

LA VEGETATION ET L'ACTION GEOMORPHOLOGIQUE DES RIVIERES DANS UNE REGION TROPICALE HUMIDE

Exemple de la moyenne Kafubu

par

A. Lequarré *

ABSTRACT

The middle course of the river involves different types of outlines : rectilinear, with free meanders or transition subrectilinear outlines. The banks of each type are associated with a vegetation which is characteristic of their stability.

The rectilinear segment, rooted and adapted to the structure, possess less high banks, which are well stabilized. The gallery-forest (Mushitu) is well developed there, especially with *Khaya nyasica*, *Chrysophyllum*, *Albizia*, *Parkia*, *Syzygium cordatum* and *Phoenix reclinata*.

The natural levees are much higher in the free meanders and vegetation varies according to the curvature of the river.

- *Phragmites mauritianus* : fills all the free intervals of the river-banks, thanks to its rhizome. It tries to conquer new space everywhere. Its foot can even be partly in the shallow waters. It develops mainly in those places where the velocity is generally low. Consequently, it fills in the inner banks or the protected spots with quick current. *Phragmites* is the first settling plant and although it is all but a good protector of the river-bank, the tight texture of its bending stalks are creating important alluvial deposits.

- *Ficus capreaefolia* and *Rhus anchietae* : constitute a very thick bush, which settles down most often on the alluvia deposited thanks to *Phragmites*. They play a double part in the morphology of the banks : they are protecting them and even they are providing some accumulation.

- *Syzygium cordatum* : is taking up half-stabilized river-banks of rectilinear or subrectilinear sections. Their thick trunks are toppling over and become parallel to the waterlevel. It creates a convergence of the water-running to the centre of the river and maintains undermining at the base of the trees. It can be a cause of overflowing and consequently it can control the height of the natural levees. It can also induce avulsions and cut-off meanders.

- The gallery-forest has almost completely vanished. Only some big trees remain in the straight sections. Its part in bank protection is almost non-existent.

* Institut supérieur pédagogique, BP 1789, Lubumbahi.

Actuellement, c/o Laboratoire de Géomorphologie tropicale, Université de Liège, place du 20 Août, 4000 LIEGE, Belgique.

- Finally, *Acacia* is standing on the back-slope of the natural levee behind the mushitu but also on the upper part of the concave banks. It does not play a protection role at all, on the contrary its system of creeping roots makes it toppled over although it is not yet entirely overhanging. The presence of *Acacia* on the concave river-banks gives token of the strength of lateral-erosion.

INTRODUCTION

La Kafubu prend sa source au nord de Kipushi, passe directement au sud de Lubumbashi, en gardant une direction générale N.-W. — S.-E. sur une distance d'environ 60 km. Après le confluent avec la Musoshi, la rivière prend une direction générale perpendiculaire, c'est-à-dire S.W.-N.E. pendant plus de 100 km avant de se jeter dans le Luapula qui forme la frontière entre le Zaïre et la Zambie.

Son bassin-versant couvre une superficie de plus ou moins 10.000 km² (3.400 km², au confluent de la Musoshi) dans une région où la forêt claire (miombo) couvre en moyenne 87 % de la surface (MALAISSE F. et al., 1970). La forêt-galerie (mushitu), fortement décimée par l'homme et par les conditions naturelles, ne résiste qu'en quelques endroits et n'est jamais très dense.

La structure géologique appalachienne oblige la rivière à passer alternativement de vastes dépressions synclinales à des bombements anticlinaux. Ces anticlinaux sont formés essentiellement par les roches résistantes du Roan et du Kundelungu inférieur. Les dépressions synclinales possèdent des roches moins résistantes, celles du Kundelungu supérieur.

L'influence de la structure sera souvent très grande, que ce soit sur la direction générale suivie par la rivière ou sur son tracé de détail. En effet, si dans les synclinaux la rivière décrit de grands méandres libres, dans les anticlinaux les méandres sont ancrés dans le bed-rock et de nombreux tronçons suivent des joints de la roche, que ce soit la stratification, des diaclases ou la schistosité (ALEXANDRE J. et S., 1961).

Nous avons choisi, dans chacune de ces entités de la moyenne Kafubu, un secteur-témoin où l'activité humaine n'ait pas été trop forte :

1) Un secteur directement en amont du confluent avec la Musoshi où la rivière possède un tracé en baïonnette, en rapport avec la structure du substratum. La pente longitudinale de la rivière est très irrégulière étant donné la présence de nombreux rapides situés, en général, à chaque coude et suivis chaque fois de tronçons rectilignes à vitesse très lente (20 cm/sec) (LEQUARRE A., 1975).

2) Un secteur aval de ce confluent où nous retrouvons encore quelques tronçons ancrés dans le bed-rock mais qui se caractérisent surtout par un tracé à méandres libres dans de vastes dépressions sub-marécageuses où, au

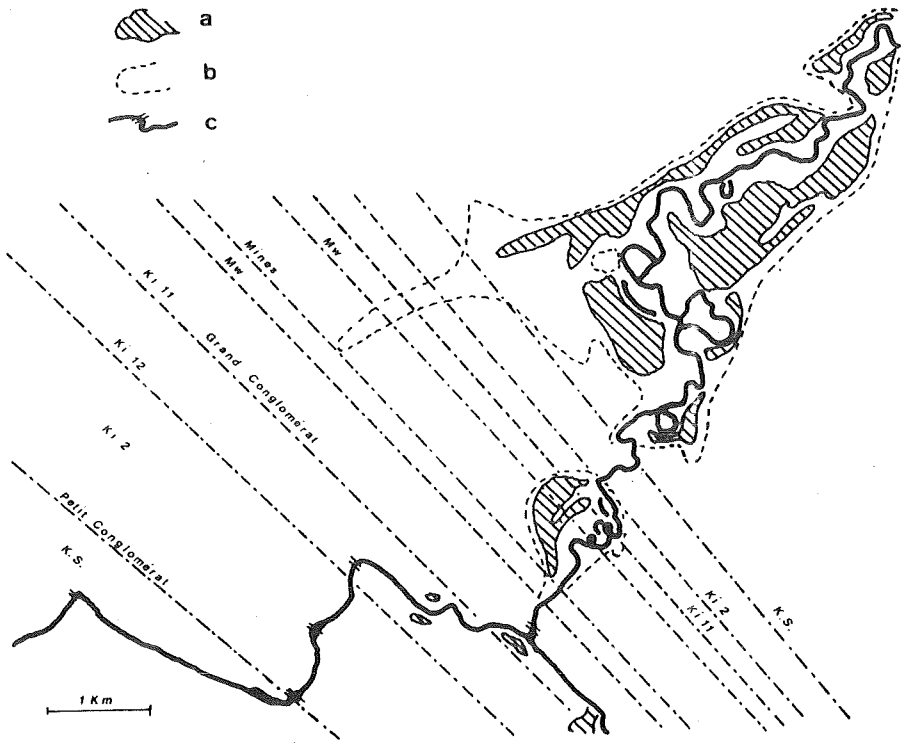


Fig. 1 : La moyenne Kafubu. Nature du substratum et extension de la plaine alluviale.
 a. zone sous eau lors de la grande inondation de 1975 ;
 b. limite de la zone marécageuse ;
 c. seuils rocheux.

contraire, l'influence de la structure est quasiment nulle. La pente générale y est beaucoup plus faible mais les vitesses sont toutefois supérieures à celles mesurées dans les biefs rectilignes du secteur amont.

De manière générale, la moyenne Kafubu possède une profondeur moyenne de 2 à 3 m et une largeur moyenne de 30 m. Les berges, hautes de 5 à 6 mètres dans le secteur aval, sont beaucoup plus basses dans le secteur amont (2 m). Elles évoluent en digues naturelles le plus souvent sableuses et sont contrôlées par le niveau des plus grandes crues qui se produisent d'ordinaire à la fin mars.

L'amplitude des variations de niveau au cours de l'année est fixée par la distance qui sépare l'endroit considéré du niveau de base le plus proche (niveau de roches résistantes traversées en rapides). Le débit varie entre $\pm 10 \text{ m}^3/\text{sec.}$ en novembre juste après le début de la saison des pluies et $\pm 70 \text{ m}^3/\text{sec.}$ à la fin mars, lorsque cette dernière se termine.

DESCRIPTION DE LA VEGETATION EN RELATION AVEC LES FORMES DE TERRAIN

La détermination de la végétation a été effectuée grâce aux travaux de SCHMITZ A. (1970), STREEL M. (1966) ainsi que sur des renseignements nous communiqués par MALAISSE F. *

1) Dans le secteur amont : Une forêt-galerie (mushitu), bien développée mais pas toujours continue, regroupe de grands arbres caractéristiques comme *Khaya nyasica*, *Chrysophyllum*, *Albizia*, *Parkia*, *Syzygium cordatum*, *Phoenix reclinata*. *Khaya nyasica*, la plus grande des espèces, peut atteindre une hauteur de 40 m.

Cette forêt-galerie est installée sur le sommet des digues naturelles sableuses. Toutefois, du fait que ces digues sont peu élevées (2 m environ) l'enracinement et la partie basse des organes subaériens occupent également presque toute la berge. Ces berges sont à peine érodées ; on observe seulement çà et là quelques racines déchaussées.

2) Dans le secteur aval : La végétation a un aspect beaucoup plus varié (figure 2) ; le mushitu a presque entièrement disparu. Il ne reste plus de-ci de-là qu'un *Parkia* ou un *Albizia*. *Khaya nyasica* ne se retrouve jamais dans ces secteurs.

Les espèces qui remplacent le mushitu sont souvent beaucoup plus petites (2 à 10 m de haut) et colonisent cependant des berges beaucoup plus élevées (5 à 6 m).

On observe une certaine sélectivité des espèces suivant le site.

a) *Au sommet des méandres* : – la rive concave présente une pente sub-verticale, nue ou peu colonisée, témoin de la force de l'érosion latérale. Par-dessus la rive concave, le sommet et le revers de ce qu'il reste de la digue naturelle sont parsemés d'arbres à la silhouette en parasol assez caractéristique : *Acacia polyacantha subsp. campylacantha*.

Ces arbres (10 à 20 m de haut) sont équipés d'un système de racines traçantes. Ce sont des arbres de la savane herbacée qui se développent normalement à l'arrière du mushitu sur les terres bien drainées de la digue naturelle. Ici, du fait de l'activité de la rivière, ils se retrouvent directement à la partie supérieure des berges. Certains de ces arbres ont basculé dans la rivière et leurs troncs morts barrent à présent le lit mineur.

* Que Monsieur Malaisse trouve ici l'expression de notre reconnaissance pour nous avoir accompagné sur le terrain et nous avoir aidé dans la détermination des espèces végétales.

– la rive convexe présente une berge peu élevée (2 à 3 m) mais très raide, donnant accès à un replat parfois très large (50 m) montant lui-même insensiblement jusqu'à une ancienne berge. Cette dernière est, le plus souvent, très estompée mais on peut la déceler grâce à un alignement d'*Acacia*. Sur la banquette ainsi que sur la berge actuelle très raide, se développe la roselière à *Phragmites mauritianus* dont le réseau extrêmement touffu de rhizomes rejette une quantité extraordinaire de hampes qui peuvent atteindre 4 à 5 m de hauteur. Grâce à ces rhizomes, ces roseaux, flexibles sous les effets du courant, peuvent s'adapter aux berges subverticales et même à certaines parties du lit mineur.

b) Dans les zones situées entre les sommets et les points d'inflexion des méandres, sur des replats à mi-hauteur de la berge apparaît, à côté de *Phragmites*, un ensemble arbustif très dense. Ces arbustes, le plus souvent rampants, rejettent, drageonnent ou produisent des marcottes, tressant une trame très serrée de troncs et de branches sur ces banquettes. *Ficus capreaefolia*, *Rhus anchietae* et *Salix subserrata* sont les composants habituels de cet enchevêtrement.

c) Au niveau des points d'inflexion des méandres, implanté dans le bas des berges à faible distance du niveau moyen des eaux, *Syzygium cordatum* développe un tronc de taille imposante presque toujours parallèle au niveau de l'eau. Des rejets verticaux récents lui donnent des allures de candélabre.

LES EFFETS DE LA VEGETATION

C'est dans le secteur aval où la différenciation de la végétation et les actions géomorphologiques sont les plus grandes qu'il convient de commencer cette analyse.

L'influence de la végétation sera très différente selon les espèces. Nous passerons en revue les effets de chacune d'elles en tenant compte du site qu'elles occupent.

1) *Phragmites mauritianus* est le premier colonisateur ; il est en lutte permanente pour la conquête de nouvelles surfaces. La densité de sa couverture peut provoquer dans les sites favorables des atterrissements très importants (10 à 15 cm/an). Les dépôts sableux qu'il colonise en marge du lit mineur, sont bientôt recouverts par de nouveaux matériaux plus fins. Le substrat où s'était implanté *Phragmites* s'élève ainsi rapidement et constitue des banquettes parfois relativement larges à mi-hauteur entre le fil de l'eau et le sommet de la digue naturelle. Cette dernière, malgré l'obstacle constitué par cette végétation, assez souple il est vrai, peut continuer à s'accroître par de nouveaux dépôts lors des crues les plus importantes.

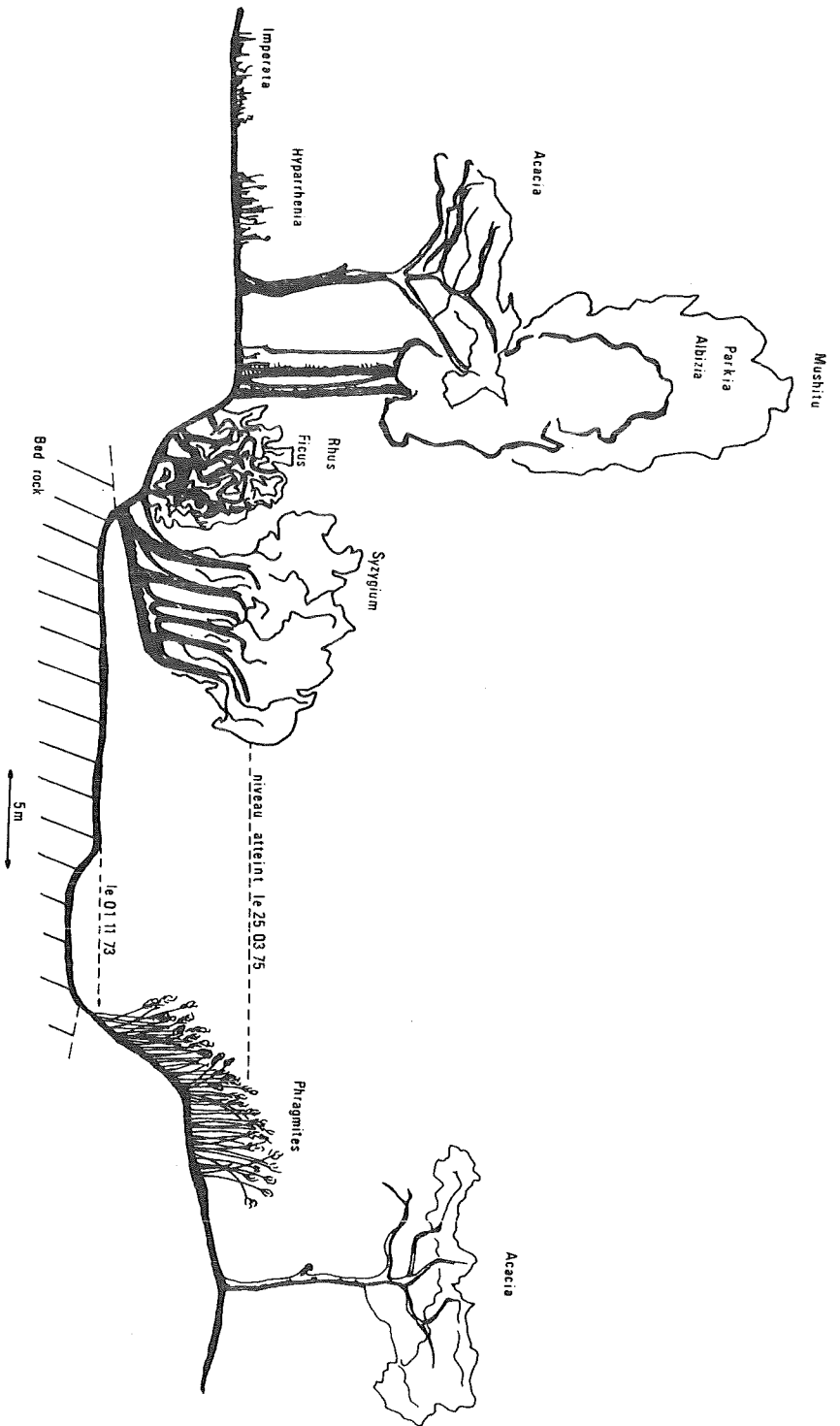


Fig. 2 : Position des principales espèces végétales colonisant les sites proches du lit de la Kafubu moyenne.

2) Dans les enchevêtrements de *Ficus*, *Rhus* et *Salix*, les courants, très affaiblis au moment des crues, abandonnent une couche de sédiments souvent moins épaisse que dans les *Phragmites*.

Comme pour une grande partie des zones à *Phragmites*, l'association *Ficus*, *Rhus* et *Salix* occupe une banquette en marge du lit mineur. Ces arbustes y sont quelquefois associés à *Phragmites*. Comme ni *Ficus*, ni *Rhus*, ni *Salix* ne peuvent vivre continuellement les pieds dans l'eau, on peut penser qu'ils succèdent dans ce site aux grandes graminées, tout en entretenant la banquette ainsi héritée.

En plus du rôle de frein joué en bordure de la banquette, ces arbrisseaux concentrent le courant au milieu du lit mineur. L'analyse du profil de vitesse (fig. 3a) dans un site où nous avons une banquette à *Ficus*, *Rhus* et *Salix* sur chacune des berges, nous montre que cet effet de frein par la végétation se fait sentir au moins jusqu'à 10 m de chaque berge et qu'il concentre le flot dans la partie centrale qui possède presque partout la même vitesse maximale (supérieure à 40 cm/sec). Le freinage du courant provoque des dépôts assez importants à même la berge de la banquette et permet à celle-ci non seulement de s'élever, mais encore de s'élargir en gagnant du terrain sur la rivière, même dans les secteurs où le courant est assez rapide. Compte tenu de la situation de ces banquettes (entre le point d'inflexion et le sommet du méandre), la concentration du flot augmentera la force de celui-ci, par conséquent, l'érosion dans la rive concave au sommet du méandre, voire même sur l'autre berge si celle-ci n'est pas protégée.

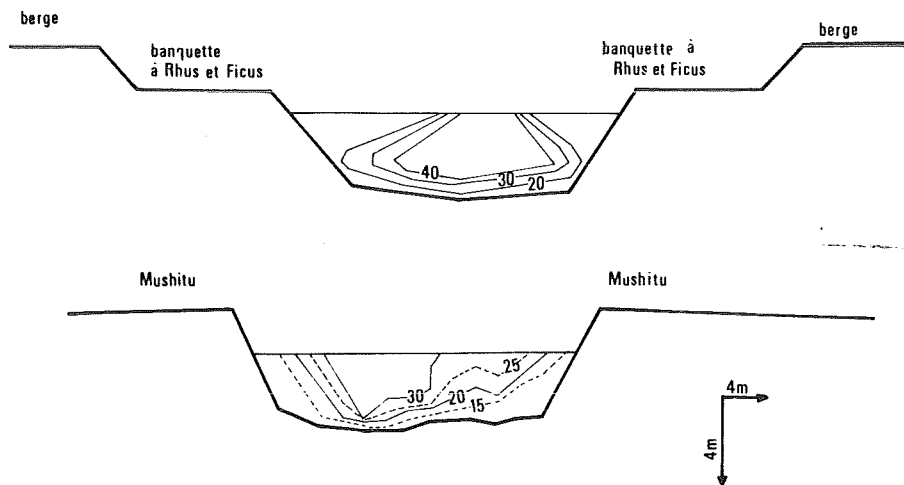


Fig. 3 : Courbes isotaches d'après les mesures faites dans deux secteurs de la moyenne Kafubu. En haut : secteur aval, diminution des vitesses superficielles du fait du freinage exercé par les arbustes implantés sur les rives, érosion en profondeur. En bas : secteur amont, berges et lit stables à cause des vitesses plus faibles. Les hauteurs sont exagérées trois fois.

3) *Syzygium cordatum* s'établit au pied des banquettes, dans les zones d'inflexion des méandres. Sa stature et le volume de son tronc nous fait croire qu'il est installé là depuis longtemps. Son rôle est multiple :

– Son développement fait disparaître une grande partie de la végétation arbustive (*Ficus*, *Rhus*, *Salix*) et diminue de ce fait la protection de la berge. Le sapement qui en résulte explique l'inclinaison des troncs de *Syzygium* vers la rivière.

– La convergence du flot entre le tronc et le fond du lit augmente le sapement et explique la position subhorizontale du tronc que seul, un système de racines particulièrement développé peut maintenir dans cette position.

– Ce tronc très épais joue aussi, mais sur une faible profondeur, un rôle de frein. Il provoque vers l'aval, en marge du lit mineur, des dépôts sableux en dos de baleine.

– Au centre de la rivière, par contre, ces arbres constitueront des épis qui entraîneront la concentration du flot avec des effets érosifs plus importants à l'aval, tout comme *Ficus*, *Rhus* et *Salix*.

– De plus, à l'extrémité amont d'un ensemble de *Syzygium*, une partie du flot peut être dévié vers l'extérieur du lit mineur et être à l'origine de nombreux recoupements de méandres par déversement.

4) Les arbres du *mushitu* qui semblent tellement bien adaptés à la berge dans le tronçon d'amont, résistent cependant très mal dans les secteurs d'aval : nous y avons observé la chute de trois arbres dans un secteur de 5 km sur une période de trois ans à peine, alors qu'à l'amont nous n'avons rien vu de semblable pour un secteur aussi long et un laps de temps identique.

La protection de la berge est donc faible et s'explique par la disposition des racines, de grande extension latérale mais de texture insuffisamment serrée pour maintenir la terre de la berge. Ces arbres ne peuvent donc occuper qu'une position sommitale sur cette dernière. La moindre érosion à la base de la berge les déséquilibre rapidement et les fait verser dans la rivière.

5) Les *Acacia* ne jouent aucun rôle de protection non plus ; ils tombent encore plus facilement dans la rivière (10 arbres sur 5 km et pendant trois ans). Leurs racines traçantes les laissent basculer alors même qu'ils ne sont pas encore en porte-à-faux.

Ces deux derniers types d'arbres peuvent être à l'origine de dépôts sableux au centre du lit mineur. Des atterrissements importants se forment à l'aval de l'obstacle constitué par les troncs qui ont versé. Ces hauts fonds changent à leur tour l'orientation du courant, provoquant des érosions latérales ou des déversements.

CONCLUSIONS

L'évolution de la morphologie de la rivière n'a pas été suivie depuis suffisamment de temps pour que nous puissions expliquer toutes les formes fluviales rencontrées. La végétation des berges pourra cependant nous servir d'indicateur pour compléter nos connaissances de la dynamique actuelle de la rivière.

Dans le secteur *amont*, l'absence d'érosion le long des berges s'explique par la lenteur du courant (fig. 3b). La structure géologique, par un jeu de niveaux de base successifs, a permis le développement entre deux zones de rapides de biefs extrêmement calmes aux berges stables et où le *mushitu* a pu se développer depuis assez longtemps.

Dans le secteur *aval*, la facilité de déplacement des méandres dans la plaine alluviale, là où il n'y a pas d'ancrage du lit dans le substratum sain, explique la rapidité de l'érosion latérale et la rareté des arbres du *mushitu*.

Il se produit ici une compétition entre, d'une part, l'érosion de la berge et la destruction de sa protection végétale et, d'autre part, la recolonisation des surfaces dénudées et l'élaboration de nouvelles berges qui s'ensuit.

Dans les secteurs ancrés, par contre, la stabilité de la rivière est plus grande que partout ailleurs à l'aval. Toutefois, elle est toujours moindre que dans le secteur amont. Le *mushitu* est ici très clairsemé. Les berges sont surtout soutenues par *Syzygium* : elles sont donc assez anciennes. La présence de banquette à *Ficus*, *Rhus* et *Salix* indique cependant l'existence de déplacements latéraux assez récents de la rivière. *Phragmites* apparaît de façon tout à fait sporadique et colonise seulement quelques endroits qui viennent d'être exondés, à l'abri de massifs végétaux.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J. et S. (1961).- Les méandres encaissés dans une région intertropicale (Katanga méridional). *Publications de l'Université de l'Etat à Elisabethville*, v. 1, pp. 181-189.
- BOURGUIGNON, P. ; CALEMBERT, J. STREEL, M. (1960).- Prospections pédo-botaniques des plaines supérieures de la Lufira. Liège, 111 p.
- LEQUARRE, A. (1975).- Note préliminaire sur la dynamique fluviale de la Kafubu. *C.R. 1er Congrès des Géographes Zairois*, 4 p.
- MALAISSÉ, F. ; ALEXANDRE, J. ; FRESON, R. ; GOFFINET, G. et MALAISSÉ-MOUSSET, M. (1971).- The Miombo Ecosystem : a preliminary study in Golley, P.M. and Golley, F.B. (éd.) *Tropical Ecology*. Athens, 418 p., pp. 363-404.
- SCHMITZ, A. (1971).- La végétation de la plaine de la Lubumbashi. I.N.E.A.C., Bruxelles, 388 p.
- STREEL, M. (1963).- La végétation tropophile des plaines alluviales de la Lufira moyenne (Katanga méridional). Liège, 242 p.
- VAN WAMBEKE, A. et VAN OOSTEN, M.F. (1956).- Cartes des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi, n° 8, vallée de la Lufira (Haut-Katanga), I.N.E.A.C., Bruxelles, 71 p.

DISCUSSION

P. Michel : On peut faire des comparaisons avec le Plateau Mandingue méridional qui se situe dans le domaine soudano-guinéen. Les berges des cours d'eau sont aussi protégées par la forêt-galerie. On y trouve des espèces semblables au *Syzygium* avec des ramures basses, parallèles au plan d'eau. Mais il y existe aussi des seuils rocheux avec des érosions importantes mais très localisées juste en aval des seuils. Trouve-t-on aussi des seuils dans votre domaine d'étude ? Avez-vous fait des observations semblables ?

A. Lequarré : Il existe précisément au confluent de la Kafubu et de la Musoshi que nous visiterons la semaine prochaine un seuil rocheux en aval duquel le cours de la rivière est très encaissé entre ses berges (5 à 6 m) entamant le bed-rock pourtant relativement résistant.

O. Slaymaker : Vous avez montré une association entre la végétation et l'action des rivières. Est-ce-que la végétation est une cause ou un effet ?

A. Lequarré : L'érosion et les dépôts sont, dans le secteur étudié de la Kafubu, la résultante d'une action combinée de l'énergie déployée par la rivière aux différents débits et du frein plus ou moins grand exercé par la végétation avec divergence (mais aussi quelquefois convergence) du flot.