

LA MORPHODYNAMIQUE DE LA RIVIERE MFOA AVANT SES AMENAGEMENTS

Dorèze DIABANGOUAYA* et Léonard SITOU

*¹Département de Géographie, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines,
Université Marien Ngouabi, Congo*

* Correspondance, e-mail : dhoreze11@gmail.com

RÉSUMÉ

Le lit de la rivière Mfoa entre l'avenue Loutassi et la rue Mfoa connaît une dynamique fluviale des lits à fond mobile. Cet article propose de déterminer les conditions de la morphodynamique fluviale actuelle de la rivière Mfoa. La démarche méthodologique consiste en trois étapes : l'analyse documentaire, les relevés de terrain et le calcul des indices. Les principaux résultats montrent que la Mfoa connaît une morphodynamique moins intense à cause de ses caractéristiques hydromorphométriques et sédimentologiques malgré un ruissellement important favorisé par l'imperméabilisation de son bassin versant. Les engraisements et les érosions des bancs alluviaux sont lents d'où une dynamique moins intense.

Mots-clés : *rivière Mfoa, bassin versant, alluvions, morphodynamique, Brazzaville.*

ABSTRACT

The Mfoa river morphodynamic before is development

The bed of the Mfoa River between Loutassi Avenue and the Mfoa Street knows a dynamic river beds fully mobile. This paper proposes to determine the conditions of the current fluvial morphodynamic of the Mfoa River. The methodology used has three steps : documents analysis, field observations and calculation of some indices. The main results show that, the river knows a less intense morphodynamic because of its sedimentological and hydromorphometrics characteristics despite the heavy sealing encouraged by the the runoff of is watershed. The masts and erosions are slow, with a less intense dynamic.

Keywords : *Mfoa river, watershed, alluvium, morphodynamic, Brazzaville.*

I - INTRODUCTION

Le lit de la rivière est le résultat de l'action de l'eau sur le relief, en fonction de la structure, de la lithologie et d'aménagements locaux [1]. Cette action se manifeste par une évolution latérale et en plan de la morphologie fluviale. Dans un contexte où les rivières sont des hydrosystèmes très fragiles, il s'avère nécessaire de comprendre leur fonctionnement. Notre article sur la morphodynamique fluviale d'une rivière tropicale dans un contexte urbain, est une étape dans la compréhension d'un hydrosystème fortement anthropisé. Plusieurs bassins versants tropicaux du fait de l'abandonne pluviométrique, connaissent d'importantes pertes de sol par ruissellement, ce qui provoque un remplissage sédimentaire du talweg. D'où l'ensablement des cours d'eau qui engendre des débordements des eaux et des inondations, c'est le cas de la Mfoa. En effet, en période de crues les populations riveraines de la Mfoa sont fréquemment confrontées à des problèmes d'inondations, c'est le cas des inondations du 5 décembre 2007 et du 9 novembre 2008 [2]. Cet article vise l'étude des conditions de la morphodynamique fluviale de la Mfoa, en mettant l'accent sur l'évolution des bancs alluviaux.

II - PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin versant de la Mfoa couvre une superficie de 8,84 Km² (*Figure 1*). La rivière prend sa source à 310 m d'altitude sur le plateau de l'aéroport Maya Maya. Long de 4500 m, il reçoit Poto-Poto (affluent sur rive gauche) et la Mission (affluent sur rive droite) avant de confluer avec le fleuve Congo. Le bassin versant de la Mfoa présente une topographie constitué de plaine (200 m) et d'un plateau (300 m). Son climat est de type bas-congolais avec des précipitations abondantes comprises entre 900 et 2200 mm [3]. Il connaît une courte saison sèche de quatre mois (J-J-O-S) et une saison des pluies de huit (8) mois (O-N-D-J-F-M-A-M). Le bassin présente une géologie constituée des formations sableuses sus-jacente (Série des plateaux Batéké) et des formations gréseuses sous-jacentes (série du Stanley Pool). Le choix de cette zone d'étude s'appuie sur deux raisons principales :

- *La variété géologique*

La Mfoa s'écoule sur des sables Batéké dans la partie amont, sur une dalle silicifiée dans sa partie moyenne et sur des grès kaoliniques de la série du Stanley Pool à la confluence avec le Congo ;

- *La variété géomorphologique*

La Mfoa parcourt un plateau, soit 25 % de la surface du bassin versant et une plaine (soit 75 % du bassin).

III - MÉTHODOLOGIE D'APPROCHE

Ce travail de recherche propose une méthodologie géographique constituée de trois opérations : l'analyse documentaire, les relevés de terrain et le calcul des indices.

- *L'analyse documentaire*

Elle nous a permis de compiler et de lire les documents de géomorphologie fluviale et en rapport avec le cours d'eau étudié. Pour cela nous avons exploité la carte des bassins versants de Brazzaville réalisée par EGIS-BCEOM en 2009, à partir des photographies aériennes au 1 / 5000. Pour cela un plan cartographique du bassin de la Mfoa a été élaboré grâce à un Système d'Information Géographique (SIG). Les données climatiques utilisées sont celle enregistrée à la station de Maya Maya et enregistrée par l'ANAC de 2000 à 2010. Ces données ont été traitées sur le tableur Excel, ce qui a favorisé l'élaboration d'un diagramme en bande relatif à la pluviométrie.

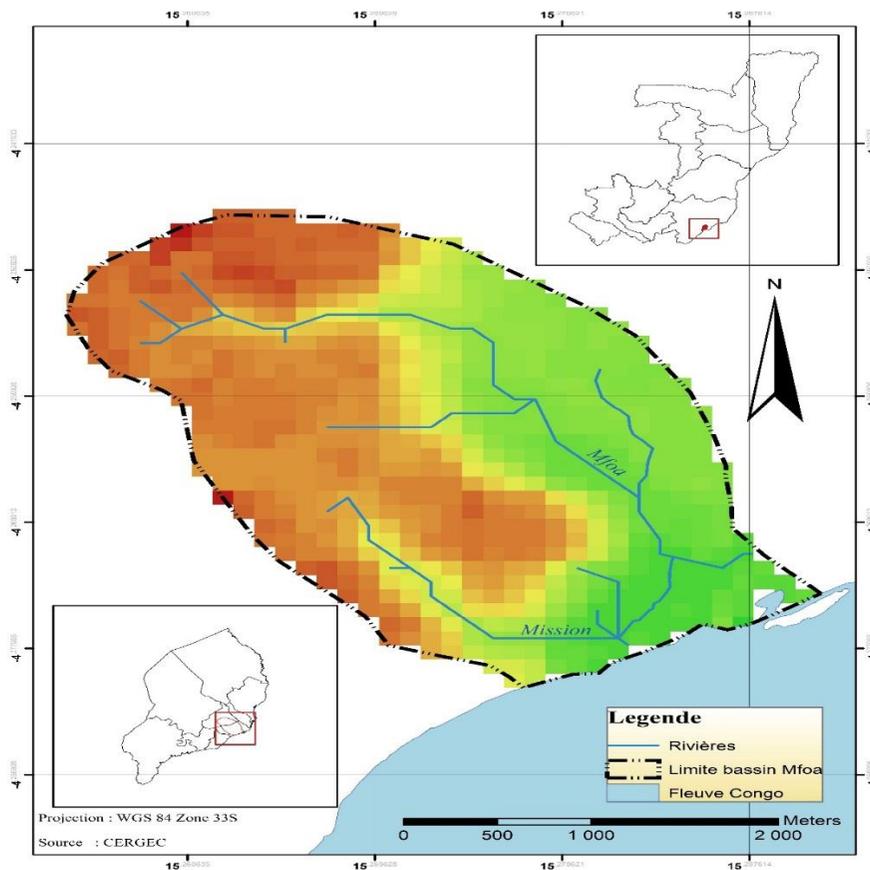


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

- *Les observations et le travail de terrain*

Les observations sur le terrain ont visé la physionomie de la rivière en différentes phases du régime hydrologique et au pas de temps mensuel. Pour la facilité de nos observations, le secteur étudié allant de l'avenue Loutassi à la rue Mfoa, a été divisé en quatre tronçons bien délimités par des ouvrages de franchissement. Le travail de terrain nous a aussi permis de faire un suivi post crue, un état du lit et des berges ainsi que des prises de vue. Par manque de station hydrométrique sur le cours d'eau, la hauteur d'eau a été mesurée avec un bâton à jaugeage gradué. La vitesse de l'écoulement était mesurée grâce à la technique du flotteur. La longueur et la largeur des bancs alluviaux ont été mesurées grâce à un décimètre. Le travail de terrain nous a également permis de faire des relevés GPS pour le calage des cartes.

- *Le calcul des indices*

Plusieurs indices ont été calculés : Le coefficient de compacité de Gravelius (K_G). Il est calculé avec la **Formule** de ci-dessous :

$$K_G = \frac{0,28 P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

avec, K_G : indice de compacité de Gravelius ; P : périmètre du bassin versant (en Km) ; A : surface du bassin versant (en Km²).

- Le temps de concentration (T_C)

Il est calculé avec la **Formule** de Giandotti suivante :

$$T_C = \frac{\sqrt{S+1,5L}}{0,8\sqrt{H}} \quad (2)$$

avec, T_C : temps de concentration (en heures) ; S : surface du bassin versant (en Km²) ; L : longueur du bassin versant (en Km) ; H : dénivelé entre la côte moyenne du bassin versant et son exutoire (en m).

- Le Débit (Q)

Il est calculé avec la **Formule** suivante :

$$Q = V.L.H \quad (3)$$

avec, Q : débit en m³/s ; V : vitesse moyenne en m/s ; L : périmètre de la section mouillée en mètre ; H : hauteur d'eau en mètre.

IV - RÉSULTATS

Les résultats de ce travail portent sur deux aspects : les conditions de la morphodynamique fluviale dans le bassin de la Mfoa et la dynamique actuelle des bancs alluviaux dans le lit.

- *Les conditions de la morphodynamique fluviale de la Mfoa*

L'analyse des caractéristiques morphométriques du bassin versant de la Mfoa nous permet de comprendre que la rivière Mfoa a un bassin versant allongé car son coefficient de compacité de Gravelius est supérieur à 1. Elle coule en grande partie sur une plaine, car 6,4 km² soit 75 % de sa superficie est située entre 200 et 300 m d'altitude (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Tranches des altitudes du bassin de la Mfoa

Altitudes (m)	Surface (km ²)	Surface (%)
[100 - 200]	0	0
[200,1 - 300]	6,4	75
[300,1 - 400]	2,4	25
Σ	8,8	100

La Mfoa a déjà réalisé son profil d'équilibre, car son profil en long décrit une courbe hyperbolique (*Figure 2*). Ce bassin connaît une lenteur dans la transformation des pluies en crues, car son temps de concentration est de 3,90 heures. Les berges de la Mfoa sont peu sujettes aux érosions, car son lit est rectiligne.

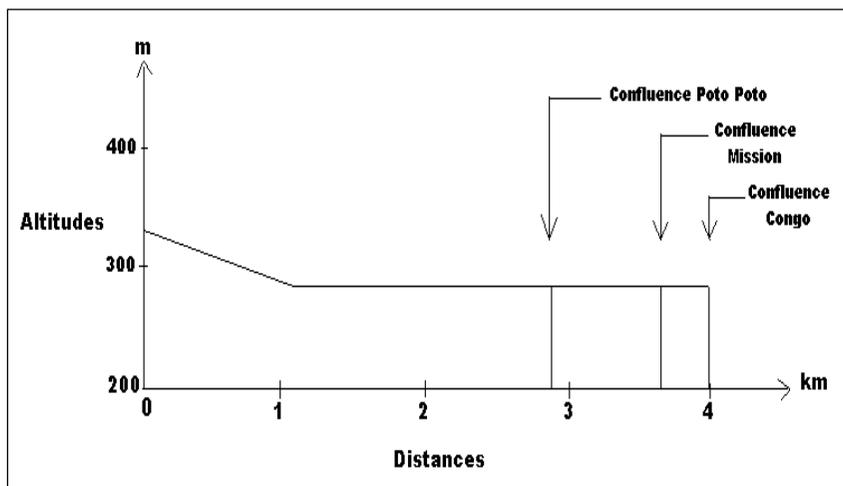


Figure 2 : Profil en long du bassin versant de la Mfoa

Les analyses granulométriques, montrent que les berges de la rivière Mfoa sont constituées des matériaux très sensibles au splash-érosion et au ruissellement, car formées de plus de 67 % de sables fins (**Tableau 2**). Cette sensibilité est appréciée grâce à la texture, en effet la taille des particules composant le lit joue un rôle crucial dans la nature des ajustements [4].

Tableau 2 : Granulométrie des berges de la Mfoa

Sondage (m)	Nature des matériaux	Situation des essais	W %	Granulométrie	
				D max.	% fines
1,59 - 2,00	Sable jaune	Rive droite	15,01	1	13
0,58 - 1,23	Terre noire	Rive gauche	19,10	2	6
1,12 - 1,31	Sable noir	Rive gauche	13,32	2	5
0,89 - 1,00	Sable blanc noir	Rive gauche	17,37	2	5
1,16 - 1,32	Sable blanc marron	Rive gauche	28,47	2	16
0,17 - 0,25	Sable rouge	Rive droite	37,08	2	14
1,06 - 1,14	Sable blanc	Rive gauche	39,49	2	7
0,49 - 0,84	Sable gris noir	Rive droite	21,52	2	10
0,46 - 1,06	Sable gris	Rive droite	21,54	2	10
0,78 - 0,3	Sable noir	Rive droite	28,37	2	10

Source : Gauff, 2008

L'analyse de la pluviométrie enregistrée à la station de Maya Maya située en amont du bassin versant de la Mfoa, pour la période 2000 - 2010 montre que le maximum de précipitation est atteint au mois de novembre avec 279,3 mm. Et la plus importante hauteur des pluies est atteinte pendant la saison OND (Octobre-Novembre-Décembre), avec 643 mm, soit 45 % de précipitations annuelles (**Figure 3**).

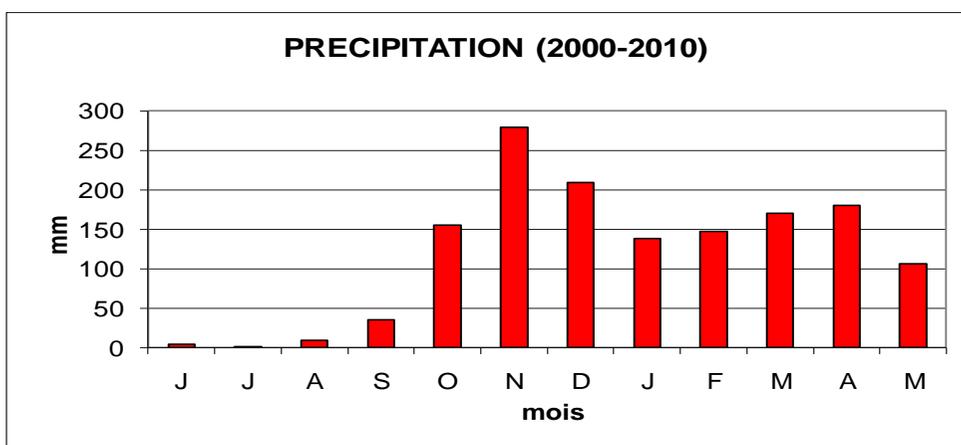


Figure 3 : Évolution des précipitations dans le bassin versant de la Mfoa

On enregistre en moyenne 12 à 15 jours de pluies par mois; et le bilan hydrique du bassin de la Mfoa montre un excédent d'eau du sol qui est de 450 mm pendant sept (7) mois de l'année. L'analyse de l'écoulement dans le lit de la Mfoa montre les résultats consignés dans le **Tableau 3**. Cela montre que le débit moyen de cette rivière est de $23,05 \text{ m}^3 / \text{s}$; avec une vitesse moyenne de $2,2 \text{ m} / \text{s}$ et une limnimétrie de $26,93 \text{ cm}$.

Tableau 3 : Débits moyens de la Mfoa ($S = 8,8 \text{ km}^2$)

Tronçons	paramètres	Vitesse (m / s)	Hauteur d'eau (cm)	Débits (m^3 / s)
1		12,11	27,60	20,05
2		14,77	25,00	22,15
3		16,20	28,97	28,15
4		13,92	26,16	21,86
Moyenne		14,25	26,93	23,05

- *La dynamique actuelle du lit de la Mfoa*

La dynamique actuelle a été observée grâce au suivi post-crue. Cela nous a permis de faire des relevés de terrain sur chaque tronçon de la rivière étudiée.

- Le tronçon 1

C'est la section de la rivière comprise entre l'avenue Loutassi et l'avenue des 3 Martyrs. Avec une largeur moyenne du lit de plein bord de $10,28 \text{ m}$; sa profondeur moyenne de $1,70 \text{ m}$. Plusieurs relevés montrent une tendance à la sédimentation sur rive gauche (**Figure 4**). Les bancs alluviaux évoluant par perte (-) et gain (+) de matériaux, en fonction de la vitesse de l'écoulement (**Tableau 4**).

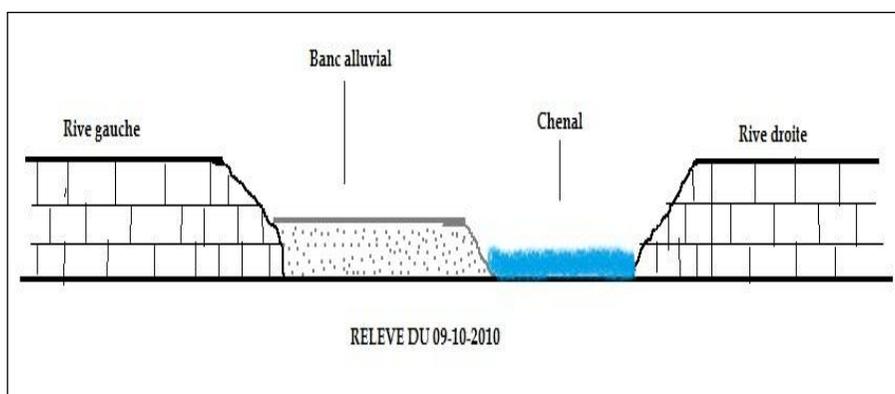


Figure 4 : Profil en large du tronçon 1

Tableau 4 : Évolution des bancs alluviaux dans le tronçon 1

Nombre de bancs	10-10-2010	28-11-2010	différence
Banc alluvial n°1	Longueur : 3,5 m	Longueur : 2 m	- 1,5
	Largeur : 1,2 m	Largeur : 1,10 m	+ 0,1
	Hauteur : 25 cm	Hauteur : 15 cm	- 10
Banc alluvial n°2	Longueur : 2 m	Longueur : 1,80 m	- 0,2
	Largeur : 2,8 m	Largeur : 1 m	- 1,8
	Hauteur : 10 cm	Hauteur : 7 cm	- 3
Banc alluvial n°3	Longueur : 1,5 m	Longueur : 1 m	- 0,5
	Largeur : 2,15 m	Largeur : 1,05 m	- 1,1
	Hauteur : 30 cm	Hauteur : 10 cm	- 20
Banc alluvial n°4	Longueur : 1 m	Longueur : 1,5 m	+ 0,5
	Largeur : 1 m	Largeur : 1,8 m	+ 0,8
	Hauteur : 15 cm	Hauteur : 7 cm	- 8

+ : Gain - : Perte

➤ Le tronçon 2

Cette section de la rivière comprise entre l'avenue des 3 Martyrs et la rue Lénine, a une largeur moyenne du lit de plein bord qui est de 8,7 m avec 1,53 m d'encaissement. Ce tronçon présente des bancs végétalisés ; avec un alluvionnement sur les deux rives du cours d'eau (**Figure 5**). La dynamique de quelques bancs est consignée dans le **Tableau 5**.

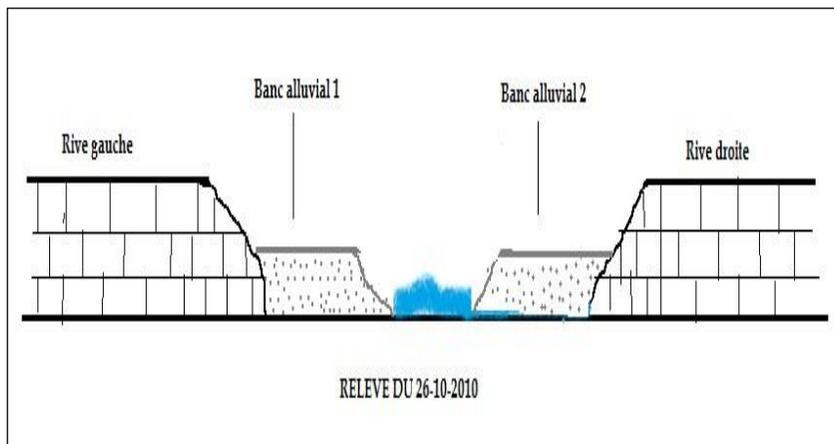


Figure 5 : Profil en large du tronçon 2

Tableau 5 : Évolution des bancs alluviaux dans le tronçon 2

Nombre de bancs	20-10-2010	15-02-2011	différence
Banc alluvial n°1	Longueur : 1 m	Longueur : 1,30 m	+ 0,3
	Largeur : 1,5 m	Largeur : 1 m	- 0,5
	Hauteur : 30 cm	Hauteur : 60 cm	+ 30
Banc alluvial n°2	Longueur : 1,2 m	Longueur : 2 m	- 0,8
	Largeur : 1 m	Largeur : 1 m	0
	Hauteur : 40 cm	Hauteur : 25 cm	- 15
Banc alluvial n°3	Longueur : 1,80 m	Longueur : 1,8 m	0
	Largeur : 1,10 m	Largeur : 1,05 m	- 0,05
	Hauteur : 25 cm	Hauteur : 35 cm	+ 10
Banc alluvial n°4	Longueur : 1,60 m	Longueur : 2 m	+ 0,4
	Largeur : 1,25 m	Largeur : 1,15 m	- 0,1
	Hauteur : 35 cm	Hauteur : 10 cm	- 25

+ : Gain - : Perte

➤ Le tronçon 3

C'est la section de la rivière comprise entre la rue Lénine et la rue Mbochi. Celle-ci a une largeur moyenne du lit de plein bord qui est de 12,51 m et un enfoncement de 1,79 m. Le suivi post crue de ce tronçon met en évidence une tendance au dépôt sur la rive droite (*Figure 6*). Le suivi de quelques bancs alluviaux nous donne les résultats consignés dans le *Tableau 6*.

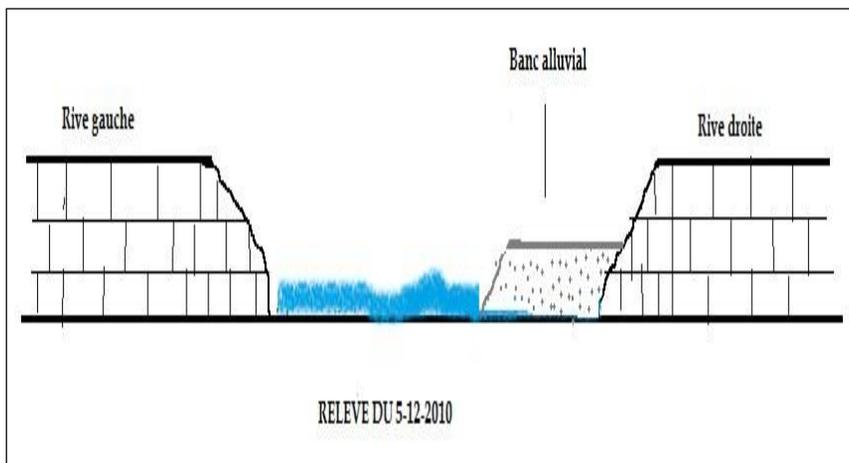


Figure 6 : Profil en large du tronçon 3

Tableau 6 : Évolution des bancs alluviaux dans le tronçon 3

Nombre de bancs	05-01-2011	16-04-2011	différence
Banc alluvial n°1	Longueur : 1,2 m	Longueur : 2 m	- 0,8
	Largeur : 1 m	Largeur : 2 m	+ 1
	Hauteur : 20 cm	Hauteur : 10 cm	- 10
Banc alluvial n°2	Longueur : 1,50 m	Longueur : 1,90 m	+ 0,4
	Largeur : 1,5 m	Largeur : 1,60 m	+ 0,1
	Hauteur : 15 cm	Hauteur : 30 cm	+ 15
Banc alluvial n°3	Longueur : 1,70 m	Longueur : 1 m	- 0,7
	Largeur : 1 m	Largeur : 1,5 m	+ 0,5
	Hauteur : 15 cm	Hauteur : 10 cm	- 5
Banc alluvial n°4	Longueur : 2 m	Longueur : 1 m	- 1
	Largeur : 1,80 m	Largeur : 1 m	- 0,8
	Hauteur : 25 cm	Hauteur : 30 cm	+ 5

+ : Gain - : Perte

➤ Le tronçon 4

Cette section de la rivière comprise entre la rue Mbochi et la rue Mfoa a une largeur moyenne de plein bord de 12,52 m avec une profondeur moyenne de 1,65 m. La formation de certains bancs alluviaux est due aux déchets ménagers qui ralentissent la puissance de l'écoulement dans le lit et piègent les sédiments. Les observations de terrain montrent plusieurs bancs alluviaux au milieu du lit (**Figure 7**). Les pertes et les gains de sédiments sont responsables de l'accumulation et des érosions des bancs alluviaux (**Tableau 7**).

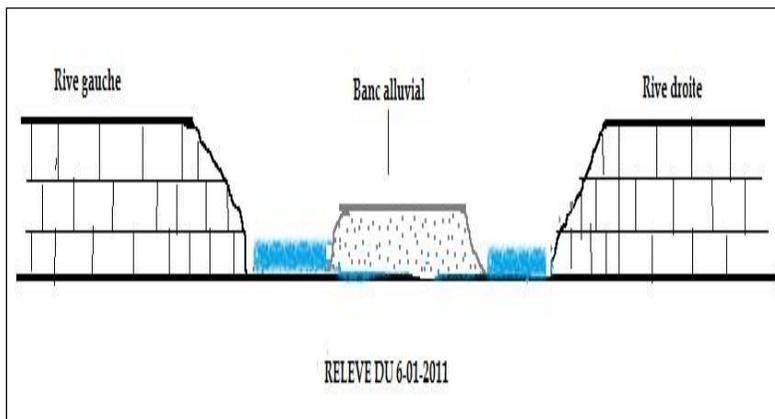


Figure 7 : Profil en large du tronçon 4

Tableau 7 : Évolution des bancs alluviaux dans le tronçon 4

Nombre de bancs	25-01-2011	26-03-2011	différence
Banc alluvial n°1	Longueur : 1,5 m	Longueur : 1,80 m	+ 0,3
	Largeur : 1,5 m	Largeur : 1 m	- 0,5
	Hauteur : 15 cm	Hauteur : 40 cm	+ 25
Banc alluvial n°2	Longueur : 1,80 m	Longueur : 1,60 m	- 0,2
	Largeur : 1 m	Largeur : 1,35 m	+ 0,35
	Hauteur : 10 cm	Hauteur : 40 cm	+ 30
Banc alluvial n°3	Longueur : 3 m	Longueur : 2 m	- 1
	Largeur : 1,3 m	Largeur : 1 m	- 0,3
	Hauteur : 30 cm	Hauteur : 10 cm	- 20
Banc alluvial n°4	Longueur : 1,50 m	Longueur : 1 m	- 0,5
	Largeur : 1,2 m	Largeur : 1 m	- 0,2
	Hauteur : 8 cm	Hauteur : 15 cm	+ 7

+ : Gain - : Perte

V - DISCUSSION

Le coefficient de Gravelius de la Mfoa est supérieur à 1, donc cette rivière a un bassin versant allongé. Cela a pour conséquence un afflux rapide des eaux vers l'aval d'où les fortes crues en aval responsable des inondations, ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle l'indice de compacité de Gravelius commande l'allure des crues [5]. Par principe, lorsque $KG = 1$ le bassin est circulaire ; $KG > 1$, le bassin est allongé. Le profil en long de la Mfoa, évoluent vers une courbe de forme hyperbolique, dite profil d'équilibre d'où l'absence d'érosion latérale et verticale malgré la sensibilité des matériaux. Mais cela ne suffit pas pour expliquer l'absence d'incision latérale et verticale; à cela s'ajoute la faiblesse de la pente, car la force d'incision dépend aussi de la pente [6]. Le temps de concentration d'une averse dans le bassin de la Mfoa a été estimé à 3,90 heures, soit trois fois plus que le temps de concentration standard (1,18 heures) d'après Giandotti. Donc la Mfoa connaît une lenteur dans la transformation des pluies en crues ; d'où une dynamique lente. Car la crue demeure le facteur de modification de la morphologie des lits fluviaux par sa capacité morphogénique, celle de pouvoir éroder et remanier les sédiments [7]. Le débit moyen de la Mfoa dans les tronçons étudiés est de $23,05 \text{ m}^3 / \text{s}$, ce débit n'est pas un débit morphogène seul capable de remodeler la topographie du lit de la rivière. Celui-ci est différent des débits calculés par le cabinet GAUFF, cela s'explique par la superficie du bassin versant qui change de

8,8 km² dans notre étude, et 7 km² pour GAUFF, et aussi par la méthode de mesure et calcul qui change : le jaugeage au flotteur dans notre cas; et la méthode du CIEH (13,33 m³/s) et rationnelle (29,82 m³/s) pour GAUFF. Avec une superficie imperméabilisée de 4,33 Km² et un coefficient d'imperméabilisation de 49 %, le bassin de la Mfoa est fortement anthropisé [2]. Cela influence la dynamique du cours d'eau. Car celle-ci dépend des actions anthropiques dans l'espace selon la taille des cours d'eau et l'utilisation du sol [8].

VI - CONCLUSION

A l'issue de cette étude de la morphodynamique fluviale, il est possible de constater que la rivière Mfoa connaît une dynamique moins intense à cause des caractéristiques physiques, hydromorphométriques et sédimentologiques de son bassin versant. Les inondations s'expliquent par une mauvaise évacuation des crues, cela est dû à l'exhaussement du lit mineur par les alluvions et une faible pente, car la rivière coule en grande partie sur une plaine.

RÉFÉRENCES

- [1] - G-I. TOROIMAC, Détermination du style fluvial. Etude de cas, la rivière Prahova (Roumanie). *In revista de geomorfologie*, Vol. 9, (2007) 87 - 94.
- [2] - EGIS-BCEOM, Etude de drainage des eaux pluviales de Brazzaville. Rapport diagnostic de phase I, volet hydraulique, Brazzaville, (2009) 140.
- [3] - M. J. SAMBA-KIMBATA, Le climat du Bas Congo. Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Université Bourgogne, Dijon, (1978) 280.
- [4] - A. J. ROLLET, Etude et gestion de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial à l'aval d'un barrage : cas de la basse vallée de l'Ain. Thèse de Doctorat, Université Jean Moulin, Lyon, (2007) 305.
- [5] - EL JIHAD M-D, Croissance urbaine et problèmes d'assainissements liquide et pluviale dans le bassin du Srou (Maroc). *In sécheresse*, Vol. 16, N°1, (2005) 41 - 52.
- [6] - J. C. BONNEFONT, N. CARCAUD, Le comportement morphodynamique de la Moselle avant ses aménagements. *In geomorphologie : reief, processus, environnement*, Vol. 3, N°4, (1997) 339 - 353.
- [7] - S. GRIVEL, La Loire des îles, du Bec d'Allier à Gien : rythme d'évolution et enjeux de gestion. Thèse de Doctorat unique, Université Paris VIII, (2008) 504.
- [8] - J. P. LARUE, Morphodynamique actuelle d'origine anthropique : exemples dans le bassin de la Loire. *In geomorphologie : reief, processus, environnement*, Vol. 10, N°2, (2004) 127 - 138.