

ESSAI D'IDENTIFICATION DES DIFFERENTS NIVEAUX DE TERRASSE DANS LA REGION DE LUBUMBASHI (SHABA, ZAÏRE)

Attempt at the identification of the different terrace levels in
the Lubumbashi area (Shaba, Zaïre)

DIBANGA B.*

ABSTRACT

Most of the original characteristics of the fluvial deposits of the Lubumbashi area have been modified because of the reworking made by the pedo-fauna (termites ...).

Some attempts to distinguish between them based on usual qualitative and quantitative criteria (altimetric level, petrological composition, presence of ferruginous concretions and coatings, weathering and shaping of the pebbles ...) have allowed us to identify four levels of terraces. All of them are situated between 1 and 30 m above the present-day river level.

From our recent observation it appears that the upper terrace would be correlated with the Lubumbashi surface (between 1200 and 1300 m), which is considered by many researchers to date from the end of the Tertiary period.

RESUME

Du fait du remaniement par les animaux fousseurs, notamment par les termites, les dépôts fluviatiles graveleux de la région de Lubumbashi ont perdu la plupart des caractéristiques de leur mise en place première.

Des tentatives pour leur distinction à l'aide des critères qualitatifs et quantitatifs habituels (position altimétrique, composition pétrographique, présence de gravillons et d'enduit ferrugineux, altération et façonnement des galets) ont abouti à l'identification de quatre niveaux de terrasses entre 1 et 30 m au-dessus du thalweg actuel. Il existe en outre une nappe alluviale en position de graviers sous berge.

La terrasse supérieure, dans l'état actuel de nos observations, serait une formation corrélative de la surface de Lubumbashi (de 1200 à 1300 m) que plusieurs chercheurs placent à la fin du Tertiaire.

* Département de Géographie, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

INTRODUCTION

De nombreux chercheurs (CAHEN, 1954; BEUGHIES, 1954; SYS, 1957; SYS & SCHMITZ, 1959 & ALONI, 1978) ont étudié les formations superficielles des environs de Lubumbashi. La plupart se sont attachés à l'étude des sols fins et rarement aux dépôts fluviaux grossiers.

La présente note rassemble les principaux résultats de nos recherches sur les terrasses fluviales des deux cours d'eau les plus importants de la région de Lubumbashi : la Kafubu qui draine une grande partie du Sud-Est du Haut-Shaba et la Lubumbashi, l'affluent le plus important de son secteur amont (Fig. 1).

La rareté des affleurements ne nous a permis d'analyser que treize coupes complètes. Les caractéristiques principales en ont été regroupées en un profil type.

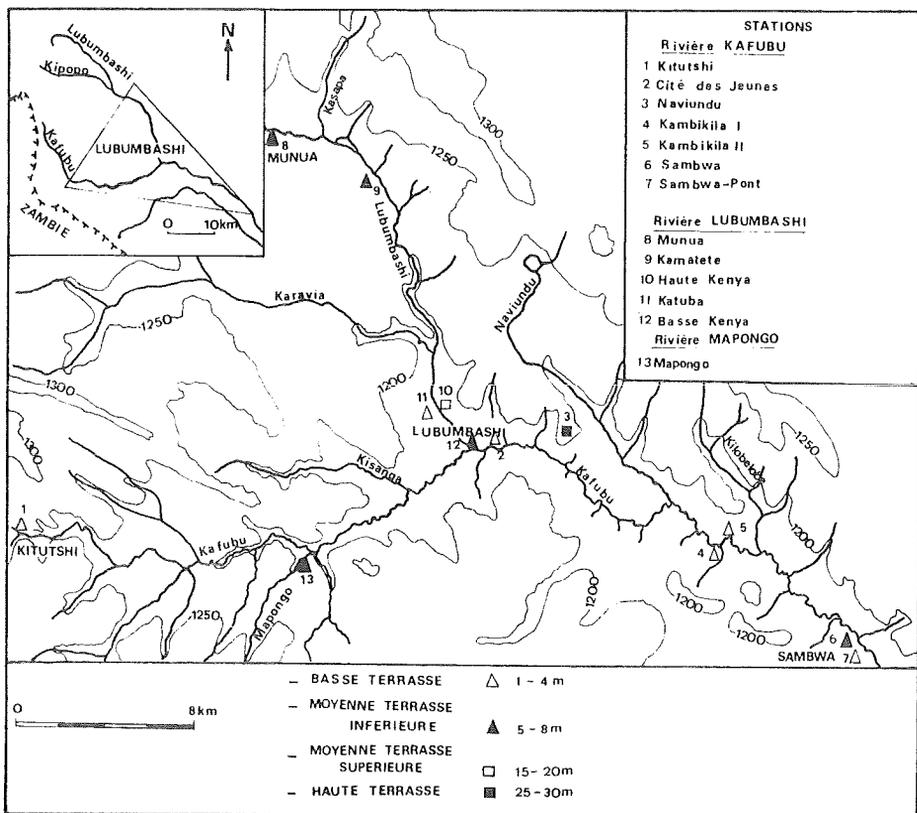


Fig. 1 : Localisation des lambeaux de terrasses dans les environs de Lubumbashi.

LOCALISATION ET DESCRIPTION DES DEPOTS

Le bassin de la haute Kafubu est constitué par un plateau de 1225 m d'altitude en moyenne, faiblement incisé, avec une série de buttes résiduelles dont l'alignement SE-NW est contrôlé par le substratum. Celui-ci est composé des roches précambriennes, soit schisto-dolomitiques (système du Roan), soit schisto-gréseuses (système du Kundelungu). Au sein de ce dernier, il existe des conglomérats d'origine marine, glaciaire ou glacio-marine (Tillite) d'après CAHEH (1954), ROBERT (1956) et FRANCOIS (1973).

La plupart des lambeaux de terrasses se concentrent dans le synclinal de Lubumbashi qui est parcouru par l'axe hydrographique formé par la Lubumbashi et la Kafubu (Fig. 1). Le profil, en long de cet axe est assez régulier sans brisure nette, les altitudes y étant de 1200 m à Munua et 1150 m à Sambwa. Le tracé de la Kafubu comme celui de la Lubumbashi présente des méandres parfois recoupés et des coudes brusques. J. et S. ALEXANDRE (1961) les attribuent à l'aptitude des diaclases et des joints de stratification à fixer certains segments des cours d'eau tropicaux qui ne transportent actuellement que du matériel fin.

Les dépôts qui y ont été observés se localisent entre 1 et 30 m au-dessus du thalweg actuel. Les altitudes relatives ont été vérifiées ou précisées à l'aide d'un altimètre à compensation (THOMMEN, mod. 334.01. 2.3000 T). La plupart des lambeaux sont peu étendus; certains d'entre eux cependant, comme à Sambwa, Kamatete ou Munua, peuvent avoir plusieurs dizaines de mètres de longueur. La pente transversale de la surface actuelle des terrasses est souvent faible, entre 0 et 3°. Le couvert végétal sur les dépôts est une forêt claire (miombo) ou une savane à Acacia dans laquelle sont parsemées de grosses termitières. Toutefois, aucun des sites étudiés n'offre de particularités géomorphologiques notables.

Les cailloutis fluviatiles étudiés ici s'insèrent dans un profil assez semblable à celui de la plupart des sols des régions de forêt claire ou de savane. Ce dernier est composé de trois parties : couverture fine, cailloutis, roche en place altérée. Le cailloutis ne se différencie d'une stone-line dans le cas d'une terrasse que par la faible proportion des cailloux anguleux d'origine résiduelle et par une épaisseur quelquefois plus importante (plus d'1 m). Rien ne prouve cependant que, ces nappes alluviales, n'ont pas séjourné en surface à une époque donnée et constitué des pavages de ruissellement. La formation de Sambwa, qui n'est pas actuellement couverte de matériel fin en offre un bon exemple.

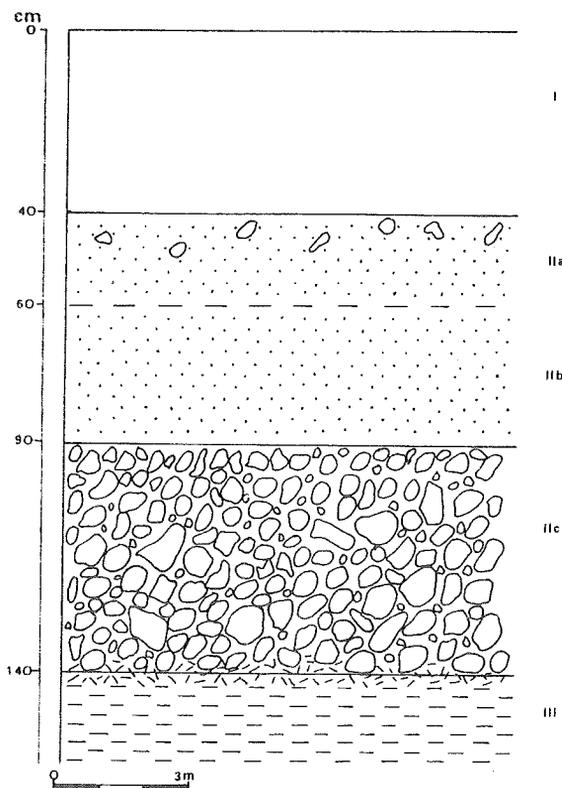


Fig. 2 : Coupe schématique de la gravière de Kambikila I. I : couverture fine limoneuse rubéfiée; IIa : gravillons latéritiques subarrondis avec des galets de grès de quartzite ou quartz et des débris de cuirasses couverts entièrement ou partiellement d'enduit ferrugineux brun; IIb : gravillons latéritiques subanguleux; IIc : cailloutis fluvial; III : schiste altéré (plaquettes de schiste indurées par les oxydes de fer au contact du cailloutis).

La coupe la plus complète, celle de Kambikila (Fig. 2), a servi de modèle pour le profil-type suivant :

- à la base, le substratum précambrien schisteux ou schisto-gréseux altéré dont la surface supérieure est nette et bien tranchée, avec quelques légères dénivellations de l'ordre de 20 à 50 cm,
- au contact du substratum, un banc de cailloux dont l'épaisseur n'est guère supérieure au mètre (Cité des Jeunes, Munua). Les éléments ont une taille comprise entre 1 et 20 cm de diamètre avec quelques blocs atteignant 40 cm et plus (Katuba). Le cailloutis est souvent mal classé, émoussé et orienté dans tous les sens. Ils peuvent être couverts entièrement ou partiellement d'un enduit brun ou jaune (Naviundu, Haute

Kenya, Sambwa, Kamatete, Cité des Jeunes). Cet enduit ferrugineux parfois zonaire a déjà été décrit sur les cuirasses du Shaba par ALEXANDRE-PYRE (1971) et ALEXANDRE (1978). Quant à leur nature lithologique, ils sont essentiellement quartzeux, avec quelquefois des grès, des quartzites, des schistes, des cherts (agates) et même des gravillons ferrugineux qui sont alors noyés dans une matrice fine rougeâtre.

A la base du cailloutis, on peut observer soit une mince couche d'environ 20 cm constituée de petits éléments (gravillons latéritiques et quartz) surtout anguleux, ne dépassant guère 10 mm (Sambwa, Haute Kenya), soit au contraire un horizon de blocs de 20 à 40 cm (Cité des Jeunes, Katuba), soit encore des plaquettes de schiste induré par les oxydes de fer (Kambikila I et II). Des phénomènes de festonnement ont également été observés à la Cité des Jeunes et à Kambikila II où les profils ont pu être suivis sur des distances assez longues (100 à 500 m) grâce aux profonds canaux (3 à 5 m) d'irrigation aménagés en bordure de la rivière Kafubu. Toutefois, les graviers ont perdu, du fait du remaniement par les animaux fouisseurs, les termites notamment, plusieurs aspects de leur disposition initiale (orientation, faible inclinaison, imbrication ...).

On observe quelquefois déposée directement sur le cailloutis fluvial une couche à matrice fine d'épaisseur variable comportant d'abondantes concrétions latéritiques avec des débris de cuirasses, des galets de nature diverse couverts d'enduit ferrugineux brun (Kambikila I), des plaquettes de roches indurées par les oxydes de fer (Sambwa-Pont) ou des galets roulés dans une matrice plus ou moins indurée (Katuba). Cette couche bien qu'appartenant au niveau II (Fig. 2) a probablement été mise en place a posteriori, dans des conditions bioclimatiques différentes, par rapport au niveau inférieur à prédominance de cailloux de quartz.

Au sommet, une couverture fine de couleur brun ou jaune se présente en discontinuité très nette au-dessus du cailloutis fluvial. Elle peut atteindre une épaisseur de 2 m au maximum (Mapongo, Kambikila II) ou disparaître entièrement (Sambwa). Sa texture est plus riche en limon, mais elle peut contenir aussi quelques gravillons latéritiques ou des débris de quartz. Aucune disposition caractéristique d'un dépôt fluvial, par exemple des lentilles sableuses, n'y a été observée.

CARACTÈRES SEDIMENTOLOGIQUES

Composition pétrographique

Du fait de leur degré d'altération, la détermination des galets à recenser en chaque point s'est limitée aux grandes catégories de roches : quartz, quartzite, grès et schiste. Toutes les autres natures pétrographiques, d'ailleurs rares et plus difficiles à reconnaître sur le terrain ont été placées dans les divers. Des agates et les cherts se sont révélés cependant d'une grande importance dans la différenciation des niveaux de terrasses. Ces roches proviendraient soit de l'assise de Mwashya dans le complexe schisto-dolomitique, soit de petit conglomérat situé au sein du complexe schisto-gréseux.

Les comptages de 100 cailloux par site, correspondant à la classe dimensionnelle comprise entre 4 et 8 cm ont fourni les résultats suivants (Fig. 3) : quartz : 69,3 à 98,1 %; grès : 1,2 à 17,8 %; quartzite : 1,1 à 16 %; schiste : 0,7 à 3,3 %; divers : 0,5 à 8,8 %. L'état de conservation se signale par une altération assez intense pour les schistes, les grès, les quartzites, mais assez faible ou nulle, pour les quartzs et les cherts. Cette altération est plus accentuée à Sambwa, à Kamatete, à la Basse Kenya, à la haute Kenya et à Naviundu où même les quartz sont souvent pourris.

Morphométrie

Le prélèvement des échantillons s'est fait de la même manière dans tous les sites. La classe dimensionnelle la plus significative, déterminée au préalable, se situe comme nous l'avons vu entre 4 et 8 cm de diamètre. Sur une surface de 4 m², cent cailloux de quartz apparents dans le profil ont été prélevés de proche en proche, parfois par un collaborateur non spécialisé pour limiter le facteur personnel. Les mesures ont été faites exclusivement au laboratoire. Ce qui a permis de les vérifier une ou deux fois au besoin.

Trois indices (aplanissement, émoussé, dissymétrie) ont été utilisés pour exprimer la forme générale et le degré d'usure des galets. Ils

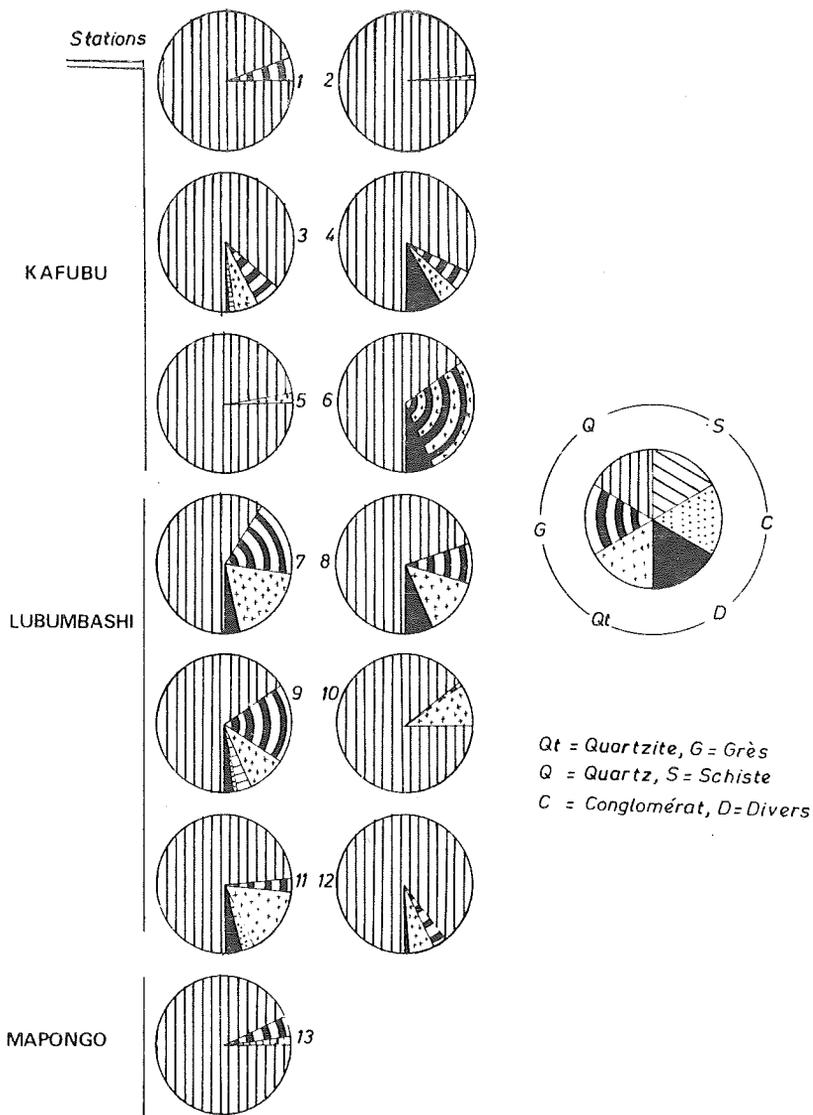


Fig. 3 : Composition pétrographique des cailloutis de terrasse dominée par le quartz.

ont été calculés selon les formules $\frac{L + l}{2E}$, $\frac{2r_1 \times 1000}{L}$, $\frac{AC \times 1000}{L}$ dans

lesquelles : L = la plus grande dimension du caillou considéré, l = sa plus grande dimension perpendiculaire à L, E = sa plus grande dimension perpendiculaire au plan principal contenant L et l, r_1 le plus petit rayon de courbure et AC = la plus grande dimension comprise entre l'ex-

trémité la plus éloignée ou A et le point d'intersection de L et l ou C.

Les mesures ont été faites sur les galets de quartz. Les autres natures lithologiques (quartzite, grès, cherts) n'ont pas été pris en considération à cause de leur fréquence faible ou de leur degré élevé d'altération. Les résultats quantitatifs obtenus (Tabl. I) conduisent aux considérations suivantes :

- L'indice d'éroussé médian est de 230 avec des valeurs très étalées de 50 à 600 dans la plupart des lambeaux. Des différences existent cependant entre les différents dépôts, l'éroussé le plus fort ayant été observé à la Haute Kenya et le plus faible à Kamatete dans la vallée de la Lubumbashi. Les fréquences de fort et faible éroussé sont également significatives : 9 à 20 % de galets ont des valeurs d'éroussé inférieures à 100 et 1 à 5 % supérieurs à 500 (Kitutshi, Katuba, Cité des Jeunes, Kambikila I et II et Sambwa-Pont); 20 à 50 % sont inférieurs à 100 et moins de 1 % supérieurs à 500 (Munua, Mapongo, Basse Kenya, Kamatete, Sambwa et Haviundu); à la Haute Kenya, 2 % seulement de galets ont un éroussé inférieur à 100 et 4 % dépassent 500,
- L'indice d'aplatissement est en général faible. Le mode est compris entre 1,5 et 2 dans tous les sites. L'aplatissement médian le plus élevé (1,8) a été enregistré à la Haute Kenya et le plus faible (1,5) dans pas mal d'autres lambeaux. Bien que les médianes d'aplatissement apparaissent peu suffisantes (fourchette = 0,3) pour distinguer les différents lambeaux de terrasses, les fréquences de fort et de faible aplatissement peuvent être concluantes : 20 à 40 % de galets ont des valeurs d'aplatissement inférieures à 1,5 et moins de 2 % supérieurs à 3 (Kitutshi, Katuba, Cité des Jeunes, Kambikila I et II et Sambwa-Pont); 35 à 44 % de galets ont des valeurs inférieures à 1,5 et moins de 1 % supérieurs à 3 (Munua, Mapongo, Basse-Kenya, Kamatete, Sambwa et Naviundu),
- La dissymétrie est de 617 en moyenne. Cet indice s'est avéré sans intérêt dans le cadre de cette étude. Dans le tableau I, il ressort en effet que la dissymétrie fluctue entre 599 et 629. Elle ne réussit

Les méthodes sédimentologiques traditionnelles sont toutefois assez décevantes dans le cas des dépôts de terrasse de la région de Lubumbashi. La différenciation entre les niveaux est à peine ébauchée.

DIFFERENCIATION DES NIVEAUX DE TERRASSES

En se fondant sur le recouvrement de certaines surfaces d'aplanissement par les cailloux roulés, CAHEN (1954) avait reconnu aux environs

S T A T I O N	E M O U S S E		A P L A T I S S E M E N T		D I S S Y M E T R I E	
	Me	% de <100	Me	% de <1,5		% de >3,0
		% de >500				
Kitutshi	167	20	1,6	20	0	616
Cité des Jeunes	240	9	1,7	23	1	626
Naviundu	182	23	1,6	35	0	611
Kambikila I	180	20	1,6	27	0	-
Kambikila II	186	10	1,7	10	0	628
Sambwa	186	24	1,5	35	0	629
Sambwa-Pont	225	14	1,7	22	0	619
Munua	201	17	1,6	36	1	625
Kamatete	106	47	1,5	42	0	-
Haute Kenya	293	2	1,8	8	0	599
Katuba	200	17	1,5	38	2	623
Basse Kenya	193	11	1,5	35	1	606
Mapongo	160	25	1,5	44	1	607

Tabl. I : Caractéristiques morphométriques des galets de quartz de 4 à 8 cm de diamètre.

de Lubumbashi trois niveaux de terrasses entre le thalweg actuel et l'altitude relative de 25 m.

Mais, l'absence d'une carte de localisation à grande échelle de ces surfaces et de leurs dépôts, le risque de considérer les graviers épais sur un replat comme d'origine fluviale alors qu'ils pourraient être fournis par une altération en surface des conglomérats précambriens, nous ont obligé de reconsidérer le problème des niveaux de terrasses en introduisant des données qualitatives et quantitatives nouvelles.

Plusieurs critères d'inégales valeurs ont été utilisés :

- La position altimétrique dans une région n'ayant pas subi de bouleversements tectoniques récents, comme semble-t-il le Sud-Shaba, ce critère reste d'une grande valeur. DE DAPPER (1981) a montré cependant, dans une thèse sur le plateau de Manika, qu'il peut se produire, par micropédimentation affectant le saprolithe sous-jacent, le dédoublement d'une même terrasse au cours d'une seule phase climatique généralement humide.
- La présence d'enduit ferrugineux est aussi un critère à prendre en considération encore que le cailloux qui le porte puisse être hérité de surfaces tertiaires, plus riches en concrétionnements latéritiques. A Kambikila I (Fig. 2), par exemple, les galets de la couche IIa portent un enduit brun très ancien ne recouvrant pas les cailloux de la couche IIc qui se situe à 4 m du niveau d'étiage. Les cailloux de la couche IIa ont certainement été repris d'une ancienne cuirasse latéritique.
- La présence de gravillons latéritiques est également d'une grande valeur mais, il est à craindre que pour deux terrasses au moins ils ne se soient formés nettement après la mise en place des galets.
- L'altération des cailloux est un critère satisfaisant, mais le départ entre les degrés d'altération des cailloux appartenant à deux niveaux différents, n'a pas été facile à établir.
- La composition pétrographique nécessite une excellente connaissance de la géologie de tout le bassin. Il n'a guère été efficace dans ce cas précis à cause de l'exiguïté de la région étudiée.
- Le façonnement des galets n'a pas apporté, en fin de compte, une grande contribution à la différenciation des terrasses. Si, en effet, les analyses morphométriques des galets proposées par CAHILLIÈUX & TRICART (1963) permettent de distinguer les dépôts d'origine variée, la diffé-

rence entre les sédiments d'une même origine, fluviatile en l'occurrence, n'est pas facile à saisir.

Toutefois, ces critères ne peuvent être pris isolément pour corrélérer les lambeaux d'un même niveau. Appliqués globalement aux dépôts observés, il en résulte que les terrasses des environs de Lubumbashi semblent bien se disposer en quatre niveaux distincts au moins, compte non tenu de la formation des graviers sous-berge.

T₁ : La basse terrasse, entre 1 et 4 m au-dessus du niveau d'étiage des cours d'eau actuels, comprend six lambeaux : Kitutshi, Katuba, Cité des Jeunes, Kambikila I et II, Sambwa-Pont. Elle est caractérisée par un cailloutis faiblement ou non altéré démuné d'enduit ferrugineux. Les cherts sont abondants. Des schistes subsistent encore dans ces lambeaux. Les proportions de quartz sont légèrement plus faibles que dans les niveaux supérieurs. Les concrétions ferrugineuses sont absentes sauf à Kambikila II où elles semblent héritées de surfaces supérieures. L'aplatissement est ici de valeur plus grande que dans T₂ et T₄. Les meilleurs émoussés ont été enregistrés à ce niveau ainsi que le pénécintile le plus important.

T₂ : La terrasse moyenne inférieure est située entre 5 et 8 m au-dessus du thalweg actuel. Elle comprend cinq lambeaux : Munua, Mapongo, Basse Kenya, Kamatete et Sambwa. Elle se signale par une altération affectant surtout les grès et les quartzites. Les proportions de quartz sont importantes. L'aplatissement est ici très faible (35 à 45 % < 1,5). Les plus mauvais émoussés ont été obtenus dans ce groupe. L'enduit ferrugineux jaune qui recouvre certains éléments caillouteux est en rapport avec l'ancienneté de ces dépôts (ALEXANDRE, 1978) ainsi que celle de T₃ et T₄ dont les cailloux sont aussi couverts d'un enduit de couleur brune. Les cailloux couverts entièrement ou partiellement d'enduit ferrugineux sont en effet plus ou moins fortement altérés alors que ce n'est pas le cas pour les autres de même nature. On peut donc en conclure, étant donné la dureté relative de l'enduit et la mise en place du galet en même temps que l'ensemble du cailloutis que l'altération serait antérieure à la formation de l'enduit et ne se serait donc pas formée sur place de même que l'enduit.

T₃ : Le niveau de la terrasse moyenne supérieure représentée par un seul cas à la Haute Kenya, est situé entre 15 et 20 m. Le dépôt est caractérisé par une forte altération des cailloux. Les cherts sont absents. D'abondantes grenailles ferrugineuses brunes subarrondies y ont été ob-

servées ainsi que localement un enduit ferrugineux brun. Les cailloux sont fortement émoussés et aplatis.

T₄ : La haute terrasse, représentée également par un seul site à la Naviundu, est située entre 25 et 30 m au-dessus du thalweg actuel. Les galets sont finement recouverts par les sels de fer pulvérulents ou par un enduit ferrugineux brun. La plupart des galets sont complètement pourris. Leurs caractéristiques morphométriques rappellent celles de T₂ avec un aplatissement faible et un émoussé moyen. Ce lambeau étant le seul de son âge, il est toutefois difficile de généraliser.

A ces quatre niveaux de terrasse, il faut ajouter les graviers et les galets qui se trouvent au pied de la berge au-dessus du niveau de l'eau en période d'étiage. Le quartz est le plus abondant, anguleux provenant des nombreux filons ou roulés et remaniés de terrasses anciennes. Des débris de roches en place, des tessons d'anciennes poteries, des terres cuites et du charbon de bois peuvent y être observés. Ces graviers et galets sous berge n'ont cependant pas fait l'objet d'une étude sédimentologique dans le cadre de ce travail.

Du point de vue chronologique, ROBERT (1939), CAHEN (1954), LEPERSONNE (1956), ALEXANDRE-PYRE (1971) acceptent un âge fin-tertiaire pour la surface de 1200 à 1300 m qui est entaillée, dans la région de Lubumbashi, par la Kafubu et ses affluents. Des quatre niveaux de terrasses reconnus, la haute terrasse qui - est située sur un interfluve - a les galets les plus altérés et l'enduit le plus foncé pourrait être une formation corrélative de la surface de Lubumbashi.

CONCLUSION

La localisation des différents lambeaux de terrasses des environs de Lubumbashi ainsi que l'esquisse de leurs caractères sédimentologiques montrent que la terrasse est ici mieux définie par la diminution de la pente dans le profil transversal que par la mince pellicule d'alluvions grossières qui apparaît aujourd'hui dépourvue de la plupart de ses caractéristiques fluviatiles.

La modification de la structure n'enlève cependant pas à ces formations leur caractère fluviatile du moins en ce qui concerne leur mise en place première. En effet, en plus de leurs localisations le long des cours d'eau et de leur pente transversale souvent faible, la base schisteuse ou gréseuse sur laquelle elles reposent et leur faible épaisseur permettent d'écarter l'éventualité d'un affleurement conglomératique.

Par ailleurs, la correspondance entre l'aplatissement et l'éroulé des cailloux dans les sites étudiés corrobore une origine fluviale.

Quatre niveaux de terrasses, en plus des graviers sous-berge, ont été ainsi mis en évidence en utilisant globalement des critères qualitatifs et quantitatifs parmi lesquels la position altimétrique reste hélas d'une grande importance.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J. & S., 1961. Les méandres encaissés dans une région inter-tropicale (Katanga méridional). *Publication univ. Elisabethville*, 1, 181-189.
- ALEXANDRE, J. & ICART, J.C., 1980. Les cailloutis du plateau de Kundelungu. *Bull. Soc. belge Géol.*, 89, 4, 277-289.
- ALEXANDRE-PYRE, S., 1971. Le plateau des Bianco (Katanga). Géologie et géomorphologie. *Ac. Roy. Sc. d'Outre-Mer Cl. Sc. nat. et méd., mémoires*, NS XVIII-3, Bruxelles, 147 p.
- ALEXANDRE, J., 1978. Les stades de la formation des cuirasses latéritiques en Haut-Shaba (Zaïre) et leur signification géomorphologique. *Trav. et Doc. de Géog. Tropicale*, C.E.G.E.T., Bordeaux, 33, 133-149.
- ALONI, K., 1978. Le rôle des termites dans la mise en place de sols de plateau dans le Shaba méridional. *Geo-Eco-Trop*, 2, 1, 81-83.
- BEUGNIES, A., 1954. La nappe phréatique des environs d'Elisabethville et les phénomènes connexes d'altération superficielle. *Ann. Serv. Mines et Serv. géog. et géol. du C.S.K.*, série A, XVI, 3, 54 p.
- CAHEN, L., 1954. *Géologie du Congo belge*. H. Vaillant-Carmane, Liège, 577 p.
- CAILLEUX, A. & TRICART, J., 1963. *Initiation à l'étude de sables et des galets*, T. 1, C.D.U., Paris, 364 p.
- DE DAPPER, M., 1981. Geomorfologische studie van het plateau complex rond Kolwezi (Shaba-Zaire). *Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Klasse der Wetenschappen, Verhandelingen*, 43, 172, 203 p.
- LEPERSONNE, J., 1956. Les aplanissements d'érosion du Nord-Est du Congo belge et des régions voisines. *Ac. Roy. Sc. Col. Belge, Cl. Sc. nat. et méd.*, in-8°, N.S., IV, 7, 108 p.
- ROBERT, M., 1939. Contribution à la morphologie du Katanga. Les cycles géographiques et les pénéplaines. Extrait des mém. *Ac. Roy. Sc. Col. belge, Cl. sc. nat. et méd. Mém.*, in-8°, IX, 59 p.
- ROBERT, M., 1956. *Géologie et géographie du Katanga y compris l'étude des ressources et de la mise en valeur*. Marcel Havez, Bruxelles, 619 p.

- SYS, C., 1957. L'aménagement des sols de la région d'Elisabethville d'après leurs caractéristiques morphologiques et analytiques. *Bull. agr. Congo belge*, 48, 1425-1432.
- SYS, C. & SCHMITZ, A., 1959. Notice explicative de la carte des sols et de la végétation de la région d'Elisabethville. *Publ. I.N.E.A.C.*, 69, 69 p.
- TRICART, J., 1958. Etudes sur quelques cailloutis fluviatiles actuels des Pyrénées orientales et du Massif Central. *Ann. Géom.*, 2, 278-304.