



L'ÉROSION DES BERGES SUR LA RIVIÈRE MFILOU A BRAZZAVILLE

BANK EROSION ON THE MFILOU RIVER ON BRAZZAVILLE

MFOUTOU W.¹, DIABANGOUAYA D.B.^{2*}

¹Étudiante en Master de géomorphologie, Département de géographie, FLASH,
Université Marien Ngouabi, Congo.

²Enseignant en géomorphologie, Département de géographie, FLASH, Université
Marien Ngouabi, Congo.

**dhorezell@gmail.com*

RESUME

L'érosion des berges qui comporte des enjeux socio-économique est très peu étudiée sur les cours d'eau de Brazzaville ; celle-ci cause d'importantes pertes de terrain. L'objectif visé par cette étude est de comprendre les facteurs de la dégradation des berges sur la rivière Mfilou. L'approche méthodologique combine la collecte des données documentaires, la collecte des données sur le terrain et les analyse de laboratoire. Les résultats indiquent que l'incision des berges sur la Mfilou est influencée par l'intensité des précipitations, l'augmentation des crues et la sensibilité des matériaux de berge. Avec un débit moyen de 40,81m³/s, le recul moyen des berges sur la rivière Mfilou est de 46,39 cm/mois.

Mots clés : Erosion; Berge ; Rivière Mfilou ; Bassin versant; Brazzaville.

ABSTRACT

Shoreline erosion with socio-economic stakes is poorly studied in Brazzaville rivers; this one causes important losses of ground. The objective of this study is to understand the factors of bank degradation on the Mfilou river. The methodological approach combines documentary data collection, field data collection and laboratory analysis. The results indicate that bank incision on the

Mfilou river is influenced by rainfall intensity, flood increase, and sensibility of bank materials. With an average flow of 40.81 m³/s, the average bank recession on the Mfilou river is 46.39cm/month.

Keywords: Erosion; River bank; Mfilou river; watershed; Brazzaville

INTRODUCTION

Les berges de cours d'eau constituent en général des milieux à l'interface des écosystèmes aquatiques et terrestre qui fournissent des services écologiques important : corridor écologique, filtration des eaux, zone de récréation et d'activité pour les populations. C'est dans cet espace aux enjeux multiples que l'érosion des berges apparait désormais comme un processus géomorphologique susceptible d'altérer les biens (Kana, 2017). L'érosion des berges est un phénomène complexe de la dynamique géomorphologique des rivières. Elle représente de ce fait un alea dont il faut tenir compte dans la gestion des fluviaux (Valery et al, 2013). Elle constitue ainsi une composante qui est associé au transfert sédimentaire, à l'évolution des tracés fluviaux et à à la diversité des écosystèmes (Hooke, 1979). L'érosion des berges contribue à l'ajustement des chenaux (Casagli et al, 1999). En effet, 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 (Toroïmac, 2007). Cette action se manifeste par une évolution latérale et en plan de la morphologie fluviale (Diabangouaya & Sitou, 2016). Dans un contexte où les rivières sont des hydrosystèmes très fragiles, il s'avère nécessaire de comprendre leur fonctionnement pour une meilleure gestion. En effet, plusieurs cours d'eau du Congo sont confrontés aux phénomènes d'érosion fluviale, c'est le cas sur la rivière Mfilou. Le dérèglement climatique marqué par l'abondance des précipitations ; l'anthropisation du bassin versant caractérisé par l'imperméabilisation et la disparition du couvert végétal, l'augmentation des débits de pointes entraînent l'érosion des berges sur la rivière Mfilou.

PRESENTATION DU BASSIN VERSANT

Situé entre les latitudes 4°13' et 4°17'Sud et entre les longitudes 15°13' et 15°15' Est, le bassin versant de la Mfilou (figure1) couvre une superficie de 22 Km². Son cours d'eau principal la rivière Mfilou s'étirant sur un linéaire de 8,1km prend sa source à 316 m d'altitude sur le plateau de Maya -. Maya.

Contexte géomorphologique

Le bassin versant de la Tsiémé est constitué de deux entités topographiques distinctes : le plateau et la plaine. La partie amont du bassin versant occupe le plateau tabulaire de Maya-Maya dont l'altitude moyenne est de 300 m ; c'est un prolongement du plateau de Mbé. La partie aval s'étend sur une plaine alluviale d'environ 275 m d'altitude qui s'étale au pied du plateau des Cataractes.

Contexte climatique

Le bassin versant de la Mfilou est sous l'influence du climat tropical humide alimenté par des pluies australes, c'est le climat bas-congolais. Il se caractérise par une seule et longue saison des pluies qui dure huit mois (O-N-D-J-F-M-A-M), et une saison sèche très courte de quatre mois (J-J-A-S). Les précipitations sont abondantes comprises entre 900 et 2200 mm d'eau. L'humidité de l'air est élevée et à peu près constante durant toute l'année (Samba-Kimbata, 1978).

Contexte hydrographique

Le bassin de la Mfilou est alimenté par un cours d'eau principal qui est la rivière Mfilou. Elle reçoit plusieurs affluents dont la Taraboro et la Mobono sur la rive droite et la Maladie du sommeil sur la rive gauche, avant de confluer avec le Djoué, un affluent du fleuve Congo. Ce cours d'eau au régime hydrologique pluvial charrie d'énormes quantités d'alluvions constituées de sables arrachés sur le bassin pendant la saison des pluies.

Contexte géologique

Le bassin versant de la Mfilou est recouvert par des alluvions récentes issues de la désagrégation des grès tendres du plateau de Mbé et constituées des sables issues des formations Batéké (au Congo). On distingue aussi des formations à argilites rouges silicifiées, des grès polymorphes, des grès très durs silicifiés (Ba1 du Congo) et de l'Arkose (Giresse, 1990). Dans la zone de confluence avec le Djoué, la série de l'Inkisi forme un substratum qui résiste à l'incision.

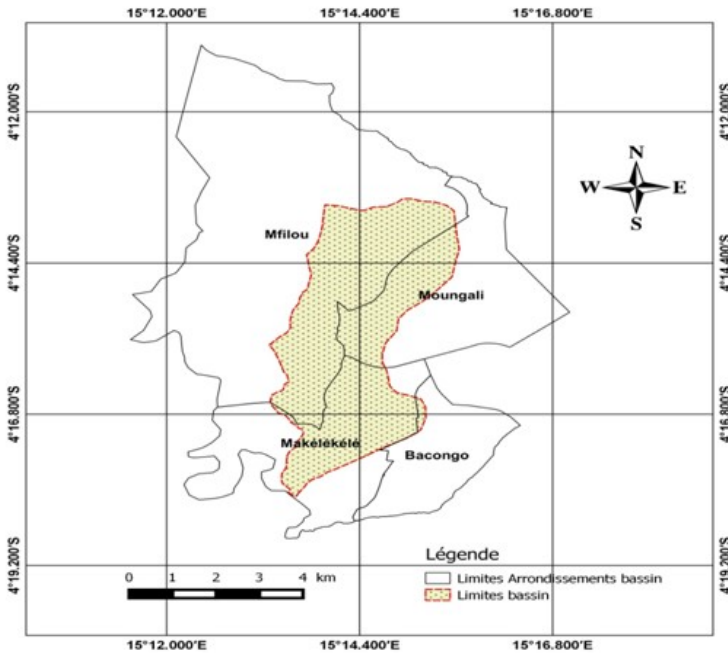


Figure 1 : Localisation du bassin versant de la Mfilou dans Brazzaville

METHODOLOGIE D'APPROCHE

Notre approche est constituée de la collecte des données documentaire, la collecte des données sur le terrain et les analyse de laboratoire.

La collecte des données documentaires

Elle a permis de compiler et de lire les documents de géomorphologie fluviale d'ordre général. Pour cela un plan cartographique du bassin de la Mfilou a été élaboré grâce à un Système d'Information Géographique (SIG), les photographies aériennes de Brazzaville (2006 et 2010) et les plans cadastraux de Brazzaville (1957 et 1964) ont été exploités. Les données climatiques utilisées sont celles la station synoptique de Maya -Maya enregistrées par l'ANAC de 1990 à 2017. Ces données ont été traitées avec le tableur Excel qui nous a permis d'élaborer un diagramme ombrothermique. Plusieurs indices morphométriques et hydrométrique suivants ont été calculés:

La densité de drainage

La densité du drainage est définie par la formule suivante :

$$D_d = \frac{\Sigma L}{A}$$

Dd : densité du drainage en km/km²

L : longueur cumulée de tous les talwegs du bassin versant en km

A : aire du bassin en km²

La Compacité de Gravelius

La compacité de Gravelius d'un bassin versant renseigne sur sa forme qui commande, en quelque sorte l'allure des crues (El Jihad, 2005). Ici elle est calculée par la formule de Neuvy (Neuvy, 1991) ci-après :

$$K_G = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$$

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

Le temps de concentration est défini par la formule de Giandotti suivante :

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

T_C : temps de concentration en heure

S : surface du bassin versant en Km²

L : longueur du bassin versant en Km

H : dénivelé entre la côte moyenne du bassin et son exutoire en m.

Le débit

Le débit est mesuré avec la formule suivante :

$$Q = V.L.H$$

Q : débit en m³/s

V : vitesse de l'écoulement en m/s

L : largeur du lit en m

H : profondeur de la section mouillée en m.

La collecte des données sur le terrain

Les missions de terrain vont permettre de d'observer et de faire des mesures.

Les observations

Elles nous ont permis de faire un suivi post-crue de la rivière Mfilou afin de faire un état de lieu du lit et des berges. Ces observations se sont fait avec une fiche. Les différents éléments observés sont : les berges, le lit, la végétation, les limites des hautes eaux, l'état de la bande active.

Les mesures sur le terrain

Les différentes mesures ont porté sur la vitesse moyenne du cours d'eau ; la largeur moyenne du chenal ; la profondeur de la rivière et le recul des berges.

La vitesse moyenne de l'écoulement

D'abord, on choisit deux point A et B (5m) sur le cours d'eau. On dépose un flotteur au milieu du courant, en amont du point A. En aval au point B mesurez avec votre montre le temps exact (en secondes) que met le flotteur pour parcourir la distance de A à B. Répétez trois fois cette- opération en notant chaque fois le temps mis par le flotteur pour aller de A à B. Ensuite, on calcule le temps moyen qu'il a fallu au flotteur pour aller de A à B en faisant la somme des trois mesures et divisée par trois. Enfin, on calcule la vitesse de l'eau en surface (en m/s) en divisant la distance A-B (5m) par le temps moyen (en secondes) et on multiplie le résultat par 0,85 (coefficient de correction) pour estimer la vitesse moyenne de l'eau.

La largeur moyenne du lit

La largeur a été mesurée avec un décimètre. On mesure la largeur (en m) du cours d'eau en plusieurs endroits. On prend la mesure la plus fréquente comme largeur moyenne de toutes les mesures réalisées.

La profondeur moyenne de la section mouillée

La profondeur a été mesurée avec un bâton gradué de 0 à 2m. On mesure la profondeur (en m) du cours d'eau en plusieurs points de sa largeur. Proche des deux rives et au milieu du cours d'eau. On prend la moitié de la mesure la plus élevée comme profondeur moyenne approximative.

Le recul moyen des berges

Le recul des berges a été mesuré au pas de temps mensuel par la technique des piquets. On dispose des piquets dans les zones de dégradation sur les deux rives à 1m de la berge. Au fur et à mesure que la rivière érode la berge, la distance entre le piquet et la berge se réduit. On mesure alors cette distance avec un décimètre. La somme de toutes les mesures réalisées en une année est alors divisée par 12, le nombre de mois.

Les prélèvements des matériaux des berges ont été effectués pour des analyses granulométriques au laboratoire.

Le travail de laboratoire

Il s'agit des analyses granulométriques pour apporter des arguments sur la résistance de la texture des matériaux à l'érosion. Pour cela, les échantillons ont été traités dans une colonne de tamis de la série AFNOR. Ce mode de traitement a fait intervenir différents paramètres comme les fractiles, les indices de classement et d'asymétrie.

Les fractiles

Q1: premiers fractiles = dimensions des grains (en μm) telle qu'il en existe 25% de taille inférieure.

MD: deuxième quartile ou médiane qui est la dimension des grains en (μm) telle qu'il en existe 50% de taille inférieure et 50% de taille supérieure; la médiane représente le diamètre moyen des grains de l'échantillon.

Q3: troisième quartile qui est la dimension des grains en (μm) telle qu'il en existe 75% de taille inférieure.

C3 : centile supérieur qui est la dimension des grains en (μm) telle qu'il en existe 99% de taille inférieure.

L'indice de classement de TRASK (S_o),

$$S_o = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$$

$S_o < 2,5$ sédiment très bien classé

$2,5 < S_o < 3,5$ sédiment normalement classé

$3,5 < S_o < 4,5$ sédiment assez bien classé

L'indice d'asymétrie ou SKEWNESS (S_K),

$$S_K = \sqrt{\frac{Q1 - Q3}{MD}}$$

$S_K=1$: répartition asymétrique de la part et d'autre de la médiane

$S_K>1$: la fraction fine est mieux classée

RESULTATS

Les résultats de ce travail s'appuient sur le modèle conceptuel mettant en valeur trois paramètres dans le processus d'érosion-sédimentation ci-dessous.

L'influence du climat

L'influence du climat peut être appréciée par l'agressivité des pluies. L'indice pluviométrique annuel dans le bassin versant de la Mfilou varie de 1200 à 1400 mm. Ces précipitations évoluent très vite (Figure 2) et le mois de novembre reste le plus humide. Cette pluviosité est responsable de l'augmentation des débits de pointes.

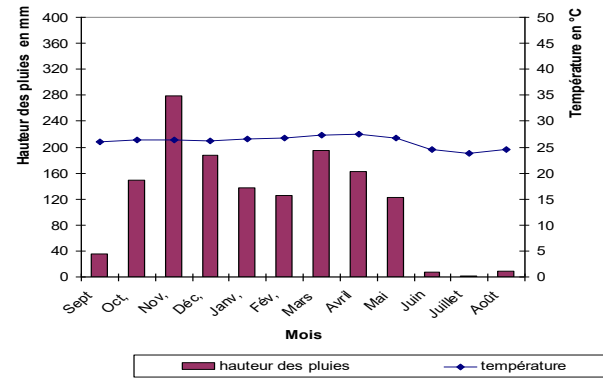


Figure 2 : Diagramme ombrothermique du bassin de la Mfilou

L'influence de l'hydrologie

Le régime hydrologique peut être apprécié grâce aux paramètres morphométriques et hydrologique (Tableau 1) qui régissent le comportement morphodynamique d'un cours d'eau grâce aux débits de pointe qui s'attaquent à la géologie.

Tableau 1 : Paramètres hydro-morphométriques de la rivière Mfilou

Bassin Versant	Superficie (Km ²)	K _G	T _C	D _d (Km/Km ²)	Q _{min} (m ³ /s)
Mfilou	22	1,45	2,48	0,37	40,81

L'influence de la géologie

L'influence de la géologie est appréciée grâce aux analyses granulométriques. Les analyses granulométriques (Figure 3) des échantillons prélevés sur les berges montrent que les formations sont sablonneuses, avec des valeurs pouvant atteindre plus de 93% avec moins de 3% de d'argiles d'où leur sensibilité à l'érosion fluviale.

Le recul des berges

L'érosion des berges n'est pas constante d'un mois à un autre, ni même d'une saison à une autre (Figure 4). En 2017, le recul moyen des berges était de 46,39 cm/mois. Les plus forts reculs correspondent aux les plus arrosés.

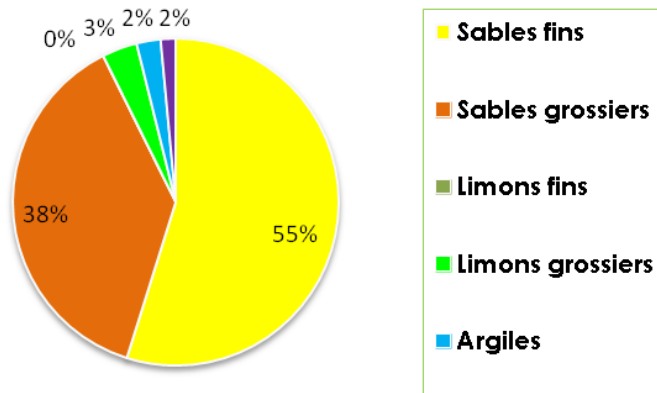


Figure 3 : Répartition des textures des matériaux de berge

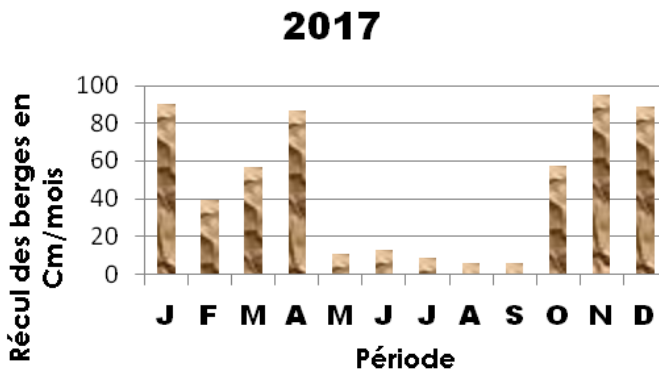


Figure 4 : Retrait des berges sur la rivière Mfilou

INTERPRETATION ET DISCUSSION

L'intensité des pluies joue un grand rôle dans la formation des débits de pointe. Les agents climatiques interviennent dans la dynamique érosive, beaucoup plus par les aspects quantitatifs des pluies. Plusieurs variables permettent d'apprécier l'agressivité des pluies: la hauteur, la fréquence, le nombre de jours et l'intensité des pluies. La forte intensité des pluies s'observe en novembre, mars et avril qui sont les mois les plus humides.

La texture des matériaux des berges prédispose un lit à l'incision ou à la résistance face à l'érosion fluviale. Les analyses granulométriques des échantillons prélevés en amont du bassin montre que les formations sont

sablonneuses, sablo-limoneuse avec des valeurs pouvant atteindre plus de 95% avec moins de 1% de d'argiles d'où leur sensibilité à l'érosion des berges (Photos 1).



Photo 1 : Dégradation des berges sur la Mfilou Amont

Le débit (Q) moyen de la rivière Mfilou est de $40,81\text{m}^3/\text{s}$. Celui-ci n'est pas le débit de pointe de crue ou débit morphogène seul capable de remodeler le lit. Ce débit très faible pour un bassin versant urbain s'explique par la géologie du bassin constitué de sable dont la porosité très élevée facilite l'infiltration.

Le coefficient de compacité de Gravelius (K_G) de la Mfilou est de 1,45 donc supérieur à 1. Cela indique un bassin versant allongé dont la conséquence serait un afflux rapide des eaux vers l'aval. Cet afflux rapide est responsable de l'incision latérale du lit.

Le temps de concentration (T_c) de la Mfilou est de 2,48 heures. Soit environ deux fois plus que le temps standard estimé à 1.18 heure (Malavoi & Suchon, 2002). Cela montre que malgré sa forme allongée, le bassin de la Mfilou connaît une lenteur dans la transformation des pluies en crues. Donc l'érosion des berges n'est pas imputable aux crues, mais au caractère sinueux du chenal, car la présence des sinuosités augment le potentiel d'érosion d'un cours d'eau (Gaillard, 2002).

La densité de drainage (D_d) du bassin de la Mfilou s'avère faible car elle est inférieure à 1. En effet, avec une densité de drainage de $0.37\text{ Km}/\text{Km}^2$ le réseau hydrographique du bassin de la Mfilou est peu développé. En pratique les densités de drainage varient de 3 à 4 pour des bassins très limités et dépasse 1000

pour des bassins à écoulement très ramifié (Horton, 1931). En effet, plus un cours d'eau a des affluents plus il reçoit un apport liquide important.

CONCLUSION

Cette étude avait pour but de comprendre les conditions de l'érosion des berges sur la rivière Mfilou. Les approches combinées ; analyse documentaire, observation sur le terrain et analyse de laboratoire permettent de conclure que la dynamique érosive dans le lit mineur de la rivière Mfilou est conditionnée par l'intensité des pluies ; l'augmentation des débits ; la sensibilité des matériaux des berges. Cependant, l'étude met aussi en évidence la géométrie du bassin versant qui influence le temps de concentration ainsi que le style fluvial qui augmente l'érosivité de la Mfilou. Cette érosion qui favorise une recharge solide du cours d'eau provoque des inondations en aval.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASAGLI N, RINALDI M, GARGINI A, CURINI A. (1999). Pore water pressure and streambank stability: results from a monitoring site on the Sieve river, Italy. *Earth surface processes and landforms*, 24-12, 1095-1114.
- DIABANGOUAYA D, SITOU L. (2016). La morphodynamique de la rivière Mfoa avant ses aménagements, *Revue Ivoirienne des sciences et technologie*, n°28, 450-461.
- EL JIHAD M-D. (2005). Croissance urbaine et problèmes d'assainissements liquide et pluviale dans le bassin du Srou (Maroc). In *sécheresse*, Vol. 16, n°1, pp.41 -52.
- GAILLARD S. (2002). Morphologie des lits fluviaux dans le bassin de la Seine, Nantes, IGARUN, 9p.
- GIRESSSE P. (1990). « Esquisse géologique de l'Afrique centrale occidentale ». *Paysage quaternaire de l'Afrique centrale Atlantique*, Paris, ORSTOM, p15-19.
- HOOKE J. (1979). An analysis of processes of river bank erosion, *Journal of hydrology* 42, 1-2, 39-62.
- HORTON R.E. (1931). The field scope and status of the science of hydrology, *Trans. Am. GEO. Union*, pp 189-202.
- KANA C.E. (2017). Suivi par imagerie satellitale de la dynamique des berges du Logone, entre la retenue de Maga et le lac Tchad. *Larhyss journal*, n°30, juin 2017, pp.297-315.

- MALAVOI R., SUCHON Y. (2002). Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques, Bulletin français pêche, pisciculture, Paris, pp. 357-372.
- NEUVY G. (1991). L'homme et l'eau dans le domaine tropical, Masson, Paris, p.14-105.
- SAMBA-KIMBATA M.J. (1978). Le climat du Bas Congo. Thèse de Doctorat de climatologie, Université de Bourgogne, France, 280 p.
- TOROIMAC G-I. (2007). Détermination du style fluvial. Etude de cas, la rivière Prahova (Roumanie), Révista de géomorphologie, Vol. 9, pp.87-94.
- VALERY B.H, BUFFIN-BELANGER T, HETU B. (2013). Contribution à l'étude de l'érosion des berges : analyse à haute résolutionspatio-temporelle des mouvements subaériens sur une berge de la rivière Ouelle (Quebec), Géomorphologie, Vol. 19, n°2, pp.119-132.