

Contribution à l'étude de la dégradation par l'érosion fluviale des berges de l'Île Mbamou (République du Congo)

Brice Anicet MAYIMA
Université Marien Ngouabi
mayimabrice@gmail.com

Résumé : Située entre 4°6' et 4°17' de latitude sud, 15° 18' et 15° 29' de longitude Est, l'île Mbamou, subit, à l'instar de nombreuses îles au monde, une intense érosion fluviale qui menace son existence même de cette île. Quantifier cette érosion à travers le recul des berges et déterminer les causes et les facteurs, responsables de cette dynamique, constituent l'objectif principal de cette étude. Pour ce faire, la télédétection et les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) ont été mis à contribution. Ainsi, l'approche méthodologique adoptée porte essentiellement sur l'interprétation des cartes anciennes et récentes (carte topographique de Brazzaville et ses environs au 1/200.000, des images Landsat 2001 et Google Earth 2005 et 2017 et la photographie aérienne : 1/30.000 en 2015), les observations et l'analyse in situ du phénomène ainsi que le travail de laboratoire. Les résultats obtenus montrent que le recul des berges est notoire avec des vitesses moyennes de l'ordre de 8 m par an. Le sapement direct des berges par le cours d'eau est le principal processus qui commande cette dynamique érosive. Il exploite le cadre pédogéologique de cette île et l'absence d'aménagements de protection des berges.

Mots clés : Congo Brazzaville, Île Mbamou, Érosion fluviale, Sapement des berges.

Abstract: Located between 4 ° 6 'and 4 ° 17' south latitude, 15 ° 18 'and 15 ° 29' east longitude, Mbamou Island suffers, like many islands in the world, an intense fluvial erosion that threatens the very existence of this island. Quantifying this erosion through the retreat of banks and determining the causes and factors responsible for this dynamic is the main objective of this study. To do this, remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) were used. Thus, the methodological approach adopted focuses on the interpretation of old and recent maps (topographic map of Brazzaville and its surroundings at 1 / 200,000, Landsat 2001 and Google Earth 2005 and 2017 images and aerial photography: 1 / 30,000 in 2015), observations and in situ analysis of the phenomenon as well as laboratory work. The results obtained show that the recession of the banks is notorious with average speeds of the order of 8 m per year. The direct undermining of the banks by the stream is the main process that controls this erosive dynamic. It exploits the pedogeological framework of this island and the absence of riverbank protection facilities.

Keywords: Congo-Brazzaville, Mbamou Island, Fluvial erosion, Riverbank undermining.

Introduction

L'érosion fluviale résulte de processus naturels et anthropiques par lesquels les sols des berges d'un cours d'eau sont arrachés, puis transportés sous forme de particules fines par le courant, puis déposés plus loin en aval (LAFLEUR, 2002, p.110). Ce processus sédimentaire est un élément fondamental de la dynamique fluviale. Ce phénomène hydro

géomorphologique se produit lorsque les forces d'entraînement dues à la vitesse du courant et sa turbulence sont capables de vaincre le poids des particules charriées.

C'est donc un phénomène naturel qui affecte le plus souvent les berges concaves des courbes (ÉCOGENIE. 2002, pp. 4-5). Au niveau mondial, plusieurs études concernant l'érosion des berges ou fluviale sont réalisées (SOCIETE D'INGENIERIE SHAWINIGAN, 1974, p. 21 ; SOCIETE D'ENERGIE DE LA BAIE JAMES, 1975, p. 33 ; D.Saint-Laurent, 1999, pp. 440-442 ; D. SAINT-LAURENT et P. GUIMONT, 1999, pp.391-392 ; D. DAUPHIN, 2000, pp.90-95).

Sur le fleuve Congo, les quelques rares travaux qui existent n'abordent que les questions sur la morphodynamique de l'ensablement du port autonome de Brazzaville et la quantification des particules dissoutes et solides (KINGA MOUNZEO, 1986, pp.110-117 ; A. LARAQUE et al. 1994, p.160 ; R.L. ZAGUY-GUEREMBO, 2017, pp.90-92).

En revanche, peu de travaux se sont intéressés à la question de l'érosion fluviale ou érosion des berges du fleuve Congo sur l'Île M'bamou qui fait partie du territoire de la République du Congo. C'est pour contribuer à combler ce vide que nous avons effectué cette étude. Elle porte sur les facteurs et processus de cette érosion. En effet, depuis quelques années, les berges de la rive gauche de l'Île M'bamou sont l'objet d'une érosion fluviale qui affecte profondément cette île.

Les conséquences de cette dégradation accélérée se manifestent par une diminution de la superficie disponible pour la construction de bâtiments sur l'île, entraînant ainsi, le déplacement forcé des populations. En raison de la place qu'occupe cette île dans le ravitaillement de Brazzaville en fruits, en légumes et en poissons, cette dynamique érosive constitue une préoccupation majeure. Ainsi, quantifier cette érosion à travers le recul des berges et analyser les processus ainsi que les facteurs qui en sont responsables, sont les principaux objectifs visés par cette étude. Le suivi de l'érosion par le biais du SIG et la télédétection permettent de fournir aux décideurs des informations utiles pour orienter les actions visant à protéger ces berges contre l'érosion fluviale.

1. Cadre géographique de l'Île Mbamou et ses environs

Située à 30 km de Brazzaville, capitale de la République du Congo, et érigée en district du département de Brazzaville en 2011 par la note n°13-2011 du 17 mai 2011, l'Île M'bamou fait



partie du territoire congolais. Elle est localisée au milieu du fleuve Congo entre Brazzaville et Kinshasa où elle scinde le fleuve en deux passes principales (la passe gauche du côté de Kinshasa et la passe droite du côté de Brazzaville). Elle est comprise entre 4°6' et 4°17' de latitude sud, 15° 18' et 15° 29' de longitude Est (figure 1).

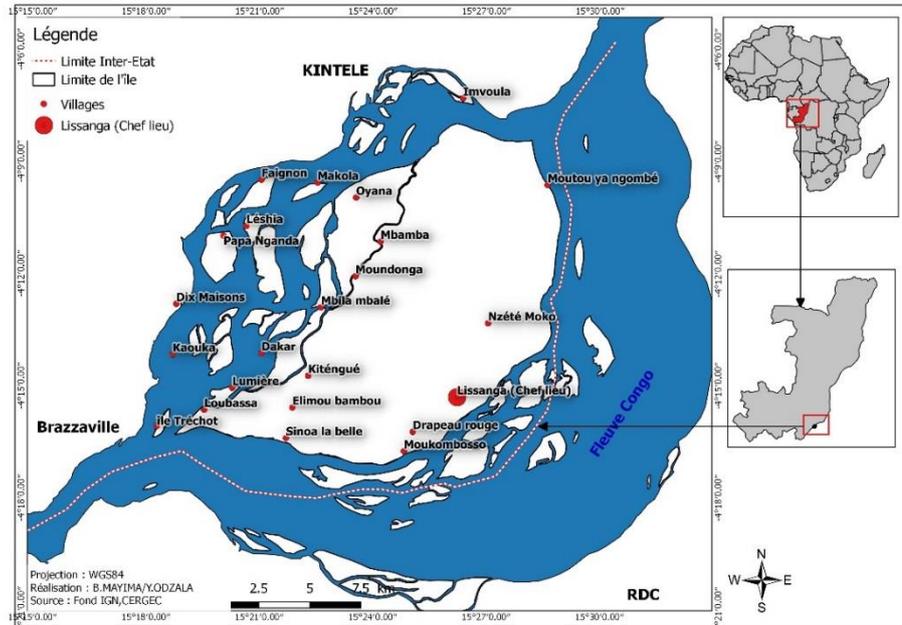


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

L'Île M'bamou a la forme d'un « gros anévrisme », comme le qualifie G. SAUTTER (1951, p.52), et se présente comme une cuvette entourée par une ceinture de collines dont les altitudes dans l'ensemble atteignent 280 m (figure 2).

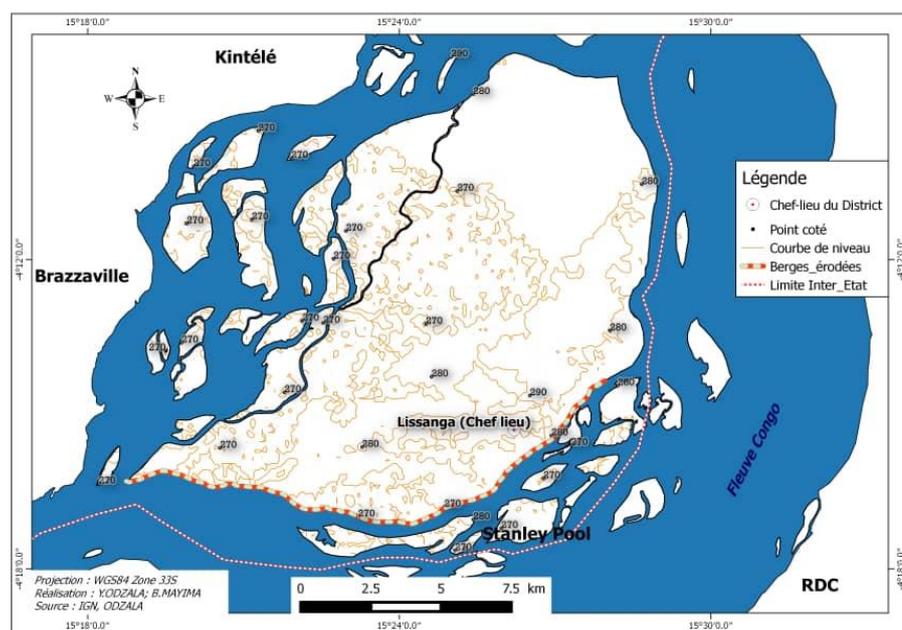


Figure 2 : carte d'altitude de l'Île M'bamou et ses environs

La colline de Sinoa (ou "des chinois"), la plus importante, a la forme d'une croupe d'un kilomètre de long, de 100 à 250 mètres de large, orientée Nord-Ouest, Sud-Est. Elle domine le fleuve d'une vingtaine de mètres. Située un peu plus à l'Ouest, la colline de Mahoua est beaucoup moins importante. D'une forme triangulaire, elle subit, de par sa situation en bordure du fleuve, une intense érosion. À l'intérieur de l'île, le relief est, dans l'ensemble, monotone et peu vallonné. Les pentes ont ici, des valeurs faibles qui ne dépassent guère 5° (figure 3).

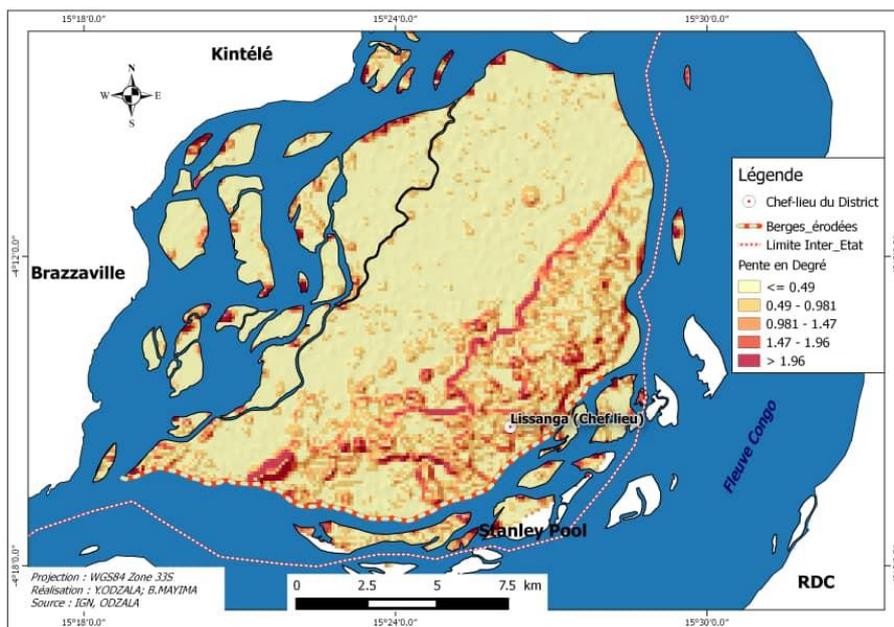


Figure 3 : Cartes de pentes de l'Île M'bamou et ses environs

L'Île M'bamou repose sur deux terrasses, constituées essentiellement d'alluvions anciennes et récentes très complexes et occupant la quasi-totalité de l'Île M'bamou (figure 4). Les alluvions anciennes, déposées à une époque où le niveau du fleuve était plus élevé au Stanley-Pool, occupent la terrasse moyenne forestière s'étendant depuis la pointe Nord-Est de la colline de Sinoa jusqu'à « Moutou ya ngombé ». Ils comportent un cailloutis de base surmonté de limons sableux (P. DAUDET, 1969, p.85).

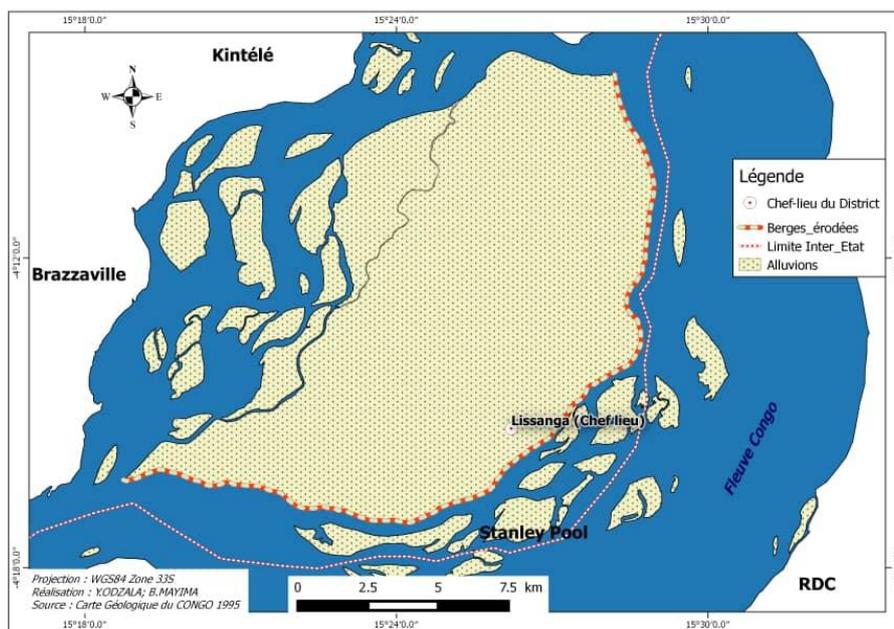


Figure 4 : Carte géologique de l'Île M'bamou et ses environs

Les alluvions récentes essentiellement constituées de cailloutis, d'argiles sableuses et de sables, se sont déposées à partir du niveau actuel. Elles sont concentrées dans la partie basse s'étendant depuis la Pointe-Verte jusqu'aux environs de la Pointe M'Bamou, en contournant la colline de Sinoa. Les deux terrasses reposent en discordance sur des grès tendres dont le niveau supérieur, constitué par des grès kaoliniques tendres à grain moyen, de couleur jaune, à stratification entrecroisée nette, est visible sur l'île dans la partie s'étendant depuis la colline de Sinoa jusqu'à la Pointe-Tréchet (J. COSSON 1955, p.15). Sur la partie Est décapée de la colline de Mahoua qui plonge directement dans le fleuve, elle est surmontée par une stone-line «visible » en toute saison lorsqu'on côtoie la rive gauche du fleuve. Les sols qui ont donné de la valeur à l'île M'bamou sont issus des structures géologiques et organiques drainées par le fleuve dans les différentes régions qu'il parcourt depuis ses sources jusqu'au Stanley-Pool. L'alluvionnement permanent, lent ou actif selon les périodes, se fait grâce à la végétation herbeuse fixatrice semi-aquatique.

Cette végétation herbeuse, principalement graminéenne, aux tiges solidement entrelacées, radicales et prostrées sur le substrat déjà en place, flotte aussitôt que débute la période des hautes eaux (P. SITA, 1980, pp.32-33). Ce sont généralement des sols sableux qui sont dotés d'une structure fragile qui les rend sensibles à la dégradation physique (érosion). Le climat de l'île M'bamou est pratiquement le même que celui de Brazzaville. Il est de type bas-

congolais, avec une alternance d'une saison sèche de 4 mois (juin à septembre) et une saison des pluies de 8 mois (octobre à mai) (M.J. SAMBA-KIMBATA, 1978, pp.67-69). La saison de pluie est marquée par des volumes annuels moyens de 1370 mm d'eau par an. Elle est interrompue par une période de ralentissement des pluies plus ou moins régulière, pouvant durer quelques semaines, et se situant entre décembre et février. Les températures moyennes oscillent entre 25°, pendant la saison chaude, et 22°, pendant la saison fraîche.

2. Matériel et méthodes

2.1. Données utilisées

2.1.1. Données cartographiques

L'Île M'bamou est couverte par la carte topographique de Brazzaville au 1:200000ème de 1959 et 1960 n° SA-63-IV. Le travail de numérisation effectué sur la base de ce support nous a permis d'obtenir, les informations cartographiques relatives au milieu physique de l'Île M'bamou.

- Données satellitaires

Des images en provenance des satellites RapidEye, Sentinel, SPOT, Copernicus et Landsat 8 ont été utilisées, dont l'objectif est de réduire le taux de couverture nuageuse, d'une part, et de maximiser l'information nécessaire pour la production de l'étude cartographique, de l'autre. Ces images dont les références sont consignées dans le tableau I ont été obtenues sous forme ortho rectifiées et vérifiées. Elles ont été exploitées indépendamment pour actualiser plusieurs couches d'informations de base telles que les limites de l'île, le réseau hydrographique et l'occupation du sol.

Tableau I : Références des images satellites utilisées

Identifiant	Type	Date de l'image
LC08_L1TP_182063_20180608_20180615_01_T1	Landsat 8	2018-06-15
Google Earth Pro	Copernicus	2000-12-31

- Models Numériques de Terrain (MNT)

Le Model Numérique de Terrain est obtenu à partir du satellite ASTER Global Elévation Model, 2011 (ASTER GDEM Version.2.0). Sa résolution spatiale de 30 m. Il nous a permis de réaliser la carte des pentes et la carte du relief de l'île.

2.1.2. Méthodes d'approche

La démarche suivie pour réaliser cette étude comporte trois étapes principales ayant chacune plusieurs opérations. Il s'agit de l'étude documentaire, des opérations de terrain et les analyses de laboratoire. L'étude documentaire a porté essentiellement sur l'analyse et l'interprétation des documents iconographiques et quelques rares études réalisées sur l'Île M'bamou. Cette analyse a également permis de faire une étude diachronique c'est-à-dire suivre la dynamique spatiotemporelle des berges (une étude comparée du degré de recul de berges, par comparaison des missions anciennes et récentes). Cette évaluation s'est faite par la superposition numérique des photos aériennes, par l'ajustement des échelles photographiques à partir des cartes de base à l'échelle 1:200000ème et par la numérisation à l'écran de l'ordinateur des lignes de rivage. Ainsi, le taux de recul et la perte de superficie ont été mesurés à partir de la numérisation des photos aériennes, en prenant comme repère ou point de référence deux localités : Moukombosso et Nzete Moko (figure 1). Le travail de terrain a porté sur l'observation, la description et l'analyse du phénomène dans toute l'île et sur le prélèvement de quelques échantillons pour des analyses de laboratoire. Ces analyses ont été réalisées au Laboratoire du Bureau de Contrôle des Bâtiments (BCBTP) et ont porté exclusivement sur la granulométrie. La méthode utilisée est celle du tamisage. Sur le terrain, nous avons aussi enquêté auprès des populations riveraines. Cette enquête a porté essentiellement sur la perception des populations concernant le phénomène de l'érosion fluviale qui affecte les berges de l'Île M'bamou.

3. Résultats

3.1. Processus de dégradation des berges et formes engendrées

Les observations et analyses faites sur le terrain montrent que l'érosion fluviale qui affecte la berge de la rive gauche de l'Île M'bamou se manifeste à travers deux processus d'évolution morphologique complémentaires. Le premier concerne le sapement de berge. Il commence de manière progressive au pied de la berge où, grâce à son pouvoir érosif, l'eau (courant d'eau)

creuse une encoche qui crée un porte-à-faux préparant le deuxième processus à savoir l'éboulement ou l'écroulement de la partie supérieure de la berge. En effet, suspendu dans le vide, le haut de la berge s'écroule sous l'effet de son poids (photo 1). Les produits de ce mouvement de masse sont aussitôt pris en charge et emportés par le cours d'eau.



Planche 1 : Processus de sapement des berges rencontré en sol peu cohérent (1) provoquant des éboulements le long du rivage et les glissements de terrain en sol cohérents (2) entraînant la chute d'arbres à l'île M'bamou (clichés Mayima, 2018).

Ces deux mécanismes complémentaires font reculer la berge par érosion régressive. Elles affectent le plus souvent les berges constituées de formations sableuses et argileuses (D.SAINT-LAURENT, 1999, p.441). En dehors, des glissements et des éboulements qui font reculer la berge, nous avons également observé à l'intérieur de l'île quelques formes de ravinements classiques liées aux ruissellements des eaux de pluie (planche 2 : photos 3 et 4).



Planche 2 (photos 3 et 4) : Le phénomène de déchaussement (3) et le ravinement (4) prenant naissance sur le rebord du talus et évoluant par érosion régressive suivant deux processus complémentaires (l'élargissement du profil longitudinal à l'horizontal et de manière latérale).
(Cliché Mayima, 2018)

Ces ravinements, lorsqu'ils débouchent sur le fleuve, constituent des points de faiblesse qui sont exploités par les eaux du fleuve pour éroder la berge.

3.2. Recul de la berge et perte de la superficie de l'île

L'étude diachronique de l'évolution des berges de l'Île M'bamou, faite à partir des photographies aériennes prises entre 2000 et 2018, a permis de montrer que les berges de l'Île M'bamou sont affectées par deux phénomènes géomorphologiques (ensablement et l'érosion fluviale). Le phénomène de l'ensablement affecte la berge droite avec formation de plusieurs îlots de sable. En revanche, toute la berge gauche est attaquée par une intense dynamique érosive (figure 5).

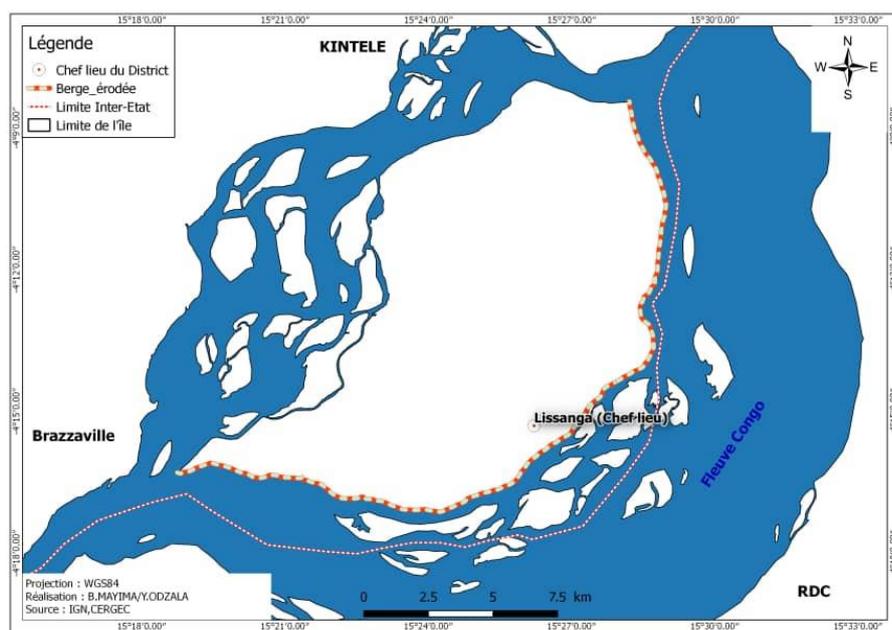


Figure 5 : Localisation de la berge gauche affectée par l'érosion fluviale

Les résultats obtenus montrent clairement que le recul et la perte de superficie n'ont pas été constants entre 2000-2018 (tableaux II, III et figure 6).

Tableau II : Vitesse du recul des berges entre 2000 et 2018 sur l'Île M'bamou

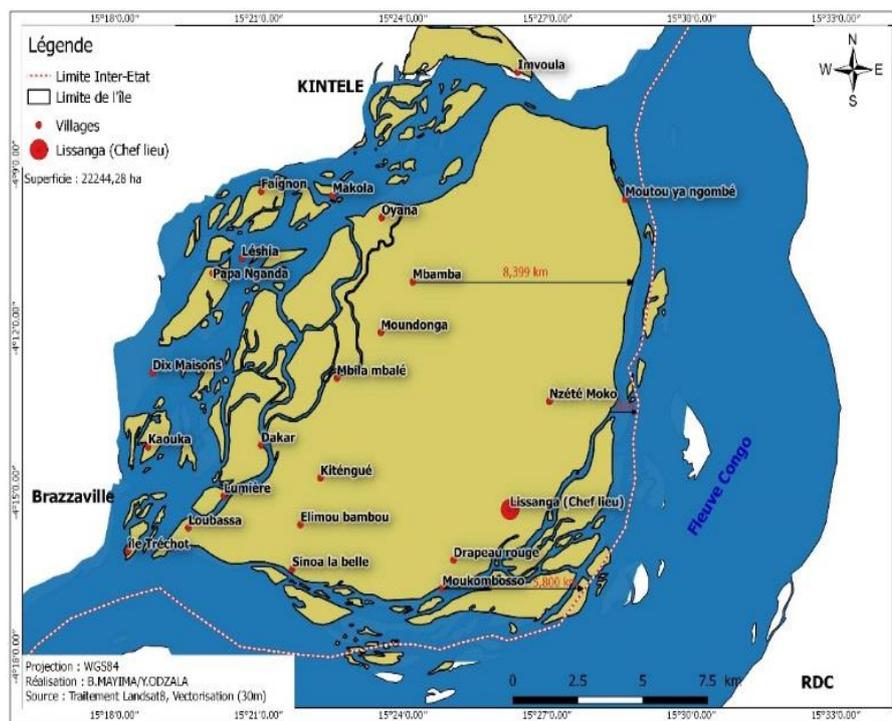
Points de référence	Recul (m)	Recul (m)	Durée 18 ans	Recul moyen annuel en m
Nzete Moko	330	1.000	670	37

Moukombosso	5.800	5.650	150	8
-------------	-------	-------	-----	---

Le taux de recul mesuré à partir des localités Moukombosso et Nzété Moko montre que le recul les berges évolue de manière variable. Le recul le plus important est observé à partir de la localité Nzété Moko, avec 670 mètres en 18 ans, soit 37 m par an. En revanche, à Moukombosso, pour la même période, ce recul est de 150 mètres en 18 ans, soit 8 mètres par an. On note aussi une redynamisation de l'action érosive du cours d'eau, entre 2000 et 2018. Cela s'observe aussi sur la cinétique des bancs de sable de la rive gauche de l'île. Plusieurs bancs de sable présents sur cette rive en 2000 ont disparu en 2018.

Tableau III : Taux de recul et changement de superficie en 18 ans sur l'île

Année	2000	2018	18 ans	1 an
Superficie en (ha)	22.915,4	22.244,3	671	37



Situation du recul de berges (A)

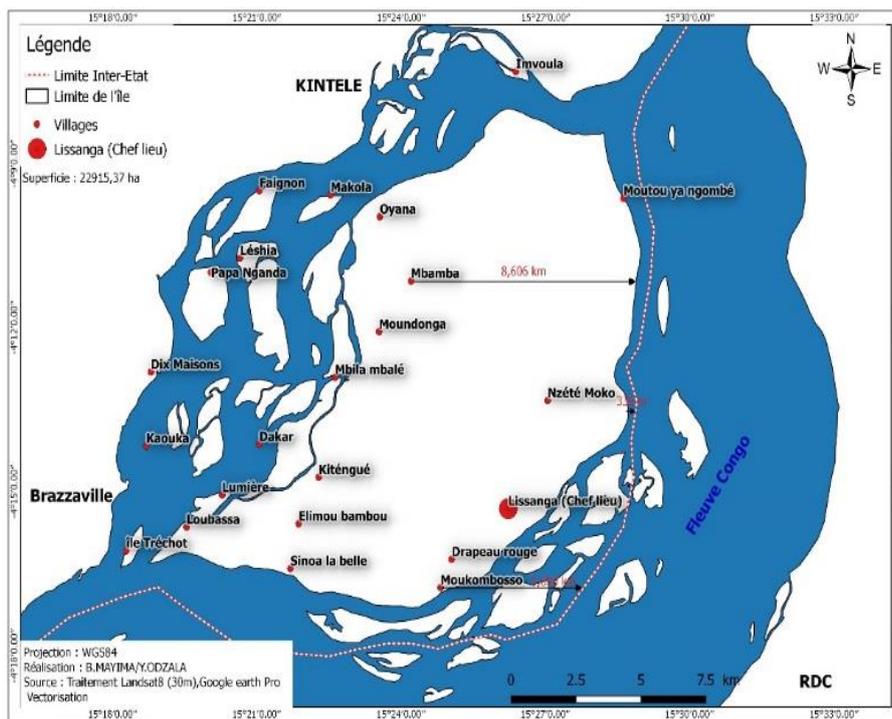


Figure 6 (A et B) : Situation du recul de berges entre 2000 et en 2018 sur l'île M'bamou

3.3. Facteurs responsables de l'érosion des berges à l'Île M'bamou

Plusieurs facteurs naturels et anthropiques sont à l'origine de l'érosion fluviale observée sur l'Île M'Bamou.

3.3.1. Facteurs naturels

Dans le cas de l'Île M'bamou, trois facteurs naturels identifiés favorisent et maintiennent la dynamique érosive. Il s'agit du courant d'eau, de la nature du sol et de la morphologie des berges.

- Le courant d'eau

Le flux d'eau du fleuve, à plus de 30 km en amont du port autonome de Brazzaville, se partage dans deux bras, au niveau de la localité d'Imvouli (figure 1). Ainsi, la plus grosse part du débit rentre en territoire de la RDC et longe la rive gauche de l'Île M'Bamou. Son cours connaît une dynamique fluviale très active, liée au courant d'eau très important qui circule dans cette passe gauche. Cette dynamique a pour conséquence l'absence des bancs de sables et une érosion très active des berges.

- La morphologie de la berge et sa nature pédologique

Il est généralement reconnu qu'une berge convexe est plus protégée qu'une berge concave qui, elle, est exposée à l'érosion fluviale. En effet, le méandre se déplace par érosion de la berge concave qui alimente un banc de convexité en aval, par le dépôt de matériaux, et contribue ainsi à construire la plaine alluviale. Dans le cas de l'Île M'bamou, les observations montrent que les pentes sont variables le long de la passe droite. Cette variation de pente impacte le profil sinueux de cette berge. Les résultats des analyses granulométriques obtenus montrent, de manière générale, que ces sols sont constitués essentiellement d'un matériau sableux homogène à 90 %, notamment du sable fin dont le diamètre est compris entre 0,1 et 0,4 mm, avec quelques poches d'argile représentant 10 %.

3.3.2. Facteurs anthropiques

Les observations de terrain permettent de constater qu'en dehors des courants, la texture du sol, les vagues générées par le passage des bateaux et les embarcations motorisées contribuent tout aussi à l'érosion des berges. Leurs effets géomorphologiques vis-à-vis des berges vont dépendre de la taille du bateau, de sa vitesse, de la fréquence des rotations et surtout de la distance des embarcations par rapport à la ligne du rivage ou berge (photo 5).



Photo 5 : une embarcation motorisée passant près du rivage et générant des vagues qui se propagent vers la berge et provoquent des éboulements et glissements de terrain.
(Cliché, Mayima, 2018)

Par ailleurs, il ressort de nos entretiens avec les chefs de quartiers et observations de terrain que les autorités sont indifférentes à ce phénomène. Cela se démontre par l'absence des aménagements de protection des berges. Ceci est considéré comme facteur anthropique qui accélère cette érosion des berges.

4. Discussion

Les observations tendent également à montrer que l'érosion fluviale affecte actuellement les berges sableuses dont les matériaux sont facilement érodables. Ce constat a été aussi fait en France et au Canada par SOGEAM-TECSULT INC., (1991, p.25) ; LUPIEN, ROSENBERG et ASSOCIES, (1991, p.65). Nous avons aussi constaté que le passage des embarcations constituait un facteur non négligeable dans le déclenchement de l'érosion des berges. Cette constatation rejoint les conclusions de plusieurs travaux réalisés dans le tronçon du fleuve Saint-Laurent à Montréal (A. BREBNER, 1967, pp.8-9 ; F.D'AGNALO, 1978, p.15 ; DAUPHIN, 2000, p.95) qui ont observé respectivement les mêmes faits, en étudiant l'érosion du fleuve St-Laurent, entre Montréal et Sorel, et l'influence des navigations commerciale et de plaisance sur l'érosion des rives du fleuve Saint-Laurent, dans le tronçon Cornwall-Montmagny. Les berges de la passe gauche sont les plus affectées par les phénomènes d'éboulement et glissements de terrain, à cause des fortes pentes le long de ces berges. Le recul des berges quantifié à partir des photographies aériennes à partir de deux points de références montre qu'à certains endroits, ce recul est important de 37 m/an. Cette vitesse s'explique par la composition sableuse du sol à cet endroit. Cependant, ce recul est moins prononcé que le premier 8 m/an à partir de la localité Moukombosso où les berges sont constituées de matériaux argileux.

Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude montrent que les berges de la rive gauche de l'Île M'bamou sont très affectées par l'érosion fluviale, mettant en cause deux agents d'érosion qui sont les vagues et les courants d'eau. Ces deux facteurs naturels agissent surtout au niveau de la base des berges de manière progressive. Les éboulements et les glissements de terrain sont les formes les plus spectaculaires et fréquemment observées le long de la passe gauche. Elles sont imputables, en grande partie, à la fragilité des sols (sols sableux) et à la géomorphologie de ces berges (pente forte et forme concave). Ainsi, les sections les plus

affectées par cette érosion restent les sections où les berges sont constituées essentiellement par les matériaux sableux. Deux mécanismes identifiés commandent l'évolution des berges à l'Île M'bamou (le sapement des vagues au pied du talus qui se termine le plus souvent par des mouvements de masses). Les différentes formes d'érosion fluviale que nous observons actuellement le long des berges de l'Île M'bamou s'expliquent, en grande partie, par la nature des sols et la géomorphologie des berges.

Références bibliographiques

BREBNER A., 1967, *A study of Ship Generated Waves in the St. Lawrence Rive*, Department of Civil Engineering, Queens University, Kingston, Ontario. 16 p

COSSON (J.) 1955.: Note explicative sur les feuilles de Pointe-Noire –Brazzaville – Gouvernement général de l'AEF, 55p

DAUPHIN D., 2000, *Influence de la navigation commerciale et de la navigation de plaisance sur l'érosion des rives du fleuve Saint-Laurent dans le tronçon Cornwall-Montmagny, Rapport final*, Ministère des transports du Québec. 103 p

D'AGNOLO F., 1978, *Étude d'érosion - Partie du fleuve St-Laurent entre Montréal et Sorel*, Garde côtière canadienne, Ministère des Transports. 23 p

Daudet P., (1969) - Note explicative de la carte géologique de la République du Congo - Brazzaville au 1/500000, zone comprise entre 20° et 5° sud. Mèm. Bur, Rech. Géol.Min, 103p

ÉCOGÉNIE. 2002. *Étude sur l'érosion des rives des rivières Lorette et du Cap Rouge. Rapport final*, Ville de Sainte-Foy. 27 p

Kinga-Mounzé., (1986)- Transport particulaire actuel du fleuve Congo et de quelques affluents; enregistrement quaternaire. Thèse de Doctorat de géologie, Univ de Strasbourg, 246 p.

LAFLEUR Y., 2002, *Les processus érosifs et la perte annuelle de sédiments due à l'érosion des berges de l'île aux Bœufs et de l'île au Prunes dans le fleuve Saint-Laurent*, Université du Québec à Montréal, mémoire de maîtrise. 122 p

Laraque A, Pandi A, Berthelot M, Mietton M., (1994)- écoulement et transport de matières dans le bassin versant du Djoué, affluent du fleuve Congo. Hydrol, continental, vol 9 N° 2, p 153 – 168

LUPIEN, ROSENBERG et Associates, 1991, *Étude des berges de la rivière Broadback. Complexe NBR. Vol. I, texte et annexes, rapport S-90-2337-3, présenté à Hydro-Québec.* 82 p

SITA P., 1980, *Étude préliminaire de la végétation de l'île Mbamou*, ORSTOM, centre de Brazzaville, laboratoire de botanique. 57 p.

Société d'ingénierie Shawinigan ltee, 1974, *Bas Saint-Maurice – Étude d'érosion et de stabilité des berges*, *Rapports n° 54050-00-74 et 54051-00-74*. 37 p

Société d'énergie de la baie James (SEBJ), 1975, *Rapport du Comité sur la stabilité des berges de la rivière La Grande entre Fort- George et l'aménagement LG-2 (mille 73)*, Direction Ingénierie. 48 p

SAINT-LAURENT D., 1999, « Rives et formes d'érosion fluviale à l'embouchure de la rivière de Rupert, Baie de James, Québec », *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, Canadian Landform Examples, 43, 4, p. 439-446.

SAMBA-KIMBATA M.J. (1978), « le climat du Bas-Congo ». Thèse de 3^e cycle, Univ.de Dijon, 280 p

SAINT-LAURENT D. et GUIMONT, P., 1999, « Dynamique fluviale et évolution des berges du cours inférieur des rivières Nottaway, Broadback et de Rupert, en Jamésie, Québec ». *Géographie physique et Quaternaire*, 53 (3), pp. 389–399. <https://doi.org/10.7202/004866ar>

SAINT-LAURENT D. et GUIMONT P., 1999, « Dynamique fluviale et évolution des berges du cours inférieur des rivières Nottaway, Broadback et de Rupert », *Jamésie (Québec), Géographie Physique et Quaternaire*, 53, 3, pp. 1-11.

SAUTTER .G, 1951 « Note sur l'érosion en cirque des sables au Nord de Brazzaville ». *Bulletin de l'Institut d'Etudes Centrafricaines*, 1951, nouvelle série, n° 2, pp. 49-62

SOGEAM-TECSULTINC, 1991, « Complexe Nottaway-Broadback- Rupert, Avant-projet phase I, Études géomorphologiques » rapport de terrain et description du milieu. Rapport présenté à Hydro-Québec, Vice-présidence Environnement. 30 p

ZAGUY-GUEREMBO R.L 2012 « Étude morphodynamique de l'ensablement au port autonome de Brazzaville, dans le Stanley-pool (au Congo) ». Thèse de Doctorat de géomorphologie, Université de Bangui, RCA, 240 p