Uirtus **(Peer-reviewed Journal of Arts and Humanities)**
Available online at https://uirtus.net/
E-mail: soumissions@uirtus.net / revueuirtus@gmail.com
Vol. 5, No. 1, April 2025, Pages: 521-537
DOI: https://doi.org/10.59384/XVIF1633
ISSN: 2710 - 4699

Étude comparative de la morphodynamique des levées alluviales du Sénégal avant et après-barrages : la partie amont de l'ile a morfil (l'axe winding-walalde, rive gauche)

Comparative Study of Senegal Alluvial Levee Morphodynamic Before and After Dams: The Upstream Sector of Morfil Island (the Winding-Walalde Axis)

Amadou Gueye

Article history:

Submitted: March 7, 2025
Revised: March 28, 2025
Accepted: April 7, 2025

Keywords:
Morphodynamic, alluvial levee, banks, dams, DSAS, erosion

Mots clés :
Morphodynamique, levées alluviales, barrages, DSAS, érosion, sédimentation

Abstract

The results from the DSAS show that before the dams (1973-1987), Senegal River banks depending only on the flood recorded erosion rates around 2 meters per year. Erosive activity is higher because the flood is not controlled as it is today. The flood therefore had significant erosive power compared to the current period characterized by low flood unable to reach of the high levee. However, in several sectors, banks were already stabilizing as in the post-dam period. In this last period, erosion continues with lower rates, not exceeding 1.41 m/year according to the LRR index. With 1.53m/year, the erosion is slightly more accentuated with the EPR index.

Résumé

Les résultats issus du DSAS montrent qu'avant-barrages (1973-1987), les berges du fleuve Sénégal, contrôlées la crue, enregistrent des reculs tournant autour de 2 mètres par an. L'activité érosive est plus élevée puisque la crue n'est pas contrôlée comme elle l'est aujourd'hui. La crue possédait une puissance érosive considérable, nettement supérieure à celle de la période actuelle, où elle peine à atteindre les levées supérieures. Toutefois, dans plusieurs secteurs, les berges, se stabilisaient déjà eu égard à la grande sécheresse qui affectait le bassin du Sénégal. Dans la période post-barrages, l'érosion se maintient avec des taux plus faibles, ne dépassant pas 1,41 m/an selon la méthode LRR. Avec 1,53m/an, l'érosion est légèrement plus accentuée avec l'indice EPR.

Uirtus © 2025
This is an open access article under CC BY 4.0 license

Corresponding author:
Amadou Gueye,
Université Gaston BERGER (UGB)
E-mail: gueye.amadou@ugb.edu.sn

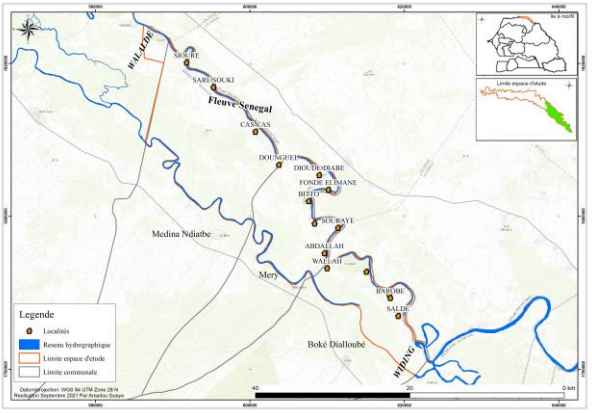
UIRTUS
vol. 5, no. 1, April 2025 ISSN 2710-4699 Online

Introduction

L'histoire géomorphologique de la vallée du fleuve Sénégal est marquée par plusieurs épisodes climatiques caractérisés par un type de morphodynamique et de morphogenèse dont les grands traits sont toujours visibles. Ces épisodes ont donné naissance à un système de levées complexe que le fleuve façonne encore. Ainsi, la dynamique actuelle des levées est à replacer dans le contexte général du Subactuel à l'Actuel (2 000 BP à nos jours). Cet épisode climatique, qui a vu une réduction des crues, se manifeste par un sapement des levées post-nouackchottiennes (Michel). Ce contexte climatique coïncide avec la période postérieure à la construction des barrages, entraînant une modification significative de l'hydrologie et de la morphodynamique des levées alluviales du fleuve Sénégal.

Sous régime naturel, les levées étaient façonnées par la crue annuelle du fleuve. Dans la période post-barrages, en dehors de la crue annuelle, elles évoluent aussi sous le contrôle des lâchers d'eau de Manantali (Kane ; Niang ; Gueye 161). Les rares connaissances qui existent dans ce domaine font état de la nouvelle morphodynamique induite par les barrages sans une distinction entre les deux périodes. Ce qui ne favorise pas une meilleure compréhension de la dynamique actuelle des levées. L'objectif de cet article est donc de comparer la morphodynamique des levées du fleuve Sénégal avant et après barrage, sous le prisme des processus hydrologique et anthropique. Il s'intéresse à la section amont de l'île à morfil, de la confluence du Sénégal et du Doué jusqu'à Walaldé.

Figure 1 : Croquis de localisation

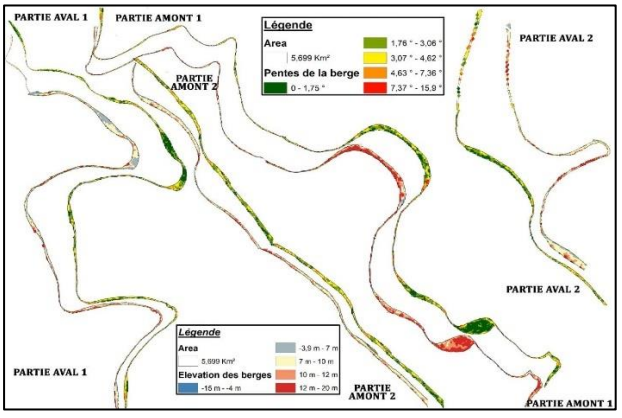


UIRTUS
Vol 5, No. 1, April 2025 ISSN 2710-4699 Online

Les processus hydrodynamiques, naturels et/ou anthropiques, ont contribué tout au long de l'histoire de la vallée à dégager des formes sans cesse remaniées. De fait, avec les débits d'étiage et surtout de crue, l'érosion des berges du fleuve Sénégal, draine un volume considérable de sédiments qui contribuent à modeler les rives (Gueye 86). Les sédiments d'origine fluviale, contribuent par érosion et accumulation à l'évolution des berges (Kane). Il en résulte un exhaussement, un recul, voire une extension des levées dans toute la vallée. Dans ce secteur de la vallée, les berges ont des altitudes relativement faibles dans l'ensemble : elles ne dépassent pas les 20 mètres. La hauteur des berges n'est pas constante, elle varie régulièrement dans tous les endroits. Elles restent inégalement réparties dans l'espace.

La partie amont 1 se caractérise par des berges hautes, la hauteur variante majoritairement entre 10 et 20 mètres. La transition entre partie amont et aval se traduit par des berges moyennement hautes avec des altitudes qui oscillent entre 7 et 10 mètres. Dans la partie amont 2, les altitudes décroissent. À hauteur de Wassetaké (partie amont 1) et dans le secteur Saré Souki-Siouré, la pente du talus se situe entre 7 et 16°. Dans la partie avale, la hauteur des berges devient très irrégulière, toutes les classes d'altitudes y sont notées. À partir de Cas Cas, les berges deviennent moins développées puis elles s'exhaussent à hauteur de Saré Souki et Siouré (7 à 12 mètres). Les berges caractérisées par des talus très bas (inferieures à -4 mètres), sont presque inexistantes, elles s'étendent sur 1,6 km. Les berges dont les altitudes sont comprises entre 10 et 20 mètres s'étendent sur 73 km, soit 84 %. Les berges à talus bas ou moyennement élevés ont une longueur de 12,4 km (14,25%).

Figure 2. Carte des pentes et des altitudes des berges



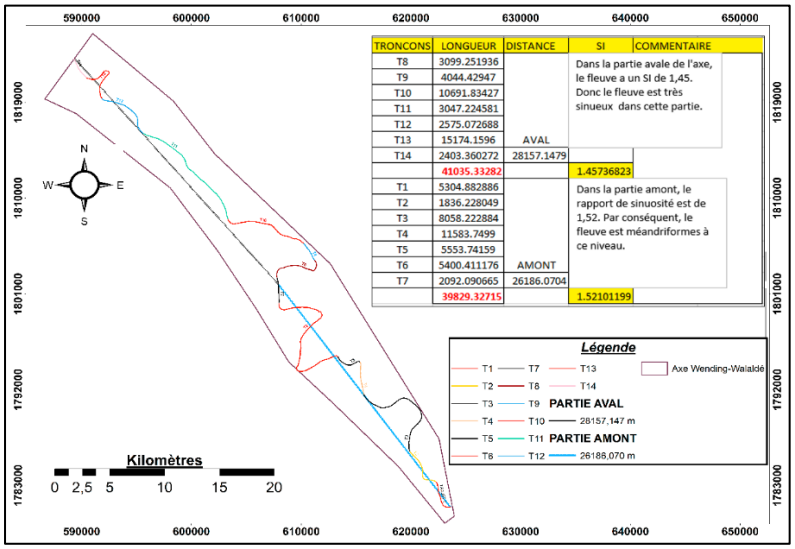
Source : Gueye A. (2022)

UIRTUS
vol. 5, no. 1, April 2025 ISSN 2710-4699 Online

Le tracé des berges du Sénégal à hauteur de l'île à Morfil se caractérise par des sinuosités très prononcées dans la partie avale et des méandres dans l'amont.

Dans la partie amont (T1 à T7), se succèdent plusieurs sinuosités dont la longueur varie d'un tronçon à l'autre. Sur une longueur de 41,035 kilomètres, le coefficient général de sinuosité est de l'ordre de 1,52. Le lit est alors méandriforme dans cette partie, contrairement à la partie avale qui est très sinueuse (SI = 1,45). Les courbures et les sinuosités sont dues à l'action combinée des conditions hydro-géomorphologiques qui permettent au fleuve de réajuster son tracé.

Figure 1 : Carte des sinuosités et méandres



TRONCONS	LONGUEUR	DISTANCE	SI	COMMENTAIRE
T8	3099.251936			Dans la partie avale de l'axe, le fleuve a un SI de 1,45. Donc le fleuve est très sinueux dans cette partie.
T9	4044.42947			
T10	10691.83427			
T11	3047.224581			
T12	2575.072688			
T13	15174.1596	AVAL		
T14	2403.360272	28157.1479		
	41035.33282		1.45736823	
T1	5304.882886			Dans la partie amont, le rapport de sinuosité est de 1,52. Par conséquent, le fleuve est méandriformes à ce niveau.
T2	1836.228049			
T3	8058.222884			
T4	11583.7499			
T5	5553.74159			
T6	5400.411176	AMONT		
T7	2092.090665	26186.0704		
	39829.32715		1.52101199	

Source : Gueye A. (2022)

1. Méthodologie

L'approche méthodologique adoptée s'inspire des études de cinématique littorale utilisant des données multi-sources, traitées, intégrées dans une base d'informations géographiques et exploitées par un SIG. Elle repose essentiellement sur des images satellitaires Landsat 1973, 1987, 1990 et 2020 de 30 mètres de résolution. La ligne de référence du trait de base a été définie comme étant la position instantanée de la ligne de berge. La numérisation des traits de berge a été réalisée avec le logiciel *ARCGIS 10.2.2*. Ce trait représente la ligne de démarcation entre milieu aquatique et terrestre ou le contact de l'eau avec la berge. Dans la période avant-barrage, il est

procédé à une comparaison entre les traits de berge de 1973 et 1987. Dans la période après-barrage, la comparaison porte sur les années 1990 et 2020, soit une période de 30 ans. La mise en service du barrage de Manantali a commencé en 1987. C'est ce qui justifie son choix comme année de référence séparant la période avant et après-barrages.

Les traits de berge sont intégrés dans *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) sous ARCGIS. Il s'agit d'une extension conçue par (Thieler *et al.*) qui propose deux indices : l'indice EPR (*End Point Rate*) pour évaluer l'évolution entre l'emplacement de deux traits successifs et l'indice LRR (*Linear Regression Rate*) pour estimer les taux d'évolution de chaque site sur l'ensemble de la période d'étude. Ainsi, lorsque tous les paramètres d'entrées sont correctement saisis, le DSAS génère automatiquement, selon le pas de mesure défini, des transects. Les transects sont perpendiculaires au linéaire choisi et mesurent les écarts entre les traits puis calculent les taux moyens de déplacement le long de chaque transect (Faye et al.). La méthode des points extrêmes (End Point Rate-EPR) : l'EPR est la distance sur le transect entre deux traits le plus récent et le plus ancien divisé par le nombre d'années séparant ces traits (Himmelstoss ; Jamont).

La méthode de régression linéaire (Linear Regression Rate - LRR) utilise une droite établie par la méthode des moindres carrés à partir des points d'intersection des traits de berges historiques avec chaque transect. La pente de cette droite est le taux de régression linéaire en mètres par an. (Himmelstoss ; Jamont). Elle permet ainsi d'estimer l'évolution de chaque segment sur l'ensemble de la période considérée. Le nombre d'individus de la série statistique est celui du nombre de traits de berge.

Les statistiques d'incertitude sont calculées à partir soit d'une table de marge d'erreur intégrée au programme ou à partir d'une valeur fournie par défaut (Himmelstoss). Nous avons retenu par défaut 4 mètres comme marge d'erreur pour chacune des lignes de référence. Les erreurs dans notre cas d'étude peuvent provenir des incertitudes liées aux images utilisées et des incertitudes de mesures (numérisation). Le DSAS, contrairement, à la méthode des stations de mires déjà utilisée pour l'étude du même phénomène dans la même zone, présente l'avantage de prendre en compte tout le linéaire en mettant en évidence les secteurs en accrétion, en érosion et stables. Il est possible aussi de suivre la morphodynamique des levées avec un DGPS mais une telle méthode est problématique dans ce cas. En effet, une mesure avant

et après une crue n'est pas toujours un bon indicateur d'un taux de recul, les types de crues étant très variables dans l'espace et dans le temps.

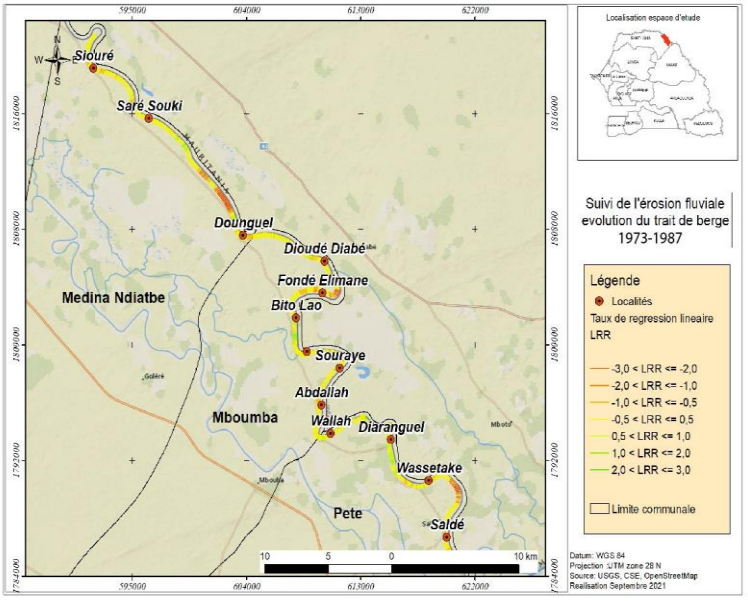
2. Résultats

Dans une approche comparative, les résultats mettent en exergue la dynamique des levées alluviales avant-barrage puis celle d'après.

2.1. La dynamique des berges avant la mise en eau des barrages

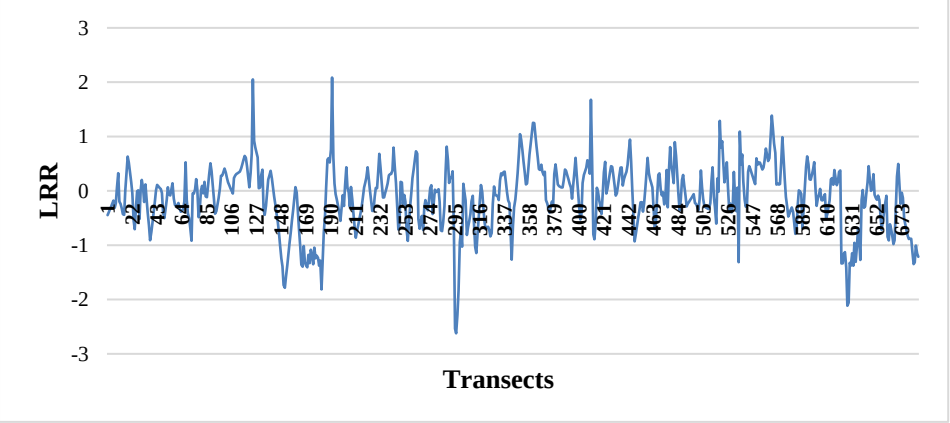
Sous régime naturel, la dynamique des berges reste fortement dépendante de la crue annuelle. Les résultats du traitement cartographique sur le DSAS montrent que la dynamique érosive s'est maintenue de 1973 à 1987, dans un contexte de sécheresse. Cette grande sécheresse des années 1970 se caractérise par des débits faibles, donc une forte réduction des crues mentionnées par plusieurs auteurs (Gueye ; Faye ; Niang). En dépit de la faiblesse des débits enregistrés durant les années 1970 et 1980, le fleuve a continué son activité morphogénique avec un recul annuel qui est de l'ordre du mètre (Seck).

Figure 2 : Dynamique des berges avant-barrage (1973-1987) selon la méthode LRR



La dynamique des berges s'est poursuivie en alternant ses activités d'érosion et d'accrétion. L'axe d'étude apparaît comme une zone relativement active alternant des boucles concaves et convexes révélatrices de l'activité morphodynamique que subissent les berges. Elle témoigne également de l'ampleur des modifications récentes subies par le tracé des berges.

Figure 2. Dynamique de l'érosion fluviale basée sur le LRR de 1973 à 1987



Le secteur Winding-Wassétaké :

De Winding à Saldé (transect 1 à 61), soit 7,24 km, les berges ne connaissent pas de sinuosités majeures. La hauteur avoisinant les 16 mètres dans ce secteur est un facteur de vulnérabilité. A ce titre, l'érosion de la berge y est estimée, en moyenne, à 1,5 m/an. De Saldé à Wassetaké, le fleuve décrit l'une de ses plus grandes boucles avec des altitudes de 16 mètres et des pentes de 7 à 16°. Cette morphologie, combinée à une granulométrie à prédominance fine, favorise les processus d'érosion par sapement et éboulement. Une forte pente peut favoriser le sapement basal des berges où des structures en porte-à-faux peuvent apparaître (Thorne et Tovey). Ainsi, à Saldé, les échantillons prélevés dans l'horizon superficiel de la petite levée contiennent une infime partie d'argiles et de limons. L'absence de ces fractions s'explique sans doute par leur faible résistance au courant. Cet indicateur confirme la vulnérabilité de la berge dans la mesure où les argiles et les limons présentent une forte cohésion, donc une forte résistance au courant (Gueye 124).

Il a été démontré que la pente et le type de dépôt constituant la berge,

en particulier la teneur en matière organique ou la taille des grains, affectent la sensibilité des berges à l'érosion (Gaskin et al.). Les boucles sont des secteurs à forces hydrodynamiques élevées. Le taux d'érosion tourne autour de -1,4 m/an.

Le secteur Wassétaké-Dioudé Diabé

Au sortir de Wassetaké, la sédimentation reprend son cours avec des valeurs avoisinant celles de l'érosion. À partir de Diaranguel jusqu'à Souraye (transect 68-296), les berges qui gardent toujours la même morphologie que les localités d'amont (Saldé et Wassetaké : forte sinuosité) enregistrent des taux de recul variant de -2,96 à -0,00042 m/an, soit un taux moyen annuel de -1,37 m/an. De Souraye à Dioudé Diabé (transect 313 à 464), les berges reculent entre -0,28 à -1,4 m/an, moyennant -1,02/an. Au-delà des forces hydro-dynamiques, la morphométrie des berges est un facteur déterminant de l'érodabilité des berges. Avec 16 mètres de hauteur et des pentes de 16°, ces secteurs enregistrent des taux d'érosion non négligeables inhérents à la submersion.

Le secteur Dioudé Diabé-Walaldé (transect 464 à 687)

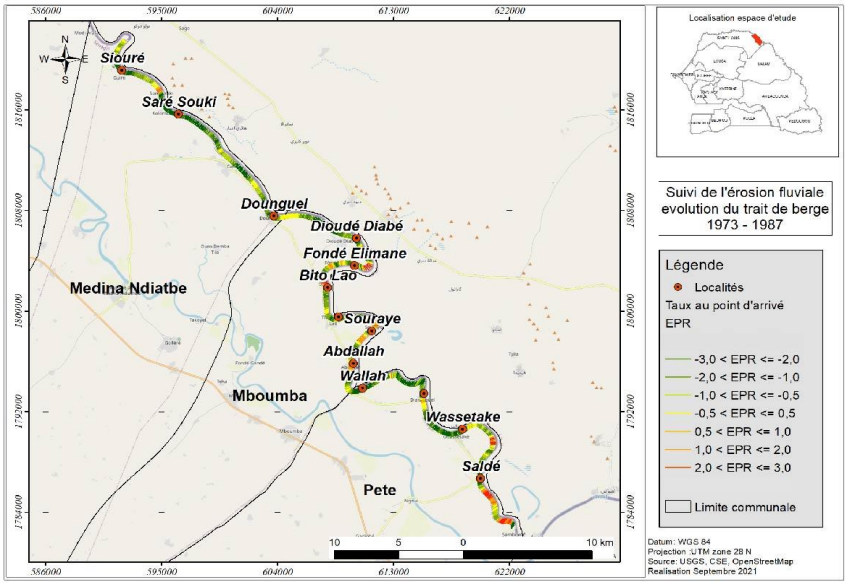
Il s'étend sur 20,27 km marqué par des taux d'érosion très faibles et la dynamique générale est accumulative dans l'ensemble comparé aux secteurs amont. Le taux le plus élevé est mesuré aux environs de Saré Souki (-2,14/an). C'est un secteur qui a des berges qui tendent vers la stabilité étant donné que les valeurs décroissent vers l'aval : de Siouré à Walaldé, la sédimentation reprend son cours. Ces berges qui ne libèrent que peu de sédiments, évoluent d'une façon très lente ou faible. Elles doivent leur stabilité à leur éloignement du lit mineur du fleuve, elles sont à l'abri des flots de la crue (Gueye ; Gueye et al. 57). En effet, les sédiments arrachés à la haute levée pendant de longues années, ont constitué un rempart face au courant fluvial. En conséquence, le courant se met à éroder ce rempart, la haute levée s'assèche et se trouve hors du champ d'action fluvial : le fleuve s'éloigne considérablement de la haute levée. Avec la répétition de ce phénomène sur de longues années, la haute levée n'enregistre aucun recul.

Les résultats obtenus avec l'indice EPR s'écartent sensiblement de

UIRTUS
Vol 5, No. 1, April 2025 ISSN 2710-4699 Online

ceux issus de l'indice LRR. Les taux d'érosion et d'accumulation sont mesurés à peu près aux mêmes endroits.

Figure 3 : Dynamique des berges avant-barrages (1973-1987) selon la méthode EPR



La dynamique érosive des berges avant barrages est comparée à celle d'après. Seule la dynamique érosive et accumulative entre dans le cadre de cette comparaison.

2.2. La morphodynamique fluviale dans le contexte d'après-barrages

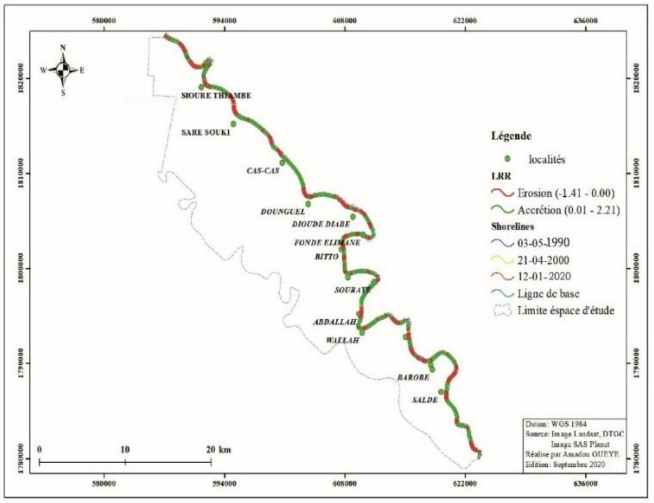
Avant-barrages, les berges du fleuve Sénégal, évoluant principalement sous l'action de la crue, enregistre des reculs tournant autour de 2 mètres par an. L'activité érosive est plus élevée puisque la crue n'est pas contrôlée comme elle l'est aujourd'hui. La crue avait donc une puissance érosive importante comparée à la phase actuelle où elle peine à atteindre le pied de la haute levée. Malgré la grande sécheresse, des taux d'érosion frôlant les 3 m/an ont été notés dans des boucles actives (Saldé-Wassetaké-Diaranguel, Bito Lao-Fondé Élimane, Saré Souki-Siouré). En étiage, le fleuve, en régime naturel, pouvait se tarir complètement certaines années, alors que le soutien d'étiage du barrage permet d'y maintenir un volume important. Le changement de régime au niveau des stations a des conséquences sur la dynamique des levées du

fleuve Sénégal comme en attestent les mesures *in situ* effectuées sur la petite levée (Gueye, 2022 et Gueye et al.). Toutefois, dans plusieurs secteurs, les berges se stabilisaient déjà comme dans la phase post-barrage avec la diminution des modules.

Dans la période actuelle marquée par une forte anthropisation, quelle que soit la méthode appliquée, les taux d'érosion restent faibles dans l'ensemble. Avec une longueur de 87 kilomètres, soit 721 transects, l'axe Winding-Walaldé subit les phénomènes d'érosion et d'accrétion entre 1990 et 2020 sur tout le long de la berge. Les berges menacées par l'érosion fluviale sont estimées à 40 kilomètres, soit 48 % du linéaire. L'évolution du linéaire montre que la berge est relativement stable avec un recul fluctuant entre -1,41 et 0 mètre de 1990 à 2020.

Le *linear regression rate* ou taux de régression linéaire détermine la tendance évolutive du trait de berge entre différentes années. Ainsi, il est possible de préciser les localités soumises à l'érosion et à l'accrétion.

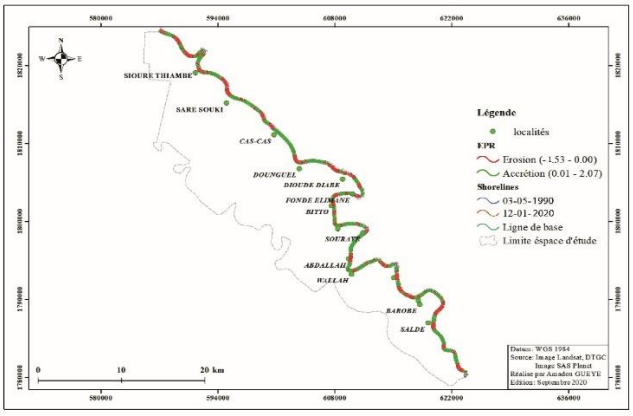
Figure 4 : Suivi de l'érosion fluviale par la méthode LRR



En divisant le linéaire en sections, on remarque que l'érosion se concentre plus dans la partie amont marquée par de fortes sinuosités. Toutefois, le secteur Winding-Saldé à berges stables est en accumulation (0,39 et 0,41 m/an). Il n'y a pas un seul tronçon où l'érosion s'est maintenue de façon constante sur toute la phase d'observation et de suivi : les phases d'érosion

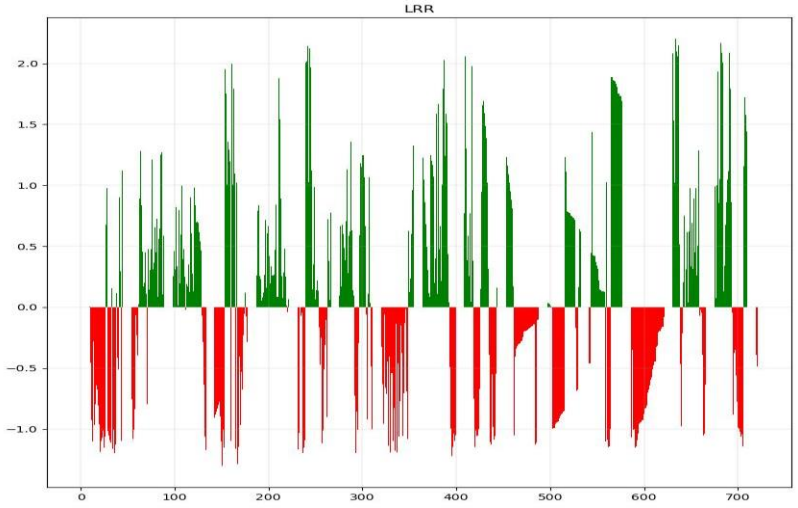
alternent avec les phases d'accumulation.

Figure 5 : Suivi de l'érosion fluviale par la méthode EPR



L'analyse spatiale et temporelle permet aussi de mettre en évidence une importante variabilité lors de la phase d'observation. Le taux d'érosion maximal mesuré peut atteindre -1,41 mètre/an et des engraissements jusqu'à 2,21 mètres/an durant toute la période de référence. Dans ce secteur, entre 2013 et 2020, le fleuve engloutit presque 0,5 m/an d'après les mesures *in situ* et 1,6 m/an selon la méthode EPR.

Figure 5. Evolution du trait de berge selon l'indice EPR



Avec l'indice EPR, l'évolution historique de la berge sur l'ensemble du linéaire, soit 87 kilomètres, montre que le trait de la berge est relativement

stable avec un recul latéral compris entre -1,53 et 0 mètre entre 1990 et 2020. Comme dans la période avant-barrages, l'érosion reste légèrement plus accentuée avec l'indice EPR que celui du LRR.

La période d'après-barrages est surtout caractérisée par des taux de recul faibles dans l'ensemble, soit un taux moyen annuel de -0,70 mètre. La période post-barrages présente une diminution marquée de l'intensité érosive, ce qui s'explique principalement par la réduction significative des débits morphogènes. Le taux moyen annuel de 0,70 mètre semble raisonnable car elle avoisine les taux issus des mesures effectuées sur le terrain qui se situe à 0,67 mètre par an. En outre, le linéaire concerné par l'érosion diminue légèrement, il passe de 52 à 45 km (Gueye, 2022). En segmentant le linéaire en sections, on remarque que le secteur Saldé-Wassetaké (transect 1 à 58) reste encore actif avec des taux d'érosion compris entre -0,9 et -0,004 mètre/an. La section qui commence au sortir de Dounguel qui va jusqu'à Cas-Cas est globalement en accumulation, c'est la section la plus rectiligne des berges. A partir de Saré Souki, le fleuve reprend son activité érosive même si les taux de recul sont faibles (-0,43 m/an). Il en résulte que les secteurs à sinuosités et méandres prononcés sont le siège de forces hydrodynamiques intenses. En réalité dans les sections où le tracé du cours d'eau est courbe, les forces d'entraînement se verraient augmenter significativement en raison de l'occurrence d'une composante hélicoïdale au niveau de l'écoulement (Beek, Ritter et al.). En effet, l'action de la force centrifuge en réponse à la déviation de l'écoulement dans la courbe causerait une légère surélévation du niveau d'eau dans la partie extérieure de celle-ci.

La prédominance de la sédimentation sur l'activité érosive qui a commencé avant-barrage est de mise dans le contexte après-barrage. Les taux d'accrétion oscillent entre 0,003 et 2,21 m/an, soit une moyenne annuelle de 0,81, sur l'ensemble de l'axe d'étude. La prédominance de l'accrétion sur l'érosion est le fait de la rareté des débits morphogènes, capables de modifier le tracé des berges, voire du lit du fleuve. Ce qui confirme que le Sénégal est un fleuve à faible énergie. D'ailleurs, depuis le début des années 1950, le tracé du Sénégal n'a pas subi des modifications remarquables (Niang 143). La grande sècheresse des années 1970, qui n'est pas synonyme d'arrêt de la morphogenèse fluviale, est suivie d'une sensible amélioration de la situation

hydrologique. Les mesures effectuées sur le terrain montrent aussi que les berges ne libèrent pas beaucoup de matériaux malgré cette nouvelle situation hydrologique.

Discussion

Avec des taux moyens annuels qui avoisinent les 2 mètres/an, la dynamique érosive des levées avant-barrages est plus importante que celle de la période après-barrages. Toutefois, le linéaire soumis à l'érosion s'agrandit dans la période post-barrages. Autant la puissance de la crue donne des taux d'érosion élevés, autant les lâchers d'eau de Manantali qui imbibent le pied de la levée en permanence augmente le linéaire érodé. La dynamique comparative des levées du Sénégal dans la période avant et après-barrages montre que les lâchers de Manantali jouent un rôle secondaire consistant à parachever le travail morphogénique initié par la crue. La faiblesse des taux notée dans la phase post-barrages est à mettre en corrélation avec la baisse de la puissance de la crue. Cette conclusion est tirée des mesures *in situ* réalisées dans le même espace d'étude (Gueye ; Gueye et al.). Ces derniers donnent des reculs moyens annuels de 0,67 m/an. Les travaux récents (Ndour; Mbaye) réalisés sur le Sénégal et ses tributaires (Ganguel Soulé, Diélla, Falémé, Doué) qui ont utilisé la méthode des piquets donnent des reculs faibles, de l'ordre de 0,5 mètre comparable à ceux obtenus en étiage.

Les années 1950 et 1960 se caractérisent par une relative régularité de la situation hydrologique s'expliquant par une pluviométrie assez abondante dans tout le bassin du Sénégal. La fréquence et l'abondance des crues notées durant cet épisode ont eu sans doute une incidence majeure sur la dynamique fluviale. Les surfaces inondées par la crue sont si importantes que les berges ont été soumises à des reculs importants. Ainsi la crue de 1964 érode la berge du fleuve à Moudéri sur une largeur de 5 mètres (Michel).

Dans le contexte de sècheresse, la crue est uniquement canalisée sur le lit mineur. Ce qui donne des taux d'érosion non négligeables. D'après des mesures faites de 1974 à 1980, le recul moyen annuel de la berge a varié de 0,64 à 1,71 m d'amont en aval (Michel et Sall 89). Cette morphodynamique peut aussi s'expliquer par les fentes de retrait qui caractérisent la berge durant toute la longue saison sèche. Ce processus subaérien est une phase préparatoire à l'érosion fluviale (Gueye, 2022). Il est intéressant de rappeler d'abord que ni les fortes crues ni les barrages n'ont entrainé une modification

significative du tracé des berges malgré les taux de recul enregistrés. Ce qui semble confirmer les propos de Niang : « les méandres libres qui ont été formés connaissent une faible mobilité depuis le début des années 1950 du fait de la péjoration climatique qui a prévalu lors de cette période » (143). Cette conclusion montre que le Sénégal est un fleuve à faible énergie comme en attestent les résultats du jaugeage effectué à Matam et Podor au mois de Septembre 2018 quand la crue était. La vitesse des courants tournant autour de 1m/s a un faible impact sur le substrat.

Plusieurs études mentionnent le rôle morphogénique des barrages soit en limitant ou en déclenchant les processus d'érosion et d'accrétion (Dzana ; Aubry ; Amassou et al. ; Bahin et al.; Mbélé Abbo ; Nzango). En Afrique de l'ouest et centrale, la grande sécheresse a conduit à l'édification des barrages qui ont entraîné des conséquences énormes sur l'environnement fluvial. C'est l'exemple du Bénoué au Cameroun où la mise en place du barrage a non seulement modifié l'équilibre environnemental du bassin versant, mais aussi actionné des dynamiques physiques importantes (Abbo et al.). Selon les mêmes auteurs, dans le secteur aval, les processus morphogéniques se sont accélérés à travers des glissements fréquents des berges. Les taux de recul enregistrés sur les berges méandriformes sont sensiblement les mêmes que ceux obtenus dans cette étude. Ils sont de l'ordre de 1,2 m/an de 1975 à 2016. Cette dynamique érosive des berges, dans un contexte après-barrage, est également notée sur le Bénoué (Dzeufack et al.). Selon ces derniers » les périodes 1985-1990 et 2013-2018 enregistrent les valeurs moyennes de distance de migration les plus élevées : 2,2 et 2,0 m/an pour l'érosion, 1,6 et 2,2 m/an pour le dépôt, respectivement «.

Au Cameroun, selon Kaïnaramsou et Tchotsoua (2019), la vitesse d'évolution de certains secteurs des quartiers dépend de leur localisation. Ainsi, le cas du quartier Kakataré implanté dans un méandre concave est très inquiétant. La vitesse d'évolution de l'érosion est de 1,29 m/an pour 08 ménages seulement situés près du Mayo et la distance érodée en 90 ans est de 110,70 m. Au-delà des nouvelles forces hydrodynamiques induites par les barrages, il faut reconnaitre que la morphologie de la berge est aussi un facteur d'érodabilité. Comme à Kakataré (Cameroun), les localités de l'axe Winding-Walaldé, localisées dans les secteurs à berges hautes et méandriformes sont

plus sensibles. Ces secteurs sont souvent le siège d'importantes forces hydrodynamiques. Ce qui les expose à des risques socio-économiques et environnementaux.

L'analyse des risques socio-économiques a révélé que les localités de l'axe Winding-Walaldé sont différemment exposées à l'aléa « érosion des berges «. L'analyse des éléments exposés au risque d'érosion des berges meubles sur les différents sites d'étude montre que le recul menace une diversité d'enjeux d'ordre humain, économique, stratégique et socio-environnementale. Les terrains résidentiels et agricoles représentent une part importante des enjeux menacés par le recul de la berge. De tous les enjeux, les cultures des berges qui jouxtent le fleuve et les maisons situées à moins de 10 mètres sont les plus menacées. Les villages situés en amont (Saldé, Wassétaké) et en aval (Siouré et Saré Souki) sont les plus menacés. Les parties basses champs de décrue et des maisons surplombant le fleuve sont déjà défigurées par les flots du fleuve. Ce qui risque de s'accélérer d'autant plus que la recherche sur le changement climatique indique déjà des variations de niveau d'eau et de régimes hydrologiques pour plusieurs rivières du monde (Arora et Boer). Les berges dont la morphologie évolue au gré des fluctuations de l'eau fluviale subissent déjà ces changements (Tremblay). En effet, les conditions climatiques actuelles sont susceptibles de changer la fréquence et l'amplitude des mouvements subaériens et, par conséquent, entraîner une accélération de l'érosion des berges par l'action hydraulique.

Conclusion

Dans la période avant-barrages qui coïncide ici avec la grande sécheresse les levées ont enregistré des taux moyens annuels d'érosion et d'accumulation nettement supérieurs à ceux d'après-barrages. Ces taux retombent de -1,41 à 0,1 mètre/an pour l'érosion et jusqu'à 2,21/an pour l'accrétion dans la période après-barrages. Dans la période avant-barrages, les taux d'érosion sont plus élevés et dans la période après-barrages, le linéaire érodé est plus important. Cette étude comparative vient montrer que la morphogenèse alluviale s'explique plus par la puissance de la crue. Les lâchers d'eau de Manantali jouent un rôle secondaire consistant à parachever le travail morphogénique de la crue.

Avec les indices LRR et EPR du DSAS appliqués aux levées alluviales du Sénégal en amont de l'Île a morfil, cette étude met en évidence une

dynamique plus accumulative qu'érosive quelle que soit la période considérée. Le Sénégal est un fleuve à faibles débits morphogènes expliquant une faible mobilité du linéaire depuis années 1950. Avec une prédominance de l'accrétion sur l'érosion depuis la mise en place des barrages, la morphodynamique actuelle du fleuve Sénégal reflète avant tout une baisse notable de son énergie morphogénique. Les événements récents, comme la crue exceptionnelle de 2024, méritent une étude approfondie afin d'évaluer les futures tendances morphologiques.

Travaux cités

Gueye, Amadou, et al. « Étude du recul des berges dans la partie amont de l'île à Morfil (rive gauche du fleuve Sénégal) de 2014 à 2020. » *La revue Sciences sociales « Kafoudal «*, no. 2, 4e année, juin 2022, pp. 48-63.

Gueye, Amadou. *Dynamique érosive des berges du fleuve Sénégal et risques associés sur l'axe Wending-Walaldé dans l'île à Morfil (rive gauche)*. Thèse de doctorat, Université Gaston Berger, Département de Géographie, 2022.

Kana, Charles Emmanuel. « Dynamique des berges du Logone entre la retenue de Maga et le lac Tchad et ses implications socio-économiques. « *Revue Science Eaux & Territoires*, article hors-série, 24 nov. 2017, 7 p.

Kane, Alioune. *L'après-barrages dans la vallée du fleuve Sénégal. Modifications hydrologiques, morphologiques, géochimiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro-agricoles*. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop, Département de Géographie, 1997.

Lericollais, André. *Peuplement et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal*. Notice explicative no. 81, ORSTOM, 1980.

Lericollais, André, et Youssouf Diallo. *Peuplement et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal*. OMVS/ORSTOM, 1980.

Mbele Abbo, Ferdinand. « Érosion fluviale et mutations morphométriques du drainage dans le secteur aval du barrage de Lagdo (Bassin de la Bénoué, Nord-Cameroun). » *Proc. IAHS*, vol. 384, 2021, pp. 113-119, https://doi.org/10.5194/piahs-384-113-2021.

Michel, Pierre. *Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Étude géomorphologique*. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 1970. Mémoire

ORSTOM, no. 63, 1973.

Michel, Pierre et Sall Mamadou Moustapha Sall. « Dynamique des paysages et aménagement de la vallée alluviale du Sénégal.» *Mémoires ORSTOM*, vol. 106, 1984, pp. 89-109.

Michel, Pierre, et al. *Après-barrages dans la vallée du Sénégal. Modifications hydrodynamiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles*. Presses universitaires de Perpignan, 1993.

Papy, Louis. « La vallée du Sénégal : Agriculture traditionnelle et riziculture mécanisée. » *Cahiers d'Outre-Mer*, vol. 16, no. 4, oct.-déc. 1951, pp. 277-324.

Niang, Abdoul Jélil. *Les processus morphodynamiques, indicateurs de l'état de la désertification dans le sud-ouest de la Mauritanie*. Thèse de doctorat d'État, Université de Liège, Faculté des Sciences, 2008.

Rossi, Giuseppe. « L'impact des barrages de la vallée du Mono (Togo-Bénin). La gestion de l'incertitude. » *Géomorphologie : Relief, processus, environnement*, vol. 2, 1996, pp. 55-68.

How to cite this article/Comment citer cet article:
MLA: Gueye, Amadou. "Etude comparative de la morphodynamique des levées alluviales du Sénégal avant et après-barrages : la partie amont de l'ile a morfil (l'axe winding-walalde, rive gauche)." *Uirtus*, vol. 5, no. 1, April 2025, pp. 521-537, https://doi.org/10.59384/XVIF1633.