

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

www.riges-uao.net

ISSN-L: 2521-2125
ISSN-P: 3006-8541

Numéro 16
Juin 2024



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

INDEXATIONS INTERNATIONALES



<https://journal-index.org/index.php/asi/article/view/12202>

Impact Factor: 1,3

MIRABEL

<https://reseau-mirabel.info/revue/14910/Revue-ivoirienne-de-geographie-des-savanes-RIGES>

SJIF Impact Factor

<http://sjifactor.com/passport.php?id=23333>

Impact Factor: 7,924 (2024)

Impact Factor: 6,785 (2023)

Impact Factor: 4,908 (2022)

Impact Factor: 5,283 (2021)

Impact Factor: 4,933 (2020)

Impact Factor: 4,459 (2019)

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître-Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- **HAUHOUOT Asseypo Antoine**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO N'Guessan Jérôme**, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO Michel**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH Kouassi Paul**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO Kokou Henri**, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP Amadou**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW Amadou Abdoul**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP Oumar**, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU Anselme**, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **SOKEMAWU Koudzo**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI Follygan**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA Padabô**, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE Moussa**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)

EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les enjeux climatiques, la gestion de l'eau, la production agricole, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction
KOUASSI Konan**

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Maître de Conférences, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO

Sommaire

<p>N'golo Brahma SORO</p> <p><i>Impact environnemental du développement de la culture de l'anacarde dans le département de Mankono (Côte d'Ivoire)</i></p>	7
<p>Lamine Ousmane CASSE, Saliou Mbacké FAYE, Housseini THIAM, Mariama THIANDOUM</p> <p><i>Entre disparités spatiales et centralité émergente à Keur Moussa à l'aune des projets structurants (Sénégal)</i></p>	22
<p>MAHAMADOU MOUDI Rachid, PARAISSO CECIL Zeinabou, MOUSSA HAMADOU Ousseini, SOULEY Kabirou</p> <p><i>Impact de la crise sécuritaire sur la mise en valeur des ressources naturelles dans la Commune Rurale de Bosso au Niger</i></p>	48
<p>Mbaindogoum DJEBE</p> <p><i>Mise en valeur locale des contraintes physiques dans la ville d'Abéché à l'Est du Tchad</i></p>	67
<p>Tidiani SANOGO, Koudzo SOKEMAWU, Moussa KAREMBE, Lisa BIBER-FREUDENBERGER</p> <p><i>Assessing pastoral potential feed resources and the effect of invasive unpalatable species on pastures in the District of Bougouni, southwest of Mali</i></p>	79
<p>Toundé Roméo Gislain KADJEBIN</p> <p><i>Effets socio-économiques de la production et de la commercialisation de l'igname (<i>dioscorea alata</i>) dans l'arrondissement de Pira (commune de Bantè)</i></p>	104
<p>DANDONOUGBO Iléri</p> <p><i>Organisation des pratiques de mobilité de personnes, vers une diversité des sociétés de transport dans le Grand-Lomé (Togo)</i></p>	125
<p>Youssoufou ADAM</p> <p><i>Incidence socio-économique de la saisie des ovins et caprins à la boucherie de l'espace frontalier de Ségbana</i></p>	143

<p>d'ALMEIDA Théophile Kuassi, ADJAKPA Tchékpo Théodore, DJESSONOU Sèngla Franco-Néo</p> <p><i>Stratégies d'adaptation des populations aux inondations dans la commune de Grand-Popo (Bénin, Afrique de l'ouest)</i></p>	159
<p>ASSUÉ Yao Jean-Aimé, KOFFI Kouamé Sylvain</p> <p><i>Les autorités administratives et juridiques dans la gestion et la prévention des conflits fonciers ruraux dans le département de Béoumi (Centre, Côte d'Ivoire)</i></p>	175
<p>Songanaba ROUAMBA, Mathieu NAMA, Joseph YAMEOGO</p> <p><i>Évaluation des changements d'utilisation et d'occupation des sols dus à l'exploitation industrielle de l'or de 2000 à 2020 à l'aide de l'imagerie globeland30m, dans la ville de Houndé (Burkina Faso)</i></p>	192
<p>Francis Biaou YABI, Laurent G. HOUESSO, Abiola Romain OGNONKITON, Toussaint Olou LOUGBEGNON, Jean Claude Timothée CODJIA</p> <p><i>Inventaire et délimitation des zones de forte concentration de l'avifaune pour la valorisation écotouristique dans la réserve de biosphère du Mono au Bénin</i></p>	211
<p>MAIGA Yaya, TIAMIYU Kasimou, SANOU Korotimi, YANOGO Pawendkigou Isidore</p> <p><i>Les déterminants socio-économiques de l'exploitation des zones agricoles de bas-fonds de la commune de kyon (Burkina Faso) : une approche par l'échelle de Likert</i></p>	231
<p>Mar Gaye, Cheikh Ahmed Tidiane Faye, Amadou Abou Sy, Mamadou Thior, Cheikh Ahmed Tidiane Faye, Boubou Aldiouma SY</p> <p><i>Etude de l'évolution morpho-sédimentaire du littoral transfrontalier Sénégal-mauritanien et ses impacts : axe Ndiago-Taré</i></p>	245
<p>Grah Joseph KOUASSI, André Della ALLA</p> <p><i>Implication des facteurs physiques et des enjeux humains dans la survenue des risques naturels dans le sud-ouest ivoirien : cas des villes de Sassandra et San-Pedro</i></p>	264

**ETUDE DE L'EVOLUTION MORPHO-SEDIMENTAIRE DU LITTORAL
TRANSFRONTALIER SENEGALO-MAURITANIEN ET SES IMPACTS : AXE
NDIAGO-TARE**

Mar Gaye, Doctorant,
Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
E.mail : mar.gaye91@gmail.com

Cheikh Ahmed Tidiane Faye, Enseignant chercheur,
Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
E.mail : chatifa@yahoo.fr

Amadou Abou Sy, Enseignant chercheur,
Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
E.mail : syamadouabou2@yahoo.fr

Mamadou Thior, Enseignant chercheur,
Université Cheikh Anta Diop de Dakar,
E.mail : thioryaz@yahoo.fr

Boubou Aldiouma SY, Enseignant Chercheur,
Université Gaston Berger de Saint-Louis,
E.mail : boubou-aldiouma@ugb.edu.sn

(Reçu le 24 février 2024 ; Révisé le 19 Avril 2024 ; Accepté le 26 mai 2024)

Résumé

Le littoral sableux transfrontalier sénégal-mauritanien est une côte à barres pré-littorales avec un déferlement en rouleaux. Abritant un secteur rural et un secteur fortement urbanisé, il repose sur la Langue de Barbarie. Cette dernière séparant le fleuve Sénégal de l'océan Atlantique, se rétrécit davantage face à l'augmentation généralisée du niveau marin. L'objectif de cette contribution est d'analyser les caractéristiques de la cinématique côtière et les dommages envisagés sur le plan socio-économique et environnemental entre Ndiago et Taré. L'approche méthodologique adoptée consiste d'abord, à prélever des échantillons de sable de plage le long de l'axe cible pour une analyse granulométrique ; ensuite, suivre les fluctuations du trait de côte par imagerie satellitaire entre 2002 et 2022 ; et enfin, mener des enquêtes couplées avec des observations directes afin de déterminer les modes de gestion des divers impacts de la mobilité du trait de côte. L'analyse des résultats obtenus montre que les fractions sableuses moyennes et fines comprises entre 450 et 25 μm occupent plus de 98% des échantillons prélevés. La cinématique côtière est marquée par un recul de la ligne de rivage accéléré de l'ordre de -0,91m de Ndiago à la brèche et une accrétion décélérée de l'ordre 3,27m/an au sud de la brèche. Cette morpho-dynamique côtière occasionne progressivement des destructions majeures de plages, du bâti, malgré les

diverses stratégies de lutte adoptées à l'image des murs et digue de protection, d'alignement de sacs de sable, de filaos.

Mots clefs : évolution, morpho-sédimentaire, littoral, transfrontalier, impacts

Abstract:

The Senegal-Mauritania cross-border sandy coastline is a prelittoral bar coast with a rolling surf. Comprising both rural and highly urbanized areas, it rests on the Langue de Barbarie. The Langue Barbarie, which separates the Senegal River from the Atlantic Ocean, is shrinking in the face of rising sea levels. The aim of this contribution is to analyze the characteristics of the coastal kinematics and the damage envisaged in socio-economic and environmental terms between Ndiago and Taré. The methodological approach adopted consists, firstly, in taking beach sand samples along the target axis for granulometric analysis; secondly, in monitoring coastline fluctuations using satellite imagery between 2002 and 2022; and thirdly, in conducting surveys coupled with direct observations in order to determine management methods for the various impacts of coastline mobility. Analysis of the results obtained shows that medium and fine sand fractions between 450 and 25 μm occupy more than 98% of the samples taken. Coastal kinematics are marked by accelerated shoreline recession of around -0.91m from Ndiago to the breach, and decelerated accretion of around 3.27m/year south of the breach. These coastal morpho-dynamics are gradually leading to major destruction of beaches and buildings, despite the various countermeasures adopted, such as protective walls and dikes, sandbagging and filaos.

Key words: evolution, morpho-sedimentary, coastline, cross-border, impacts

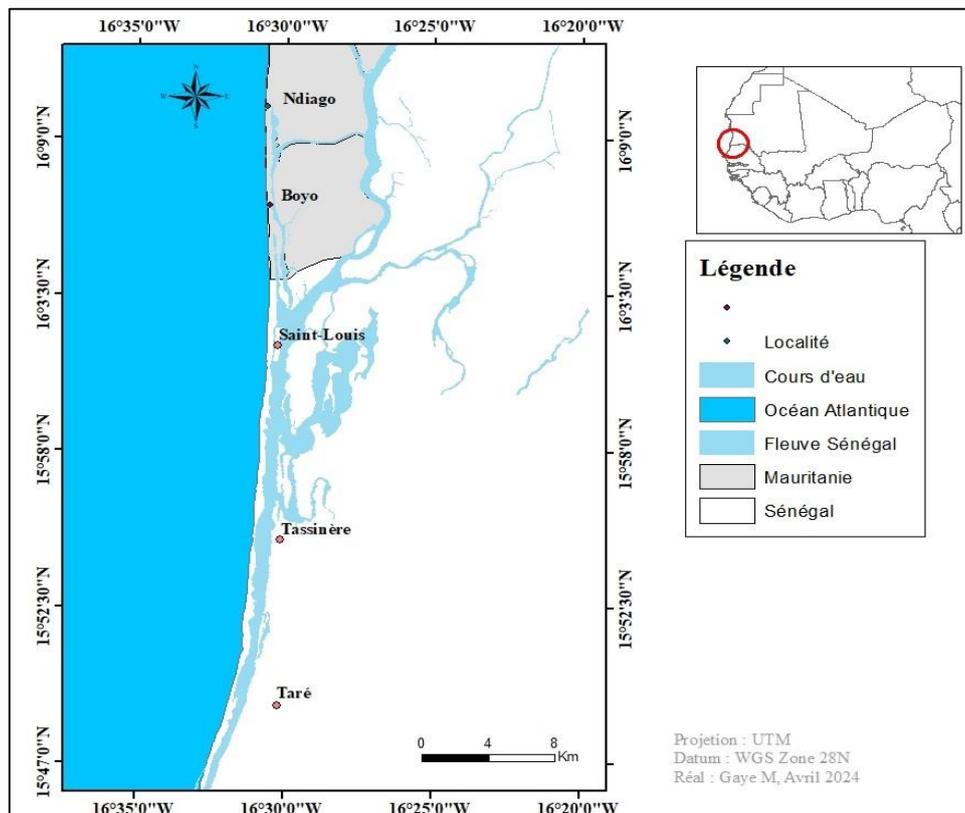
Introduction

La bordure du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien s'inscrit dans des formations géomorphologiques récentes (Quaternaire) en permanente évolution. En Mauritanie, le littoral est long de 754 km. Selon S. Barry (2003, p.1), la côte mauritanienne se compose de deux grandes parties : la côte à tracé sinueux «côte à rias et à mangrove» avec par endroit «des caps rocheux, protégée de la houle par le banc d'Arguin» entre le Cap blanc et le Cap Timiris; une côte sableuse rectiligne, au sud du Cap Timiris (19°23' N, 16°32' W). De Lanjamet (1988) in I. Faye. *et al.*, (2008, p.14), le littoral de Nouakchott présente un aspect morphologique, relativement simple. Il est formé par une plage de sable blanc coquiller associée à un cordon dunaire ensellé barrant une dépression de type sebkha : l'Aftout es Saheli. C'est une côte ouverte sur le large, caractérisée par un puissant déferlement lié à la présence de barres pré-littorales. A la hauteur du Sénégal, la zone côtière longue de 706,4 km A.T. Diaw, (1984) cité par P. Sagne *et al.*, (2021, p.215) se distingue par la richesse et la variété de

ses ressources naturelles. Cette zone est composée de trois types de côtes : une côte rocheuse qui sépare la côte sableuse en deux ensembles, la Grande Côte, au nord, et la Petite Côte, au sud, avec quelques caps rocheux et la côte vaseuse constituée d'estuaires à mangroves, A. Ndour, (2015, p.9). Selon A.C. Ibé et R.E. Quélenec, (1989, p.8) la région sud de la côte mauritanienne est caractérisée par une érosion qui affecte de toute évidence les formations de dunes de l'Aguitir et de l'Akchar. Cette érosion aux conséquences souvent néfaste affecte également toute la Langue de Barbarie sous l'influence de l'augmentation générale du niveau de la mer. Classé comme un littoral à forte énergie de houle, I. Niang-Diop, (1995, p.127), les paramètres hydrodynamiques des côtes mauritaniennes s'identifient d'après O. E. Moustapha *et al.*, 2007, in I. Faye, *et al.*, (2008, p.14), par les houles dominantes proviennent essentiellement des secteurs nord-ouest, ouest-nord-ouest et ouest avec des périodes de 8 à 11 secondes et des hauteurs significatives de 1,64 à 2,26 m. Le marnage moyen annuel est de 0,93m. Ces houles dominantes engendrent un courant de dérive de composante Nord-sud. Le volume de la charge sédimentaire charrié par la dérive littorale est estimé entre 875 000 et 1 100 000 m³/an. Ce transit sédimentaire constitue avec le vent les principaux agents naturels de la dynamique littorale. Ce transit sédimentaire est actuellement perturbé par les multiples interventions humaines. Actuellement, le fonctionnement morpho-sédimentaire du littoral sud mauritanien et nord sénégalais est prédominé par les phénomènes d'érosion côtière. Cette dernière engendre plusieurs impacts sur le plan socio-économique et environnemental.

Cette contribution cherche à étudier l'évolution morpho-sédimentaire du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien sur l'axe Ndiago-Taré, (carte 1). Le travail consiste d'abord à caractériser les fluctuations de la ligne de rivage instantanée entre 2002 et 2022 ; ensuite, par des prélèvements d'échantillon de sédiments, faire une analyse granulométrique des faciès constitutifs des estrans ; et enfin, à travers des enquêtes et des observations in situ, analyser les impacts socio-économiques engendrés par le recul du trait de côte et leurs modes de gestion.

Carte 1 : localisation du milieu d'étude



1. Approche méthodologique

La démarche méthodologique adoptée dans cette contribution pour étudier le fonctionnement morpho-sédimentaire du littoral sénégal-mauritanien entre Ndiago et Taré, ses impacts socio-économiques et environnementaux et leurs modes de gestion s'articule autour d'un suivi diachronique de la mobilité de la ligne de rivage instantanée, de l'analyse granulométrique et des enquêtes coupées avec des observations directes.

1.1. Suivi diachronique de la ligne de rivage instantanée entre 2002 et 2022

Le suivi de l'évolution du trait de côte du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien, cherche à déterminer les taux de mobilité de la ligne de rivage un an avant l'ouverture de la brèche en 2003. Par rapport au choix de la ligne rivage dont sa définition complexe abordée dans l'analyse conceptuelle, repose sur les caractéristiques physique et anthropique du littoral. La section du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien sur l'axe Ndiago-Taré offre la possibilité d'utiliser plusieurs indicateurs (figure 1). En effet, la morphologie du littoral reconnue à travers des dunes bordières et sa particularité botanique décrivant des arbres d'alignement, donnent davantage aux limites de la végétation et dans une certaine mesure du bâti. Néanmoins, dans cette étude, la disponibilité des données géospatiales de résolution relativement haute

(30 m) et les informations obtenues sur les conditions météo-marines et topographiques (marnage et pente moyenne) autorise le choix d'une référence parmi les limites marégraphiques. Elles traduisent souvent la limite supérieure du jet de rive selon les différentes hauteurs d'un plan d'eau déterminé par les variations de la marée et des conditions de surcote, (Juinger et al. 2017) cité par M. Thior. (2021, p.4). Ainsi, au niveau des rivières aux Huîtres et de Kalissaye, qui sont des embouchures tidales, le marnage est de 1,1 m en moyenne et la pente est de 7,83 % (M. Sadio, 2017) in M. Thior (2021, p.4). Ayant la valeur de la pente moyenne et celle du marnage, la ligne instantanée de rivage bien visible sur les images Landsat peut être utilisée pour représenter le trait de côte.

Figure 1 : Les lignes de référence marégraphique



Source : Mar Gaye, 21/03/2021 au Nord de Boyo

1.1.1. Traitement cartographique

Les images satellitaires Landsat utilisées dans cette étude sont fournies par les capteurs ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) et OLI (Operational Land Imager). Elles sont disponibles et gratuitement téléchargeables sur le site de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Leur résolution de 30 m est suffisante pour étudier l'évolution du trait de côte dans l'estuaire du fleuve Sénégal. Trois dates de prise de vues sont retenues (tableau 1).

Tableau 1 : Données utilisées dans l'analyse diachronique entre 2002 et 2022

Satellite	Série	Capteur	Date d'acquisition	Résolution spatiale
Landsat	L7	Etm+	2002	30m
Landsat	L7	OLI_TIRS	2012	
Landsat	L8	OLI_TIRS	2022	

La méthode de cartographie utilisée est basée sur la photo-interprétation assistée par ordinateur. Elle s'articule autour de quatre étapes à savoir la correction géométrique, des images Landsat téléchargées, la numérisation de la ligne instantanée de rivage à l'écran au 1/1500^e, le calcul du taux d'évolution du trait de côte et la représentation graphique.

- **Numérisation de la ligne instantanée de rivage**

La numérisation de la ligne instantanée de rivage a d'abord nécessité un travail d'identification et d'extraction des marqueurs pertinents de trait de côte. La photo-interprétation et la photogrammétrie sont les techniques les plus utilisées pour extraire les lignes de référence (Boak et Tunner, 2005), cités par Thior (2021, p.5). Dans cette étude, la version 10.5 d'ArcGIS a permis d'effectuer ce travail à travers l'interface Arcmap. Ainsi, pour cette étude, c'est la ligne instantanée de rivage qui a été utilisée comme marqueur du trait de côte. Étant identifiées, la numérisation s'est faite à l'écran au 1/1500e en suivant ces lignes instantanées de rivage sur les différentes images.

- **Les statistiques d'évolution du trait de côte**

Le calcul des statistiques relatives à l'évolution du trait de côte a été effectué avec l'application DSAS4.3. En effet, le « Digital Shoreline Analysis System » est une extension du logiciel ArcGis qui permet de faire des calculs sur les écarts des traits de côte déjà digitalisés à partir des images retenues. Le calcul du taux d'évolution du trait de côte nécessite au préalable la mise en place d'au moins deux traits de côte numérisés à différentes dates. Le principe général de l'outil DSAS est de mesurer les écarts entre les traits de côte d'une même série et de calculer les statistiques des taux d'évolution (en m/an). Pour cela, l'exploitation de l'outil demande au préalable une mise en forme rigoureuse des données dans une géodatabase personnalisée, la création d'une ligne de base et de transects équidistants, une estimation de l'incertitude liée à la méthode ainsi que le choix des indices relatifs à l'évolution du trait de côte (Juigner et al. 2012 ; Crowell et al., 1994 ; Faye et al., 2011) cités par (Thior, 2021, p.9). Lorsque tous les paramètres d'entrée sont correctement renseignés, le DSAS génère automatiquement les transects selon le pas de mesure choisi. Les transects, perpendiculaires aux linéaires côtiers, permettent de mesurer les écarts entre les traits de côte. C'est sur cette base que les taux moyens de déplacement des traits de côte sont calculés sur chaque transect.

- **La représentation graphique**

La représentation des résultats est faite sur la base de deux échelles temporelles. La première correspond à l'écart entre deux dates (deux traits de côte) et la seconde présentation correspond à l'échelle globale qui prend en compte tous les traits de côte (2002, 2012 et 2022). Mais, au préalable, il faut définir les indices de calcul de taux d'évolution. L'End Point Rate (EPR) calcule le rapport de la distance entre le trait de côte correspondant à la date la plus ancienne et à la date la plus récente. Ainsi, lorsqu'on dispose uniquement de deux traits de côte, l'EPR reste un bon indice pour évaluer la cinématique (Moore, 2000 ; Thieler et al. 2009 ; Himmelstoss, 2009) cités par Thior, (2021, p.10). C'est pourquoi nous l'avons utilisé pour évaluer les variations entre 2002 et 2012 et 2012 et 2022. Ainsi, en calculant le taux d'évolution annuelle de la ligne de référence le long de chaque transect, le LRR est donc plus pertinent lorsqu'on

analyse la cinématique littorale pour plus de deux dates. En effet, la méthode de calcul tient compte de la distance évolutive du trait de côte sur toute la période considérée (Djagoua et *al.*, 2016 ; Faye et *al.*, 2011) cité par Thior, (2021). Ainsi, en fonction des indices, deux types de représentations graphiques sont utilisées dans cette étude. La première représentation est basée sur la classification des transects sur ArcGIS, permettant de voir le taux d'évolution entre deux traits de côte. La seconde représentation graphique est sous forme d'aire. Ainsi, sur l'axe des ordonnées on a l'axe longitudinal de l'étendue linéaire de la plage et, sur l'axe des abscisses, l'évolution du trait de côte.

1.2. Protocole d'échantillonnage

Le littoral sénégal-mauritanien entre Ndiago et Taré présente des côtes à faciès sableux. Mais, l'embouchure comporte des sédiments estuariens composés de sable, de limon, de vase, etc. Pour comprendre leur degré de sensibilité face à la manifestation des agents morpho-dynamiques, leur processus d'arrachement, leur mode de transport et de dépôts, une analyse granulométrique et une étude des propriétés physico-chimiques des sédiments restent incontournables. A l'aide d'étiquettes autocollantes, de sachets plastiques, d'un appareil de photo numérique, de GPS de marque Garmin pour relever les coordonnées géographiques afin de géo référencer les points d'échantillonnage, les campagnes de collecte de sédiment se font sur plusieurs tronçons du cordon de Barbarie et aussi dans le secteur des *Niayes*. Le protocole consiste à prélever des échantillons de sédiments entre Ndiago et Taré. Ainsi, 7 échantillons ont été récoltés (carte 2) le long du secteur cible. En effet, de façon transversale des sédiments sont collectés sur la rive droite du fleuve, sur le cordon (haut de la dune), sur la Haute et Basse plage.

Protocole de traitement des échantillons au Laboratoire

Les échantillons de sédiments collectés ont été traités au laboratoire de Leïdi (Dynamiques des territoires et développement) d'où ils font l'objet d'une analyse granulométrique. Cependant avec le manque de certaines mailles, ces intervalles pour déterminer les sédiments très grossiers (STG = 2 mm à 1 mm), les sédiments grossiers (SG = 1 mm à 450 μ m), la fraction moyenne (SM = 450 à 32 μ m), les éléments fins (SF) 32 μ m à 25 μ m) et les limons et argile (particule sédimentaire inférieure à 25 μ m, sont retenus ; soit, un total de 5 colonnes de tamis. Le calcul des paramètres texturaux s'appuie sur la méthode de FOLK et WARD pour déterminer les conditions de transport, de tri et de dépôt des sédiments.

1.3. Protocole d'enquête et des observations directes

La manifestation permanente de l'action des vagues sur les côtes sénégal-mauritaniennes occasionne une extrême vulnérabilité du secteur. L'analyse de la vulnérabilité se fait par une approche directe ou des observations *in situ*. Elle a permis d'avoir un aperçu sur les différents impacts socio-environnementaux du milieu. L'étude des conséquences de la régression actuelle du trait de côte passe d'abord par la connaissance des installations et infrastructures anthropiques et des écosystèmes naturels menacés. Hormis l'appareil numérique muni pour les photos illustratives, un questionnaire élaboré sur KoboCollect a permis de visiter la perception empirique des riverains par rapport à leur niveau de vulnérabilité. Les questions s'orientent sur les phénomènes d'effondrement du bâti, les activités menacées par l'érosion côtière, les embruns marins et le processus de salinisation sur activités menacées le maraîchage, les activités touristiques, en somme sur le devenir compromettant de la survie du littoral.

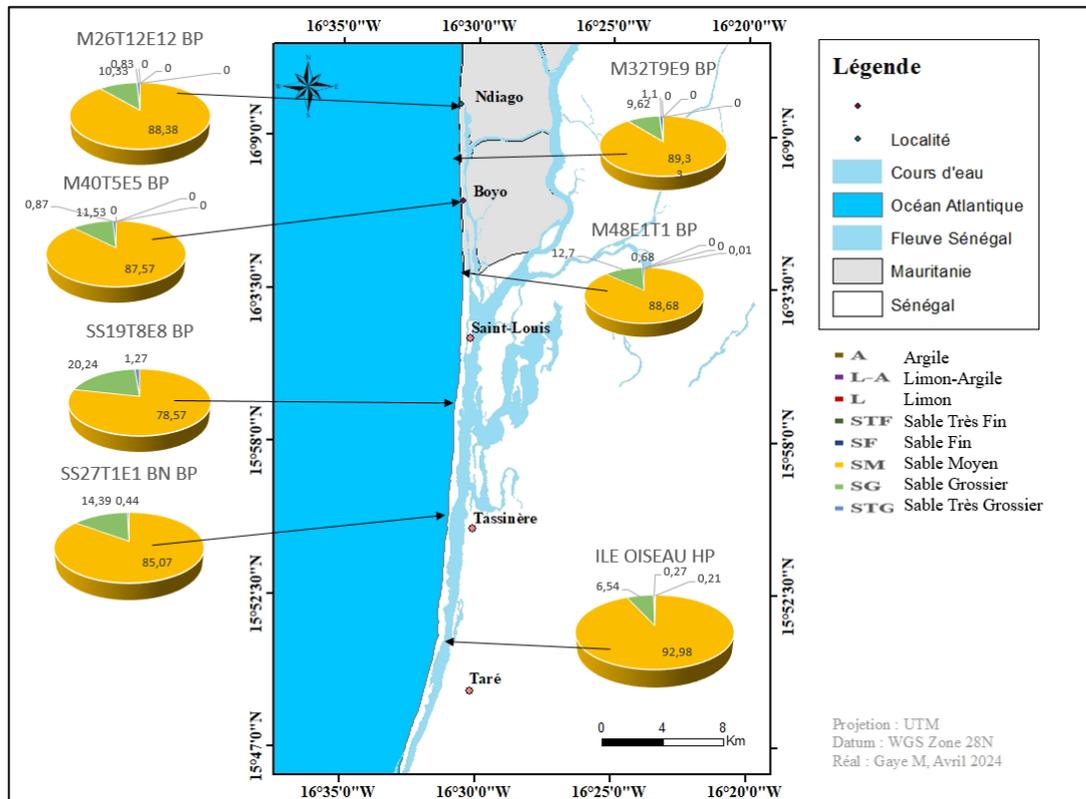
2. Résultats et analyse

Les caractéristiques des faciès constitutifs du littoral et la cinématique côtière et ses impacts sur le plan socio-économique et environnemental sont mieux appréhender à travers les résultats de l'analyse granulométrique, du suivi diachronique de la mobilité de la ligne de rivage et des enquêtes socio-économiques auprès des riverains.

2.1. Résultats de l'analyse granulométrique

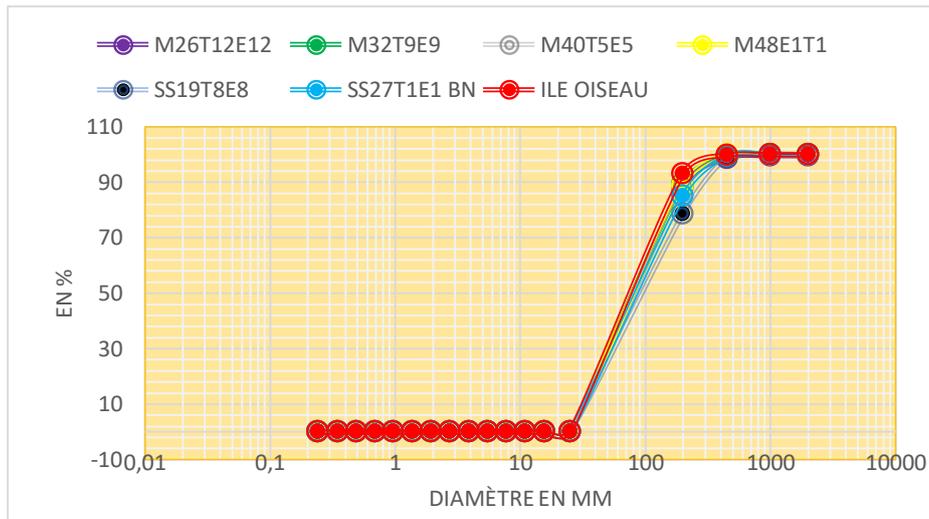
Le littoral transfrontalier sénégal-mauritanien repose sur des formations géologiques récentes représentées par des générations de dunes héritées du Quaternaire : dunes blanches (dunes vives) littorales. Les résultats de l'analyse granulométrique révèlent que les sables arrachés sur le grand erg du Sahara Occidental et relâchés sur l'estran par la dérive littorale et le vent, sont généralement dominés par la fraction moyenne. En effet, sur l'ensemble des échantillons prélevés (carte 2) sur la basse plage, la fraction moyenne occupe les 88,35 % à Ndiago, 89,3% entre Ndiago et Boyo, 87,57% Boyo, 88,68% à la frontière, 78,57 à Hydrobase, 85,07% à la passe nord de l'embouchure et 92,98% à l'Île aux Oiseaux. La fraction moyenne est suivie par les sédiments grossiers. Ils représentent sur les échantillons prélevés des proportions estimées à 10,33% à Ndiago, à 9,62% entre Boyo et Ndiago, à 11,53% à Boyo, à 12,7% à la frontière, à 14,39% à la passe nord et à 6,24% sur la haute plage de l'Île aux oiseaux. La présence des particules grossières sur la basse plage justifie le caractère très agité des côtes sénégal-mauritaniennes. Par contre, à cause des fortes conditions hydrodynamiques, les faciès fins et très fins comme les argiles et limons y occupent généralement des proportions situées en deçà des 2%.

Carte 2 : Proportions granulométriques des sédiments collectés entre Ndiago et Taré



La distribution des sédiments sur les plages entre Ndiago et l’Île aux oiseaux se caractérise par une homogénéité. Cette dernière s’observe à travers une concentration sur une seule tranche matérielle de dimension comprise entre 450 à 32 μm représentant ainsi 98 % de l’ensemble des échantillons collectés. C’est ainsi que les courbes granulométriques (figure.2) tendent à se mouler les unes par rapport aux autres. Cette répartition uniforme des sédiments de la Langue de Barbarie centrée sur cette tranche matérielle indique que les agents morphogéniques y sont assez compétents en les mobilisant et les relâchant sur l’estran.

Figure 2 : courbes granulométriques de sédiments collectés entre Ndiago et Taré



En s'appuyant sur la méthode de Folk et Ward portant sur le calcul des paramètres texturaux (tableau 2), le MZ ou grain moyen des divers échantillons est généralement égal à 1,6. Cela signifie que les sédiments sont largement dominés par des sables moyens. Par rapport à la compétence de la dérive littorale et des vents locaux, ils sont mobilisés par saltation. Leurs coefficients de dispersion (SI) ou leurs Sortings compris entre 0,4 et 0,6 montre que les sédiments distribués entre Ndiago et l'Île aux oiseaux sont bien classés. Quant aux coefficients d'asymétrie (SKI) ou Skewness tendant vers -1 avec une valeur de -0,170, indiquent qu'il y a un excès en éléments grossiers. En revanche, les Kurtosis (Kg) calculés entre 0,9 et 1,1, montre que les particules sédimentaires sont bien triées dans la partie centrale. Cette distribution Leptokurtique des sédiments désigne que les courbes granulométriques sont assez pointues sur la tranche des particules moyennes et retombent de manière brusque sur les particules fines et grossières (figure.2).

Tableau 2 : paramètres texturaux des échantillons de sédiments prélevés sur le littoral

Méthode de FOLK et WARD				
Echantillons	Paramètres texturaux	Géométrique	Logarithmique	Description
M26T12E12	MEAN : (\bar{x})	315,8	1,663	Sable moyen
	SORTING (σ):	1,41	0,496	Bien classé
	SKEWNESS (Sk):	0,169	-0,169	Asymétrique
	KURTOSIS (K):	1,116	1,116	Leptokurtique
M32T9E9	GM	314,9	1,667	Sable moyen
	SI	1,408	0,494	Bien classé
	SKI	0,17	-0,17	Asymétrique
	KG	1,119	1,119	Leptokurtique
M40T5E5	GM	317,7	1,654	Sable moyen
	SI	1,42	0,506	Modérément Bien classé
	SKI	0,174	-0,174	Asymétrique
	KG	1,131	1,131	Leptokurtique
M48E1T1	GM	318,9	1,649	Sable moyen
	SI	1,424	0,51	Modérément Bien classé
	SKI	0,173	-0,173	Asymétrique
	KG	1,128	1,128	Leptokurtique
SS19T8E8	GM	353,6	1,5	Sable moyen
	SI	1,536	0,619	Modérément Bien classé
	SKI	0,263	-0,263	Asymétrique
	KG	1,119	1,119	Leptokurtique
SS27T1E1	GM	322	1,635	Sable moyen
	SI	1,434	0,52	Modérément Bien classé
	SKI	0,173	-0,173	Asymétrique
	KG	1,127	1,127	Leptokurtique
Gantour	GM	308,8	1,695	Sable moyen
	SI	1,348	0,43	Bien classé
	SKI	0,104	-0,104	Asymétrique
	KG	0,931	0,931	Mésokurtique

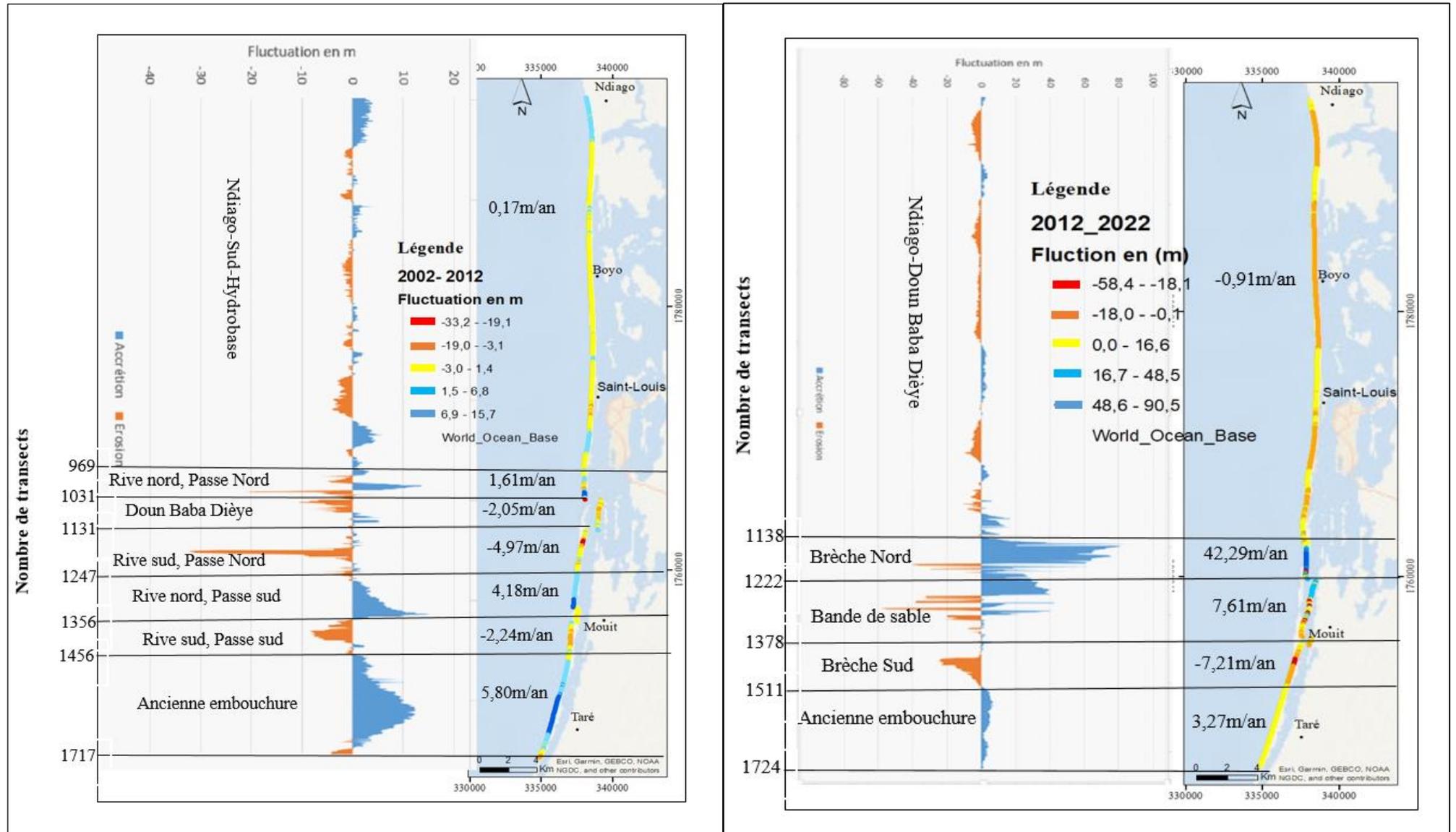
Les sédiments meubles et majoritairement de dimension moyenne constitutifs du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien est un des facteurs de la fluctuation de la ligne rivage instantanée. En effet, ils sont mobilisés à outrance par les courants de dérive et les vents locaux sur une composante Nord-sud justifiant ainsi la mobilité de la ligne instantanée de rivage.

2.2. Résultats de l'évolution de la ligne instantanée de rivage sur l'axe Ndiago-Taré

Les résultats de l'étude diachronique du trait de côte du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien montrent que le littoral est très dynamique. Naturellement par rapport à l'évolution des formes du littoral, trois situations ont été observées sur l'axe Ndiago-Taré : érosion, accrétion et stabilité sur les deux périodes de suivi à savoir 2002-2012 et 2012-2022. Ils révèlent également une tendance érosive des estrans même si certains secteurs adoptent une dynamique accumulative. De ce fait, le secteur longeant Ndiago jusqu'aux environs de Doun Baba Dièye (figure 4) adoptant une dynamique accumulative entre 2002 et 2012 avec un taux d'accrétion estimé en moyenne à 0,17m/an, tend à s'éroder entre 2012 et 2022 avec un taux moyen de recul de la ligne instantanée de rivage évalué à 0,91m. Par contre, sur le secteur de la brèche devenue la nouvelle embouchure du fleuve après le colmatage de l'ancienne en 2004, la dynamique d'engrèvement de la passe nord s'accélère en passant de 1,61 m/an entre 2002 et 2012 à 42,29 m/an entre 2012 et 2022. Mais de façon opposée, la dynamique érosive de la passe sud s'accélère aussi avec un taux de recul moyen de la ligne instantanée de rivage passant de 4,97 m/an entre 2002 et 2012 à 7,21 m/an entre 2012 et 2022. Les dynamiques accumulative de la passe nord et érosive de la passe sud entraînent la migration Nord-sud de l'embouchure en exposant les plages situées en face de leurs gueules à des formes d'érosion rapide.

En ce qui concerne le secteur de l'ancienne embouchure, la dynamique d'engrèvement des estrans décélère en passant de 5,80m/an à 3,27 m/an. En somme, la mobilité de la ligne instantanée de rivage est prédominée par phénomène d'érosion entraînant ainsi des dommages considérables sur le plan socio-économique et environnemental.

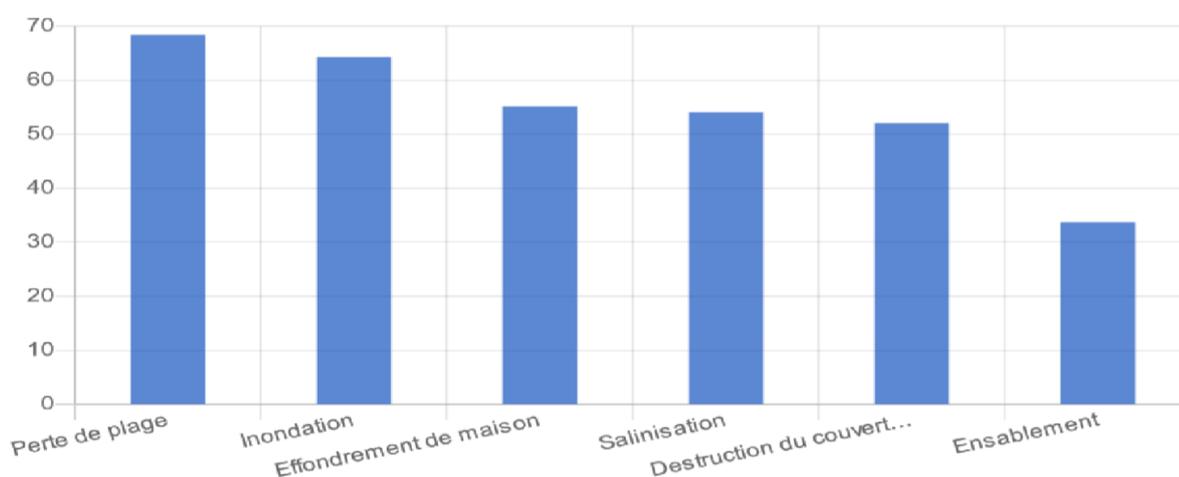
Figure 3 : Résultat du suivi de la mobilité du trait de côte entre 2002-2012 et 2012-2022



2.3. Impacts du recul du trait de côte et leurs modes de gestion

Les processus d'érosion côtière accélérée sur les rivages du Sud de la Mauritanie et du Nord du Sénégal se déroulent de façon très rapide. D'après les témoignages des populations riveraines, la mer se situait à bonne distance des habitations dans un passé récent. De ce fait, plus de 45 % des populations enquêtées affirment que la mer était à plus de 400 m du bâti. Les processus d'érosion du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien accélérés par les interventions humaines se manifestent (figure.4) avec des phénomènes de perte de plage majeure. Ces derniers occasionnent des phénomènes d'effondrement de pans entier de maisons, de destruction du couvert végétal etc.

Figure 4 : Impacts de l'évolution morpho-sédimentaire du littoral



Les phénomènes d'effondrement des maisons s'observent sur les localités en front de la mer ou à la brèche, qui subissent régulièrement le sapement des vagues. En effet avec un déferlement de type plongeant, les vagues sapent la base du cordon ou des maisons jusqu'à leur effondrement. En ce qui concerne le couvert végétal, les espèces introduites de filaos (*Casuarina equisetifolia*) pour fixer les sables en transit, sont disséminées par le sapement régulier des vagues. Actuellement les phénomènes de destruction du couvert végétal sont plus marqués aux environs de la brèche. Ainsi, sur les rivages du fleuve faisant face aux passes Nord et Sud de l'embouchure en migration, les ondes de houles entraînent la destruction du bâti, du couvert végétal, etc.

Planche photographique 1 : stratégies d'adaptation et impacts du recul du trait de côte



Crédits photos Mar Gaye, 1 : 08/01/2022 à Ndiago, 2 : 08/04/2023 à la passe sud de l'embouchure, 3 : 08/04/2023 à Mouit, 4 : 03/04/2022 à Guet-Ndar

3. Discussions

Sur le plan sédimentaire, les résultats issus de l'analyse granulométrique de la section littorale transfrontalière sénégal-mauritanienne sur l'axe Ndiago-Taré confortent les travaux de Gaye M. (2018), de A. A. Sy (2013), B. A. Sy *et al.* (2012), B. A. Sy *et al.* (2013). La distribution granulométrique a tendance à s'affiner pour un profil ouest-est. En interaction avec les sables moyens, il est noté que la fréquence des sables fins augmente de la berme vers le cordon Gaye M. (2018). Sur la Langue de Barbarie, suivant un transect ouest-est (de la mer vers le fleuve), la distribution du grain moyen (0,5-0,25 mm) varie suivant les séquences échantillonnées (plage-cordon-fleuve). Sur la plage de Goxu Mbathie, le grain moyen couvrent 70,03 % de l'échantillon contre respectivement 64,9 % et 56,4 % pour les échantillons prélevés sur le cordon et au niveau du fleuve (A. A. Sy, 2013). Mais, les résultats de l'analyse granulométrique autour de la brèche, infirment ceux obtenus par A. A. Sy (2013). Sur l'échantillon du côté fleuve de la rive Nord, le pourcentage en sable moyen est de 21,5 % contre 43,2 % pour l'échantillon de la plage. Pour la rive Sud, cette proportion est de 11,6 % pour l'échantillon du côté fleuve contre 37,6 % pour la plage (A. A. Sy, 2013).

Cette section du littoral mauritanien très affaissée et à faciès sableux meubles, adopte un comportement morpho-sédimentaire contrôlé par les courants côtiers et, en particulier, la dérive littorale, engendrés par les vagues du nord-ouest, prédominant au nord au sud le long la côte avec une vitesse de 0,52 – 0,66 m/s. Ils jouent un rôle primordial dans l'évolution de la morphologie du littoral à Nouakchott (W. Wu, 2005, p.99), K. Hachemi *et al.* (2014, p.172). De ce fait, ces facteurs hydrodynamiques marins couplés avec la prédominance des de la dynamique érosive des côtes sénégalomauritanienne observé conforte les résultats de Faye qui sur un suivi par photo-interprétation montrent qu'entre 1927 et 1980, le long des 5,46 km de côte concernés à Ndiago, la ligne de pleines mers a reculé en moyenne de -62,93 m soit une vitesse de -1,18 m/an durant les cinq décennies, I. Faye, (2010, p.234), témoignant ainsi que le recul du trait de côte est un phénomène longtemps préoccupant sur la Langue de Barbarie. Sur le secteur de l'embouchure du fleuve Sénégal, le suivi de la ligne de rivage instantanée confirme les résultats de A. A. Sy (2013), de B. A. Sy *et al.* (2015), M. Gaye *et al.* (2023) sur les processus de migration de la brèche avec une dynamique d'érosion plus rapide de la passe Nord que la dynamique de colmatage de la passe Sud.

Conclusion :

Sur les plages du littoral sénégal-mauritanien, la manifestation des phénomènes globaux (SLR) interagit avec les caractéristiques morpho-dynamiques du littoral et les processus de littoralisation. Elles sont animées par une fluctuation de la ligne de rivage marquées par une alternance de secteurs en accumulation, en érosion et en stabilité. Mais, le fonctionnement morpho-sédimentaire entre Ndiago et Taré est prédominé par un recul plus ou moins rapide. Cette érosion très aléatoire est de l'ordre de 2 à 4 m/an respectivement entre Ndiago et Boyo en Mauritanie. Au Sénégal, la mise en place de la digue de protection sur le secteur urbanisé de la Langue de Barbarie de Goxu Mbathie à Guet-Ndar enclenche des formes de régénération des plages longtemps en érosion et des processus d'érosion au droit des cimetières Thiaka Ndiaye.

Sur le secteur de la brèche actuelle embouchure du fleuve Sénégal, le façonnage morpho-sédimentaire s'identifie par les rives nord des deux passes en colmatage contre une érosion plus rapide des rives sud des passes entraînant ainsi la migration Nord-sud de la brèche ouverte en octobre 2003. Cette érosion notée sur les plages sénégal-mauritanienne dérive du renforcement globalisé de la compétence des agents morpho-dynamiques marins. Ce phénomène est confirmé par la distribution granulométrique des sables de plage bien triés dont faciès moyens prédominant à plus de 60 % sur l'ensemble des échantillons. Mais, les sédiments grossiers retrouvés généralement sur la basse plage justifient le caractère à forte énergie de houle du littoral transfrontalier sénégal-mauritanien.

Références bibliographiques

Ba Kader, 2013, Apport de la télédétection et des SIG dans l'étude de l'évolution de la Langue de Barbarie et de l'estuaire du fleuve Sénégal ; thèse 212p N° d'ordre : 004/2013.

Barry Saïdounourou, 2003, Contribution à l'étude géomorphologique de la cote mauritanienne : exemple de Nouackhott et ses environs, Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 122p.

Ibé Anthony Chiwuba et Quélenec Roger Emanuel, 1989, Méthodologie d'inventaire et de contrôle de l'érosion côtière dans la région d'Afrique de l'Ouest et du Centre, p120.

Faye, Ibrahima Birame. Ndébane, Hénaff Alain, Gourmelon Françoise et Diaw Amadou Tahirou, 2008, «Évolution du trait de côte à Nouakchott (Mauritanie) de 1954 à 2005 par photo-interprétation», Presses Universitaire de Rennes, Norois, n° 208, 2008/3, p. 11-27p.

Faye, Ibrahima Birame. Ndébane, 2010, *Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes*, Doctorat de Géographie, Université De Bretagne Occidentale Institut Universitaire Européen La Mer, 321 p.

Gaye Mar, 2019, Evolution morpho-sédimentaire des plages de Goxxumbacc et de Guet-Ndar des années 1980 aux années 2010, p 150.

Gaye Mar, 2023 « Dynamique morpho-sédimentaire et impacts des plages du secteur urbanisé de la langue de Barbarie (Saint-Louis, Sénégal) », Revue Espaces Africains (En ligne), Numéro spécial (Numéro 2 | 2023), ISSN : 2957- 9279, mis en ligne le 30 septembre 2023, p. 115-131.

Gaye Mar, Sy Amadou Abou et Sow Seydou Alassane, 2023, Influence Physico-Chimique des Eaux d'Irrigation sur les Terrains Maraîchers des Niayes : Cas du Gandiolais. European Scientific Journal, ESJ, 19 (30), 26. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n30p26>

Gaye Mar, Niang Souleymane et Faye Cheikh Ahmed Tidiane (2023). « Evolution morphodynamique récente observée sur la brèche de saint-louis (Langue de Barbarie) entre 2019 et 2021», Revue de géographie du laboratoire Leïdi_ISSN 0851-2515_N°30_Décembre_2023, p52-63.

Niang-Diop Isabelle, 1995, *Érosion côtière sur la petite côte du Sénégal à partir de l'exemple de Rufisque : Passé-Présent-Future*. Doctorat d'environnement Volume1, Université D'Angers, 477 p.

OULD EL MOUSTAPHA Ahmed, 2000, *Influence d'un ouvrage portuaire sur l'équilibre d'un littoral soumis à un fort transit sédimentaire. L'exemple du port de Nouakchott (Mauritanie)*, Caen, thèse de doctorat d'université, Université de Caen/Basse Normandie, 162 p

OULD EL MOUSTAPHA Ahmed, Levoy Franck, Monfort Olivier, Koutitoncky Vladimir G, 2007, "A numerical forecast of shoreline evolution after harbour construction in Nouakchott, Mauritania", *Journal of Coastal Research*, vol. 23, n° 6, p. 1409-1417.

Soumaré Arona, 1996, *Etude comparative de l'évolution géomorphologique des bas-estuaires du Sénégal et du Saloum : approche par des données de terrain et la télédétection*. LTH, 541.

Sy Amadou. Abou, 2013, *Dynamique sédimentaire et risque actuel dans l'axe Saint-Louis Gandiol, littoral nord du Sénégal*, Doctorat de Géographie, Université Gaston Berger, 328 p.

Sy Boubou. Aldiouma, 2010, « L'histoire morphodynamique de Doun Baba DIEYE du Sénégal », *Revue Perspectives & Sociétés*, N°1, janvier 2010, ISSN 1840-6130, p. 17.

Sy Boubou. Aldiouma et Sy Amadou. Abou., 2010, « Dynamique actuelle du cordon littoral de la Grande Côte sénégalaise à Niayame et ses conséquences », *RGLL*, N°08 déc. 2010, p. 197-212.

Boubou Aldiouma Sy, Bilbao Ignacio Alonso, Sy Amadou Abou, Perez Isora Sanchez et Valido Silvia Rodriguez, 2013, « Résultats du suivi 2010-2012 de l'évolution de la brèche ouverte sur la Langue de Barbarie au Sénégal et de ses conséquences », *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 2013, volume VII, p223-242.

Thior Mamadou, Sané Tidiane, Sy Oumar, Descroix Luc, Ndiaye Lat Grand, Sambou Abdou Kadri, Cissokho Dramane et Solly Boubacar, 2019, « Caractéristiques granulométriques et dynamique sédimentaire entre les différentes unités géomorphologiques du littoral de la Casamance, Sénégal », *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 189-213 ISSN 1813-3290, p. 33.

Thior Mamadou, Sy Amadou Abou, Cisse Idrissa Cisse, Dièye El Hadji Balla, Sané Tidiane, Ba Boubacar Demba, Solly Boubacar et Descroix Luc, 2021, « Approche cartographique de l'évolution du trait de côte dans l'estuaire de la Casamance »,

Mappemonde [En ligne], 131 | 2021, mis en ligne le 08 juillet 2021, consulté le 05 janvier 2024. URL : <http://journals.openedition.org/mappemonde/5939> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/mappemonde.5939>, 23p.

WU Weicheng, 2003, Application de la géomatique au suivi de la dynamique environnementale en zones arides p.230.