

## Research Article

## IMPACT DE LA HAUSSE DU NIVEAU DES MERS SUR LES PETITES RIVIERES: CAS DU SOUNGROUGROU ; RIVIERE DU FLEUVE CASAMANCE (SENEGAL)

<sup>1,\*</sup> Boubacar NDAO, <sup>1</sup>Moïse edioca DIATTA, <sup>1</sup>Ibra SARR, <sup>1</sup>Aminata NDIAYE, <sup>2</sup>guilgane FAYE<sup>1</sup>Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), Université CheikhAnta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal.<sup>2</sup>Laboratory of geomorphology, Université CheikhAnta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal.Received 10<sup>th</sup> November 2024; Accepted 11<sup>th</sup> December 2024; Published online 30<sup>th</sup> March 2025

## Résumé

L'étude des données climatiques en général et hydrologiques en particulier confirme que l'extension des eaux des rivières côtières du Sénégal est une réalité liée à l'élévation du niveau marin et sa dilatation. Le Soungrougrou, distant d'une centaine de kilomètres de l'Océan Atlantique au Sud du Sénégal dans la région naturelle de la Casamance n'est aucunement indifférent à ces incidences des aléas du climat. L'analyse des températures moyennes annuelles dans la zone en question pour la série 1961- 2020, montre un léger accroissement de ces dernières dans toutes les stations de ses régions bordières. L'augmentation des températures a joué un rôle important dans l'élévation et le débordement de l'eau de mer vers le continent africain. Dès lors, le mécanisme de changement des unités morphologiques débute par l'intrusion des eaux marines dans le fleuve Casamance avant d'atteindre celles du Soungrougrou. Cette surcharge d'eau entraîne d'abord l'érosion des berges à la confluence des cours d'eau précités pour atteindre l'intérieur du continent avant de s'infiltrer en profondeur et affecter les nappes. Du coup, l'eau de mer conduit le sel à l'intérieur des terres et change les propriétés physiques et chimiques du sol le long du cours d'eau dont il est question : le Soungrougrou. Ces pénétrations d'eaux salées entraînent une avancée des berges vers les terres de cultures causant ainsi leur recul puis agit sur la dynamique sédimentologique des unités du milieu avant d'apporter des changements considérables sur leur morphologie originelle. De ce fait, nous assistons à l'apparition d'unités qui se résument à de vastes terres nues salées appelées tannes jouxtant les deux rives de la rivière. Ces tannes sont d'anciennes vasières qui se sont transformés au cours du temps. Actuellement, la surface des vasières diminue tandis que celle des tannes augmente et gagne les rizières dans les vallées. Cependant ces deux unités sont encadrées par les bas-plateaux. Or, ces bas-plateaux subissent à leur tour l'érosion hydrique et éolienne occasionnant d'une part, l'ensablement des rizières et l'érosion des champs d'autre part. Les populations sont piégées dans le secteur. L'abandon des rizières à cause de l'extension des tannes est une réalité et les champs se dégradent à cause des ravins. Dans l'ensemble, les forêts se dégradent et les unités morphologiques se transforment en d'autres unités de paysages qui ne favorisent guère le développement du milieu.

**Mots clés:** évolution, berges, impact, climate change.

## INTRODUCTION

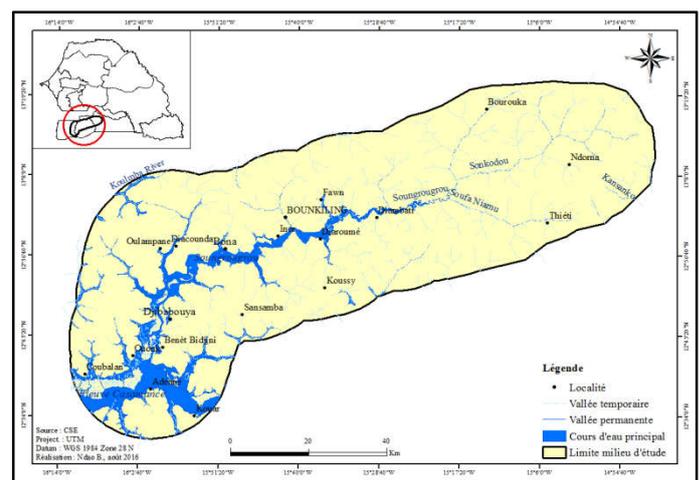
Le contexte de changement climatique global dont l'élévation du niveau des mers et leur intrusion dans le continent demeure l'une des conséquences les plus cruciales étant entendues qu'elles affectent le rythme des marées qui à leur tour commandent l'extension des cours d'eau surfaciques du milieu. L'étude dynamique des eaux de Soungrougrou de 1972 à 2016 le prouve avec des variations séquentielles qui tendent plus à la hausse. Leur l'extension en crescendo commande la dynamique sédimentologique des berges à travers des variations topographiques. Ses eaux sont actuellement tributaires de la marée et l'influence de celle-ci se fait sentir jusqu'à Diambati à 105km de son exutoire avec la Casamance à Adéane. Cela explique leur extension en direction des vallées larges en amont et en direction des plateaux qui encaissent les vallées étroites en aval. Par voie de conséquence, la montée des eaux crée les conditions repoussant les berges par endroits d'où leur avancée vers l'intérieur des terres.

A partir du Soungrougrou, le vaste bas plateau du CT se compose, d'une vallée très large côté Ouonck, parsemées d'une toposéquence, se résumant à des vasières à mangroves ou des vasières nues, le jouxtant derrière lesquelles naissent des tannes encadrées par les plateaux plus loin vers le continent.

**\*Corresponding Author: Boubacar NDAO,**

1Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), Université CheikhAnta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal.

Carte 1: Localisation du milieu



## MATÉRIEL ET MÉTHODES

## Caractéristiques du Soungrougrou et de son bassin versant :

Si l'origine du mot Soungrougrou est inconnue des Malinké, une tradition recueillie à Ziguinchor signale que le mot pourrait être une déformation de Saint- Grégoire, nom donné par les Portugais d'après Roche C (1985). Selon l'auteur, aucun élément sûr n'est venu jusqu'à ce jour confirmer cette interprétation. Pour nous, aucune autre

explication plausible n'est recueillie sur le terrain durant les enquêtes. Né dans le Sonkoudou, en Moyenne Casamance, de la réunion de quatre marigots, le sougrougrou a une pente très faible. Il rejoint le fleuve Casamance à Diao Insacounda près d'Adéane. Nos propres recherches révèlent que le Sougrougrou est long de 132,16 km dans toute sa vallée (permanente et temporaire) avec un bassin versant de près de 4700km<sup>2</sup>. Elle prend sa source dans la partie de la Haute Casamance à partir de 5 rivières qui coulent entre les forêts de Pata et Guimara donnant naissance au grand marigot de Sonkoudou qui à son tour reçoit les eaux des marigots de Soufa Niamou en provenance de thietty (N13°1,19'458", W15°4,56'222") qui traversent l'axe Badion Liss (N13°4,47'66" ; W15°21,4'28") Badion faly (N13°4,9'19" ; W15°17'22,1") Saré dogo (N13°3,39'839" W15°15,30'731") et Saré faly (N13°3,15'051" ; W15°14,37'574") au Sud et de Dialaba ; en provenance de Bourouka au Nord qui finissent par se rencontrer à Dialambéré, situé à 105km de l'exutoire à Adéane. Elle coule sur une longueur de 105 km de la confluence (Adéane) à Dialambéré<sup>1</sup>, où les rivières le forment au point N 13°06' 11,6" et W 15° 17' 54,5". Il présente une vingtaine de bancs de sable localisables aux points de flexion et peut être divisé en quatre sous bassins avec d'abord le sous bassin de Saré fodé en amont de Diaroumé vers la source, ensuite, les sous bassins de Bounkiling et de Diacounda (15°57'36,476"W ; 12°57'32,678"N) au Centre et enfin le sous bassin de Diago (16°4'27,775"W ; 12°53'4,249"N) très large à Marssassoum (15°59'21,24"W ; 12°50'12,307"N) vers l'aval avant de se jeter dans le fleuve Casamance à Diao insacounda à 12°41'15,21"N et 16°0'11,371"W. Son profil longitudinal est caractérisé par un talweg d'écoulement dont la pente tend à diminuer d'amont vers l'aval (profil concave) et présente un aspect plus ou moins linéaire avec quelques petits méandres sur près de 30 km dans son cours supérieur. Elle commence à décrire de grandes boucles dont la première se localise à 600 m des berges de Kandiadiou (15°38'45,668"W ; 13°0'5,971"N) sur la rive Nord et 200 m des berges de Touba manjack (15°36'0,868"W ; 12°59'17,92"N) sur l'autre rive.

La rivière change complètement de direction au point W 15°39'7,788" et N12°58'19,764" à partir de Djidjancounda (15°39'22,701"W ; 12° 58' 13,698"N) situé à 4,2 km en aval de Diaroumé où sa sinuosité augmente de plus en plus avec de grands détours sur près de 40 km si bien que les rives dans cette partie sont tantôt convexes du fait des sédiments qui se déposent en raison des vitesses d'écoulement faibles, tantôt concaves car exposées à des forces érosives observables sur l'axe Kandioukou-Maniora Manding avec comme coordonnées 15°38'44,305"W ; 12°59'43,06"N pour le premier site et 15°41'17,29"W ; 13°0'48,43"N pour le second. Outre, Inor diola-Baya (15°50'28,23"W ; 12°57'34,75"N) et (15°46'20,73"W ; 12°58'17,71"N) ; Bona- Djiragone djibaghar (15°50'28,23"W ; 12°57'34,75"N) et (15°54'10,205"W ; 12°56'40,611"N) ; Briou - Diendime (15°55'39,785"W ; 12°56'45,464"N) et (15°56'17,38"W ; 12°56'2,268"N), ensuite Djilonguia (15°58'45,896"W / 12°52'50,534"N).

Ces sites représentent dans le même temps les principaux points de flexion côté Nord dans l'axe Kandioukou-Maniora. Sur la rive Sud ces point existent dans les sites de Kataba-Koussaour (15° 38' 26,704"W ; 12°59'29,114"N) et (15° 58' 45,896"W ; 12°52'50,534"N) Souky-kamounda (15° 45' 34,715"W ; 12° 56' 21,584"N) et (15° 47' 12,899"W ; 12° 55' 30,479"N). Outre plus au Sud entre les sites d'Ampountoune et de Broghone (15° 48' 21,408"W ; 12° 55' 38,022"N) et (15° 50' 3,329"W ; 12° 55' 59,233"N) de Diafilon soncokounda et de Koundingding dioye, (15° 52' 43,125"W ; 12° 55'

20,578"N) (15° 54' 51,546"W ; 12° 52'59,132"N), puis à Dionguer (15° 54' 36,018"W ; 12° 54' 10,798"N). Par conséquent, la quasi-totalité des bancs de sable se situent dans cette partie de la rivière.

A partir de Djilonguia (15°58'45,896"W/12°52'50,534"N) , rive Ouest, situé à 5 km de Ndiéba qui se situe à près de 20 km de l'exutoire, le Sougrougrou qui suivait une direction ouest-sud-ouest depuis l'amont adopte une autre et change complètement vers le sud pour se jeter dans le fleuve Casamance à Adéane ( rive Sud de la Casamance faisant face au Sougrougrou) avec sur sa berge Ouest le site d'Ouonck et sur l'autre le site de Diao insacounda. Son écoulement permanent obéit aux fluctuations des marées à plus de 90 km à hauteur de Diambaty situé à 15 km en amont de Diaroumé. Son cours supérieur est dominé par une vallée où l'écoulement est temporaire tandis que son cours inférieur est à dominance d'une vallée où l'écoulement est permanente dominée par le flot des marées. En d'autres termes, l'écoulement s'amorce en amont de la rivière que pendant la saison des pluies. Par contre, en aval, il est permanent à cause de l'influence des eaux marines

## MÉTHODOLOGIE

L'étude a porté sur 18 situés de part et d'autre du Sougrougrou. La distance entre les localités choisies varie entre 10 et 20km. Pour la dynamique sédimentologique des berges, la méthodologie adoptée est la technique des piquets avec un dispositif constitué de trois tubes en PVC ou en bois de 1 m de hauteur et 10 cm de diamètre chacun. Les 50 cm seront enfoncés dans la vase et les 50 cm qui restent représenteront la hauteur de référence pour mesurer les variations topographiques (érosion / dépôt) à la surface des vasières nues, des vasières à mangrove. Ainsi, la disposition des piquets en forme de triangle nous permet d'obtenir trois valeurs par relevé et par station et de faire une moyenne.

$$\text{Moyenne} = \frac{[\sum_{n=1}^3 P_n]}{3}$$

S'agissant de leur évolution dans le temps et dans l'espace (avancée ou recul), nous avons procédé à une superposition des images satellites, disponibles au niveau du Centre de Suivi Ecologique et de la Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques (DTGC). Ces images satellites sont choisies en fonction de leur qualité.

**Tableau 1: Caractéristiques des images choisies**

Décennies	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Type	Landstat_mss	landsat_Tm 4	landsat_Tm 4	Landsat_Tm 4	Landsat_4_Present
Image classifiée	sep1979	oct 1984	nov 1999	nov 2006	nov 2014
Qualité	Mauvaise	Moyenne	Moyenne	Bonne	Bonne

Source : DTGC, 2015

### Calcul du taux de croissance des unités :

Le taux de croissance, chaque unité est déterminée selon la formule :

$$\frac{(SAa - SAd) * 100}{SAd}$$

SAa= Superficie de l'année d'arrivée

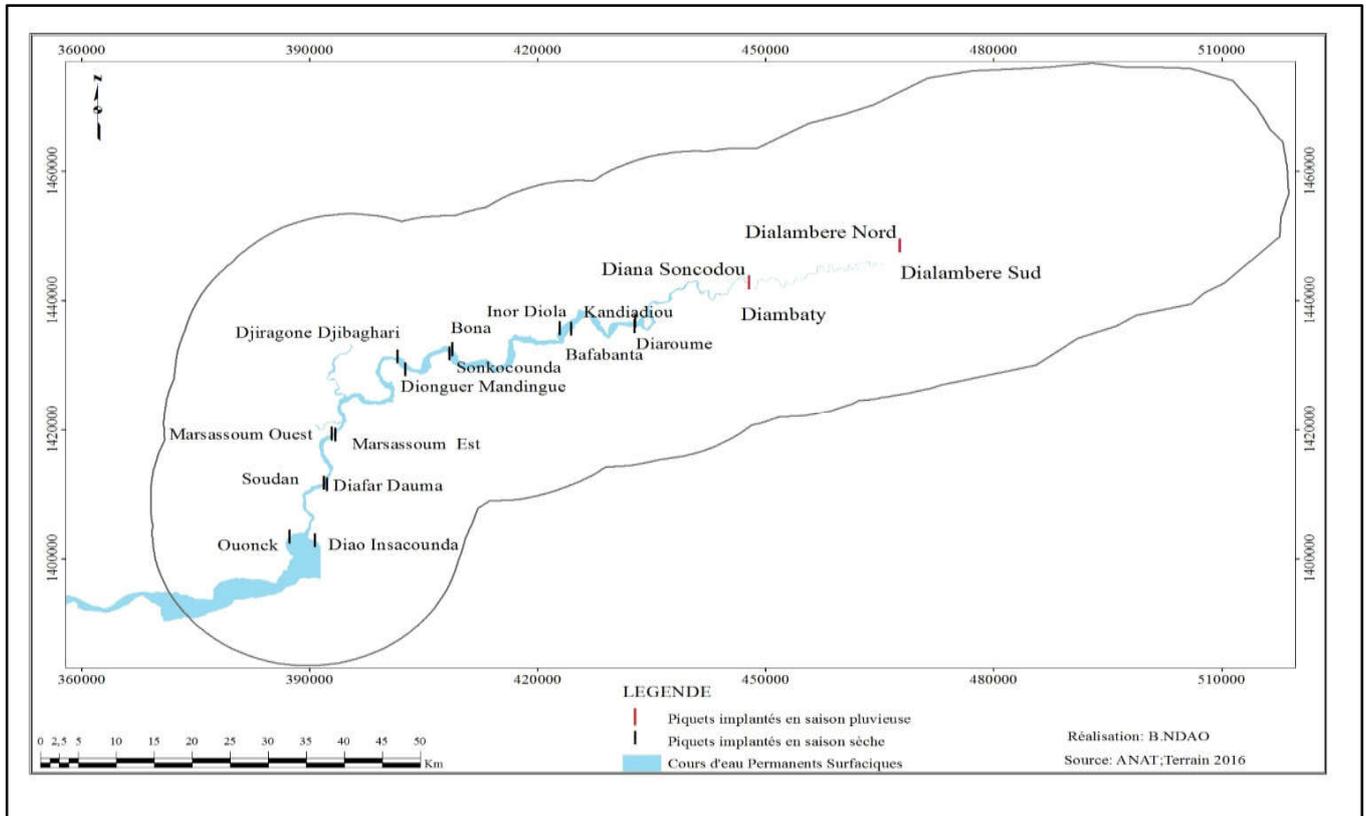
SAd= Superficie de l'année de départ

<sup>1</sup>Lieu de rencontre des quatre marigots qui forment le Sougrougrou (Soufa niamou, N'Golon, Dialaba, Sonkoudou).

## Comparaison d'images satellitaires par la méthode de détection de changement

La méthode de la comparaison de classification est adoptée dans cette étude. Elle a la particularité de fournir les types de changements, leur localisation et leur quantification. La détection du changement est la procédure d'identification des différences d'état d'un objet ou d'un phénomène en l'observant à des moments différents. En d'autres termes, elle permet d'identifier, de décrire et de quantifier les différences entre les images d'une même scène, prises à des dates différentes (exemple de  $t_0$  à  $t_0+1$ ).

**Carte 2:** Localisation des piquetset des sites échantillonnés le long du Soungrougrou



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Dynamique spatio- temporelle des berges : de 1972 à 2016

Les phénomènes d'érosion et d'ensablement qui se sont observés le long des rives du Soungrougrou au cours de la période 1972-2016 ont mis sur place une dynamique de la ligne de rivage se distinguant par les mouvements d'avancée ou recul des berges. Toutefois, l'érosion par recul de ces dernières localisables en bordure du cours d'eau est plus fréquente que les dépôts qui causent dans un premier temps leur ensablement puis leur avancée formant ainsi des bancs de sable un peu partout après dissection du sable par érosion. Pour mener à bien l'étude de l'évolution de ces unités en bordure de la rivière, une superposition des lignes des années 1972 et 2016 a été faite dans le seul but de mieux appréhender leur mouvement.

Globalement, l'évolution de la ligne de rivage se caractérise par une avancée quasi générale des berges menaçant plusieurs sites bordant le cours d'eau dans le milieu. Cependant, ces avancées apparaissent plus sur la rive droite, correspondant au côté Ouest de la confluence en aval où les plus fortes valeurs sont enregistrées que sur la rive gauche, côté Est dans ce même secteur. À la confluence (rive Ouest), leur front a avancé de plus de 900m de 1972 à 2016 si bien que l'eau salée repoussant les limites du rivage vers les basses terrasses arrive visiblement à causer l'installation de tannes. Deux facteurs expliquent ce résultat. Le premier est d'ordre hydrologique et le second reste géomorphologique. Au plan hydrologique, la montée actuelle des eaux combinée à la force du courant dans ce secteur où les eaux de la Casamance et du Soungrougrou s'entremêlent, provoque l'érosion dans cet endroit.

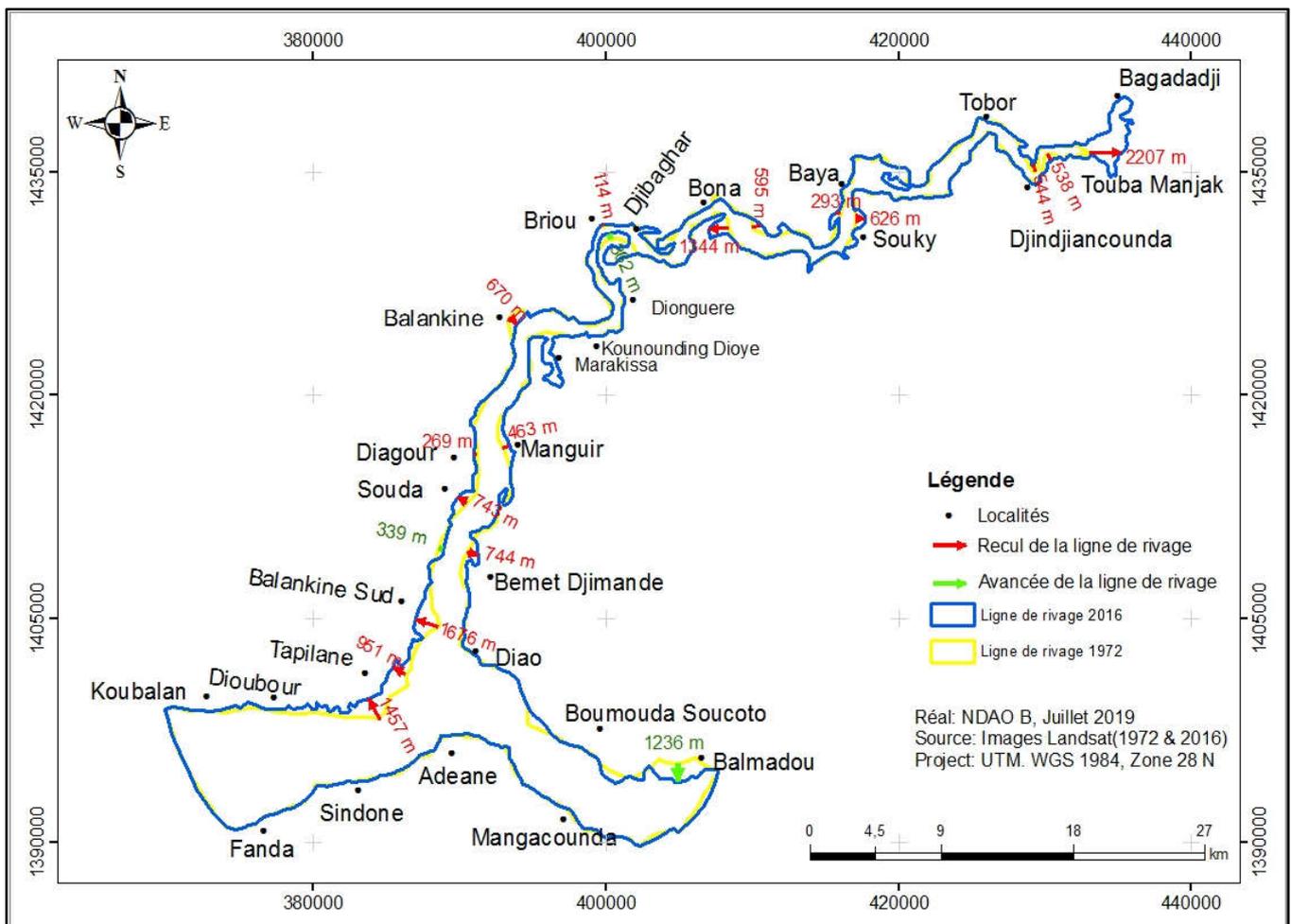
Au plan géomorphologique, cela relève d'une diminution des apports terrigènes en sables, car les vastes terrasses dénudées sont très loin des versants où les végétaux stabilisent le sol bloquant en conséquence le transit sédimentaire des bas plateaux du CT vers la berge la rendant ainsi très vulnérable à l'érosion. En revanche, une superposition des deux lignes (1972 et 2016) est notée le long de l'axe Fanda, Sindone, Adéane et Mangacounda correspondant à la rive Sud de la Casamance, qui constitue la limite Sud de la confluence la faisant face. Les deux profils longitudinaux présentent une légère stabilité (100 à 200m) dans cette partie, car les mesures indiquent une avancée dont les valeurs restent de loin inférieures aux valeurs des autres sites suggérant une faible érosion. À 20km un peu plus au Nord à Marsassoum, site où la rivière change de direction, les deux rives se partagent de manière plus ou moins équilibrée les avancées avec une légère diminution des surfaces érodées par rapport à la confluence.

Cette régression est due à la formation de plusieurs méandres qui bloquent le transport des sédiments dans cette partie. Bien que moins rapide dans ce secteur, le recul des berges a néanmoins atteint des mesures très importantes par endroits. Sur les 18 sites choisis et où ces phénomènes sont plus fréquents, 16 sont affectés par l'avancée des berges causée par l'abrasion. Leur progression en 1972 (Carte 33 page suivante) se manifeste plus en aval dans la confluence Soungrougrou/Casamance au Sud-est. Dans ce secteur, elles ont subi une avancée moyenne de 1300m durant ces 44ans avec 1457 m sur les rives de Tapilane, 951 m sur les rives d'Ouonck et 1676 m sur les rives de Balankine Sud.

En remontant la rivière plus au Nord, sur l'axe Tapilane- Ndiéba, la distance des lignes de rivage jaune (1972) et bleu (2016) dénotent une autre dont la moyenne est cette fois-ci plus faible allant de 550 m à 744 m sur les rives de BemetDjimande, 743 m à Souda, 463 m à Manguir et 269 m à Diagour. De Balanquine à Baya en passant par Briou, Djibaghar, Djiraghone et Bona, nous avons en moyenne une avancée de 400 m de ces unités en contact de l'affluent.Elles ont progressé de 670 m à Balankine, 114 m à Briou, 595 m à Bona, 293 m à Baya et 626 m à Souky.

En amont, les berges des sites de Djidjiancouda, et Touba manjak enregistrent partout une distanciation de plus de 500 m dans cette séquence avec respectivement 544 m et 2207 m conquis par l'eau en direction du bas plateau du CT. Succinctement, les avancées les plus importants sont atteintes dans les deux extrémités avec 1676 m à la confluence rive Ouest et 2207 m en amont. Les eaux débordent et clivent en deux parties le secteur continental par contournement avec l'érosion hydrique. Au contraire à 10km au nord de Kounoundingdioé précisément à 5km de Diongnère dans la même direction, le rivage a connu un recul de 362m et est prolongé vers le large par des bancs de sable, qui sont des formations d'accumulation de sable entourées par l'eau. Deux autres sites où ces dépôts sédimentaires ont eu plus d'impacts allant jusqu'à entrainer un contournement des berges sont identifiés. Le plus important est localisable à la confluence côté Est précisément au sud-est de Bamoudousoucoto sur les rives du site du même nom où la régression des berges dans l'eau est due à l'ensablement causé par les forts taux de sédiments érodés des plateaux élevés aux vallées. Conséquemment, pour l'ensemble de la période étudiée, la ligne de rivage a connu un recul de 1236m vers le large à Balmadou. L'accumulation de sédiments responsable de cette régression de la ligne de rivage est due à des transferts de sables provenant d'une part des secteurs où les berges sont érodées et des hautes terrasses d'autre part. Ainsi, il demeure vraisemblable que ces apports de sédiments uniques proviendraient, au moins en grande partie, des matériaux érodés du haut plateau qui va jusqu'à Diaio. En effet, le niveau élevé de ce plateau du CT dans cette partie accélère ainsi le ruissellement pendant la saison pluvieuse créant d'importants dépôts de sables sur les berges. L'autre enregistre un léger retrait avec 339m à Santack.

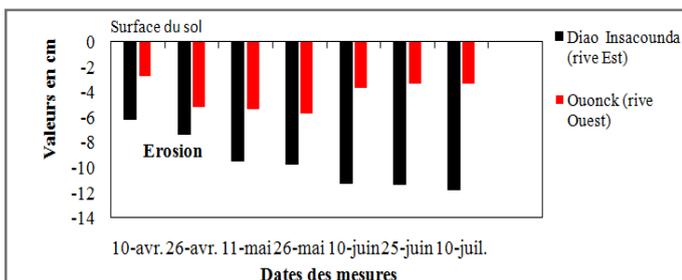
Carte 2: Évolution des berges entre 1972 et 2016



## ÉVOLUTION DES BERGES SUIVANT LA DIRECTION NORD-SUD DU SOUNGROUGROU : LE SECTEUR SUD-OUEST

Roose E. (1985) il y a érosion des berges lorsque la force du courant arrive à vaincre le poids et la cohésion des sols. A la confluence cette forme de dégradation des terres existes sur les deux rives et se produit, essentiellement, pendant la période des hautes eaux. La **Figure 1** en bas montre les mesures prises dans des intervalles réguliers de quinze jours pendant trois mois quinze jours. Ceux-ci révèlent partout que l'érosion prédomine à la confluence Soungrougrou- Casamance.

Les berges du confluent Est comme celles de celui d'Ouest sont victimes d'érosion au cours de cette période. Les données montrent des processus actuels d'érosion avec des moyennes respectives croissantes sur la rive Est 10 avril (-6,23cm), 26 avril (-7,38), 10 mai (-9,53cm), 26 mai (9,72cm), 10 juin (-11,26cm), 25 juin (-11,38cm) et 10 juillet (-11,83cm). L'érosion, atteint son maximum à la date de 10 juillet 2017 ; dernière date de mesure avec une moyenne de -11,83cm de sédiments érodés. Le minimum intervient le 10 avril 2017 avec -6.23cm. Cela émet l'hypothèse d'une éventuelle continuité de la dynamique érosive notée dans ce secteur Est correspondant au site de Diaoinsacounda. Sur l'autre rive (confluent Ouest) à Ouonck, il y a certes érosion, mais celle-ci est moindre par rapport à la rive Est. Les moyennes obtenues s'étalent comme suit : 10 avril (-2,7cm), 26 avril (-5,2cm), 10 mai (-5,34cm), 26 mai (-5,72cm), 10 juin (-3,67cm), 25 juin (-3,34cm) et 10 juillet (-3,35cm). Le maximum est atteint le 26 mai 2017 avec une moyenne -5,72cm et le minimum le 10 avril de la même année avec -2.7cm.



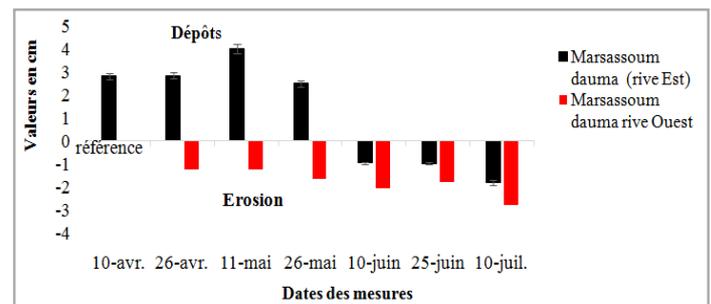
**Figure 1 :** Dynamique des berges à la confluence Soungrougrou/Casamance

Tout compte fait, la variation topographique laisse apparaître une tendance érosive des berges sur les deux rives de la confluence au point de jonction des cours d'eau Casamance/Soungrougrou, causée par la force du courant entraînée par la remontée des eaux marines. Cette remontée impacte le plus sur l'unité tanne du fait de la salinité qu'elle engendre. Pendant l'hivernage les eaux, en débordant du lit à la confluence, permettent au Soungrougrou de s'étendre en largeur d'un côté comme de l'autre.

Les berges plus élevées côté Diaoinacounda subissent régulièrement les charges frontales du courant des eaux entraînant ainsi le recul de la ligne de rivage et leur extension vers les terres de culture occupées par les rizières. Cela fait ressortir un profil topographique caractérisé par la mise en place de basses terrasses et de talus. Les réseaux de fractures de direction principale N 50° et N 130° ainsi que N 80°, N 90°, N 160° et 180° vont fortement conditionner l'hydrographie Louis Berger international (1980); LE Priol J. (1983) et Saos J. L. (1988) cité par Dacosta H. (Op.Cit). Ces fractures influenceraient sur la direction du Soungrougrou et de la Casamance. En effet, nous constatons que ces deux cours présentent les mêmes caractéristiques unidirectionnelles suivant une inclinaison est-ouest causée par les

cassures au 12° 50' 10" de latitude Nord pour la Casamance et 12° 56' 40" pour le Soungrougrou. C'est ainsi que nous l'appelons les fractures du 12° parallèle. En réalité, entre les parallèles 12° 45' 20" et 12° 56' 40" le Soungrougrou comme la Casamance change de direction ; quittant une orientation sud-nord pour adopter une inclinaison Est-ouest. Ce changement de tracé accentue la convexité de la rive Ouest expliquant l'érosion sur cette rive et la concavité de la rive Est occasionnant le dépôt à ce niveau.

Au plan géomorphologique, la proximité du plateau par rapport au cours d'eau sur la rive Est et l'altitude élevée de ces derniers, sont des facteurs d'érosion. Cela s'explique par le fait que l'altitude favorisant la pente accélère le ruissellement pendant la saison des pluies. Celui-ci décape le sol, le transporte et le dépose sur les berges de la rive d'où l'existence des phénomènes d'ensablement dans ce site. En conséquence, les résultats nous montrent des phases d'engraissement (**Photo 1**) au cours des quatre premiers mois de mesure avec en mars (2,8cm), avril (2,83) mai (4cm) puis 2,48cm de sédiments accumulés. D'autre part, l'ensablement est d'origine anthropique. En effet, la longue piste latéritique reliant Ndieba et Marsassoum a considérablement modifié le lit majeur de la rivière dans ce site contribuant ainsi fortement à la sédimentation sur sa rive Est côté Ndieba. En réalité, les sédiments s'accumulent et se déposent lorsque l'énergie dans le cours d'eau n'est plus suffisante pour les transporter. En somme, cette infrastructure a créé des conditions de dépôts importants.



**Figure 2 :** Dynamique des berges à 20km en amont de la confluence (Marsassoumdauma)

Le développement du site en termes de routes, de pistes et de canaux n'offre aucune infiltration des eaux de ruissellement et contribue, du coup à la sédimentation des berges. La piste latéritique en rouge sur la **Photo 1** menant au pont de Marsassoum dont les travaux viennent de s'achever en cette année 2021, scinde en deux parties la rivière avec comme conséquence les bancs de sable indiqués par les flèches rouges. Ce pont qui s'étend sur un linéaire de 500m et qui constitue un trait d'union entre la Région de Sédhiou et la Région de Ziguinchor bien que bénéfique pour la mobilité des populations, car étant le maillon manquant pour le désenclavement de la Région vient avec son lot d'impact environnemental (blocage du transit sédimentaire, détours de la rivière, bancs de sable, etc..). Ce déséquilibre né de la création de la piste dont le pont qui enjambe toute la rivière du Soungrougrou est le prolongement a considérablement modifié les écosystèmes du milieu qui se manifeste à travers du niveau de dégradation très élevée de ses unités paysagères. Ainsi, les pentes observables à partir des berges, entraînent une érosion des sols et un ruissellement accru lors des pluies.

En revanche, une faible part d'érosion est notée à partir de juin avec -0,97cm érodé. Cette variation topographique descendante se poursuit en juillet et août avec -1 pour le premier mois et -1,83cm pour le second. Cela s'explique par la force de l'eau pendant la saison des pluies dans le secteur. L'eau de pluie, combinée avec la

marée, augmente le volume occasionnant le débordement du cours d'eau et le sapement des berges d'où l'érosion sur la rive Ouest de Marsassoum. La végétation riveraine y étant quasiment absente, les rives deviennent vulnérables à l'érosion d'où cette faible quantité de particules fines transportées.

**Photo 1:** Planche photographique des berges ensablées à Marsassoum rive Est.



Cliche : B Ndao, Août 2017

### ÉVOLUTION DES BERGES SUIVANT LA DIRECTION EST- OUEST DU SOUNGROUGROU : LE CENTRE

A 10Km plus loin vers l'amont de Marssassoum, l'érosion des berges entraîne des conséquences directes sur l'habitat par l'accaparement de l'eau des parties habitées d'une part et d'autre part sur les activités économiques par la perte de terres arables. Les mesures in-situ opérées sur le terrain ont permis d'apprécier l'évolution de l'érosion dans cette partie du Soungrougrou. Elles montrent, d'une part, un processus actuel d'érosion causant le retrait des berges vers l'intérieur des terres. Les cas les plus visibles restent les cas des villages de Diongnère et de Djiraghone où l'avancée des berges reste spectaculaire allant jusqu'à conquérir certaines concessions côté Djiraghone rendant ainsi vulnérable les autres terroirs du site.

**Photo 2:** Planche photographique sur l'état des berges reflétant leur avancée en direction du continent à Diongnère rive gauche



**Photo 3:** Planche photographique d'espèces continentales atteintes par l'érosion des berges à 41 km de la confluence (Djiragone rive Nord)



**Photo 2:** Parcelle rizicole dégradée par l'envasement due à l'avancée des eaux dans le site de Bona à 40km de la confluence



### ÉVOLUTION DES BERGES SUIVANT LA DIRECTION EST- OUEST DU SOUNGROUGROU : LE SECTEUR NORD-EST

La **Tableau 2** page suivante révèle une dynamique érosive durant les quinze premiers jours avec une moyenne de - 5cm sur les berges de la rive Sud comme sur les berges de la rive Nord. En revanche, l'évolution change dans les deux rives à partir de la deuxième mesure (27 avril 2017). Ce changement se traduit par une accumulation qui se maintient jusqu'à la troisième mesure correspondant à la date du 11 Mai de la même année dans les deux sites avec des moyennes positives respectives atteignant 5,2 et 6,73cm dans le premier (Bafabanta) puis 4,5 et 5,9cm dans le second (Inor).

Toutefois une longue période marquée par des séquences érosives plus ou moins faibles sur les deux côtés, termine la série avec des variations topographiques atteignant des valeurs décroissant de mai à juillet à Bafabanta 26 mai (-3,67cm), 10 juin (-2,9cm), 15 juin (-2,3cm), et 30 juillet (-2,9cm). Pour le site d'Inor, l'érosion est moins sensible bien que les valeurs soient certes négatives, elles oscillent durant cette période 26 mai (-1,67cm), 10 juin (-1,97cm), 15 juin (-2,27cm), et 30 juillet (-1,97cm).

**Tableau 2 :** Variation topographique des berges de Bafabanta / d'Inor à 60 km de la confluence

Sites	12-avr	27-avr	11-mai	26-mai	10-juin	15-juin	30-juil	Bilan
Bafabanta (Rive Sud)	-5	5,2	6,73	-3,67	-2,9	-2,3	-2,9	Érosion/dépôt
Inor (Rive Nord)	-5	4,5	5,9	-1,67	-	-2,27	-1,97	Érosion/dépôt

La reprise de l'érosion au 26 mai coïncide avec l'arrivée des premières pluies dans la Région. Nous en concluons que cette forme d'érosion est favorisée par le ruissellement concentré qui, à travers la force de l'écoulement, arrache les particules de sols pour former des rigoles. Elle est plus accentuée côté Bafabanta (même axe que Diongnère, rive Sud) du fait du profil topographique plus élevé. Cette caractéristique favorise le ruissellement des eaux de pluie qui entraîne l'augmentation du débit du cours d'eau en saison pluvieuse dans un premier temps occasionnant son débordement ensuite.

De ce fait, les eaux, en s'écoulant, favorisent le creusement des berges, puis leur effondrement par le déplacement des sables fins, des limons et des argiles. L'ensablement résulte de l'arrachement, du transport et du dépôt de ces particules arrachées dans les parties

hautes qui sont ensuite transportées vers les parties basses de la rivière ou des bas-fonds. Les résultats de la **Figure 3** dans l'autre page, reflètent l'accumulation les sédiments sur les berges des sites de Diaroumé comme sur les berges de Kandiadou du mois d'avril au mois de juillet. Par contre, une faible part érodée équivalant à une moyenne de -0,34cm est enregistrée à la première mesure du mois de juin dans le second site. Sur ces rives opposées, se trouvant de part et d'autre du cours d'eau, les dépôts l'emportent largement sur l'érosion.

Dans le premier site (Diaroumé), nous sommes passés de 4,63cm les quinze premiers jours à 11,66 cm de sédiments accumulés quatre-vingt-dix jours après. Cette dynamique d'engraissement des berges dans ce site, la tendance montre une baisse d'avril à mai avec des moyennes respectives de 4,63cm à la première mesure (12avril), 27avril (3,66cm), 11 mai (2,89cm) et 26mai (1cm). En juin les moyennes grimpent à nouveau pour atteindre les valeurs 8cm puis 11,66cm durant les deux mesures respectives du mois avant de baisser jusqu'à 7,66cm à la première mesure du mois juillet. Dans le second site (Kandiadou), la même tendance se dessine. Toutefois, les phénomènes de dépôts sédimentaires sont moins sensibles à ce niveau.

Autrement dit, la topographie des berges de ce site se situant sur la rive Nord, s'élève certes, mais avec des moyennes moins importantes que le site de Diaroumé. Dans cette partie les dépôts dominent de part et d'autre de la rivière et se manifestent tantôt par l'accumulation de sable résultante de l'arrachement, du transport et du dépôt des particules fines dont les conséquences directes sont les bancs de sable visibles à partir du pont Diaroumé sous forme d'îlots tantôt par envasement sur les berges.

Les vastes basses terrasses côté Kandiadou le plateau plus élevé côté Diaroumé et le pont reliant les deux sites constituent un ensemble de facteurs ayant créés les conditions géomorphologiques actuelles. Les eaux, en s'écoulant, favorisent le sapement des berges, le déplacement des sables fins, des limons et des argiles dans le lit des cours d'eau et perturbent le régime fluvial par envasement et ensablement de certaines parties.

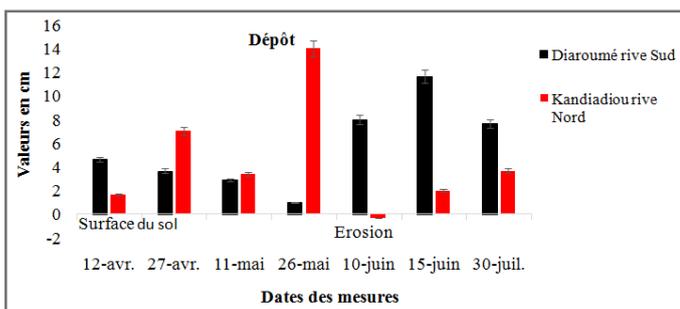


Figure 3: Dynamique des berges à 70 km de la confluence

## ÉVOLUTION DES BERGES SUIVANT LA DIRECTION EST- OUEST DU SONGROUGROU : LE SECTEUR NORD- EST

Les mesures d'érosion les plus fortes sont enregistrées sur les berges des sites de Diambaty et Diana soncodou à 30km en amont de Diaroumé vers la source. Dans cette partie se situant à 85km de la confluence, les moyennes dépassent partout -10cm (**Tableau 3**).

La pente offre une topographie caractérisée par de longs versants dont les pieds escarpés des talwegs subissent constamment le débordement des eaux pendant l'hivernage. Par conséquent, leur circulation vers l'aval entraîne le sapement latéral des berges. Ainsi,

les parties escarpées subissent régulièrement la collision frontale du courant des eaux.

**Tableau 3** : Variation topographique en cm des berges de Diana soncodou et Diambaty à 85 km de la confluence

Sites	21 aout	31- août	10- sept	20- sept	30- sept	10- oct	Bilan
Diana	-	-	-	-	-	-	Érosion
Soncodou rive Nord	10,66	-10	-10	-10	-10	-10	
Diambaty rive Sud	-	-	-	-	-	-	Érosion
	11,33	10,66	11,33	10,66	10,99	10,82	

S'agissant des berges des rives Diambaty- Diana soncodou, l'érosion domine fortement durant les trois mois dix jours que les mesures ont été prises pendant la saison des pluies. Ce secteur où l'écoulement est temporaire connaît un démaigrissement pendant l'hivernage. Les données du Tableau ci-dessus en témoignent avec des moyennes négatives d'août en octobre. En effet, sur la rive Nord (Diana soncodou) nous avons enregistré une moyenne de -10,66cm à la première mesure : dix jours après l'implantation des piquets dans le site (06 aout 2017). Pour les autres mesures qui ont suivi la dynamique topographique est restée la même avec une moyenne égale à -10cm aux dates suivantes 31 août 10, 20, 30 septembre et 10 octobre. Sur la rive Sud (Diambaty), l'érosion est plus sensible avec des moyennes partout inférieures à -10cm.

Les pertes sont enregistrées aux dates suivantes : 21 août (-11,33cm), 31 août (-10,66cm), 10 septembre (-11,33cm), 20 septembre (-10,66cm), 30 septembre (-10,99cm) et 10 octobre (-10,82cm). D'une part ces pertes sont dues à l'altitude élevée qui favorise l'apparition de talus encadrant les berges de ce secteur Est correspondant à la partie aval, mais aussi la force de l'écoulement occasionné par la pente de direction est-ouest d'autre part.

En clair, la dénivellation et la physiographie étant plus importantes dans cette partie se trouvant à quelques kilomètres de la source favorisent le ruissellement sur les versants puis l'augmentation des eaux du Songrougrou dans ce secteur. Ce ruissellement, associé à la pente du lit, accélère à son tour l'écoulement d'amont vers l'aval. Ainsi, avec la force de l'eau et la texture à dominance sableuse (60 à 90%), les berges s'érodent très rapidement.

Le **Tableau 4** dans l'autre page met en évidence une alternance érosion-dépôt peu sensible du 23 août au 02 octobre. D'après cette dernière trois phases se dessinent ; deux marquées par l'érosion bouclant les extrémités de la série et une dominée par les dépôts intercalés entre les deux précitées. Par ailleurs, nous tenons à préciser que l'érosion comme les dépôts montrent des variations comprises entre -1 et 1. Autrement dit, les variations topographiques (érosion-dépôt) sont moins importantes à Dialambéré (la source). La pente très faible à nulle (0 à 0,2°), explique cette faiblesse par le biais d'un écoulement lent qu'elle occasionne. Cet écoulement engendre un léger sapement des berges du site.

Sur les deux rives (Dialambere rive sud et Dialambere rive Nord), les mêmes moyennes sont enregistrées aux deux premières mesures (23 août et 02 septembre) avec des valeurs respectives de -1cm érodé et +0,33cm accumulé. Cela s'expliquerait par la proximité des deux rives 20m à ce niveau. L'étroitesse du lit du cours d'eau et l'homogénéité de la texture du sol constituée de limons fins (70 à 80%) à moins de 50m des deux rives, favorisent ces ressemblances de variations topographiques à ce niveau. Sur les trois mesures enregistrées au mois de septembre deux révèlent des engraisements avec une moyenne de 0,33cm sur la rive Sud.

Quant à la dernière, l'érosion intervient avec une moyenne de -0,66cm avant de regagner sur cette même rive, la valeur de 0cm à la date de 02 et 12 octobre.

**Tableau 2** : Variation topographique en cm des berges à Dialambéré à 105km de la confluence

Sites	23-aout	02-sept	12-sept	22-sept	02-oct	12-oct	Bilan
Dialambéré rive Sud	-1	0,33	0,33	-0,66	0	0	Érosion/ Dépôt
Dialambéré rive Nord	-1	0,33	-0,33	-0,33	0,33	0,33	Érosion/ Dépôt

Au bout du compte les berges du Soungrougrou s'érodent plus et s'engraissent moins. Sur les 132km, les berges des sites qui longent le cours d'eau reculent à cause de l'érosion. Sur les 18 sites dont les mesures ont été prises, 12 accusent des valeurs négatives d'où la prévalence de l'érosion sur les dépôts. Les phénomènes érosifs les plus marquants sont observables en amont dans les sites de Diambaty/Diana soncodou et en aval dans les sites de Diaoinsacouda/ouonck à la confluence. Le trait de rivage dans ces sites dont les valeurs sont en dessous de la surface de référence (0cm), subit un recul permanent rendant ainsi vulnérables les superficies rizicultivables.

**Photo 5** : Piquets installés dans le site de Dialambere à 105km de la confluence (berge Nord)



**Cliché** : Tieddo Baldé, chargé de la suivie des mesures à Dialambéré

Nous concluons que les phases d'érosion des berges sont plus importantes que les phases de dépôts (Figure 4 page suivante). Cela est dû à l'augmentation du volume d'eau de cet affluent qui reste le plus important du fleuve Casamance et son extension dans le sens latéral. Par conséquent, leur recul est constaté dans la plupart des sites dont les rives jouxtent le cours d'eau en question. Toutefois, l'étroite relation qui semble exister entre érosions, dues aux sapements des berges et la variation de la position de la ligne de rivage sous-entendent qu'il est primordial de prendre en compte la dynamique morphologique et sédimentaire des unités de plateaux localisables de part et d'autre des berges. Les surfaces rizicultivables dans les vallées se dégradent constamment. Cette dégradation des terres de culture due à l'érosion par recul des berges provoque leur avancée dans le transect Soungrougrou- continent. Ces phénomènes récurrents dans les sites qui bordent le Soungrougrou à l'image de Djiraghonedjibaghary où les cas les plus perceptibles sont notés, poussent les populations locales à se déplacer et à cultiver les terres se situant sur le bas-côté des plateaux et des versants.

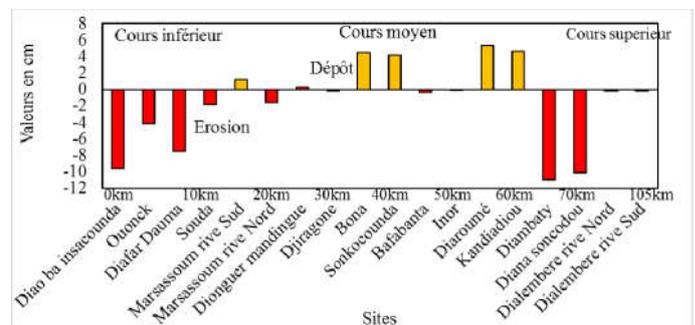
**Photo 6** : Planche photographique du site de Dialambéré berge Sud, lieu de formation du cours d'eau principal (rive Sud)



**Cliché** : Tieddo Baldé, chargé de la suivie des mesures à Dialambere

### SYNTHÈSE DE L'ÉVOLUTION DES BERGES

Les mesures indiquent l'avancée de la ligne de rivage dans les villages qui bordent la rivière. Ce déplacement amoindrit certes les impacts, mais reste loin de les juguler. Ici, la plupart des champs qui jouxtent les pieds de plateaux sont victimes d'ensablement pendant l'hivernage et les autres qui occupent les versants de ravinement. En termes clairs, les populations sont piégées dans leur propre milieu et les enquêtes révèlent que le phénomène de dégradation est progressif. Pour l'ensemble des mesures prises, il apparaît clairement que l'érosion des berges prime sur les dépôts. Les accumulations les plus importantes sont enregistrées dans les sites de Diaroumé et Marsassoum qui comportent des infrastructures (ponts Diaroumé, pistes latéritiques de ndiéba qui traverse toute la largeur du Soungrougrou menant au nouveau pont de Marsassoum).



**Figure 4** : Synthèse de l'évolution des berges dans les sites bordant le Soungrougrou par rapport à la confluence.

### CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous concluons que l'avancée des berges vers l'intérieur des terres est une réalité que les paysans de Djiraghone où le phénomène est fulgurant ne démentiront pas. Ces enfoncements des rivages sont dus à l'érosion hydrique causée par la densification des eaux du Soungrougrou dans la vallée liée par l'élévation actuelle du niveau de la mer et sa dilatation. Les mesures d'érosion les plus fortes sont enregistrées sur les berges des sites de Diambaty et Diana soncodou à 30km en amont de Diaroumé vers la source. Dans cette partie se situant à 85km de la confluence, les moyennes dépassent partout -10cm. Globalement, l'évolution de la ligne de rivage se caractérise par une avancée des berges quasi générale menaçant plusieurs sites bordant le cours d'eau dans le milieu. Cependant, ces avancées apparaissent plus sur la rive droite, correspondante au côté Ouest de la confluence en aval où les plus fortes valeurs sont enregistrées que sur la rive gauche qui est l'équivalent du côté Est dans ce même secteur.

À la confluence (rive Ouest), leur front a avancé de plus de 900m de 1972 à 2016 si bien que l'eau salée repoussant les limites du rivage vers les basses terrasses arrive visiblement à causer l'installation de tannes. Deux facteurs expliquent ce résultat. Le premier est d'ordre hydrologique et le second reste géomorphologique.

Au plan hydrologique, la montée actuelle des eaux combinée à la force du courant dans ce secteur où les eaux de la Casamance et du Soungrougrou s'entremêlent favorisant l'érosion dans cet endroit. Au plan géomorphologique, cela relève d'une diminution des apports terrigènes en sables, car les vastes terrasses dénudées sont très loin des versants où les végétaux stabilisent le sol bloquant en conséquence le transit sédimentaire des plateaux du CT vers la berge la rendant ainsi très vulnérable à l'érosion.

Tout compte fait, la variation topographique (**Photo 2** page 14) laisse apparaître une tendance érosive des berges sur les deux rives de la confluence au point de jonction des cours d'eau Casamance/Soungrougrou, causée par la force du courant entraînée par la remontée des eaux marines. Cette remontée impact le plus sur l'unité tanne du fait de la salinité qu'elle engendre. Pendant l'hivernage les eaux, en débordant du lit à la confluence, permettent au Soungrougrou de s'étendre en largeur d'un côté comme de l'autre. Les berges plus élevées côté Dia subissent régulièrement les charges frontales du courant des eaux entraînant ainsi le recul de la ligne de rivage et leur extension vers les terres de culture occupées par les rizières.

## RÉFÉRENCES

### Ouvrages généraux :

1. Roche C. (1985). Histoire de la Casamance. Conquête et résistance : 1850-1920, Paris, Karthala 401p
2. Roose E. (1990), Conservation des sols et des eaux dans les zones semi-arides, ORSTOM, Montpellier, France, 182 p.
3. Saos J. L. et al, (1991), Recharge pluviale de l'aquifère superficielle de la vallée de Baila, in Revue Hydrogéologie, Fonds Documentaire ORSTOM, 10 p.

### Rapports et colloques

4. LE Priol J. (1983) - Synthèse hydrogéologique du bassin sédimentaire casamançais - 3 vol. DEH - Dakar.
5. Saos J.L., Dacosta H. (1987) - Evolution hydrologique d'un bassin versant sargino-littoral. Le marigot de Baila (Basse Casamance). Rapp.EPEEC - 1987 - 15 p.

\*\*\*\*\*