité				
Mat. org.	Mat. org.	4,9	2,5		
	C (‰)	28,7	14,7		
	N (‰)	1,99	0,927		
	C/N	17,9	15,9		
	Mat. hum.	4,96	3,22		
	A. Hu.	2,53	0,87		
	A.H.b.	0,72	0,27		
	A.H.i.	0,29	0,11		
	A.H.g.	1,52	0,49		
	A.Fu.	2,43	2,35		
pH	pH eau	5,8	5,3	5,4	5,4
	pH-ClK	4,9	4,6	4,6	4,8
B. éch. en mé/100	Ca	5,10	1,56	1,05	1,29
	Mg	1,86	0,84	0,45	0,30
	K	0,17	0,08	0,07	0,04
	Na	0,02	0,02	0,01	0,02
	S	7,15	2,50	1,58	1,65
	T	17,0	10,8	11,0	9,25
	V = S/T	42	23	14	17
B. tot.	Ca	7,33		2,60	2,20
	Mg	18,8		8,00	10,2
	K	2,45		3,00	2,55
	Na	1,45		1,45	1,60
	B.T.	30,0		15,1	16,6
Ph.	Ph. tot.	1,82		0,87	0,74
	Ph. Ols.	0,105			
Fe	Fe lib.	7,0		11,0	10,5
	Fe tot.	13,6		13,6	11,8
<i>Eléments totaux (triacides)</i>					
Horizons		B		B _v	
	Fraction	0-2 μ	0-2 mm	2 mm	
Perte	14,5	13,0	11,4		
Résidu	0,35	8,35	8,45		
SiO ₂	37,1	31,6	30,1		
Al ₂ O ₃	31,6	28,4	24,8		
Fe ₂ O ₃	11,9	14,1	21,6		
TiO ₂	2,65	3,05	3,38		
CaO	0,20	0,17	0,15		
MgO	0,27	0,20	0,24		
K ₂ O	0,26	0,27	0,25		
Na ₂ O	0,24	0,18	0,16		
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,39	1,89	2,06		
SiO ₂ /R ₂ O ₃	1,60	1,43	1,32		

Argile de KA 54,3: Kaolinite, traces d'illite, traces de goëthite, traces possibles d'hématite, traces de gibbsite.

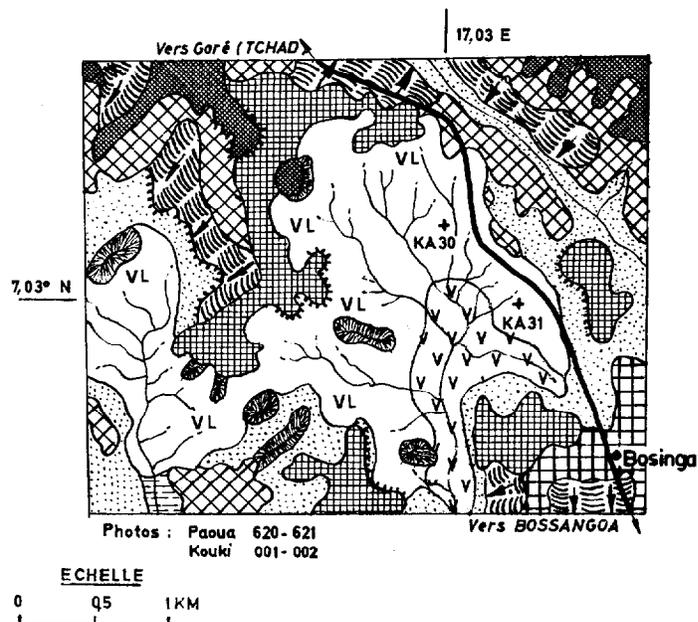


FIG. — 8. Modelé environnant un vertisol lithomorphe KA 30.
(*légende p. 410*)

Proche par certains côtés des sols ferrugineux tropicaux, il doit encore être considéré comme ferrallitique.

Le rapport silice/alumine reste voisin de deux mais la désaturation est forte. La composition minéralogique estimée, de même que les analyses de rayons X, révèlent en B, à côté de kaolinite dominante, des traces de goethite et d'illite mais aussi de gibbsite.

2.3.2. Cas particulier : Sols liés au matériau originel, sols lithomorphes

Dans certains bassins de réception, au niveau de la deuxième entaille, on peut rencontrer un type de sol tout différent, lié au matériau originel. En dehors des schistes et des quartzites, la série de Kouki renferme des intercalations de roches vertes. Malgré une pluviométrie supérieure à 1 200 mm, des vertisols lithomorphes parfaitement typés ont pu se développer sur ces roches fortement basiques.

2.3.2.1. VERTISOL LITHOMORPHE

Profil type KA 30 (15-1-68), 530 m, 7°,03 N, 17°, 03 E.

— *Localisation, Topographie, Végétation*

Le profil KA 30 se situe non loin du village de Bosinga (fig. 8), dans un bassin de réception dominé au nord, par un escarpement de cuirasse ancienne et au sud, par la cuirasse principale. Le modelé est finement mamelonné et le réseau hydrographique est très dense et subdivisé en un fin chevelu arborescent.

Le drainage externe est bon, avec une pente locale de 4 % vers le sud ; on observe, en surface, quelques fentes de retrait.

Savane arbustive à *Terminalia laxiflora* et *Pseudocedrela kotschy* avec *Acacia sieberiana*, *Entada ubangiensis*, *Crossopteryx febrifuga*, *Gardenia ternifolia*, *Gymnosporia senegalensis*, *Piliostigma thonningii* et *Annona senegalensis*.

Strate herbacée brûlée, en touffes discontinues, à base de *Beckeropsis uniseta*, *Digitaria uniglumis* et *Hypparrhenia sp.*

— Morphologie

de 0 à 11 cm : Humifère ; noir (10 YR-2/1 h et 3,5/2 s) ; argileux ; assez collant ; plastique ; structure polyédrique émoussée à vague tendance grumeleuse ; peu fragile ; poreux ; nombreuses racines.

Transition nette

de 11 à 42 cm : Encore humifère ; gris très foncé (10 YR-2,5/1 h et 3,5/2 s) ; très finement tacheté de jaune rougeâtre ; argile avec quelques petits gravillons ferrugineux ; collant ; plastique ; structure polyédrique grossière bien développée ; assez poreux.

Transition graduelle

de 42 à 101 cm : Brun grisâtre assez foncé (10 YR-3,5/2 h et 4,5/3 s), légèrement hétérogène (de 10 YR-3/2 à 4/3 h) ; argile ; collant ; plastique ; des fentes bien marquées (de plus d'un cm de large) et nombreuses, découpent le profil de 11 jusqu'à 120 cm et occasionnent une *surstructure prismatique* dont les éléments sont larges de 8 à 10 cm ; cet ensemble est recoupé par un réseau de fentes obliques entraînant une *structure en plaquettes* grossières, avec de belles *faces lisses et striées* le long desquelles s'insinuent quelques racines.

B

Transition distincte irrégulière ; elle se fait à 70 cm de l'autre côté du profil où l'on rencontre jusqu'à 79 cm, de fins débris de quartz anguleux et des gravillons ferrugineux violacé foncé, émoussés, d'environ 1 cm de diamètre.

de 101 à 190 cm : Olive (5 Y-4,5/3 h et 6/3 s) légèrement hétérogène : parfois brun grisâtre (2,5 Y-5/2) ou brun jaunâtre (10 YR-5/6) ; limono-sablo-argileux ; roche très altérée.

C₁

Transition diffuse

de 190 à 250 cm : Fond olive (5 Y-4,5/3 h et 6,5/4 s) tacheté de brun (rouille) (7,5 YR-5/8 h), finement bariolé de couleurs vives dans les fentes d'altération : rouge jaunâtre (5 YR-4/6), rouge très sombre (7,5 R-2/2), parfois gris métallique ; la roche apparemment moins altérée s'écrase en un limon sableux ; elle reprend sa consistance dans les déblais séchés au soleil.

C₂

Un petit filon de quartz presque vertical remonte jusqu'à 100 cm.

225 cm : Nappe d'eau le 15-1-68.

— Caractéristiques physico-chimiques (tableau 9)

Ce profil est caractérisé par sa couleur foncée, sa texture qui est celle d'une argile, la structure de l'horizon B en plaquettes avec belles faces lisses et striées. Il est non grumosolique, sa structure n'étant pas assez fine dans les vingt premiers centimètres.

TABLEAU 9

KA 30 Vertisol lithomorphe non grumosolique

	Echantillons	30,1	30,2	30,3	30,4	30,5	Oligo élément en ppm KA 30.5	
	Horizons	A ₁	A ₃	B	C ₁	C ₂		
	Profondeur (cm)	0 - 10	20 - 30	60 - 70	140 - 150	200 - 210		
	Refus	0,1	7,4	0,1	0,1	0,1		
Granulométrie	CO ₂ Ca			0,1	0,1	0,1	Mn	900
	Argile	44,0	51,0	55,0	23,5	7,5	Pb	< 10
	Limon fin	18,0	17,0	17,0	30,0	20,0	Sn	< 10
	Limon grossier	14,5	18,0	11,5	25,0	29,0	V	700
	Sable fin	8,0	4,5	7,2	10,9	18,5	Cu	180
	Sable grossier	3,7	0,5	3,0	7,9	23,4	Ni	90
	Humidité	4,6	4,5	4,6	2,7	1,6	Co	30
							Cr	180
Matières organiques	Matière organique (%) ...	7,2	4,5	1,7			Ti	> 3 000
	C (‰)	41,6	26	9,7			Sr	900
	N (‰)	2,4	1,48	0,574			Ba	30
	C/N	17,3	17,6	16,9			Li	20
	M.H.T.	8,88	3,01				Ga	30
	A.Hu.	8,63	2,75					
	A.H.b.	1,25	0,61					
	A.H.i.	0,69	0,27					
	A.H.g.	6,69	1,87					
	A.Fu.	0,25	0,26					
pH	pH-eau	6,3	6,2	7,3	7,4	7,5		
	pH-ClK	5,2	5,1	6,2	5,3	5,2		
B. éch. mé.	Ca	25,5	21,9	21,8	27,9	23,1		
	Mg	11,7	14,5	13,9	19,5	14,2		
	K	0,21	0,15	0,07	0,03	0,02		
	Na	0,20	0,16	0,28	0,30	0,23		
	S	37,6	36,7	36,1	47,7	37,6		
	T	44,5	43,5	36,5	45,9	34,5		
	V = S/T	84	84	99	104	109		
B. totales	Ca	45,3		30,8		57,7		
	Mg	63,1		42,7		90,0		
	K	1,6		0,80		0,6		
	Na	1,7		2,00		1,9		
	B.T.	112		76,3		150		
Ph.	Ph. total (‰)	0,92		0,21		0,81		
	Ph. Ols. (‰)	0,060	0,015					
Fe	Fe libre (%)	8,0		13,0		10,6		
	Fe total (%)	11,8		15,2		11,2		

Eléments totaux (analyses triacides)					
Horizons	Fraction	B		C ₂	
		0 - 2 μ	0 - 2 mm	0 - 2 μ	0 - 2 mm
	Perte	11,3	10,7	10,5	6,35
	Résidu	1,60	21,0	7,85	34,2
	SiO ₂	42,8	30,2	43,2	28,4
	Al ₂ O ₃	22,7	15,8	17,6	11,4
	Fe ₂ O ₃	18,5	16,9	16,5	12,0
	TiO ₂	1,20	3,28	1,14	1,81
	CaO	0,25	1,41	0,80	3,67
	MgO	0,80	0,92	1,49	2,34
	K ₂ O	0,10	0,13	0,07	0,13
	Na ₂ O	0,18	0,11	0,20	0,16
	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,20	3,24	4,17	4,21
	SiO ₂ /R ₂ O ₃	2,09	1,92	2,60	2,51

Analyse d'argile

KA 303 : Montmorillonite, kaolinite, goethite.

KA 305 : Montmorillonite très importante bien cristallisée, un peu de kaolinite.

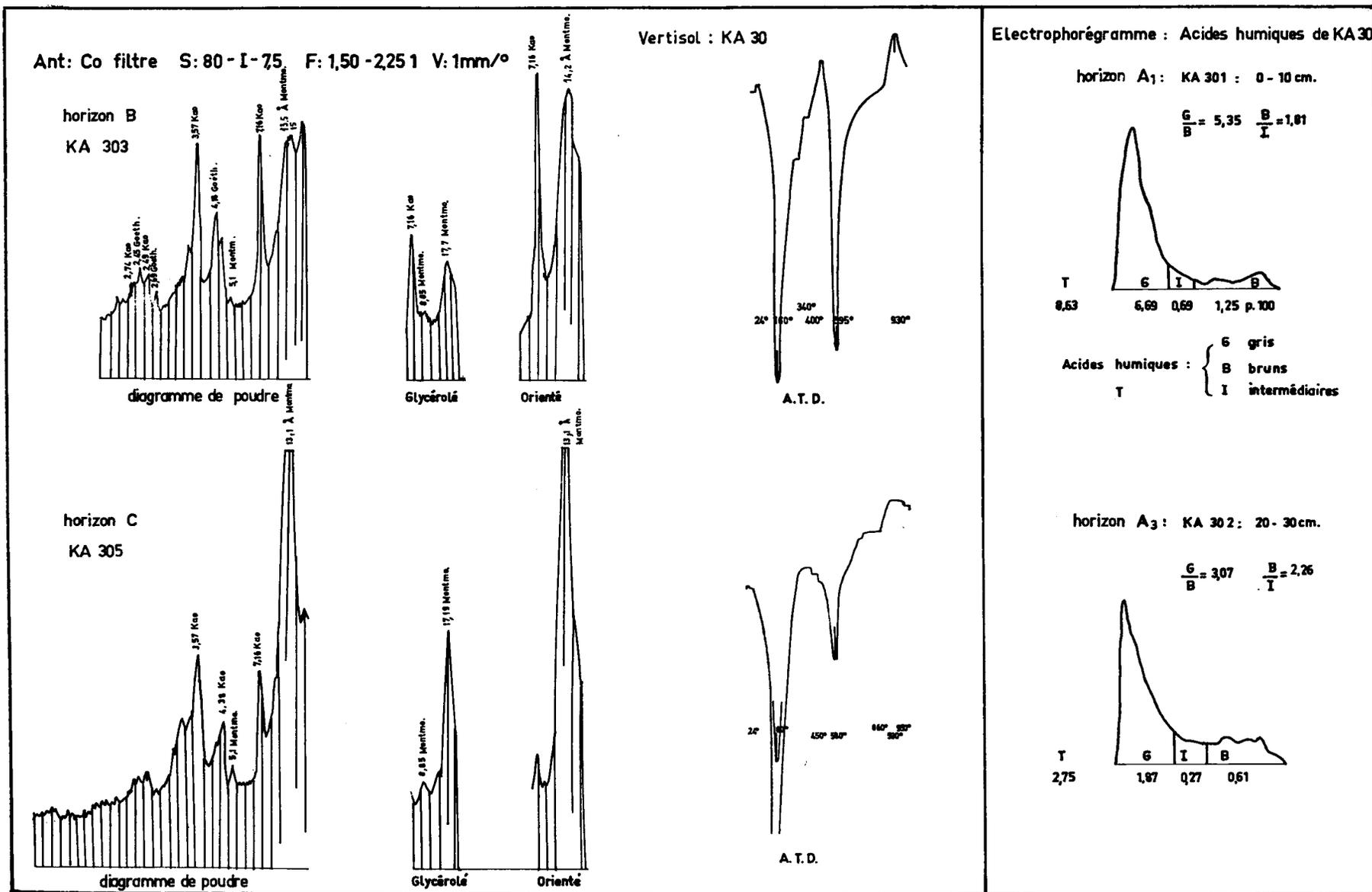


FIG. 9. — Diagrammes de rayons X. — Anal. therm. dif. — Electrophorégramme.

La courbe de granulométrie totale par méthode densimétrique est très redressée, entre 15 et 40 μ pour l'horizon B (médiane à 6,2 μ). Pour l'horizon C (médiane à 0,9 μ), le décrochement est peu net.

On observe dans le premier cas, des quartz propres, des concrétions ocre, des feldspaths avec des filaments végétaux et, dans le deuxième, des quartz subanguleux luisants et de grandes tailles avec des concrétions brun rouge foncé, de 1 à 2 mm.

Pour un vertisol lithomorphe, les teneurs en matières organiques sont assez élevées en A₁ et A₃, mais cette matière organique est médiocrement évoluée : le rapport C/N reste supérieur à 15. Dans les deux premiers horizons, les acides humiques l'emportent sur les acides fulviques plus que dans les autres types de sols. L'électrophorégramme montre que cette abondance est essentiellement due aux acides humiques gris, à grosses molécules, peu mobiles et fortement liés à la matière minérale (fig. 9).

L'individualisation de traces de carbonate de calcium à partir de l'horizon B explique la neutralité du pH à partir de l'horizon B et la « sursaturation » en bases de la roche altérée. Le calcium (21,8 à 25,5 mé/100) et le magnésium (11,7 à 19,5 mé/100 g) prédominent dans la composition du complexe absorbant.

Les réserves en bases totales sont très élevées et cette fois, le magnésium l'emporte sur le calcium.

Le rapport silice/alumine est très nettement supérieur à deux et l'analyse d'argile indique la présence de *montmorillonite* en B et en C où elle est *très importante et bien cristallisée*.

La *montmorillonite* des vertisols est caractérisée par un pic compris entre 14,2 et 15,2 Å.

Ce pic est ici, pour l'horizon B, étalé entre 13,5 et 15 Å sur poudre et de 14,2 Å sur échantillon orienté (fig. 9). Pour l'horizon C, il reste de 13,1 Å dans les deux cas. Dans ce dernier horizon, le pic est très intense et aigu, signe d'une bonne cristallinité. Il gonfle après traitement ; glycérolé, il est compris entre 17,1 et 18,3 pour B, et de 17,1 pour C.

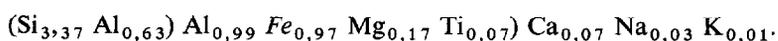
Les courbes d'analyse thermique différentielle des horizons B et C montrent vers 160°, un premier crochet endothermique dû à la libération de l'eau et à 580 ou 595°, un second qui correspond à la libération des ions oxydrides. Après une pause à 860°, il est suivi, vers 930°, d'un petit crochet de recombinaison exothermique. Ce type de courbe d'A.T.D. caractérise les *montmorillonites* du groupe intermédiaire entre les *beidellites* à substitutions tétraédriques et les *nontronites* dans lesquelles le fer a remplacé l'aluminium (H. PAQUET, 1967).

Par ailleurs, les normes de la variation de Fe₂O₃ en fonction du rapport MgO/Fe₂O₃, permettent de rapprocher cette *montmorillonite* plutôt des *nontronites*. On retrouve le résultat mis en évidence par TRAUTH, PAQUET *et al.* (1967) : *les montmorillonites des vertisols sont ferrifères*.

Le calcul de la répartition des ions dans la structure a été effectué par la méthode la plus simple (MILLOT, 1949). Selon cet auteur, la dénomination de ce type d'argile est :

- *beidellite ferrifère* pour Fe voisin de 0,5 dans la formule calculée de la demi-maille,
- *beidellite très ferrifère* pour Fe compris entre 0,5 et 1,
- *nontronite* pour Fe supérieur à 1.

En supposant que l'argile de l'horizon C₂ (KA 30 5) soit constituée de *montmorillonite* pure, la formule calculée est :



Il subsiste un résidu de charge de : +0,05, mais le diagramme de rayons X révèle la présence d'un peu de kaolinite.

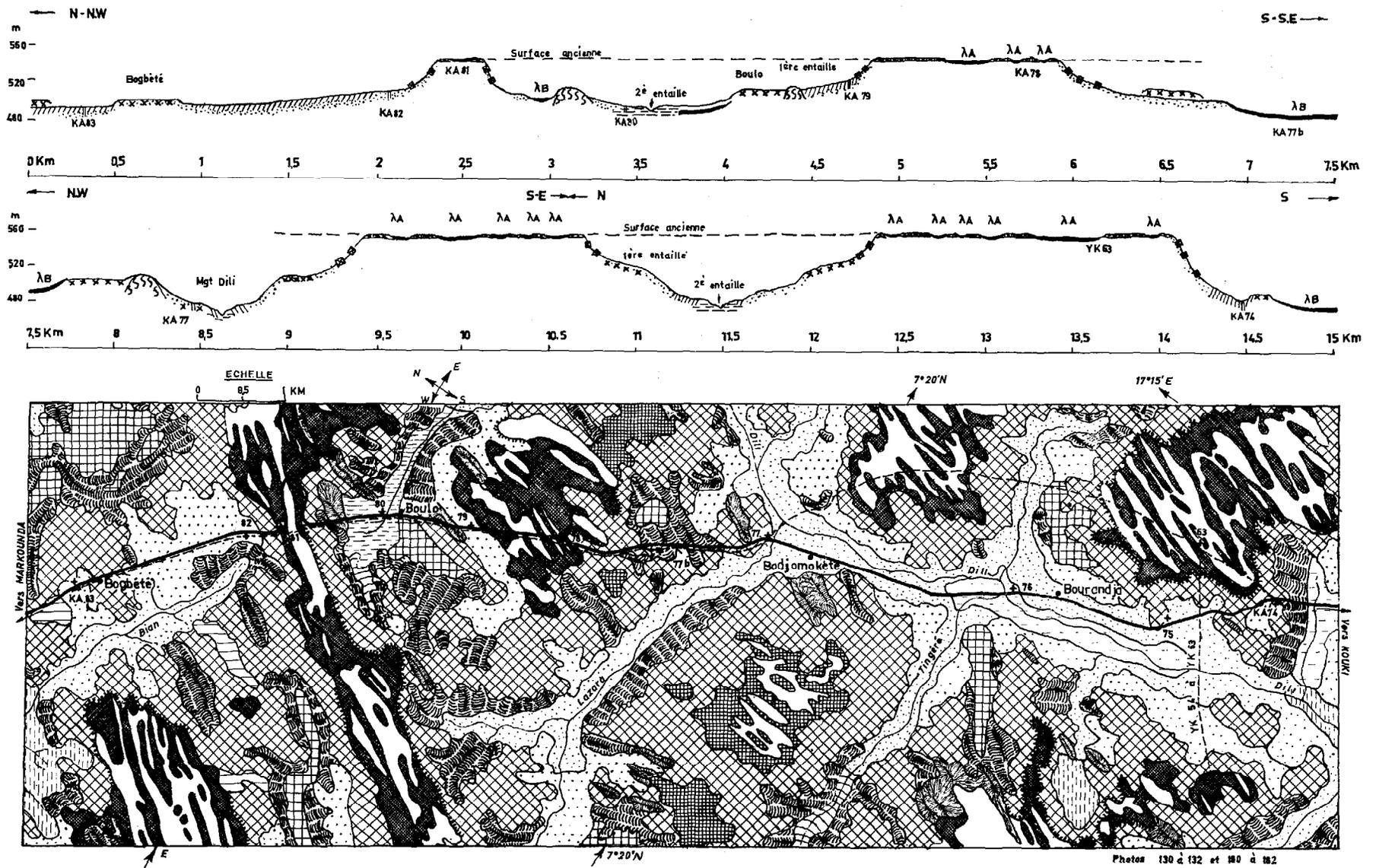
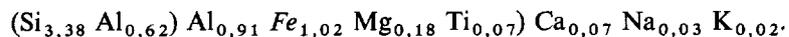


FIG. 10. — Séquence 1 de Boulo. (cf. légendes p. 410 et 440)

En supposant cette fois que cinq pour cent de la silice combinée se trouve sous forme de kaolinite, on aboutit à la formule suivante, qui est retenue, le résidu de charge n'étant plus que de 0,01 :



Cette formule correspond à une *véritable nontronite*.

Les roches vertes de la série de Kouki, analysées par GÉRARD (1961), sont des dolérites ou des amphibolites ; elles ne contiennent pas de montmorillonite. Ce minéral apparaît dans de très fortes proportions, dès la zone d'altération de la roche-mère (horizon C). L'hypothèse la plus vraisemblable est celle de la néoformation de la montmorillonite, à partir des ions libérés par l'altération des roches-mères en milieu chaud et humide, confiné par suite de mauvais drainage (PAQUET, 1967-1969).

Comme dans les sols bruns eutrophes, la montmorillonite diminue d'importance de l'horizon C à l'horizon B, au profit de la kaolinite. Le degré de cristallinité y est déjà moins bon.

Enfin par rapport aux autres profils de la feuille de Kouki, celui-ci présente des teneurs élevées en certains oligo-éléments. Les montmorillonites les plus ferrifères sont aussi les plus riches en vanadium, nickel et chrome, éléments vraisemblablement « piégés » en même temps que le fer. Il en est ainsi pour cette nontronite qui renferme par contre peu de baryum et de plomb ; ces éléments se concentrent dans les montmorillonites les plus pauvres en fer.

2.3.2.2. SOLS HYDROMORPHES LITHOMORPHES

Ainsi les intercalations basiques de la série de Kouki peuvent donner naissance à des vertisols lithomorphes à montmorillonite ferrifère parfaitement typés. On en rencontre pourtant moins que ne le laisserait supposer l'examen du modelé fréquemment micromamelonné avec un réseau hydrographique en chevelu très fin.

C'est le cas de la partie centrale de la série de Kouki dont le soubassement a été mis à nu par l'érosion, dans les bassins de la Fiba (séquence 6) et de la Kouéré (séquence 7). On y observe des sols hydromorphes bien que l'on ne soit pas en bas de pente.

Le modelé apparaît légèrement mamelonné et convexe ; le drainage externe est correctement assuré. L'hydromorphie est une conséquence non pas de la position topographique mais d'une forme d'altération particulière des roches où les minéraux 2:1 jouent un rôle important. Ce sont des *sols hydromorphes lithomorphes*.

Deux faciès ont été distingués pour la cartographie. L'un se rapproche du type *lessivé* décrit par D. MARTIN au Nord-Cameroun (1969) (*cf.* Notice : KA 8), l'autre est à *caractère vertique* accentué (*cf.* KQ 4).

Sur la série de Kouki, l'érosion l'emporte toujours sur la sédimentation ; les sols hydromorphes à pseudo-gley ne s'y développent pas. La première plaine d'inondation se rencontre à l'est du Kouki ; c'est la vallée de la Nana-Bakassa (*cf.* Notice : KB 1), sur alluvions récentes.

3. LES PRINCIPALES UNITÉS PAYSAGIQUES

Examen de sept séquences représentatives du modelé de la série de Kouki.

3.1. SÉQUENCE DE BOULO

La séquence de Boulo (fig. 10) est représentative de la bordure nord de la série de Kouki. Les plateaux cuirassés caractéristiques s'y trouvent à une altitude voisine de 550 m. L'orientation des couches

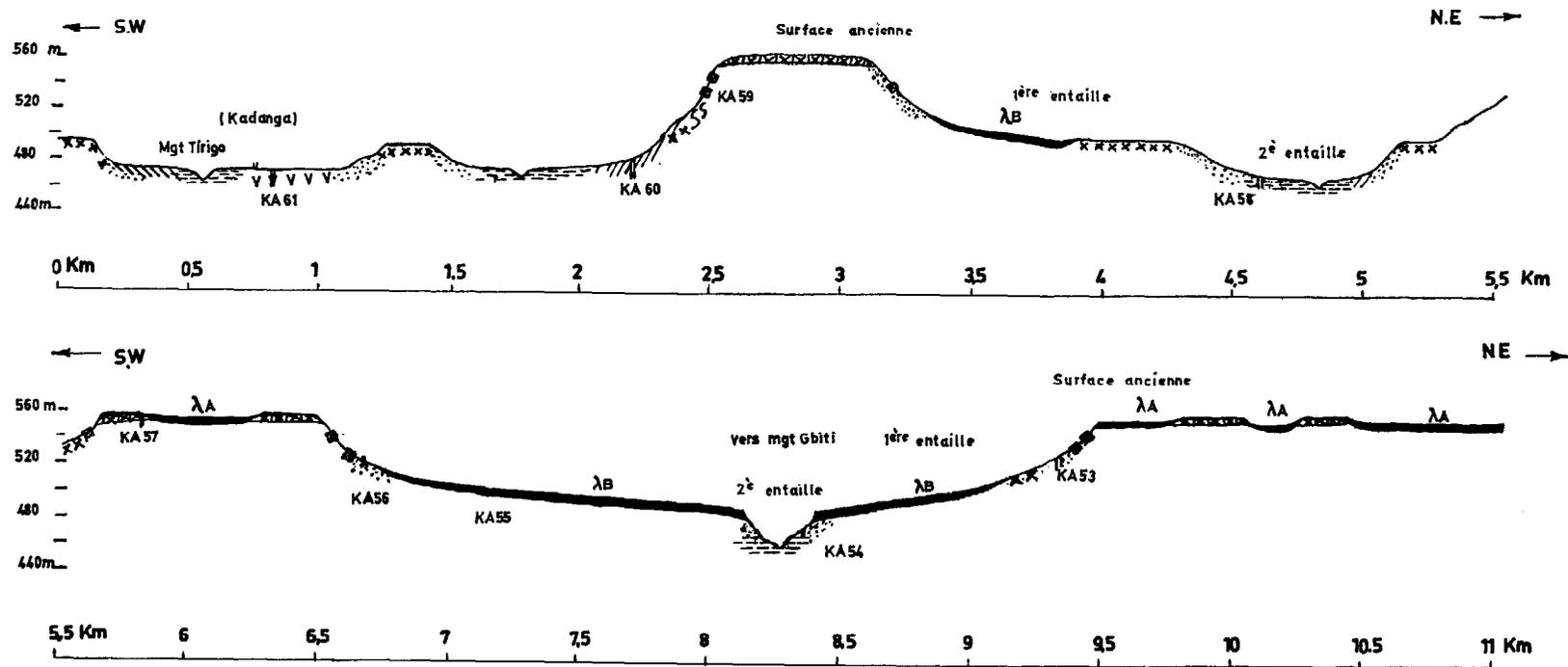
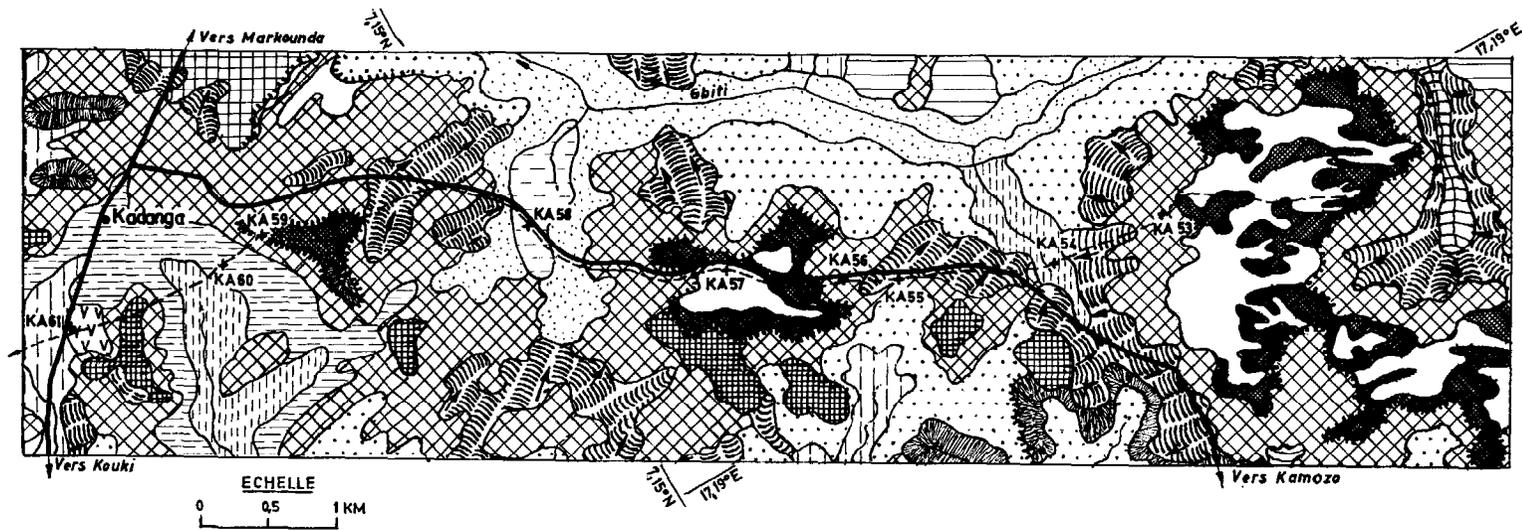


FIG. 11. — Séquence 2 de Kadanga (cf. légendes p. 410 et 440).

est indiquée par quelques arêtes rocheuses (aux environs de KA 80) et surtout par la direction des lakéré de plateau (autour de KA 78 ou YK 63). De N-NE, elle tend à devenir franchement NE.

L'un de ces plateaux forme une véritable barrière, franchie par la piste Kouki-Markounda (KA 81 *cf.* 2.1.1.). Un virage en épingle à cheveux unique dans l'Ouham, en matérialise l'abrupt. Cette barrière marque la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Nana-Bakassa (au sud-est) et de la Nana-Barya (au nord-ouest). C'est l'un des rares endroits de la série de Kouki où l'on soit assuré qu'il n'y a pas eu de déplacement de la ligne de partage des eaux.

Le réseau hydrographique de la rivière Dili est à maille rectangulaire assez large (3 km sur 5). Il sépare les autres témoins cuirassés de la surface ancienne.

La première entaille est occupée par des sols ferrallitiques remaniés rouges : KA 79 (*cf.* 2.2.1.), 74, 82, 83, qui sont le plus souvent indurés. Un ensemble de lakéré de pente parsème cette entaille : KA 77b. Certains sont allongés perpendiculairement à la pente à proximité de KA 74 ; d'autres ont une forme en fer à cheval (à l'ouest de KA 82).

Le lit du marigot Dili est enfoncé d'une centaine de mètres et la deuxième entaille est accusée. On y rencontre généralement des sols ferrallitiques remaniés ocre, rarement indurés (KA 77) ; parfois, le drainage est mal assuré et les sols présentent des signes nets d'hydromorphie (KA 80). Cette séquence recoupe l'extrémité de la coupe XXI de Bourandja (BOULVERT, 1966).

3.2. SÉQUENCE DE KADANGA

La séquence de Kadanga (fig. 11), située au nord, à proximité de Kouki, marque la bordure est de cette série. La surface ancienne y est réduite à de petites buttes témoins cuirassées d'une altitude voisine de 550 m. L'ensemble est fortement disséqué par le réseau hydrographique, à maille rectangulaire, du marigot Gbiti qui coule dans la direction *sud-ouest*, pour rejoindre la dépression centrale de la Fiba.

Mais, on a vu (I : 4) que cette rivière changeait de direction à partir de Kouki et c'est en coulant vers le *nord-est* qu'elle longe la bordure est de la séquence de Kadanga.

Celle-ci se développe parallèlement au cours de la Gbiti, du nord-est vers le sud-ouest. Elle part d'un témoin de la surface ancienne, sillonné de lakéré de plateau, juste au sud de lakéré de pente dont l'ensemble a une forme de fer à cheval typique.

Les versants qui dominent le profil ocre KA 54 (*cf.* 2.3.1.), représentatif de la deuxième entaille, sont pratiquement symétriques. En contrebas de profils ferrallitiques remaniés rouges (KA 56 ou 53) situés au pied de l'escarpement, se développent deux grands lakéré de pente (*cf.* KA 55 : 2.1.2.) qui recouvrent la première entaille, séparée de la seconde par un décrochement net.

Entre les buttes témoins KA 57 et KA 59, les versants sont déjà moins réguliers. Un abrupt concave domine KA 60 (sol ferrallitique typique à hydromorphie de profondeur, ocre) et un bassin de réception mal drainé.

Après un niveau cuirassé intermédiaire, à proximité d'un affleurement de schistes ampélitiques, KA 61 est un sol hydromorphe vertical.

3.3. SÉQUENCE DE BOGODO

La séquence de Bogodo (fig. 12), recoupée par la route Bangui-Fort-Lamy, se situe à l'extrémité sud-ouest de la série de Kouki, dans la zone où elle est la plus massive et la plus élevée. Les plateaux cuirassés de la surface ancienne y forment un assemblage compact, dépassant légèrement 600 m d'altitude.

L'érosion n'a pas encore disloqué cet ensemble. Les marigots coulent à moins de 80 m au-dessous de la surface ancienne. Au lieu de suivre la pente générale de celle-ci vers le nord-est et le bassin tchadien, ils se dirigent vers le sud, pour se jeter dans la Nana-Bakassa qui coule à proximité.

Selon la carte géologique, l'extrémité ouest de la coupe reposerait sur granite mais aucun affleurement n'en a été observé. De plus, les plateaux indurés semblent en continuité avec ceux de la série de Kouki.

Dans la partie centrale (juste au nord de KP 12), s'étend un lakéré de plateau d'au moins deux kilomètres carrés.

Il apparaît massif mais l'examen détaillé de ses bordures permet d'y retrouver l'orientation SSW à NNE des couches sous-jacentes.

L'extrémité est de ce lakéré est très légèrement inclinée dans cette direction. Les eaux de pluie qui s'y rassemblent, se déversent par un abrupt nettement concave d'une cinquantaine de mètres de hauteur, dans une sorte de cirque boisé qui sert de bassin de réception pour un affluent de la Béré. Son cours suit une direction approximativement rectiligne ouest-est. Elle correspond, selon la carte géologique, à une ligne de fracture transversale à la Série.

Juste au-dessous de cette corniche cuirassée, sur une forte pente d'éboulis KP 11, est un sol ferrallitique remanié induré rouge. Un peu plus bas, KP 10, sol ferrallitique remanié rouge, renferme trois niveaux gravillonnaires différents, mêlés de quelques blocs de cuirasse qui ne peuvent provenir que de la fragmentation de la cuirasse ancienne sus-jacente.

A proximité, la séquence recoupe transversalement une cuirasse secondaire, dénudée, de pente. Comme celle de KP 14 bis, elle occupe, sur la première entaille, le fond d'une sorte de cirque, dominé sur trois côtés par la cuirasse ancienne.

Il faut noter, que lors de l'observation, une mince nappe d'eau suintait encore sur quelques mètres de largeur, sans qu'aucune incision ne marque la ligne de talweg. Trois mois après la fin de la saison des pluies, c'est le seul écoulement qui ait été observé sur lakéré de pente.

Le plateau induré (KP 8 bis) qui le domine, semble être un prolongement affaissé à la suite d'un gondolement de la surface ancienne plutôt qu'un niveau cuirassé intermédiaire. En contrebas, sur pente parsemée d'éboulis de cuirasse de types variés (massif, pseudomorphique), les profils KP 8 et 9 représentent des sols ferrallitiques remaniés indurés rouges.

Vers l'Est dans la vallée de la Béré et de ses affluents, les deux entailles, séparées par un ensemble presque continu de cuirasses secondaires de pente, se distinguent facilement.

3.4. SÉQUENCE DE LA TAMBIM

La séquence de la Tambim (fig. 13) marque la limite sud de la série de Kouki. Là encore, les affluents de la Béré, comme la Tambim, se dirigent vers le sud, c'est-à-dire vers la Nana-Bakassa. Toutefois, le réseau hydrographique est ici enfoncé d'une centaine de mètres. La dissection de la surface ancienne est très avancée. Il n'en reste plus que quelques buttes témoins (comme KA 42) le long de la route Bangui-Fort-Lamy.

A l'extrémité est, le niveau correspondant à des sols remaniés indurés ocre (KA 44) peut être rattaché à la surface principale, ainsi dénommée parce qu'elle est largement étendue sur la feuille voisine

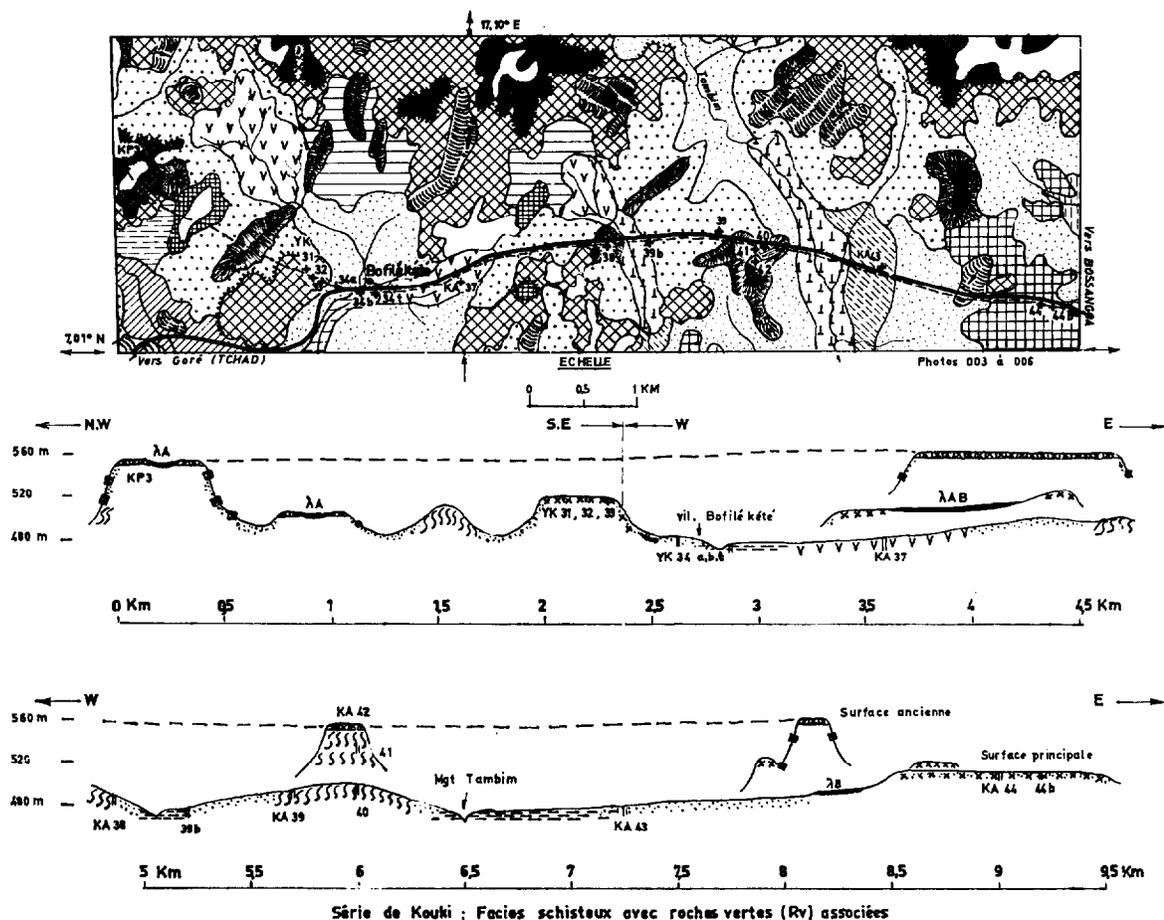


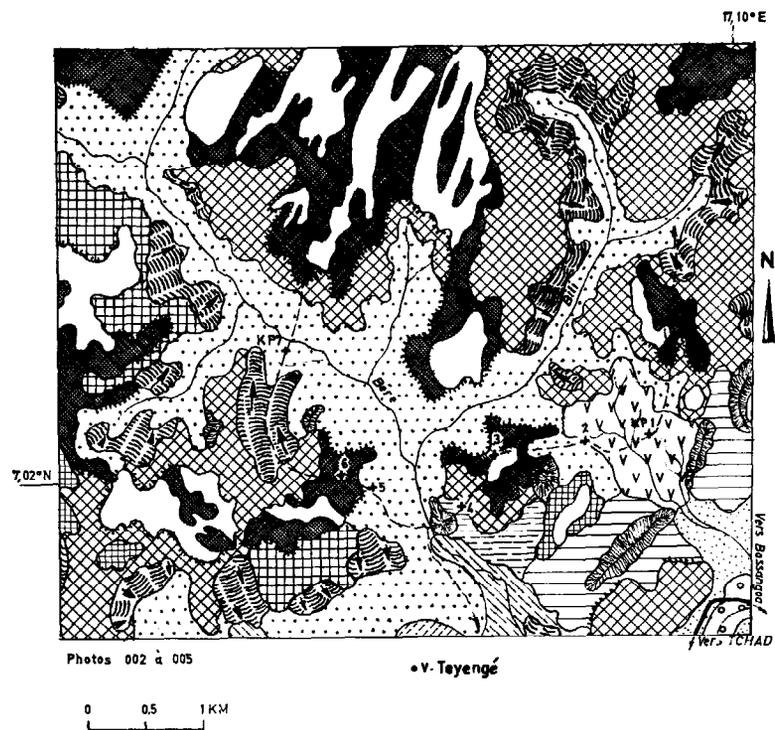
FIG. 13. — Séquence 4 de la Tambim (cf. légendes p. 410 et 440).

de Bossangoa (BOULVERT, 1968). Un kilomètre plus au nord, ce lambeau est surmonté d'une cinquantaine de mètres par une butte témoin de la surface ancienne.

C'est au pied de telles buttes que l'on peut observer des affleurements rocheux dégagés par l'érosion ; KA 38 et KA 40 ont été pris pour types de sols peu évolués d'érosion sur schistes (cf. 2.2.3.).

Les versants de la Tambim et de ses affluents sont relativement longs et peu incisés. Leurs bordures sont mal drainées. Dans certains bassins de réception sus-jacents, le modelé finement mamelonné et à chevelu hydrographique arborescent, est représentatif des sols hydromorphes lithomorphes. Sur un versant à pente douce, KA 37 est un sol hydromorphe vertique à structure prismatique nette.

Juste à l'ouest, entre YK 31 et 34 t., on retrouve la séquence XVIII-B de Bofilé-Kété (BOULVERT, 1966). En poursuivant vers le nord-ouest, on traverse successivement une arête rocheuse et deux buttes cuirassées, la dernière se rattachant à la surface ancienne (KP 3).



Légende commune des coupes

- Cuirasse des buttes : $\left\{ \begin{array}{l} \text{XXXX} \text{ anciennes} \\ \text{XXXX} \text{ ou non} \end{array} \right.$
- Lakéré de plateau :
- Lakéré de pente :
- Nappe de gravats :
- Blocs d'éboulis :
- Affleurement de granite : $\left(\begin{array}{c} + \\ + \end{array} \right)$
- Affleurement de schiste :
- Sol meuble rouge :
- Sol meuble ocre :
- Sol à hydromorphie :
- " verticale :
- Profil étudié :

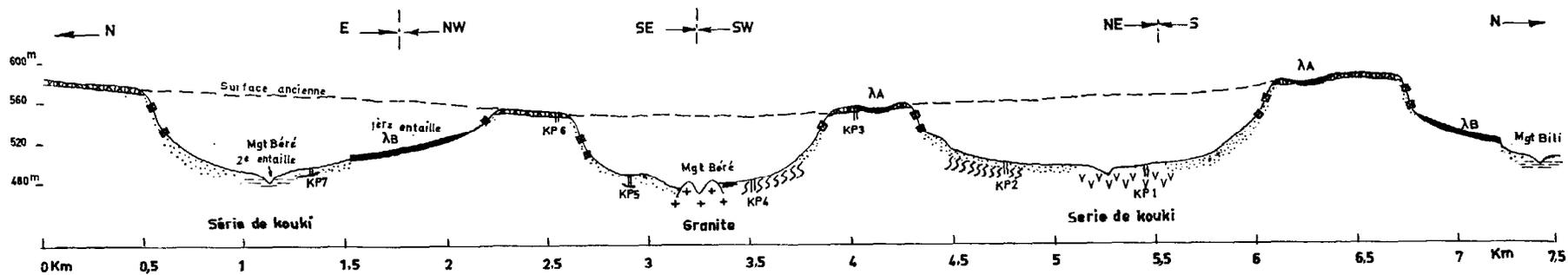


FIG. 14 — Séquence 5 Nord Teyengé (cf. légende p. 410).

3.5. SÉQUENCE NORD TEYENGÉ

La séquence nord de Teyengé (fig. 14) se situe entre les deux précédentes ; ses caractères sont intermédiaires. Elle correspond également à l'extrémité sud de la série de Kouki ; un kilomètre plus au sud, le village de Teyengé est parsemé de chicots granitiques (*cf.* coupe XVIII A. 1966).

Dans la partie nord de la Séquence, les plateaux indurés de la surface ancienne sont encore importants mais ils ne sont plus continus. Des lakéré de plateau y indiquent une direction NNE des couches sous-jacentes.

Dans la zone nord-est, les deux entailles successives de la surface ancienne apparaissent nettement. La première est soulignée par des lakéré de pente en forme de fer à cheval typique, entourant la seconde de part et d'autre du marigot Bili.

Le drainage s'effectue encore normalement à ce niveau et, dans la vallée de Béré, KP 7 et 5 représentent des sols ferrallitiques remaniés rouges, s'indurant en profondeur. Par contre, il est médiocre dans le bassin de réception à réseau hydrographique finement divisé qui entoure KP 1. Ce profil représente un vertisol lithomorphe à structure en plaquettes grossières, recouvertes de faces lisses striées.

La partie sud de la séquence est dominée par les dernières buttes témoins de la surface ancienne (KP 3 et 6), dont les escarpements boisés sont jonchés d'éboulis.

Selon la carte géologique, toute la coupe repose sur la série de Kouki ; or, du granite affleure dans le lit de la Béré, à moins de 300 m d'un affleurement de schiste (KP 4).

3.6. SÉQUENCE DE LA FIBA

La séquence de la Fiba (fig. 15) repose entièrement sur la série de Kouki, dont elle représente la bordure ouest. D'abord orientée du sud-ouest vers le nord, elle traverse deux plateaux massifs de la surface ancienne. Situés à une altitude voisine de 580 m, ils sont profondément incisés par le marigot Boma pourtant proche de sa source. C'est un affluent de la Kouéré, coulant vers l'est.

Les deux entailles sont bien visibles au-dessous de KP 16. La première au pied d'un escarpement pavé d'éboulis de cuirasse, est généralement constituée de sols ferrallitiques remaniés indurés rouges. Un lakéré de pente la souligne (KP 17).

Un décrochement également jonché d'éboulis marque le début de la deuxième entaille. Le profil KP 18, ferrallitique remanié ocre, présente une induration de profondeur qui correspond à un troisième niveau de cuirassement, en dehors du plateau induré et du lakéré de pente.

Cet horizon cuirassé se retrouve également en profondeur, dans le profil KP 19, décoloré et hydro-morphe à la partie supérieure. Ce profil est dominé par un escarpement, plutôt concave, d'éboulis de cuirasse conglomératique.

L'itinéraire traverse, au nord, une succession de lakéré de plateau de direction sensiblement nord-sud. Cette direction représente celle des couches sous-jacentes. On retrouve la même sur les éperons cuirassés (KP 19 bis) et les arêtes rocheuses.

Au-delà, la séquence suit une direction est-ouest, transversale à la direction des couches. Un abrupt net marque la limite ouest des plateaux de la surface ancienne.

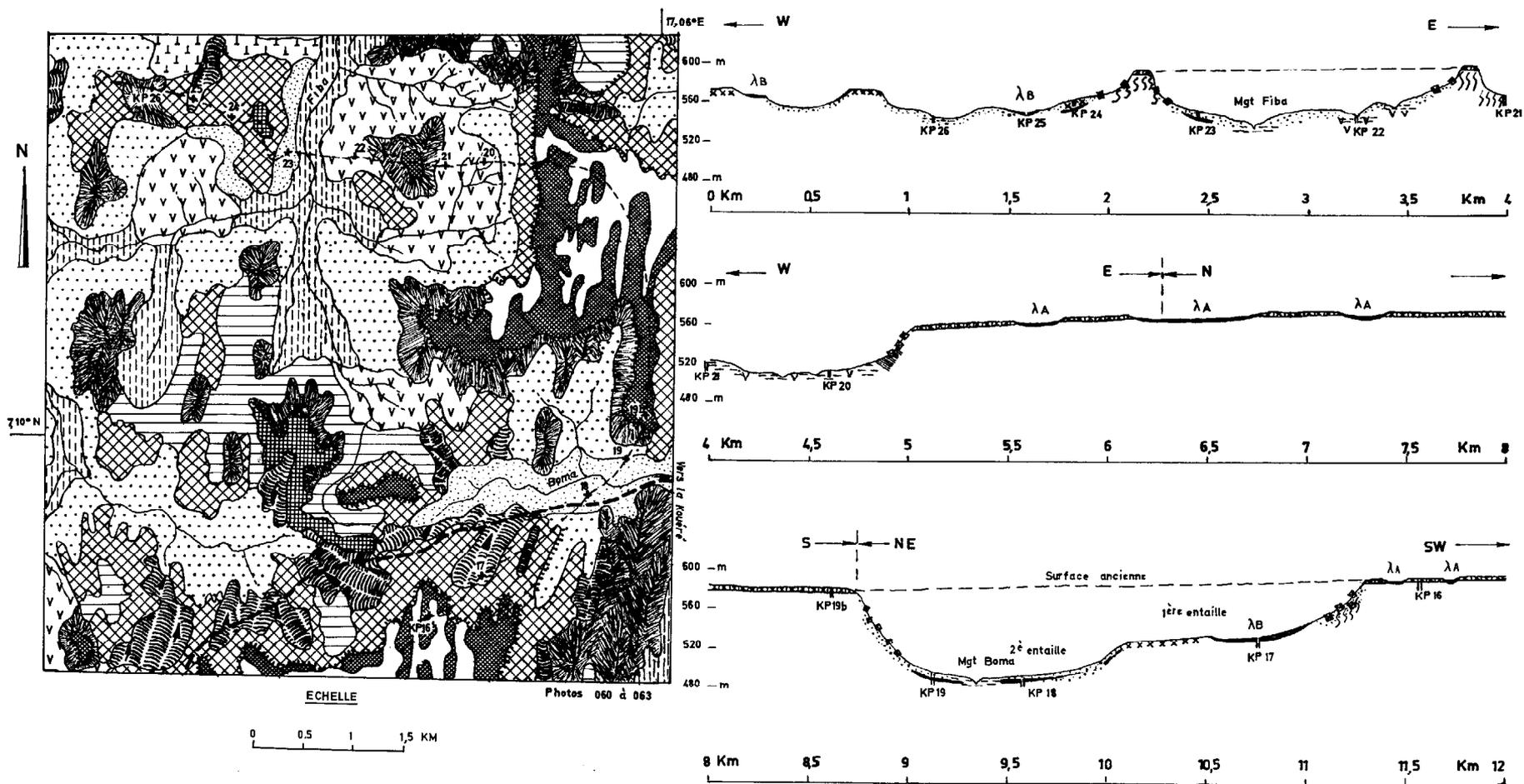


FIG. 15. — Séquence 6 de la Fiba (cf. légendes p. 410 et 440).

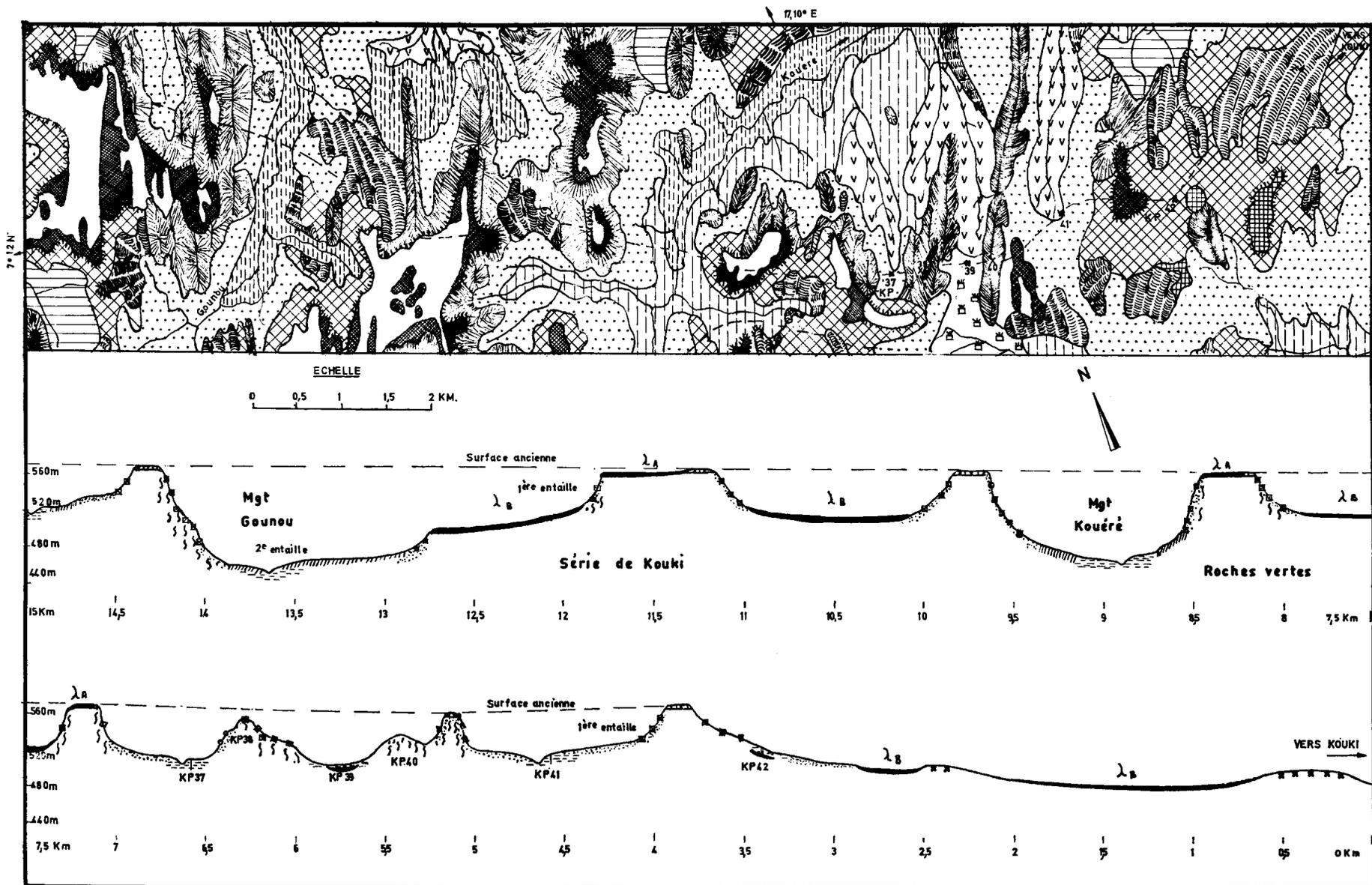


FIG. 16. — Séquence 7 de la Kouéré (cf. légendes p. 410 et 440).

L'érosion de la Fiba et de ses affluents qui suivent alors une direction générale sud-nord, parallèle aux couches, a mis en relief les intercalations de roches dures. Il ne reste plus que des lambeaux témoins de la surface ancienne.

Malgré leur position relative encore assez élevée au-dessus du lit, légèrement encaissé, de la Fiba, les profils KP 20, 21, 22 sont hydromorphes. La topographie finement mamelonnée et le chevelu hydrographique dense font suggérer la présence probable d'intercalations de roches vertes qui induiraient la formation de tels sols hydromorphes lithomorphes.

Au-delà de la Fiba, KP 23 est un sol ferrallitique remanié ocre à induration de profondeur du même type que celle des profils KP 18-19 de la deuxième entaille.

3.7. SÉQUENCE DE LA KOUÉRÉ

La séquence de la Kouéré (fig. 16) appartient au bassin de la Fiba, à l'ouest de Kouki. Dans cette zone centrale, déprimée et fortement érodée, la majeure partie des plateaux indurés anciens a disparu. Plus que par les lakéré de plateau, la direction générale des couches est indiquée par les longues arêtes de quartzite qui barrent le paysage, du SSW vers le NNE.

En venant de Kouki vers l'ouest, la séquence traverse d'abord deux lakéré de pente, dont l'un très étendu.

La partie centrale recoupe transversalement une succession d'arêtes rocheuses nues ou portant encore des lambeaux de cuirasse ancienne. Les escarpements parsemés d'éboulis, portent de belles savanes. Les sols sont soit des sols lithiques sur roche (KP 40), le plus souvent mêlés de gravillons ferrugineux, soit des sols remaniés (KP 38).

Entre ces barres rocheuses, les vallées sont étroites. A proximité des sources, l'incision de la deuxième entaille est à peine marquée. Le drainage s'effectue souvent mal et on rencontre des sols ferrallitiques remaniés, ocre jaune à hydromorphie de profondeur (KP 37) ou de véritables sols hydromorphes. Ils sont parfois indurés (KP 39) mais il s'agit en général de sols hydromorphes lithomorphes (au nord de KP 41).

Plus à l'ouest, l'itinéraire recoupe une succession caractéristique de barres rocheuses, de buttes témoins de la surface ancienne et de lakéré de pente, au niveau de la première entaille. Les vallées des marigots Kouéré et Gounou sont enfoncées d'une centaine de mètres. Il en résulte des corniches de plateau escarpées au-dessus de versants concaves.

4. INTERPRÉTATION DU MODELÉ DE LA SÉRIE DE KOUKI ESSAI DE CHRONOLOGIE COMPARÉE

4.1. GÉNÉRALITÉS SUR LE MODELÉ

La caractéristique essentielle du modelé de la série de Kouki est l'existence *d'une surface d'érosion fossilisée par une induration généralisée*. Certains (GEORGE, 1968) nient l'existence de telles surfaces d'érosion indurées. Les résidus cuirassés que l'on observe seraient d'anciens glacis formés au pied de paléo-reliefs, actuellement disparus.

Pourtant, malgré une inclinaison générale vers le nord-est et un léger gondolement, les lambeaux de *plateaux cuirassés* qui dominent la série de Kouki *peuvent être reliés topographiquement* (fig. 17). De plus, l'alignement des lakéré de plateau, d'une butte témoin à l'autre, confirme qu'il s'agit bien d'une *même* surface d'érosion. En dehors de l'existence de cette surface fondamentale, le modelé de la série de Kouki est caractérisé par la *présence de niveaux étagés séparés par des décrochements, des ruptures de pente qui sont une constante de ce paysage.*

Plutôt que d'une pénéplaine au sens davisien : surface gauche multiconvexe dont le développement, à partir des axes de drainage, laisse subsister des reliefs résiduels, il s'agit ici d'un *emboîtement de pédiplaines* (KING, 1954-1962).

Chaque niveau est fossilisé par une induration en cuirasse qui en limite l'érosion. *L'escarpement* qui le borde, domine un talus de débris et un pédiment que l'on définit au pied d'un relief, comme une surface d'érosion, due à l'action d'une érosion en nappe. Dans le phénomène de la *pédiplanation*, cette érosion provoque un recul des escarpements, parallèlement à eux-mêmes, mais leurs pentes sont conservées.

La somme de tous les pédiments avec les bosses résiduelles et les plaines d'inondation des rivières principales, constitue une *pédiplaine*. KING (1962) la définit comme une surface de faible relief, *multi-concave* vers le haut et résultant d'une érosion prolongée.

Un profil concave des vallées est une caractéristique de modelé tropical sec pour LAMOTTE et ROUGERIE (1952), des pays de savane pour BAULIG (1952). Selon de MARTONNE et BIROT (1944), la courbure concave de la partie inférieure des versants s'accuse avec leur maturité. Pour DRESCH (1956), la *pédiplanation* ne vaudrait que pour les pays semi-arides à pluies violentes. Les formes s'en différencient sous d'autres climats par des différences de pente, le *développement d'une convexité sommitale*, l'adoucissement de l'angle basal en fonction d'une désagrégation mécanique qui favorise l'attaque de la corniche et le fractionnement des versants.

En fait, une observation détaillée des *escarpements* de la série de Kouki montre que *leur profil est en général convexo-concave*. En bordure des corniches, on note une sorte de polygonation des cuirasses qui se disloquent en blocs, soutirés à la base par le dégagement des altérites. Ceci se fait très progressivement car sur ces talus d'éboulis se développent souvent des savanes de belle venue. La pente est au maximum, de 20 à 25° sur quelques mètres et au-dessous, on observe toujours une *concavité de raccordement avec le pédiment*.

Toutefois, dans certains *cas particuliers*, *l'escarpement paraît uniquement concave*. Il est, par exemple (cf. Séquence 3), dominé par un lakéré servant de zone de rassemblement des eaux qui se déversent dans une sorte de cirque ou d'étroite tête de vallée.

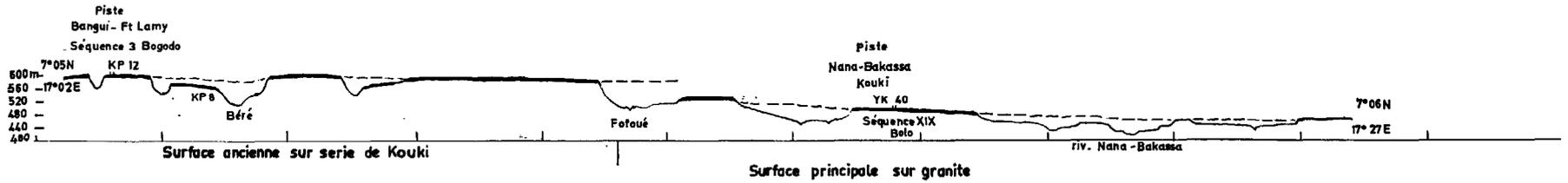
4.2. SURFACES D'APLANISSEMENT

Au cours des prospections précédentes dans l'Ouham (BOULVERT, 1968-1970), deux grandes surfaces d'érosion ont été reconnues. L'une dite *surface principale*, représente la majeure partie des surfaces tabulaires. Le cuirassement y est souvent discontinu et les sols sont décrits comme remaniés indurés. Ils peuvent faire place à des sols ferrallitiques typiques ou être fortement indurés et lithiques, en bordure des escarpements.

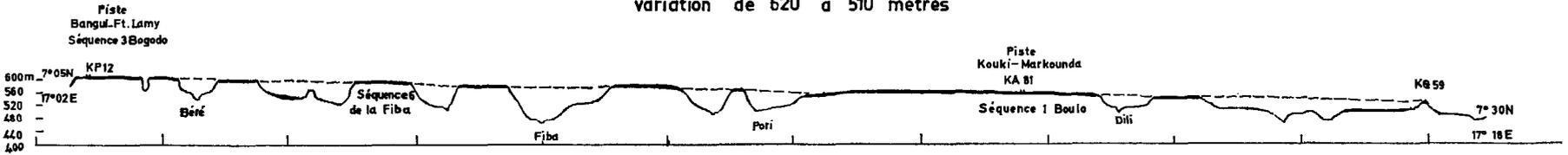
Elle est dominée, d'une bonne cinquantaine de mètres, par de rares buttes témoins d'une *surface*, dite *ancienne*, fortement indurée, à cuirasse fréquemment conglomératique. RUHE (1954) et MAIGNIEN (1966) ont également constaté que les cuirasses des hautes altitudes sont souvent d'aspect conglomératique.

A l'inverse, sur la série de Kouki, c'est à la surface ancienne que l'on peut relier la plupart des plateaux. La surface principale ne s'observe plus guère qu'en bordure (cf. fig. 13, 17). Il y a là une certaine analogie avec l'Afrique Occidentale où la cuirasse en relief est l'apanage des zones birrimiennes.

1°/ Coupe transversale est - ouest de la partie sud



2°/ Coupe longitudinale nord, nord-est en suivant la pente de la surface ancienne sur série de Kouki :
variation de 620 à 510 mètres



3°/ Coupe longitudinale nord, nord-est en suivant la pente de la surface principale sur granite :
variation de 485 à 435 mètres

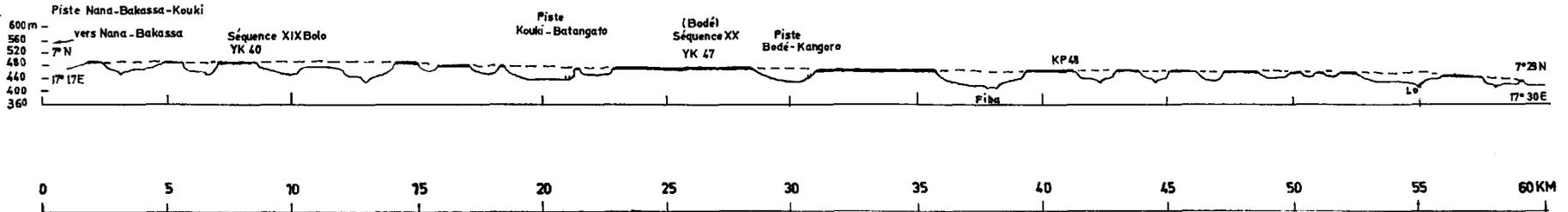


FIG. 17. — Coupes topographiques schématiques à travers la carte Kouki sud-ouest.

Sur la figure 17, ont été représentées trois coupes topographiques réalisées à travers la carte Kouki-sud-ouest ⁽¹⁾. La première montre que la surface ancienne se développe sur la série de Kouki, et la surface principale, sur granite. La limite paraît coïncider avec la limite géologique, au niveau du marigot Fofoué. La différence d'altitude entre les deux surfaces est, ici, voisine de 80 mètres.

Les deux coupes suivantes ont été tracées parallèlement, dans le sens de la pente générale vers le NNE, c'est-à-dire le bassin tchadien. La deuxième coupe suit approximativement la ligne de crête qui marque la bordure ouest des plateaux de la série de Kouki. Partant du niveau légèrement supérieur à 600 mètres des plateaux de la Séquence 3 de Bogodo, elle traverse ceux de la Séquence 6 de la Fiba au niveau 580, puis ceux de la Séquence 1 de Boulo au niveau 550.

Enfin à proximité de 7° 30 N, non loin du profil KQ 59, la dernière butte fortement indurée et à lakéré en lanières est au niveau 510. Plus au nord, sur le Continental Terminal, on ne retrouve pas ces aspects caractéristiques, reflets des variations lithologiques sous-jacentes et signes de la différenciation sur place de la cuirasse ancienne ⁽²⁾.

La troisième coupe suit, dans la même direction, les plateaux indurés de la surface principale sur granite. Partant au sud de la Commune Rurale de Nana-Bakassa, cet alignement de plateaux passe entre Kouki et la rivière Nana Bakassa dont ils dominent la rive gauche par un escarpement net expliquant leur forte induration. Comme ceux de la série de Kouki, ces plateaux indurés s'enfoncent régulièrement vers l'Ouham et le bassin tchadien. Ils sont au sud-ouest, au niveau 500 (Séquence 5 de la Tambim), puis à 480 mètres, au-dessus de Bolo (Séquence 19 - BOULVERT, 1966), à 460 mètres, au-dessus de Bodé (Séquence 20) et à 450 mètres (KP 48), en bordure du cours inférieur de la Fiba.

La Nana-Bakassa coulant à proximité entre 430 et 400 mètres, le réseau hydrographique n'est pas enfoncé aussi profondément dans cette coupe que dans la précédente où le lit de la Fiba est à 120 mètres au-dessous de la surface ancienne.

La surface cuirassée principale se distingue de la surface ancienne non seulement par les différences de niveau mais par la morphologie. Ainsi, le long de cette troisième coupe, les lakéré de plateau présentent non un aspect en lanières mais une forme en auréoles plus ou moins circulaires ⁽³⁾.

(1) Localisation de ces coupes : Fig. III.

(2) Il serait intéressant de pouvoir comparer cette Série de Kouki avec la zone à induration encore plus largement généralisée que l'on observe entre Rafaï et Zémio, à l'Est de la République Centrafricaine.

La simple observation des photographies aériennes et de la carte I.G.N. de Dembia révèle une surface d'érosion fondamentale située entre 600 et 700 mètres. Cette surface est striée longitudinalement de lakéré de plateau, d'orientation générale sud-nord, reflets de la structure lithologique sous-jacente. On y observe des virgations.

L'ensemble beaucoup plus massif que la Série de Kouki est entaillé d'une cinquantaine de mètres par un réseau hydrographique à maille rectangulaire ou polyédrique, souvent parfaite. En général, seule la première entaille est marquée. Ce n'est qu'au sud, à proximité du Mbomou qui coule ici entre 540 et 520 mètres, que la deuxième entaille apparaît distincte, au-dessous du cuirassement secondaire de pente.

(3) Ces coupes ont été étendues aux formations du Continental Terminal, à l'occasion d'une étude comparée des sols et du modelé sur les diverses formations géologiques encadrant la Série de Kouki (B. 1971). On peut en reprendre les principales conclusions :

Les plateaux indurés de la surface ancienne s'observent entre 620 et 510 mètres, ceux de surface principale entre 500 et 440 mètres, ceux des glacis sur Continental Terminal au-dessous de 450 mètres (exceptionnellement 470). La surface ancienne domine la surface principale d'une bonne cinquantaine de mètres mais toutes les deux sont régulièrement inclinées vers le bassin tchadien.

A partir de 7°30 vers le nord, les formations du socle précambrien sont ennoyées sous les dépôts superficiels du Continental Terminal. *Les caractéristiques morphologiques (lakéré en lanières, en auréoles..) permettant de reconnaître les surfaces ancienne et principale (sur la Série de Kouki), disparaissent. Pourtant sur les coupes, les plateaux indurés de la surface principale apparaissent en continuité topographique avec le glacis fin Tertiaire. A l'échelle de l'étude, on aperçoit pas de décrochement ou de biseau marqué.*

(Avril 1972). En fait, il semble bien que les buttes indurées qui diminuent vers 450 mètres le Continental Terminal, soient des îlots résiduels de la surface principale sur socle ancien, ennoyés au milieu des dépôts très superficiels du Continental Terminal. Ces témoins dominent deux autres niveaux indurés vers 420 m, fin Tertiaire et 400 m, quaternaire.

On admet généralement (MAIGNIEN, 1958-1966 ; MICHEL, 1969) que les cuirasses des hauts reliefs, surtout si les massifs sont très compartimentés, sont plus riches en alumine que ceux des bas reliefs ; à l'origine, les phénomènes d'altération « latéritique » étaient semblables mais au cours des temps, le fer a été éliminé plus rapidement que l'alumine.

Des recherches de bauxite ont été effectuées, en 1957, sur les plateaux cuirassés de la série de Kouki, leur morphologie paraissant au départ favoriser la présence de ce minerai :

- plateaux bien marqués dans la topographie, souvent bien drainés ;
- phénomènes de « latéritisation » intense,
- présence d'intercalations doléritiques, dans la série.

Selon GERARD (1961), il n'existe pas de concentration d'hydrates d'alumine, du moins en surface. Dans l'ensemble, les échantillons analysés sont caractérisés par :

- une teneur en alumine trop faible pour présenter de l'intérêt (16 à 33 p. 100),
- une teneur en silice libre et surtout combinée, beaucoup trop élevée (respectivement 1 à 21 p. 100 et 0 à 35 p. 100).

La composition minéralogique moyenne des quinze échantillons analysés à cet effet par GERARD peut être estimée à : 36 p. 100 de kaolinite, 15 p. 100 d'alumine libre, 36 p. 100 d'oxydes de fer et 13 p. 100 de résidu.

Bien que ces prélèvements aient été effectués d'après les aspects les plus favorables, ces résultats ne contredisent pas les nôtres : ces cuirasses renferment toujours de l'alumine libre mais en assez faible quantité ⁽¹⁾.

4.3. ENTAILLES ET GLACIS D'ÉROSION

La dissection par érosion de la série de Kouki révèle la présence, au-dessous de la cuirasse ancienne, d'au moins deux *entailles successives auxquelles correspondent des glacis superposés*.

Le haut glacis est le plus largement représenté ; il forme le *niveau intermédiaire ou première entaille* entre les plateaux et les fonds de vallées.

Au pied de l'escarpement et du talus d'éboulis qui limitent la surface ancienne, on observe, à côté de quelques profils ferrallitiques typiques, un ensemble de *sols ferrallitiques remaniés, indurés ou non*.

Ces sols sont caractérisés par la présence, à faible profondeur, d'une nappe de gravats dont l'origine est toujours très controversée. Il semble qu'il faille ici la rechercher dans le démantèlement de la cuirasse ancienne sus-jacente et toujours proche. De CHETELAT (1938) l'admet implicitement quand il parle de vallées d'éboulement. Selon SEGALIN (1967), il y a inversion des matériaux : les éléments fins des « altérites » autrefois protégés par la cuirasse et mis à nu par son déchaussement, vont recouvrir les débris de cuirasse et les gravillons sur les pentes.

(1) Il faut rappeler que tous les prélèvements effectués étaient superficiels. Seule, une sondeuse permettrait de traverser les cuirasses. L'exemple de la Séquence de la Mbéré, dans la région de Bouca (BOULVERT, 1970), montre que la gibbsite n'est abondante qu'à la partie inférieure de la cuirasse ancienne.

La base de ce haut glacis est soulignée dans le paysage par une succession, presque ininterrompue à flanc de vallée, de lakéré de pente. Ces cuirasses ferrugineuses, typiques d'une accumulation absolue, témoignent de la fin d'un cycle d'érosion (DRESCH, 1956).

Juste au-dessous, un léger décrochement marque le passage à une entaille plus récente du réseau hydrographique. On peut la rattacher à un *moyen-glacis* qui se retrouve presque partout mais n'est le plus souvent que peu développé de part et d'autre des marigots.

Les sols presque toujours ferrallitiques peuvent y être encore remaniés et rouges si l'entaille est suffisamment marquée pour qu'un bon drainage soit assuré. En général, les *sols de ce moyen-glacis sont appauvris et hydromorphes, le plus souvent ocre*. L'induration y est peu prononcée et dans les profils n'apparaît généralement qu'en profondeur. Ce n'est qu'en bordure des marigots que l'on peut observer cette cuirasse à l'affleurement.

La régularité de la disposition de ces deux entailles de part et d'autre des marigots permet de penser que sur la série de Kouki, le réseau hydrographique s'est installé lors du creusement de la première entaille. Depuis, il s'est enfoncé pratiquement sur place.

Ces entailles successives dégagent des barres de quartzites qui apparaissent en saillie, ainsi que des intercalations de roches basiques. Les minéraux 2:1 qui résultent de leur altération occasionnent le développement de *sols hydromorphes lithomorphes*, selon la terminologie de D. MARTIN, et même de *vertisols lithomorphes*.

Sur la série de Kouki, l'incision du relief paraît relativement nette ; les pentes restent notables et les versants trop courts pour que les sols ferrugineux tropicaux lessivés puissent se développer. On peut observer ces sols en bordure, sur granite (cf. notice KA 34-KA 88).

Le sous-groupe le plus important de ces sols ferrugineux tropicaux lessivés : hydromorphe à pseudo-gley, se rencontre essentiellement dans un type de paysage à topographie presque plane, en position de mauvais drainage. Ces sols se développent largement à l'Est de la série de Kouki, le long de la Nana Bakassa, sur *colluvions* que l'on pourrait faire correspondre à un *bas-glacis*, bien que le changement de pente soit insensible. L'induration ne s'y observe qu'en profondeur. Un simple liseré de lakéré de battement de nappe (cf. Séquence XX-YK 53) le sépare de la plaine d'inondation actuelle de cette rivière.

4.4. CHRONOLOGIE EN AFRIQUE AUSTRALE ET CENTRALE

Il serait intéressant de pouvoir dater les différents niveaux mis en évidence. A défaut d'une chronologie absolue, il est possible de proposer une datation relative de ces niveaux en s'appuyant sur les travaux effectués dans les pays voisins et sur les chronologies déjà connues.

A partir des publications de précurseurs comme PASSARGE et WAYLAND, les premières datations ont pu être établies en Afrique du Sud. En 1954, KING propose la corrélation suivante entre les surfaces d'érosion et les sédiments du Kalahari :

- Surface du Crétacé supérieur (cycle d'érosion du Gondwana).
- Grès polymorphes (Oligocène ou Eocène).
- Surface mi-Tertiaire (cycle d'érosion africain).
- Sables jaunes (Miocène).
- Surface fin Tertiaire (cycle des « Victoria Falls », Pliocène ou Pleistocène inférieur).
- Vieux sables rouges avec calcédoine noire (Kagérien).

- Surface d'érosion pleistocène (cycle d'érosion du Congo).
- « Carston Rubble Beds » (à Victoria Falls).
- Sables rouges récents (Chelléen - Acheuléen).

Au Congo occidental, CAHEN et LEPERSONNE (1948) reconnaissent avec les formations du Karroo, deux pénélaines parfaites mi-Crétacé et mi-Tertiaire ou Miocène, à surface limonitisée. La surface du Kalahari y constitue des plateaux d'origine structurale, d'âge probablement Pliocène : P1. Une pénéplation imparfaite (P2) lui succède, sous forme de grandes vallées s'emboîtant dans les plateaux (*cf.* pénéplaine fin tertiaire de VEATCH).

DRESCH (1945) étudie, à la même époque, la partie nord-ouest du bassin du Congo. A notre connaissance, c'est le premier qui propose une datation des surfaces de ce qui était alors l'Oubangui-Chari. Il reconnaît deux hautes surfaces emboîtées. La plus haute (Crétacé) nivèle les granites et les gneiss aux environs de 1 000 mètres, dans le massif de Yadé. L'autre s'étend sur tout le seuil séparant les monts Karré (situés, comme les précédents, au nord-ouest de la République Centrafricaine : figure 1) des hauteurs de l'Oubangui oriental : surface immense si régulière que la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Oubangui et le bassin du Tchad est indéfinie, que les rivières divaguent dans des vallées séniles ou se perdent dans les marécages. Il s'agirait de la surface Miocène constituant le soubassement de la cuvette du Tchad comme celui du Lac Victoria. Mais, tandis qu'aucun cycle d'érosion n'est visible dans la cuvette tchadienne, selon DRESCH, on observe sur le versant Oubangui (au-dessous des chutes de Bouali) une nouvelle surface emboîtée : la surface Pliocène.

ANDREW (1949) étudiant la région de l'Equateur, au Soudan, rattache au milieu du Tertiaire, une pénéplaine supérieure formée d'un manteau ferrugineux surplombant de 5 à 25 mètres une pénéplaine inférieure, constituée de gravillons ferrugineux concrétionnés. Il décèle donc deux niveaux distincts bien qu'à peine séparés en altitude.

RUHE (1954) dans l'Ituri, au Congo Belge, ne retrouve pas les surfaces Jurassique et Crétacé, signalées par WAYLAND. Il distingue une surface mi-Tertiaire formée de buttes latéritiques bien indurées et identifiée par des résidus d'érosion. Elle domine une surface d'érosion majeure fin Tertiaire, formée de latérite détritique ou recimentée.

On reconnaît là deux niveaux de morphologie semblable aux surfaces dites ancienne et principale dans l'Ouham. RUHE identifie, en plus, six surfaces quaternaires : quatre en gradins, une terrasse fluviale et la plaine d'inondation actuelle.

De HEINZELIN (1954) distingue trois surfaces d'aplanissement en Afrique Centrale, dont l'une est Crétacé. La surface mi-Tertiaire, en voie de démantèlement, est caractérisée par un épais recouvrement latéritique dont le sommet induré forme une dalle ferrugineuse d'aspect scoriacé. La surface fin Tertiaire est formée d'un revêtement de latérite détritique, recimentée ou non. En contrebas, s'étendent des surfaces d'aplanissement partielles et des terrasses.

OLEJNIKOV (1957) explique par des mouvements tectoniques, les différents cycles du bassin du Congo. La formation de la cuvette congolaise remonte au Paléozoïque supérieur. Le cycle du Gondwana résulte d'une élévation du continent corrélative à un affaissement littoral. Le cycle Africain se traduit par une surface moins bien nivelée que la précédente. Au milieu du Miocène, une intensification des mouvements tectoniques correspond au cycle des Victoria Falls. Cette surface de nivellement, incomplètement développée, n'a que partiellement remplacé l'ancienne surface Africaine.

JONGEN (1957) reconnaît aussi dans la province congolaise de l'Ubangui, deux surfaces séparées d'une cinquantaine de mètres. Un niveau de collines schisto-phylloides, situé à 550 mètres et formant des inselbergs, reliques d'une « très vieille » pénéplaine, domine une surface latérique, fin Tertiaire (Pliocène), située à 500 mètres. Au Pleistocène inférieur, s'est développée une induration en nappe de cette

surface. Il subsiste des reliques tabulaires de cette cuirasse ferrugineuse démantelée au cours du pluvial Kamasién. Après un étalement en « érosion pavement », un pédiment s'est constitué durant le dernier pluvial Gamblien. JONGEN (1960) a précisé comment les sols étaient liés à ces différents niveaux.

DIXEY (1955) distingue en Afrique Australe, outre les surfaces Jurassique (de 2 250 à 2 100 mètres) et Crétacé moyen (vers 1 650 m), une surface mi-Tertiaire ou Miocène (vers 1 350 mètres) la plus parfaite de toutes, une surface fin-Tertiaire (de 1 200 à 750 mètres) la plus étendue, et au moins trois niveaux Pleistocène (au-dessous de 600 mètres).

KING admet l'existence de ces surfaces mais il conteste leur contance d'altitude, leur âge et surtout leur genèse : il ne s'agit pas pour lui de pénéplaines multiconvexes mais de pédiplaines multiconcaves. S'appuyant sur son expérience sud-africaine, KING (1967) a étendu au monde entier sa théorie de l'emboîtement de pédiplaines. En dehors des surfaces de Gondwana (Jurassique) et Post-Gondwana (Crétacé), KING reconnaît le plateau fondamental africain avoisinant 1 200 m d'altitude. C'est la *surface africaine*, souvent dite mi-Tertiaire, mais qu'il considère comme *début Tertiaire*. Très apparente dans le paysage, surtout si elle est indurée, cette surface doit servir de repère pour dater les autres.

Cette surface est incisée par de larges vallées aplanies. L'ensemble occupe la plus grande partie des paysages africains. KING distingue dans cette entaille fin-Tertiaire, deux cycles successifs, l'un Miocène, l'autre Pliocène mais la différence d'altitude entre ces deux cycles peut être faible.

Au Plio-pleistocène, un rajeunissement majeur se traduit par des gorges profondes et des dépôts quaternaires. Il faut noter que KING considère le processus de cuirassement comme lent. Pour lui, les cycles quaternaires n'ont pu donner lieu qu'à des indurations mineures.

Etudiant l'extension de ces différentes surfaces en Afrique, KING (1967) écrit (p. 292) : « la même surface Africaine s'étend loin vers l'est de ces sommets (du Nigeria), le long de la ligne de partage des eaux entre l'Oubangui et le Lac Tchad ». Plus loin, il ajoute : « les mêmes surfaces cycliques (fin-Tertiaire) constituent l'aplanissement principal séparant la Bénoué du Tchad et la dorsale de l'Oubangui-Chari ». D'ailleurs, dans son esquisse géomorphologique d'Afrique à 1/16 000 000, KING rattache pratiquement toute cette dorsale de l'Oubangui-Chari, à la surface di-cyclique, fin-Tertiaire.

Venu en République Centrafricaine effectuer une reconnaissance pédologique en Ouaka, en Basse-Kotto et en Ouham-Pendé (fig. 1), JONGEN (1964) relève une succession de pénéplaines emboîtées. Ces surfaces d'aplanissement correspondent à plusieurs périodes climatiques, étalées du milieu du Tertiaire au Quaternaire récent.

Ainsi, dans l'Ouham-Pendé, il distingue les niveaux P₁ (900 mètres), P₂ (800 m), P₃ (600 m) et P₄ (500 m). Les deux derniers sont localisés sur les granites anciens de la région de Paoua, juste à l'ouest de la série de Kouki. Le niveau P₃ semble bien se rattacher à la surface d'érosion, dite principale, dans l'Ouham. Quant au passage entre P₃ et P₄, JONGEN le dit « insensible et caractérisé par un glaciais à pente continue ». Ce niveau P₄ doit correspondre à l'entaille récente de la surface principale.

Etudiant les inselbergs d'Ouganda, OLLIER (1960) remarque qu'on ne les rencontre qu'en présence de deux cycles d'érosion distincts. En Ouganda, les inselbergs deviennent de plus en plus nombreux et mieux formés à mesure que l'on s'éloigne des restes de la surface de Gondwana et que le cycle d'érosion Africain est plus avancé.

Dans l'Ouham, les seuls inselbergs observés l'ont été sur granite, au-dessus de la surface principale (feuille de Bossangoa). Leurs sommets peuvent être rattachés à la surface ancienne dont ils seraient ainsi des résidus.

Après de PLOEY (1965) pour l'Afrique Equatoriale, BISHOP (1966) a esquissé une synthèse de la géomorphologie stratigraphique des paysages de l'Est africain. Il montre comment a varié, selon les auteurs, l'âge des différentes surfaces reconnues, depuis les trois niveaux P₁, P₂, P₃ de WAYLAND (1934) jusqu'aux

cinq surfaces de MAC CONNEL (1955). Il vaut mieux, selon lui, dénommer les surfaces d'érosion par un label géographique plutôt que par une date qui peut être sujette à révision.

Récemment, GRAS (1970) a retrouvé au Congo, sur la bordure orientale du Mayombe, les niveaux de CAHEN et LEPERSONNE :

— entre 700 et 800 mètres : surface kalaharienne P_1 , début Tertiaire.

— 660 et 670 mètres : vestiges du niveau P_2 , fin de l'ère tertiaire.

— entre 450 et 550 : collines pré-mayombiennes, rattachées à la surface P_2b , fin tertiaire. Ces surfaces sont toujours profondément disséquées et entre les niveaux P_2 et P_2b , apparaissent des ruptures de pente, entre 550 et 650 mètres.

4.5. CHRONOLOGIE AU CAMEROUN-TCHAD

Les grands traits de la géomorphologie du Cameroun ont été présentés par SEGALEN (1967). Il distingue dans l'Adamoua, les surfaces de Minim-Martap ou de Gondwana (Pré-Crétacé) et celles de Meiganga ou Post-Gondwana (Crétacé), qui se prolongent un peu dans la région de Bouar, en République Centrafricaine.

La plus vaste surface du Cameroun est la surface intérieure (700 m) ; correspondant à la *surface africaine I*, elle couvre la première moitié du Tertiaire. La pédogénèse y est ferrallitique et le cuirassement ferrugineux. Les versants sont d'abord convexes puis concaves. Ils seraient même franchement concaves dans l'Adamoua, dont la latitude est équivalente à celle de la série de Kouki. Cette surface s'étend vers l'Est, à travers toute la République Centrafricaine ; vers le nord, elle ne s'y trouve plus qu'à 500 mètres.

A la mi-Tertiaire (début Miocène), un contrecoup de l'orogénèse alpine donne naissance à la *surface Africaine II*, (appellation préférée à celle trop régionale de « Victoria Falls » de KING). Le dépôt du Continental Terminal, au Tchad, correspond aux phases érosives de ce cycle. Il est possible, selon SEGALEN, de lui rattacher les cuirasses ferrugineuses de la Bénoué situées vers 4 à 500 mètres, au pied de l'Adamoua.

FRITSCH (1969) propose une corrélation de ces cuirasses de piedmont (I au niveau 480 mètres, II à 440 mètres, III à 400 mètres) avec les glacis cuirassés reconnus au Sénégal par MICHEL (1969). HERVIEU (1970) les date au maximum du Quaternaire ancien (Villa franchien) car il y a découvert des galets aménagés (« pebble culture »).

D. MARTIN (1967) a étudié plus particulièrement le Centre Cameroun. Il distingue, dans la *surface africaine I*, deux niveaux séparés par une cinquantaine de mètres. L'un, entre 740 et 700 mètres, est caractérisé par une induration généralisée ; le cuirassement paraît en place. L'autre, entre 620 et 670 mètres, n'est assez nettement induré qu'à proximité des grands axes de drainage, tandis qu'en s'en éloignant, l'induration n'affecte plus que les bas de pente.

L'autre, entre 620 et 670 mètres, n'est assez nettement induré qu'à proximité des grands axes de drainage, tandis qu'en s'en éloignant, l'induration n'affecte plus que les bas de pente.

C'est à ces niveaux de la surface africaine I que semblent devoir être rattachées les deux surfaces ancienne et principale, reconnues dans l'Ouham. Leur âge semble confirmé par l'observation de leur disparition vers le nord et les dépôts du Continental Terminal. A l'origine, pour KILIAN (1931), ce dernier représente les séries continentales postérieures au crétacé et antérieures au Quaternaire ; selon GERARD (1961), il est ici d'âge mio-pliocène probable.

Pour BOUTEYRE (1964-65), qui a étudié la région frontalière du sud-Tchad, le Continental Terminal paraît occuper tout le Tertiaire. Le démantèlement fluvial d'anciens sols ferrallitiques ou ferrugineux du socle aurait provoqué l'accumulation des sables de Kélo. Une phase pédogénétique aboutissant à

des sols faiblement ferrallitiques aurait été ensuite suivie d'un cuirassement généralisé (Villafranchien ?). On peut suivre cette cuirasse depuis le socle cristallin jusqu'à la cuvette tchadienne. Le relief des « koros » résulte d'une dissection des sables de Kélo, pendant une phase pluviale importante du Quaternaire. Une dernière pédogénèse aboutit à des sols lessivés et à une cuirasse de bas de pente, au-dessus des plaines d'inondation du Logone.

PIAS (1968-70) a présenté une synthèse générale des Paléosols du bassin tchadien. Pour lui, le Continental Terminal est post-éocène. Au-dessous de la surface bauxitique des « koros », il distingue une première surface ferrallitique avec des cuirasses ferrugineuses, des horizons gravillonnaires et des sols rouges très épais.

Son démantèlement a donné une surface cuirassée générale, située entre 420 et 500 mètres. Cette cuirasse ferrugineuse serait fin tertiaire, début quaternaire. Au sud du 9° parallèle, on observe une deuxième surface ferrallitique, d'âge inconnu, à partir de laquelle l'évolution actuelle donne des sols ferrugineux clairs, lessivés.

4.6. CHRONOLOGIE EN AFRIQUE OCCIDENTALE

Les études géomorphologiques y ont été entreprises souvent plus tardivement qu'en Afrique Centrale mais elles s'y poursuivent activement. MAIGNIEN (1958-60), LAMOTTE et ROUGERIE (1952-56-62) ainsi que DAVEAU (1962) y ont étudié les cycles de cuirassement en Guinée et dans les chaînes birrimiennes de Haute-Volta.

De même, PUGH (1955, in BURKE 1970) a esquissé l'étendue des surfaces Post-Gondwana et Africaine I dans les plaines du Nord-Nigéria, caractérisées par le développement de splendides pédiments et de reliefs résiduels.

MICHEL (1969) a poursuivi pendant une dizaine d'années l'étude d'ensemble des bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Il distingue trois grandes surfaces d'aplanissement :

- la première dite de Labé, du Jurassique inférieur à moyen entre 1 150 et 1 200 mètres,
- la seconde de Dongol Sigon, du Crétacé (Albien), entre 850 et 1 000 m,
- la troisième de Fantofa (Eocène inférieur), dont les bornes se situent entre 550 et 650 mètres.

Le Continental correspond à une période d'érosion intense et de façonnement des « reliefs intermédiaires » (Pliocène). En effet, des versants protégés par leur cuirasse et d'une pente moyenne, de 10 à 15°, raccordent les plateaux aux glacis quaternaires.

Pendant le quaternaire ancien et moyen, MICHEL distingue trois glacis respectivement désignés par haut, moyen et bas glacis. Ils constituent des surfaces d'érosion locales qui s'ordonnent en fonction du réseau hydrographique et se situent à des altitudes variables. Le bas glacis se distingue des deux autres par l'absence d'une cuirasse ferrugineuse continue. Ces glacis correspondent à des oscillations climatiques et le cuirassement semble s'être produit à la fin de chaque période humide. Ils se terminent, en certains cas, par des lambeaux de terrasse (VOGT, 1969). BRUCKNER (1957) avait déjà reconnu trois cycles climatiques dans les profils latéritiques quaternaires du Ghana et du Sénégal.

Au Niger, GAUVAUD (1968) retrouve les altérites kaoliniques tertiaires et la cuirasse ancienne correspondant à celle des reliefs intermédiaires (Pliocène). Trois « péjorations » successives provoquent au Quaternaire :

- le creusement des glacis et leur pétrification par des cuirasses ferrugineuses (*cf.* glacis supérieur et moyen).

- le concrétionnement du glacis inférieur et le développement de sols ferrugineux tropicaux.
- des périodes désertiques (erg ancien, erg récent) avec des récurrences humides.

Au Togo, LÉVÊQUE (1969) observe que les sols sont localisés suivant un ordre chronologique, chacun sur une unité topogéomorphologique :

- les sols ferrallitiques, sur les reliques d'une ancienne pénéplaine (*cf.* Surface Africaine : Miocène) et à la partie supérieure des versants (*cf.* Continental Terminal : fin Tertiaire),
- les sols ferrugineux, sur les versants (Quaternaire ancien),
- les sols récents à argile 2:1 en bas de pente.

Deux générations de cuirasses les séparent. On peut dire que la distribution des sols dans le paysage s'effectue selon une chrono-litho-toposéquence.

Cette importance de l'érosion différentielle se retrouve partiellement dans la série de Kouki où les barres de quartzites ont été mises en relief, tandis que les roches basiques plus altérables ont permis le développement de sols à argile 2:1, dans les zones déprimées des bassins de réception.

En Haute-Volta, BOULET (1969-70) indique trois glacis, comme MICHEL. De même KALOGA (1969) reconnaît au-dessous de la surface africaine, éocène, bauxitique, trois glacis quaternaires constituant une surface polygénique. L'altération kaolinitique y est paléoclimatique tandis que, dans les zones où la cuirasse du moyen-glacis et les altérites ont été déblayées jusqu'à la roche saine, se développe une altération montmorillonitique. C'est l'altération climacique actuelle de cette région, tant pour les roches basiques que pour les roches acides.

En Côte d'Ivoire, après l'étude des niveaux du Blafo-Gueto (1968), GRANDIN et DELVIGNE (1969) définissent, à partir des cuirasses de la région birrimienne de Toumodi, divers jalons de l'histoire morphologique de Côte d'Ivoire :

- au niveau 500 m : cuirasse bauxitique d'accumulation relative (Crétacé-Eocène),
- au niveau 300 m : cuirasse ferrugineuse d'accumulation absolue. Malgré leur port en altitude, elles ne manifestent pas d'évolution bauxitique (Pliocène). La mise en place des glacis correspondants serait contemporaine des dépôts du Continental Terminal, dans la zone côtière.
- au niveau 200 m : cuirasses du haut glacis (quaternaire ancien, plus de cent mille ans). Légèrement concaves, ces cuirasses divergent des reliefs vers les vallées.
- au niveau 130 m : moyen-glacis (entre soixante et quarante mille ans) ; emboîté dans le précédent, il est limité à l'aval par un liséré cuirassé. Les cuirasses de ce niveau n'affleurent pas forcément ; on n'observe alors qu'un horizon pédologique induré, gravillonnaire.
- bas-glacis avec des carapaces de plaines alluviales. Peu indurées, vacuolaires ou concrétionnées, elles sont de battement de nappe.

Chaque mise en place d'un glacis correspond à une période humide qui se termine par un cuirassement. Pendant la période sèche qui suit, se produit le démantèlement localisé du glacis.

DELVIGNE et GRANDIN (1969) ont montré que, durant le quaternaire, se sont déroulés, trois cycles morphogénétiques : pédogénèse et altération durant les phases humides, cuirassement en période de transition et érosion pendant les phases sèches.

Contrairement à l'opinion de KING qui pense que les cycles quaternaires ont été trop courts pour que d'importantes indurations aient pu se développer, trois niveaux cuirassés fin tertiaire-quaternaire sont pratiquement reconnus partout en Afrique occidentale.

Au Sénégal, la présence d'intercalation de niveaux phosphatés ou de coulées volcaniques connues, permet une datation précise de ce cuirassement récent dont l'étude se développe : NAHON (1970), NAHON et DEMOULIN (1970), LAPPARTIENT (1970), FLICOTEAUX et TESSIER (1971).

Type de Chronologie comparée de Surfaces d'aplanissement en Afrique Méridionale

Auteur, époque et région d'étude	MESOZOÏQUE (fin)		CENOZOÏQUE				QUATERNAIRE			Holocène				
	Eocène	Oligocène	Miocène	Pliocène	Pleistocène inférieur (Kogouérien et Villafr.)	moyen Kamasien, Kanjérien	supérieur Gamblien, Makalien, Nakurien							
King (1954) Kalahari	Cycle de Gondwana	Grès polymorphes	Surface mi Tertiaire	Sables jaunes	Surface fin Tertiaire	Vieux sables rouges	Surface d'érosion Pleistocène	Sables rouges récents						
Cohen et al. (1948) Congo occid.	Pénéplaine mi-Crétacé		Pénéplaine mi-Tertiaire		P 1	P 2								
Dresch (1945) Oubangui-Chari	Surface Crétacé (massif de Yadé)		Surface Miocène (dorsale Oubangui-Tchad) (au sud de Boulé)		Surface Pliocène									
Ruhe (1954) Ituri			Surface mi-Tertiaire (buttes bien indurées)		Surface majeure fin Tertiaire latérite détritique ou recimenté		4 surfaces en gradins		terrasse alluviale	Plaine d'inondation actuelle				
de Heinzelin (1954) Congo	rares témoins crétacé		Epais recouvrement latéritique mi Tertiaire		latérite détritique fin Tertiaire		surfaces d'aplanissement partielles		et terrasses					
Jangan (1957-60) Ubangui	collines 550m reliques vieille (?) pénéplaine				surface latéritique 500m (climat chaud et humide)		cuirasse ferrugineuse - démantèlement (pluvial Kamasien) épannage remaniement		pédiment (pluvial Gamblien)					
Dixey (1955) Afrique Australe	surface crétacé (vers 1650m)		surface mi-Tertiaire la plus parfaite (vers 1350 m)		surface fin Tertiaire la plus étendue (de 1200 à 750 m)		trois niveaux (au dessous de 600 m.)							
King (1967) Afrique	Surface Post-Gondwana Plateau fondamental africain		1ère dénudation Surface fin Tertiaire (Victoria Falls)		2ème dénudation Rajeunissement Plio-Pleistocène Gorges et dépôts quaternaires									
Ségolen (1967) Cameroun	Surface Post-Gondwanienne Maïganga-Bouar (800 à 1000 mètres)		Surface Africaine I (6 - 700m)		Surface Africaine II Phase érosive: dépôt Cont. Terminal cuir. de la Bénoué (4-500m)									
D. Martin (1967) Centre Cameroun	1er niveau (700 - 740 m)		2ème niveau (620 - 670 m.)											
Bouteyre (1964-65) Sud-Tchad	Continental Terminal (= tout le Tertiaire) Démantèlement des sols ferrallitiques du socle - Sables de Kélo			buttes bauxitiques		dissection des sables de Kélo		cuirassement généralisé Sols ferrallitiques des Koros grand glacis		Dernière pédogénèse Sols lessivés	cuirasse de bas de pente argiles à nodules calcaires			
Pias (1968-70) Tchad	dépôts de Continental Term. (post-Eocène) en 3 Séries paléotchadiennes			Surface bauxitique des Koros		1ère surface ferrallitique Sables rouges		surf. cuirassée (420-500m) Série ancienne remaniée		2ème surface ferrallitique	Sols ferrugineux lessivés	Transgression du lac Tchad Série alluviale subactuelle à actuelle		
Michel (1969) Sénégal	2ème Surf. de Dongol Sigon (1150 - 1200 m.)		3ème surf. de Fantafa (550 - 650 m.)		Continental Terminal surf. d'érosion locales		façonnement des reliefs intermédiaires cuir. latéritiques		Haut-glacis		Moyen-glacis	Bas-glacis		
Gavoud (1968) Niger	Altérites kaoliniques tertiaires				cuirasse ancienne		creusement de 2 glacis avec cuir. ferrugineux			Sols ferrugineux tropicaux				
Lévêque (1969) Togo	Surface africaine Développement de sols ferrallitiques				Continental Terminal		1ère cuirasse (bové)		Sols ferrugineux des versants		2ème cuirasse	Sols récents à argiles 2:1		
Katoga (1969) Haute-Volta	Surface ancienne africaine, bauxitique						Surface inférieure polygénique divisée en: Haut glacis: altération kaolinique		Moyen-glacis		Bas-glacis	surf. actuelle altération montmorillonique		
Grandin-Delvigne (1969) Côte-d'Ivoire	Niveau bauxitique 500 m		Surface cuirassée ferrugineuse				Mise en place des glacis: Haut glacis (niveau 200) moyen-glacis (niveau 130) bas-glacis					plaine alluviale		
Chronologie proposée (Kouki 1971)	2 surfaces d'aplanissement - 1ère ou ancienne 1ère entaille Sols ferrallitiques remaniés		dépôts du Continental Terminal: 1ère surf. ferrallitique Sables rouges - 2ème ou principale 1er cuirassement de pente		2ème entaille Sols ferrallitiques appauvris et décolorés		cuir. latér. Cont. Termin. 2ème cuirasse de pente en profondeur		Série ancienne remaniée		2ème surface ferrallitique	Sols ferrugineux Tropicaux bas-glacis lessivés	Cuir. de battement de nappe	Plaine alluviale

4.7. CHRONOLOGIE PROPOSÉE POUR LA RÉGION DE KOUKI

De cet ensemble hétérogène (synthétisé dans le tableau 10), des lignes de force se dégagent qui permettent de proposer une chronologie pour les niveaux de la région de Kouki. *Les surfaces d'aplanissement paraissent antérieures au dépôt du Continental Terminal, essentiellement mio-pliocène* ; elles se rattachent donc à la *surface africaine*, début Tertiaire. Comme au centre Cameroun, cette surface est *dicyclique* : la surface ancienne des plateaux de Kouki serait début Eocène ; la surface principale de la dorsale d'Oubangui-Chari serait Eocène-Oligocène.

Les glacis d'érosion se différencient des surfaces d'aplanissement par une pente sensiblement plus accusée. Ils supposent l'existence d'un relief sus-jacent autour duquel ils divergent sur une étendue limitée. Pas plus que celle des terrasses fluviales, leur altitude n'est constante ; on les relie de façon relative par les décrochements qui les séparent.

Ces distinctions faites, on peut toutefois supposer que *surface principale et première entaille* sont contemporains. En effet ils sont tous deux dominés de cinquante à cent mètres, par la surface ancienne ; les sols y sont *ferrallitiques remaniés, souvent indurés* et presque toujours *bien drainés et rouges*.

Une grande période d'altération ferrallitique et d'érosion correspond au *mio-pliocène* pendant qu'au nord, se constituent les *dépôts du Continental Terminal*. La *deuxième entaille* est encore accusée ; elle serait *fin tertiaire*. Si l'on excepte les sols lithomorphes à argiles 2:1, la majeure partie des sols est encore ferrallitique mais le drainage est médiocre et la décoloration sensible. Le cuirassement n'apparaît guère qu'en profondeur.

Au nord de Kouki, les dépôts du Continental Terminal évoluent parallèlement à ceux du Tchad. La surface bauxitique des Koros n'a pas été observée mais on peut retrouver au nord, près de la frontière, la première surface ferrallitique, ou « Sables Rouges » du Pliocène, et un peu plus au sud, la surface cuirassée du pleistocène inférieur, la série ancienne remaniée et la deuxième surface ferrallitique.

Bien que l'incision soit insensible, on peut distinguer un niveau des colluvions de bas de pente mal drainées, *pleistocène supérieur*. L'évolution des sols y est du type ferrugineux tropical. Un cuirassement de battement de nappe le termine.

L'holocène correspond à la série alluviale récente de l'Ouham et de ses principaux affluents.

CONCLUSIONS

Au centre-nord de la République Centrafricaine, sur des schistes précambriens renfermant des intercalations de roches vertes et de quartzite, s'individualise un ensemble de morphologie particulière, dit Série de Kouki.

Sur ce type de roches et avec un climat de type soudano-guinéen, à deux saisons tranchées, le cuirassement est très important. L'ensemble des plateaux fortement indurés, qui dominent cette série, constitue une surface d'érosion dite ancienne. Elle surmonte de plus d'une cinquantaine de mètres, la surface d'aplanissement, dite principale dans l'Ouham, car elle forme l'ossature de la dorsale séparant les bassins du Tchad et du Congo. Ces grands niveaux d'aplanissement constituent une caractéristique majeure de l'Afrique Intertropicale.

La surface ancienne se caractérise non seulement par sa forte induration, mais par la présence, reflétant une hétérogénéité lithologique sous-jacente, de « lakéré » en lanières, dont la définition est précisée par rapport aux bovés d'Afrique occidentale.

Une forte érosion a disloqué cette surface d'aplanissement au-dessous de laquelle trois niveaux ont été reconnus. Les types de sols observés sur ces différents niveaux sont en relation avec deux entailles successives.

La base de la première entaille sur laquelle se développent des sols ferrallitiques bien drainés, rouges, remaniés et souvent indurés, est soulignée par un important cuirassement secondaire de pente.

Les cuirasses anciennes de plateaux ne sont pas alumineuses ; elles sont même plus ferrugineuses que les cuirasses de pente. Tandis que kaolinite et goethite prédominent toujours, gibbsite et hématite s'y individualisent cependant mieux.

La seconde entaille porte, en général, des sols ferrallitiques décolorés, souvent appauvris et hydromorphes. L'induration ne s'y observe guère qu'en profondeur. Sur les intercalations de roches vertes basiques, il y a néoformation d'argiles 2:1. Des sols hydromorphes lithomorphes, souvent à tendance verticale, s'y développent. Certains de ces sols correspondent à des vertisols lithomorphes avec comme argiles des beidellites très ferrifères et même des nontronites.

Le dernier niveau ne se rencontre qu'à l'extérieur de la série de Kouki. Sur colluvions de bas de pente, il porte des sols ferrugineux tropicaux lessivés, le plus souvent à hydromorphie de profondeur. Une cuirasse de battement de nappe limite fréquemment la plaine d'inondation actuelle.

Ce modelé et les sols qui lui sont liés ont été décrits à partir de l'étude de sept toposéquences représentatives.

Par analogie avec les différents niveaux reconnus en Afrique intertropicale, un essai de chronologie peut être proposé. Les deux surfaces d'aplanissement se rattacheraient à la surface Africaine dicyclique, début tertiaire. Au-dessous de la surface ancienne, début Eocène, la première entaille serait contemporaine de la surface principale, Eocène-Oligocène. La deuxième entaille, fin Tertiaire, correspondrait aux dépôts du Continental Terminal dont le cuirassement est villafranchien. Le dernier niveau, Pleistocène supérieur, borde la plaine alluviale Holocène.

REMERCIEMENTS

L'auteur est particulièrement reconnaissant à messieurs D. MARTIN, Y. CHATELIN et G. GRANDIN d'avoir bien voulu lui faire part de leurs observations qui ont permis la mise au point de cette note.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREW, 1949. — Geology in the Sudan, in : TOHILL (J.D.). — Agriculture of the Soudan, Oxford University Press, pp. 84-126.
- AUBERT (G.), 1965. — Classification des sols. Tableau des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la section de Pédologie de l'ORSTOM. *Cah. ORSTOM, série Pédol.*, vol. III, n° 3, pp. 269-288.
- AUBERT (G.), SEGALIN (P.), 1966. — Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. IV, n° 4, pp. 97-112.

- AUBREVILLE (A.), 1947. — Erosion et bovalisation en Afrique Noire Française. *Agron. trop.*, vol. II, n° 7-8, pp. 339-357.
- AUBREVILLE (A.), 1949. — Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. *Soc. Ed. Géogr. mar. col.*, Paris, 351 p.
- AUBREVILLE (A.), 1950. — Flore forestière soudano-guinéenne. *Soc. Ed. Géogr. mar. col.*, Paris, 523 p.
- BAULIG (H.), 1952. — Le relief de l'Afrique australe d'après L.C. KING. *Ann. Géogr.*, LXI, n° 325, pp. 218-225.
- BAULIG (H.), 1952. — Surfaces d'aplanissement. *Ann. Géogr.*, LXI, n° 325, pp. 161-183, n° 326, pp. 245-262.
- BISHOP (W.W.), 1966. — Stratigraphical geomorphology : a review of some East Africa landforms. in *Essays in geomorphology*. Ed. by G.H. Dury. *American Elsevier Publ. Co*, New York, pp. 139-176.
- BOULET (R.), LEPRUN (J.C.), 1969. — Etude pédologique de la Haute-Volta région est. ORSTOM, Dakar-Hann, 331 p. *multigr.*
- BOULET (R.), 1970. — La géomorphologie et les principaux types de sols en Haute-Volta septentrionale. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VIII, n° 3, pp. 245-271.
- BOULVERT (Y.), 1966. — Reconnaissance pédologique dans l'Ouham. Contribution à l'étude du passage des sols beiges aux sols rouges. ORSTOM, Bangui, 2 vol. 106 p., *multigr.*
- BOULVERT (Y.), — Notice explicative. Carte pédologique de l'Ouham :
 — Bossangoa en quatre feuilles au 1/100 000, 1968, 80 p., *multigr.*
 — Batangafo en cinq feuilles au 1/100 000, 1969, 85 p., *multigr.*
 — Bouca en quatre feuilles au 1/100 000, 1970, 79 p., *multigr.*
 — Kouki en quatre feuilles au 1/100 000, 1971, 79 p., *multigr.* ORSTOM Bangui.
- BOULVERT (Y.), 1968. — Quelques aspects de l'influence de la topographie et du matériau originel sur la répartition de sols ferrallitiques, sols ferrugineux tropicaux, et vertisols dans la région de Bossangoa au nord-ouest de la République Centrafricaine. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VI, n° 3-4, pp. 259-275.
- BOULVERT (Y.), 1970. — Différenciation suivant le matériau originel de plusieurs toposéquences en milieu ferrallitisant (près de Bouca, République Centrafricaine). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. IX, n° 1, pp. 43-81.
- BOULVERT (Y.), 1971. — Relations entre sols et modelé sur socle précambrien et formations du Continental Terminal dans la région de Kouki. ORSTOM, Bangui, 45 p., *multigr.*
- BOUTEYRE (G.), CABOT (J.), DRESCH (J.), 1964. — Observations sur les formations du Continental Terminal et du Quaternaire du Bassin du Logone (Tchad). *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. VI, n° 1, pp. 23-27.
- BOUTEYRE (G.), 1965. — Notice explicative. Cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000. Feuilles de Koumra, Moundou (Tchad), ORSTOM, Fort-Lamy 110 p.
- BRUCKNER (W.D.), 1957. — Laterites and bauxites profiles of West Africa as an index of rhythmical climatic variations in the tropical belt. *Eclogae Geol. Helv.*, vol. 50, n° 2, pp. 239-256.
- BURKE (K.), DUROTOYE (B.), 1970. — The Quaternary in Nigeria : a review. *ASEQUA, Bull.* n° 27-28, pp. 70-96.
- CAHEN (L.), LEPERSONNE (J.), 1948. — Note sur la géomorphologie du Congo Occidental. *Ann. Musée Congo-Belge. Tervuren. sér. 8°*, *Sci. géol.*, vol. I, 95 p.
- CHETELAT (E. de), 1938. — Le modelé latéritique de l'Ouest de la Guinée française. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam.*, vol. XI, fasc. 1, 120 p.
- DAVEAU (S.), LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1962. — Cuirasses et chaînes Birrimiennes en Haute-Volta. *Ann. Géogr.*, LXXI, n° 387, pp. 460-482.
- DE HEINZELIN (J.), 1954. — Les horizons d'altération anciens, critères stratigraphiques en Afrique centrale. *Int. Congr. soil Sci.* 5, 1954, Léopoldville, vol. IV, V-70, pp. 435-446.
- DELVIGNE (J.), GRANDIN (C.), 1969. — Etude des cycles morphogénétiques et tentative de chronologie paléoclimatique dans la région granitique de Toumodi en Côte d'Ivoire. *C.R. Acad. Sci. P. sér. D*, t. 269, pp. 1372-1375.
- DE PLOEY (J.), 1965. — Quelques aspects de la recherche quaternaire et géomorphologique en Afrique équatoriale. *Bull. Soc. Belge Et. Géogr.*, 34, I, pp. 159-169.
- DERRUAU (M.), 1969. — Les formes du relief terrestre. Notions de géomorphologie. Masson, Paris, 120 p.
- D'HOORE (J.L.), 1954. — L'accumulation des sesquioxydes libres dans les sols tropicaux. *INEAC Publ., sér. Sci.*, n° 62. Bruxelles, 132 p.
- DIXEY (F.), 1955. — Erosion surfaces in Africa : some considerations of age and origine. *Trans. Geol. Soc. South-Africa*, 58, pp. 265-280.
- DRESCH (J.), 1945. — Notes de géomorphologie congolaise. *Bull. Ass. Géographes fr.*, n° 167-168, pp. 116-123.

- DRESCH (J.), 1956. — Les surfaces d'aplanissement et les reliefs résiduels sur le socle cristallin en Afrique tropicale. *Congr. Int. Géogr.*, 18, 1956, Rio Janeiro, t. II, n° 29, pp. 213-219.
- DRESCH (J.), 1967. — Les paysages tropicaux humides, pp. 609-711, in *Géogr. Générale*, publ. sous la dir. de A. Journaux et al. Encyclopédie de la Pléiade. Gallimard, 1883 p.
- FLICOTEAUX (R.), TESSIER (F.), 1971. — Précisions nouvelles sur la stratigraphie des formations du plateau de Thies (Sénégal occidental) et sur leurs altérations. Conséquences paléogéographiques. *C.R. Acad. Sc., sér. D*, t. 272, pp. 364-367.
- FOURNIER (F.), 1960. — Climat et érosion. PUF, Paris, 201 p.
- FRITSCH (P.), 1969. — Note préliminaire sur la morphologie du piedmont nord de l'Adamoua dans la région de Kontcha (Cameroun). *Ann. Sci. Fac. Cameroun*, n° 3, pp. 101-111.
- GAVAUD (M.), 1969. — Esquisse de l'histoire des sols du Niger centre et ouest méridional. *ASEQUA Bull.*, n° 14-15, pp. 24-27.
- GEORGE (B.), 1968. — Rôle de l'analyse du modelé latéritique dans la prospection des nappes d'eau des terrains d'altération en Afrique occidentale. *Hydrogéologie, Bull. BRGM*, 2^e sér. section III, n° 2, pp. 53-69.
- GÉRARD (J.), 1961. — Contribution à l'étude géologique et minière de la région de Bossangoa (RCA). IRGM, Brazzaville, 3 vol., 209 p., *multigr.*, cart.
- GÉRARD (J.), 1963. — Notice explicative sur la feuille Bossangoa-Est BRGM, Brazzaville, 61 p. + carte 1/500 000.
- GILLET (H.), 1963. — Agriculture, végétation et sol du centre et du sud du Tchad. Feuilles de Miltou, Dagela, Koumra, Mousafoyo, ORSTOM, Fort-Lamy, 107 p.
- GRANDIN (G.), 1968. — Les niveaux cuirassés dans la région du Blafo-Gueto. WASA Conf. 6, 1968, Abidjan, 15 p. *multigr.*
- GRANDIN (G.), DELVIGNE (J.), 1969. — Les cuirasses de la région birrimienne volcano-sédimentaires de Toumodi, jalons de l'histoire morphologique de la Côte d'Ivoire. *C.R. Acad. Sci.*, sér. D, t. 269, n° 16, pp. 1474-1477.
- GRANDIN (G.), DELVIGNE (I.), 1969. — Traits généraux de l'évolution du réseau hydrographique de la région du confluent Bandama-N'zi (Côte d'Ivoire). *A.S.E.Q.U.A. Bull.*, n° 23-24, pp. 7-14.
- GRAS (F.), 1970. — Surfaces d'aplanissement et remaniement des sols sur la bordure orientale du Mayombe (Congo-Brazzaville). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VIII, n° 3, pp. 273-294.
- HERVIEU (J.), 1970. — Influence des changements de climats quaternaires sur le relief et les sols du Nord-Cameroun. *Ann. Géogr.*, n° 433, pp. 386-398.
- JONGEN (J.), 1957. — Genèse des sols de pédiplains en Ubangui. *Pédologie*, Gand, VII, pp. 133-144.
- JONGEN (J.), 1960. — Relations entre faits géomorphologiques et Pédogénèse des sols tropicaux (Congo-Belge). *Int. Congr. Soil. Sci.* 7, 1960, Madison, pp. 335-346.
- JONGEN (J.), 1964. — Etudes pédologiques en Ouham-Pendé. Reconnaissance pédologique. *Europrede*. RCA II. Rapport n° IV-3^e partie. Rapport Annexe 15 p + esquisse 1/500 000.
- JONGEN (J.), 1964. — Etudes pédologiques en Ouaka : 1^{re} partie. Reconnaissance pédologique. *Europrede* RCA. Rapport n° IV, 2^e partie, 28 p. + esquisse 1/500 000.
- JONGEN (J.), 1964. — Etudes pédologiques en Basse-Kotto, 1^{re} partie. Reconnaissance pédologique. *Europrede*. Rapport n° IV, 4^e partie, 29 p. + esquisse 1/500 000.
- KALOGA (B.), 1969. — Etude de la pédogénèse sur les glacis soudaniens de Haute-Volta. *A.S.E.Q.U.A. Bull.*, n° 22, pp. 20-23.
- KING (L.C.), 1954. — La géomorphologie de l'Afrique du Sud : recherches et résultats. *Ann. Géogr.* n° 336, pp. 113-129.
- KING (L.C.), 1963. — South African Senery, 3rd ed. Oliver and Boyd, Edinburgh, London, 380 p.
- KING (L.C.), 1967. — Morphology of the Earth, 2rd ed. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 728 p.
- LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952. — Coexistence de trois types de modelé dans les chaînes quartzitiques du Nimba et du Simandou (Haute Guinée française). *Ann. Géogr.* LXI, n° 328, pp. 432-442.
- LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1956. — Genèse de certaines cuirasses ferrugineuses en Afrique Occidentale. *Congr. Int. Geogr.* 18, 1956, Rio de Janeiro.
- LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1962. — Les apports allochtones dans la genèse des cuirasses ferrugineuses. *Rev. Géomorph. dyn.*, n°s 10, 11, 12, pp. 145-160.
- LAPPARTIENT (J.), 1970. — La latérite récente des environs de Dakar. *Trav. Lab. Sci. Terre*, St-Jérôme, Marseille (A), n° 3, 59 p.
- LEVEQUE (A.), 1969. — Les principaux événements géomorphologiques et les sols sur le socle granito-gneissique au Togo. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VII, n° 2, pp. 203-224.

- MAIGNIEN (R.), 1958. — Le cuirassement des sols en Guinée. Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr., n° 16, Strasbourg, 239 p.
- MAIGNIEN (R.), 1960. — Influences anciennes sur la morphologie, l'évolution et la répartition des sols en Afrique Tropicale de l'Ouest. Int. Congr. Soil Sci. 7, 1960. Madison, vol. IV, V. 24, pp. 171-176.
- MAIGNIEN (R.), 1966. — Compte Rendu des recherches sur les latérites. UNESCO - Recherches sur les ressources naturelles IV. Paris, 155 p.
- MARTIN (D.), 1967. — Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le Centre Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. V, n° 2, pp. 189-218.
- MARTIN (D.), 1969. — Les sols hydromorphes à pseudogley lithomorphes du Nord-Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VII, 1^{re} partie, n° 2, pp. 237 à 282 ; 2^e partie, n° 3, pp. 311-343.
- MARTONNE (E. de), BIROT (P.), 1944. — Sur l'évolution des versants en climat tropical humide. *C.R. Acad. Sci.*, t. 218, pp. 529-532.
- MESTRAUD (J.L.), 1964. — Carte géologique de la République Centrafricaine au 1/1 500 000 BRGM, Paris.
- MICHEL (P.), 1969. — Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie-Etude géomorphologique. Thèse Mém. ORSTOM, Univ. Strasbourg, Fac. Lettres et Sci. Hum. Dakar, 3 t., 1169 p.
- MILLOT (G.), 1949. — Relations entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires, Géol. app. et Prospect. min. 2, 2-4, pp. 1-352.
- NAHON (D.), 1970. — Nouvelles observations sur les faciès d'altérations anciennes au Sénégal et en Mauritanie. Trav. Lab. Sci. Terre, St-Jérôme, Marseille, (A), n° 2, 50 p., 9 pl.
- NAHON (D.), DEMOULIN (D.), 1970. — Essai de stratigraphie relative des formations cuirassées du Sénégal Occidental. *C.R. Acad. Sci.*, sér. D, t. 270, pp. 2764-2767.
- OLÉJNIKOV (N.N.), 1957. — Sur l'origine des principaux traits du relief et du réseau hydrographique du Bassin du Congo-Vopr. Géogr., Kazakhstana, Alma-Ata, 40, pp. 119-127.
- OLLIER (C.D.), 1960. — The inselbergs of Uganda. *Z. f. Geomorphol.*, bd 4, 1, pp. 43-52.
- PAQUET (H.), 1967. — Les montmorillonites des vertisols. Altération alcaline en milieu tropical. *Bull. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, t. 20, fasc. 4, pp. 293-306.
- PAQUET (H.), 1970. — Evolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranéens et tropicaux à saisons contrastées. Thèse. Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr., n° 30, Strasbourg, 210 p.
- PIAS (J.), 1968. — Contribution à l'étude des formations sédimentaires tertiaires et quaternaires de la cuvette tchadienne et des sols qui en dérivent (Rép. du Tchad). Thèse ORSTOM, Paris, 425 p. *multigr.* +2 cartes géol. 1/1 000 000.
- PIAS (J.), 1968. — Paléosols de la cuvette tchadienne. *Int. Congr. Soil Sci.* 9, 1968, Adelaïde, vol. IV, pp. 139-149.
- PIAS (J.), 1970. — La végétation du Tchad. Ses rapports avec les sols. Variations paléobotaniques au Quaternaire. Trav. Doc. ORSTOM n° 6, Paris, 47 p.+carte 1/1 500 000.
- RUHE (R.V.), 1954. — Erosion surfaces of Central African interior high plateaus - I.N.E.A.C. Publ. sér. Sci. n° 59, Bruxelles, 38 p.
- SEGALEN (P.), 1967. — Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-line en Afrique. ORSTOM Réunion annuelle des pédologues, 1967, Bondy, 13 p. *multigr.*
- SEGALEN (P.), 1967. — Les sols et la géomorphologie du Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. V, n° 2, pp. 137-187.
- SILLANS (R.), 1958. — Les savanes de l'Afrique Centrale. Lechevalier, Paris, XVI, 424 p.
- TRAUTH (N.), PAQUET (H.), LUCAS (J.), MILLOT (G.), 1967. — Les montmorillonites des vertisols lithomorphes sont ferrifères : conséquences géochimiques et sédimentologiques. *C.R. Acad. Sci.*, t. 262, n° 12, pp. 1577-1579.
- VOGT (J.), 1959. — Aspects de l'évolution géomorphologique récente de l'Ouest Africain. *Ann. Géogr.*, LXVIII, pp. 193-206.