

COUVERTURES LIMONO-SABLEUSES, STONE-LINE,
INDURATIONS FERRUGINEUSES ET ACTION DES TERMITES
SUR LE PLATEAU DE LA MANIKA
(Kolwezi, Shaba, Zaïre)

par

M. De Dapper*

ABSTRACT

The Manika Plateau, situated at an average altitude of 1450 m, belongs to the high Plateaus of Shaba. Those plateaus constitute the S.E. prolongation of the western horst which is running along the Great Lakes.

A study on the superficial deposits which are generally thin (almost never thicker than 5 m), puts four constant phenomena of their formation in a prominent position :

- a stone-line complex (stone-line S.S., and "nappes de gravats") ;
- loamy-sandy covering deposits ;
- ferruginous indurations ;
- the action of termites.

Those phenomena have been studied in numerous research pits. Thanks to the field researches for the new mine of Dikuluwe (valley of High-Luilu), they have been observed in their lateral variations on long distances.

The valley of High-Luilu shows a clearly asymmetrical cross-profile : the S.W. valley-side is long and has a gentle slope (380 m, 4,5 ‰), the N.E. one is shorter and steeper (190 m, 9 ‰). The interfluvial-valley side transition is characterized by a clear generalized summit convexity, supported by a resistant layer of sediments with ferricrete. The valley was repeatedly eroded in a shaly substratum the upper part of which is now a saprolite covered by a discontinuous or continuous stone-line. Four levels of terrace gravel have been distinguished ; the highest one contains upper Acheulean artefacts in situ ; while the inferior levels contain reworked upper Acheulean and Middle Stone Age artefacts.

Each deepening of the valley has brought the shaping of a new base level with an erosion/accumulation action on the slopes. The correlative deposits of those actions are found in the form of stone-line complexes, indicating an unstable morphological stage and in the form of ferricretes, indicating a stable stage.

* Département de Géographie, UNAZA, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre. Actuellement Geologisch Instituut, Krijgslaan 271, GENT, Belgique.

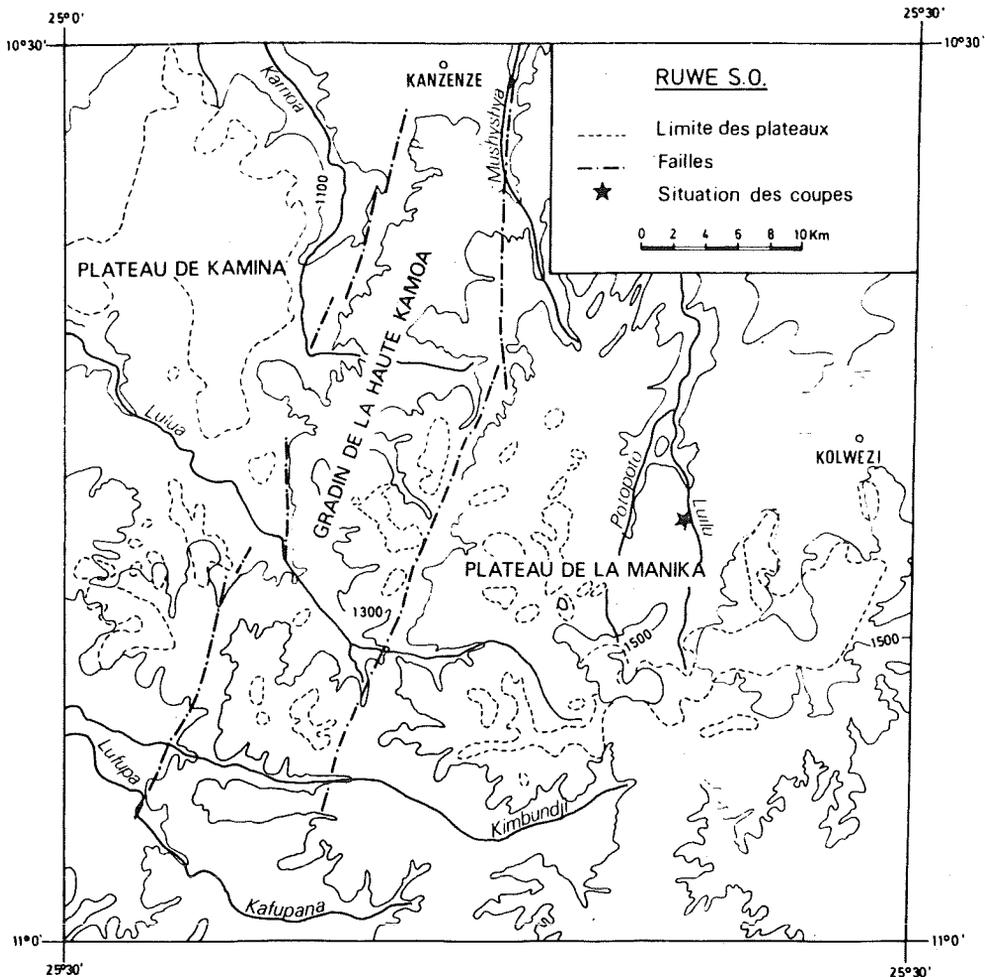


Figure 1 : Situation du plateau de la Manika.

The action of termites is located on the interfluves and on part of the slopes. It affects in an evident way the superficial layers ; those are reworked and fine material comes up to the surface where the running water action spreads it out and forms the loamy-sandy covering deposits in which post-M.S.A. lithic artefacts are found.

For this paper a representative cross-section of a length of 75 m has been chosen ; it is situated in the strongly indurated sediments of the upper convexity of High-Luilu valley-side.

1. INTRODUCTION

Comme le plateau de Bianco et le plateau de Kundelungu, le plateau de la Manika (Fig. 1), situé à une altitude moyenne de 1475 m, appartient aux hauts plateaux du Shaba qui constituent le prolongement S.E. du horst occidental bordant le graben des Grands Lacs. A 50 km au sud de Kolwezi, il se rattache à la dorsale Zaïre-Zambèze, qui détermine la frontière zaïro-zambienne. A l'ouest, il entre en contact avec le plateau de Kamina, situé à une altitude moyenne de 1.100 m, se rattachant ainsi aux plateaux périphériques qui entourent la cuvette centrale du fleuve Zaïre. La transition entre les deux plateaux est formée par une série de failles radiales qui déterminent le gradin de la Haute-Kamoa (J. STERCKX, 1974), à une altitude moyenne de 1.375 m (M. DE DAPPER, 1975).

Une étude généralisée des dépôts superficiels, qui sont généralement minces et ne dépassent guère les 5 m, a mis en évidence 4 éléments constants dans leur formation :

- un complexe de la stone-line ;
- un recouvrement limono/argilo-sableux ;
- des indurations ferrugineuses ;
- l'action des animaux fouisseurs, particulièrement les termites.

Ces phénomènes ont été étudiés dans de nombreux puits de recherche. Grâce aux travaux d'excavation pour la nouvelle carrière de Dikuluwe de la G.C.M. (1) ils ont pu être observés dans leurs variations latérales sur de longues distances.

2. LA COUPE DE LA HAUTE-LUILU

2.1. Situation

La vallée de la Haute-Luilu (Fig. 2) a un profil en travers asymétrique net. Le versant S.W. est long et en pente douce (380 m ; 4,5 ‰), le versant N.E.

(1) La Générale des Carrières et des Mines, qui exploite à Kolwezi les gisements cupro-cobaltifères de l'extrémité occidentale de l'arc cuprifère shabien.

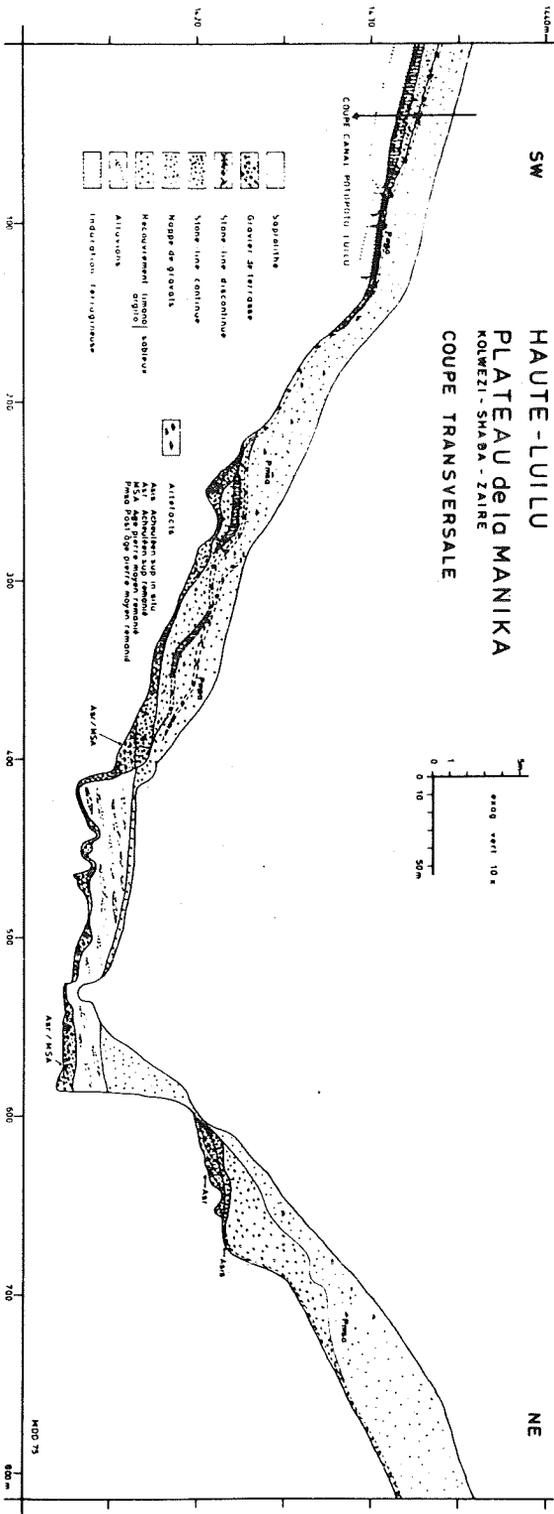


Figure 2 : Haute-Luliu. Coupe transversale.

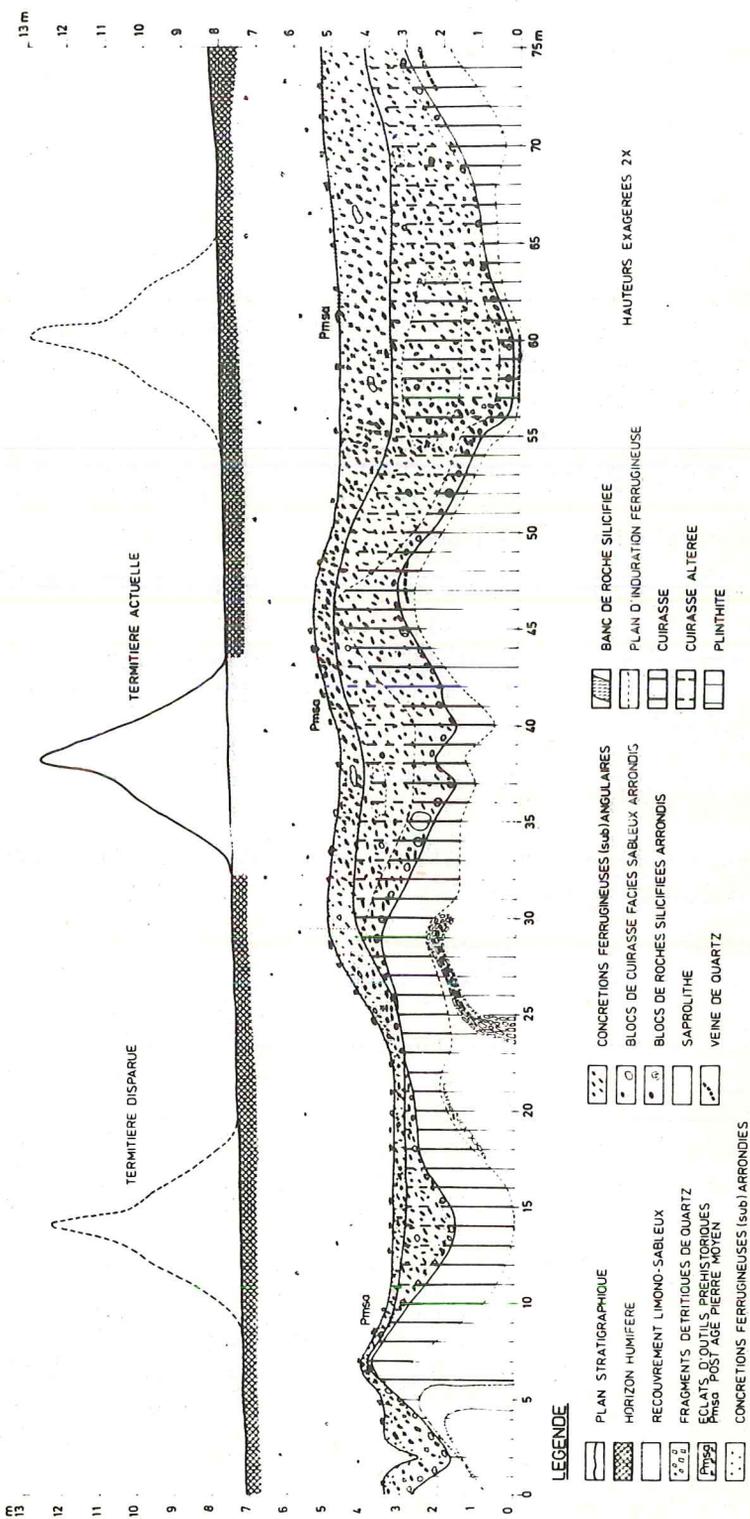


Figure 3 : Coupe canal Lulu-Potopoto.

est plus court et plus raide (190 m ; 9 ‰). La transition interfluve/versant est caractérisée par une convexité sommitale nette et généralisée. Elle est portée sur le côté S.W. par une couche de sédiments à indurations ferrugineuses très résistantes. Le talweg s'est creusé à plusieurs reprises dans un saprolithe de schistes argileux précambriens appartenant à la Série du Kundelungu supérieur (Ks 13).

Le saprolithe est couvert par une stone-line (2) discontinue ou continue. Dans la stone-line continue quatre niveaux de graviers de terrasse ont été reconnus. Le niveau le plus haut contient des artefacts d'âge Acheuléen supérieur in situ, tandis que les niveaux inférieurs contiennent des artefacts d'âge Acheuléen supérieur et Middle Stone Age remaniés (3).

Chaque incision a amené le façonnement d'une nouvelle surface basale d'érosion produisant une action érosion/accumulation sur les pentes. On retrouve les dépôts corrélatifs de ces actions sous forme de complexe de la stone-line et d'indurations ferrugineuses.

Pour cette communication une coupe représentative de 75 m de longueur a été choisie. Elle se situe dans les sédiments fortement indurés de la convexité sommitale S.W. de la Haute-Luilu. Elle fait partie d'une tranchée qui longe sur environ 4 km cette convexité et qui a été réalisée lors des travaux d'excavation pour le canal de dérivation Luilu-Potopoto (4).

2.2. Description de la coupe.

On peut distinguer deux sortes de plans : des plans stratigraphiques et des plans d'induration (Fig. 3).

Stratigraphiquement on trouve de haut en bas (5) :

I :

- Couverture limono-sableuse d'une épaisseur de 2,5 à 4 m.
- Matériau meuble sans aucune stratification. Couleur brun foncé (7,5YR5/4) (6).

La couche contient quelques graviers (7) anguleux à subanguleux de quartz de quelques mm à 2 cm de diamètre et quelques concrétions

- (2) Il s'agit d'une stone-line s.s.
- (3) Nous remercions vivement le Dr D. CAHEN du Musée Royal de l'Afrique Centrale à Tervuren (Belgique), qui s'est rendu sur place pour faire les déterminations.
- (4) Nous avons eu l'occasion de suivre de près ces travaux durant la période août-septembre 1974. Nous tenons à remercier les agents des entreprises SWANEPOEL pour leur aide.
- (5) Suivant les recommandations de G. STOOPS (1967) et P. SEGALIN (1969), nous avons préféré des chiffres romains pour désigner les couches différentes, au lieu des lettres A,B,C. Nous voulons éviter de la sorte la confusion avec les éléments d'un profil de sol, qui ne concordent pas avec la stratification.
- (6) Couleurs des Revised STANDARD SOIL COLOR CHARTS (Japon, 1967).
- (7) Classification des éléments grossiers (plus de 2 mm) des "Directives pour la Description des Sols" de la F.A.O. (Rome, 1968).

- ferrugineuses arrondies à subarrondies avec patine brun foncé de 2 mm à 1 cm de diamètre.
- Au sommet un horizon humifère de 30 cm d'épaisseur.
- A la base une stone-line discontinue de graviers de quartz et d'artefacts lithiques post-M.S.A.
- Bioturbation intense.

IIa :

- Niveau très graveleux d'une épaisseur de 0,5 à 4,5 m.
- Dans la partie supérieure de 30 cm d'épaisseur, abondance de concrétions ferrugineuses arrondies à subarrondies de 2 mm à 1 cm de diamètre avec patine brun foncé.
Nombreuses concrétions ferrugineuses subangulaires de 1 à 3 cm de diamètre. Quelques graviers de quartz anguleux à subanguleux de quelques mm à 2 cm de diamètre. Matrice limono-sableuse identique à celle de I. Aucune stratification. Bioturbation intense.
- Dans la partie inférieure non-indurée. Abondance de concrétions ferrugineuses subangulaires de 1 à 3 cm de diamètre. Quelques concrétions ferrugineuses arrondies à subarrondies de 2 mm à 1 cm de diamètre avec patine brun foncé. Quelques graviers de quartz anguleux à subanguleux de quelques mm à 2 cm de diamètre. Quelques rares cailloux arrondis de 10 à 30 cm de diamètre de roche silicifiée ou d'une cuirasse à faciès sableux avec patine. Quelques rares blocs subanguleux de 30 à 50 cm de diamètre du même faciès que IIa mais fortement indurés. Matrice limono-sableuse identique à celle de I. Bioturbation intense.
- Dans la partie inférieure indurée. Même faciès que la partie non-indurée. Nombreux tubes circulaires de quelques mm à 1 cm de diamètre. Ils sont remplis d'une matrice limono- à argilo-sableuse remaniée de couleur orange foncé(7,5YR 7/4). Ils contiennent quelques rares concrétions ferrugineuses arrondies à patine brun foncé de 2 à 5 mm de diamètre et quelques rares graviers de quartz anguleux à subanguleux des mêmes dimensions, véhiculés dans des pistes de termites.

IIb :

- Niveau très caillouteux.
- Stone-line continue composée de quelques cailloux arrondis de roche silicifiés de 10 à 20 cm de diamètre et de nombreux cailloux ou blocs arrondis de 10 à 50 cm de diamètre de cuirasse très dure à faciès sableux (sable kalaharien remanié) à patine brun foncé.
- Matrice peu graveleuse comme décrite en IIa.

III :

- Saprolithe de schiste argileux avec veines de quartz et bancs de roche silicifiée.

Les plans d'induration ne coïncident pas avec les plans stratigraphiques. On observe de haut en bas (8) :

1. Cuirasse altérée :

- Elle est moins dure que la cuirasse et les morceaux se brisent très facilement au marteau ou même à la main.
- Les tubes circulaires sont plus nombreux et de plus grande taille (1 à 3 cm de diamètre) que dans la cuirasse. Ils présentent une activité termitophile intense (voir IIa).
- Dans la masse de la cuirasse altérée on trouve des plages de cuirasse dure, pouvant atteindre 1,5 m de largeur et 8 m de longueur.

2. Cuirasse :

- Induration très dure ou dure, dont les morceaux ne se cassent qu'au marteau. Elle affecte le sommet du saprolithe III, IIb et la partie inférieure de IIa.
- Elle est parcourue par de nombreux tubes circulaires de 2 mm à 1 cm de diamètre, dont les parois sont souvent couvertes de pellicules d'oxydes de fer pouvant atteindre 1 mm d'épaisseur.
- A certains endroits où elle n'est pas couverte d'une cuirasse altérée elle est enrobée d'un enduit brun foncé suturé, partiellement couvert d'un enduit jaune clair.

3. Plinthite :

- Induration très faible qui affecte le saprolithe dont la structure originelle est bien reconnaissable.
- Individualisation de très nombreux nodules indurés de fer, brisables à la main, subanguleux, aplatis, d'une épaisseur moyenne de 1 cm et d'une longueur de 3 cm, de couleur brun clair (7,5YR5/8) ou rouge (10R5/8).
- Les interstices ont une largeur de 1 à 2 cm. Ils sont remplis d'un limon sableux à argilo-sableuse de couleur orange foncé (7,5YR7/4). Ce matériau est parcouru de nombreux tubes circulaires de 2 mm à 1 cm de diamètre. Ils sont partiellement remplis du même matériau que celui des interstices et contiennent quelques rares graviers anguleux de quartz de 2 mm à 1 cm de diamètre et quelques rares concrétions ferrugineuses arrondies avec patine brun foncé de 2 à 5 mm de diamètre, véhiculés dans des pistes de termites.

(8) Nous employons la classification des indurations ferrugineuses proposée par P. MICHEL (1973), sauf pour le terme "légère induration" qui est remplacé par "plinthite", terme couramment utilisé par les pédologues belges.

Les plans de stratification et les plans d'induration sont affectés par des ondulations dont la fréquence et l'amplitude présentent un parallélisme remarquable. Le plan II/III présente des ondulations d'une longueur de 18 à 28 m et d'une hauteur d'environ 3,5 m. Le fléchissement des têtes de bancs, la stone-line IIb, ainsi que les ondulations du plan cuirasse/plinthite, épousent étroitement ces ondulations. Le plan cuirasse altérée/cuirasse et le plan I/II montrent un parallélisme parfait en ce qui concerne la fréquence. L'amplitude par contre est atténuée, ce qui donne une épaisseur variable pour la partie non indurée de IIa, qui varie entre 10 et 150 cm, et pour I qui varie entre 2,5 et 4 m.

Le terrain est parsemé de termitières de *Macrotermes* ; leur densité atteint 3,2/ha⁽⁹⁾. Les nids ont une hauteur moyenne de 5 m et un diamètre à la base de 10 à 15 m. Elles sont couvertes d'une végétation arbustive et même d'arbres. Le centre de chaque termitière correspond à un creux des ondulations, ce qui n'est pas réciproque.

2.3. Morphogenèse

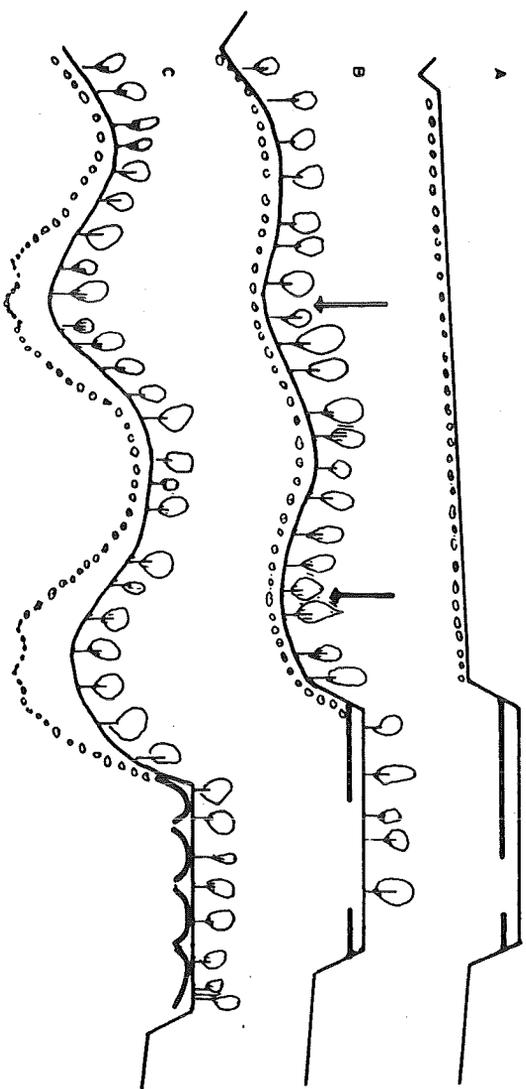
La coupe décrite montre un profil à trois niveaux typique des pays intertropicaux. Plusieurs hypothèses ont été émises sur la genèse de ces profils et sur le caractère autochtone ou allochtone des différents niveaux. Nous n'entamerons pas leur revue et nous nous référons à la mise au point faite par J. VOGT et P.L. VINCENT(1966) et les études récentes de P. SEGALLEN(1969) et H. FOLSTER(1969). Les explications proposées sont de quatre sortes et font intervenir : a) des causes biologiques ; b) des transports de surface ; c) un recul d'escarpement (scarp retreat) parallèlement à lui même d) une descente des matériaux grossiers à travers le sol.

Le matériau des niveaux IIa et IIb est le dépôt corrélatif d'un recul de versant. Ce recul est provoqué par l'érosion déclenchée par un abaissement du niveau de base.

Le triage du complexe de la stone-line en IIa et IIb peut être aisément expliqué par le mécanisme d'un recul d'escarpement parallèlement à lui-même proposé par H. FOLSTER (1964 et 1969) et P. SEGALLEN (1969). Nous avons observé ce phénomène à plusieurs endroits sur le plateau de la Manika, mais dans le cas précis de la coupe décrite il ne reste aucune trace d'escarpement.

Le recul d'escarpement se serait produit dans un matériau faiblement induré dans lequel les débris de cuirasse à faciès sableux et de roche silicifiée, qui forment IIb, se trouvaient déjà à l'état arrondi. IIb ne provient pas directement d'une dalle latéritique, sinon le matériau de IIa devrait présenter un

(9) Ce chiffre est le résultat d'un calcul statistique fait sur la carte topographique à 1/5000 du Département Géologique de la G.C.M. K. SYS. (1961) cite, pour les environs de Lubumbashi, des densités entre 2,7 et 4,9 /ha, selon la famille de sol.



- A) Evolution préalable en climat tropical.
- B) Début d'ondulation par suite de l'érosion chimique accélérée en quelques points favorables.
- C) Accentuation du processus avec festonnement de la stone-line et épaissement du matériel superficiel dans les talwegs. Par suite de creep sous forêt.

Figure 4 : Evolution du complexe de la stone-line sous climat équatorial (d'après P. SEGALEN, 1969).

arrondissement encore plus poussé. Au contraire, ces graviers sont subanguleux. L'arrondissement des fragments de I**b** est sans doute le résultat d'un ou plusieurs processus de recul d'escarpement antérieurs.

La genèse des ondulations du plan II/III est importante parce qu'elle conditionne les ondulations subparallèles des autres plans.

L'observation de la stone-line I**b** nous mène à la conclusion que l'ondulation s'est produite après le dépôt de II. En effet, I**b** forme une stone-line continue sans aucun triage des blocs sur les pentes des ondulations. Si II s'était déposé sur une surface déjà ondulée, ou pourrait s'attendre à une concentration des blocs de I**b** dans les creux et un triage sur les pentes.

Quelle est la nature de ces ondulations ? Puisqu'une coupe ne donne qu'une image bidimensionnelle, la réponse s'avère difficile. Nous voyons deux possibilités :

1) Ce sont des coupes à travers des puits d'extraction des termites.

L'amplitude constante des ondulations s'y oppose. Elle impliquerait que la tranchée, qui a un tracé tout à fait fortuit, coupe chaque puits d'extraction au même endroit, ce qui est peu probable. On s'attendrait plutôt à des ondulations à amplitude fort irrégulière.

2) Ce sont des coupes à travers des ravins subparallèles dirigés vers la vallée de la Haute-Luilu et modifiés par après.

Une étude détaillée des deux parois de la tranchée, qui a une largeur de 16 m, plaide en faveur de cette possibilité. Elle nous permet d'avoir une idée de l'arrangement spatial de la surface ondulée. On retrouve les ondulations des deux côtés et on peut aisément extrapoler le talweg des ravins.

Le caractère continu et le non-triage de I**b** pose de nouveau des problèmes, car une incision de ravins dans le saprolithe aurait bouleversé ce caractère. Il s'agit donc de ravins dans IIa qui ont été modifiés par après. L'explication peut être donnée par le mécanisme, sous climat équatorial, de modification du complexe de la stone-line sans que celui-ci soit bouleversé, proposé par P. SEGALLEN (1969) (Fig. 4). Le climat équatorial chaud et humide, s'accompagne d'une couverture forestière dense qui freine au maximum l'érosion superficielle et favorise la pénétration de l'eau qui provoque une véritable érosion chimique souterraine. Ce soutirage chimique a été maintes fois évoqué, G. ROUGERIE (1960); J. TRICART et A. CAILLEUX (1965), etc. Cette érosion souterraine se produit par un enfoncement des talwegs mais non par une incision de ceux-ci. A leur niveau la stone-line se festonne et la couche de graviers s'épaissit par creep. En zone sédimentaire, on observe un léger fléchissement des couches, également noté par G. LAPORTE (1962). Dans la coupe décrite le fléchissement des veines de quartz et des bancs de roche silicifiée est manifeste et suit de près les ondulations. Dans le cas de la Haute-Luilu, le festonnement de la stone-line peut être dû à des conditions de forêt dense très locales, par exemple une forêt de galerie le long de la vallée.

Le cuirassement des sédiments s'est produit pendant une phase de versants stables sous climat tropical, par un apport latéral de fer dans la nappe phréatique. L'écoulement de cette nappe phréatique était dirigé vers la vallée de la Haute-Luilu et concentré dans les creux des ravins modifiés. L'induration ferrugineuse a affecté la partie supérieure du saprolithe et l'ensemble de II, les plages de cuirasse dure dans la cuirasse altérée en sont la preuve. Ce processus de cuirassement peut s'être produit à plusieurs reprises. La concentration de l'écoulement de l'eau chargée de fer dans les creux, explique le parallélisme parfait entre les ondulations des plans II/III et cuirasse/plinthite.

L'altération de la cuirasse est sans doute due à l'action de la végétation et surtout de la pédofaune, particulièrement les termites. On observe leurs pistes jusque dans le sommet de la plinthite. Elles sont remplies de fragments qui proviennent du sommet de IIa (concrétions ferrugineuses arrondies avec patine, et de fragments provenant des veines de quartz du saprolithe (graviers de quartz anguleux). D'après les observations, les termites exercent ou ont exercé leur activité de préférence dans les creux des ondulations. Actuellement chaque termitière observée dans la tranchée est située au-dessus d'un creux et on constate le parallélisme du plan I/II et du plan IIa-induré/-IIa-non-induré avec le plan II/III. Nous n'avons pas encore trouvé d'explication suffisante pour cette préférence. Les conditions édaphiques des creux sont peut-être plus favorables aux termites pour y chercher leurs matériaux de construction des nids.

Dans sa partie supérieure la cuirasse altérée est entièrement morcelée et ameublie. Elle est transformée en un gravier de concrétions ferrugineuses subanguleuses mélangées à une matrice limono-sableuse. Le sommet de cette couche s'est trouvé, probablement à maintes reprises, à l'air libre et a subi un remaniement par le ruissellement. L'abondance de concrétions ferrugineuses à patine parfaitement arrondies en est la preuve.

La couverture limono-sableuse I est sans doute le résultat du ruissellement et du colluvionnement du matériau fin remonté à la surface par les termites et de la fraction fine triée lors d'un recul d'escarpement. La couverture qu'on observe actuellement n'est qu'un instantané dans le jeu d'érosion/accumulation lié aux reprises de l'enfoncement du talweg de la Haute-Luilu (Fig. 2). Elle est postérieure à l'industrie lithique post-M.S.A. qu'on trouve dans la stone-line qui marque le plan I/II.

2.4. Morphochronologie

Les éléments qui nous permettent d'établir une morphochronologie sont peu nombreux.

Le cuirassement intense des dépôts superficiels au voisinage des vallées est un phénomène dominant sur le plateau de la Manika (M. DE DAPPER et F. MALAISSE, 1975). D'après J. ALEXANDRE (S. ALEXANDRE-PYRE, 1971) qui se réfère à des observations faites sur le plateau de Bianco, l'aspect de l'enduit zonaire superficiel peut servir de critère pour distinguer les cuirasses de différents âges. L'enduit serait formé dans des conditions relativement arides par évaporation brutale avec cristallisation des oxydes comme résultat. Sur le plateau de Bianco, l'enduit brun foncé suturé se rencontre seulement sur les cuirasses des trois surfaces supérieures (au-dessus de 1600 m). Il est souvent recouvert par l'enduit lisse jaune clair que l'on rencontre seul sur les cuirasses de la surface de 1575 m. Ces surfaces datent de la fin Tertiaire et ce sont les formes de terrain situées en contrebas de la surface de 1575 m qui sont les témoins du cycle transitoire qui marque la transition Tertiaire-Quaternaire.

L'enfoncement du talweg de la Haute-Luilu et la formation de la convexité sommitale dans les sédiments indurés est antérieure à l'industrie d'âge Acheuléen supérieur que l'on trouve in situ dans les graviers de la terrasse supérieure. L'Acheuléen supérieur est habituellement daté entre 500.000 et 600.000 B.P. La limite inférieure est assez conjecturale, la limite supérieure est établie par le C^{14} aux Kalambo Falls (Zambie) et à Amazi Springs (Afrique du Sud)(J.D. CLARK, 1970). D'après D. CAHEN (1975) l'âge du site de la Haute-Luilu doit se rapprocher davantage de la limite supérieure que de la limite inférieure.

L'âge de l'industrie lithique post-M.S.A., qui se trouve à la base de I, est plus jeune que 20.000 B.P. (D. CAHEN, 1975).

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE-PYRE, S. (1971) – Le plateau de Biano (Katanga). Géologie et Géomorphologie. *Ac. Roy. Sc. O.M., Cl. Sc. Nat. et Méd.*, N.S., XVIII-3, 151 p.
- CAHEN, D. (1975) – Site de la digue de la Haute-Luilu. Observations archéologiques. Tervuren, Mus. Roy. Afr. Centr., Rapport de travail inédit.
- CLARK, J.D. (1970) – *The Prehistory of Africa*. New York.
- DE DAPPER, M. (1975) – Première note sur l'étude géomorphologique du plateau de la Manika (Kolwezi-Shaba-Zaïre). *Lubumbashi, Actes du 1er Congrès Géographique Zairois*, (édition provisoire stencillée) 7 p.
- DE DAPPER, M. et MALAISSE, F. (1975) – Note sur la relation entre la végétation et les différents stades d'érosion d'une cuirasse latéritique sur le plateau de la Manika (Kolwezi-Shaba-Zaïre). *Lubumbashi, Actes du 3me Symposium International d'Ecologie Tropicale* (sous presse).
- FOLSTER, H. (1964) – Morphogenese der südsudanesischen Pediplane *Ann. of Geomorphol.*, v. 8, pp. 393-423.
- FOLSTER, H. (1969) – Slope Development in SW-Nigeria during Late Pleistocene and Holocene. *Gött. Bodenkdl. Ber.*, v. 10, pp. 3-56.
- LAPORTE, G. (1962) – Reconnaissance pédologique le long de la voie ferrée Comilog. ORSTOM-IRSC, MC 119, Brazzaville, 149 p.
- MICHEL, P. (1973) – Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. *Mém. ORSTOM*, 63, 752 p.
- ROUGERIE, G. (1960) – Le façonnement actuel des modelés en Côte-d'Ivoire forestière. *Mém. IFAN*, 58, Dakar, 542 p.
- SEGALEN, P. (1969) – Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-line en Afrique. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, v. 7, pp. 113-131.
- STERCKX, J. (1974) – Géographie et développement : analyse géographique du degré carré Ruwe-Kolwezi. *Cult. et Dévelop.* v. 6, pp. 501-578.
- STOOPS, G. (1967) – Le profil d'altération au Bas-Congo (Kinshasa). Sa description et sa genèse. *Pédologie*, v. 17, pp. 60-105.
- SYS, K. (1961) – Het verband tussen morfologie en genetische opbouw van het bodemprofiel in de Hoge-Katanga. *Gent, Rijkslandbouwhogeschool*, thèse doctorale inédite.
- TRICART, J. et CAILLEUX, A. (1965) – *Traité de Géomorphologie V. Le modelé des régions chaudes, forêts et savanes*, Paris, 322 p.
- VOGT, J. et VINCENT, P.L. (1966) – Terrains d'altération et de recouvrement en zone intertropicale. *Bull. BRGM*, v. 4, pp. 1-111.