Mieux Comprendre l'Espace

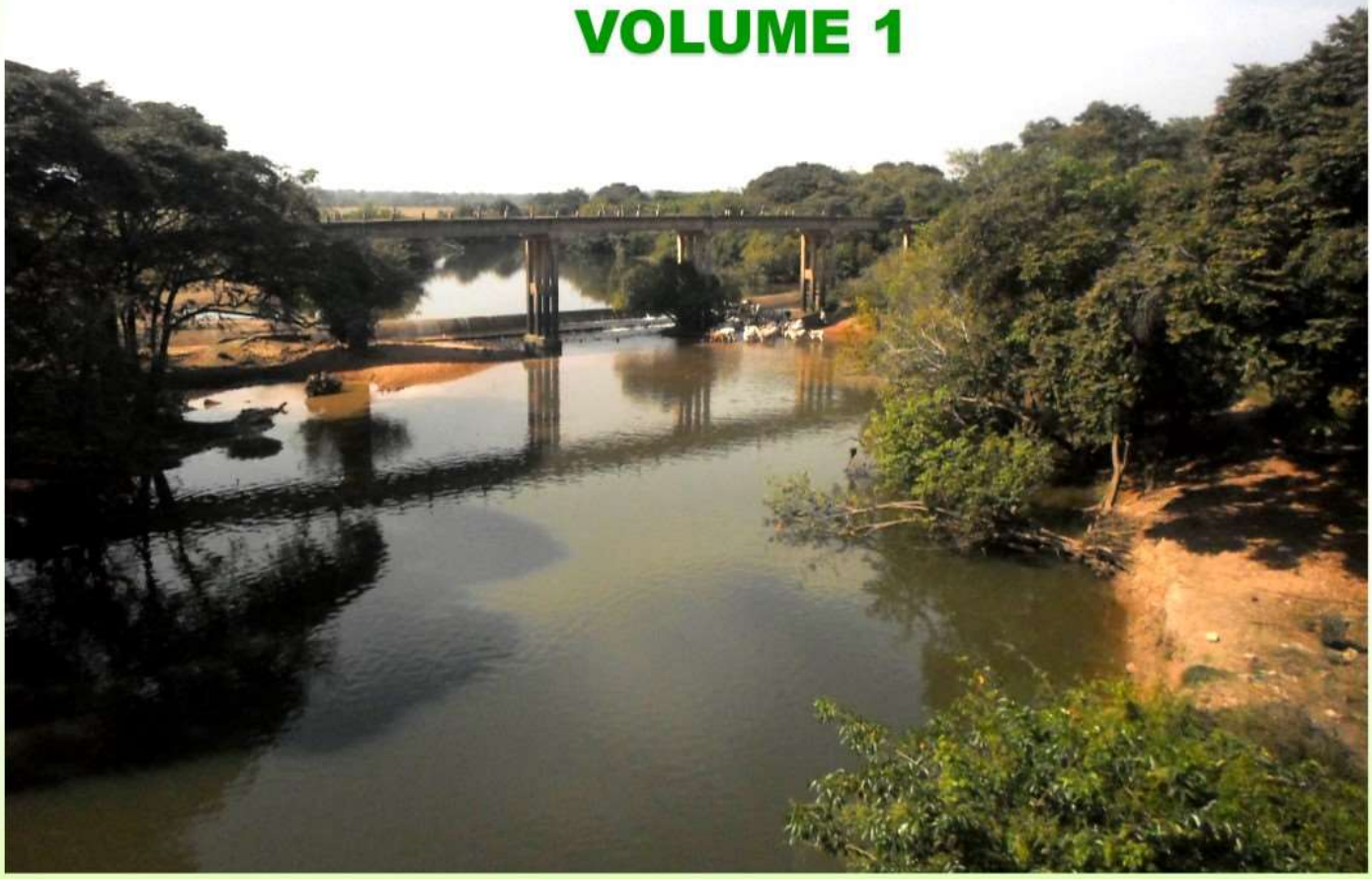
Géovision

Revue du Laboratoire Africain de Démographie et des Dynamiques Spatiales

Département de Géographie -Université Alassane Ouattara

N°008, DÉCEMBRE 2022 ISSN: 2707- 0395

VOLUME 1



République de Côte d'Ivoire

BP V18 Bouaké 01

Téléphone: (+225) 07 07 06 91 71/ 01 03 59 34 32/ 05 05 05 84 01

Courriel: revuegeovision@gmail.com

Site Internet: www.laboraddys.com

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Directeur de publication : Pr MOUSSA Diakité**,** Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Rédacteur en chef : Pr LOUKOU Alain François, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Rédacteur en chef adjoint : Dr ZAH Bi Tozan, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

Dr DIARRASSOUBA Bazoumana, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr FOFANA Bakary, Géographe, Chercheur Indépéndant

Dr ADOU Bosson Camille, Géographe, Chercheur Indépéndant

Dr TANOH Ané Landry, Géographe, Chercheur Indépéndant

COMITÉ SCIENTIFIQUE ET DE LECTURE

Pr MOUSSA Diakité, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr BÉCHI Grah Félix, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

PhD : Inocent MOYO, University of Zululand (Afrique du Sud) / Président de la Commission des études africaines de l'Union Géographique Internationale (UGI)

Pr AFFOU Yapi Simplice, Université Félix Houphouët Boigny Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire)

Pr ALOKO N'guessan Jérôme, Université Félix Houphouët Boigny Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire)

Pr ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr BIGOT Sylvain, Université Grenoble Alpes (France)

Professor J.A. BINNS, Géographe, University of Otago (Nouvelle-Zélande)

Pr BOUBOU Aldiouma, Université Gaston Berger (Sénégal)

Pr BROU Yao Télésphore, Université de La Réunion (La Réunion-France)

Pr Momar DIONGUE, Université Cheick Anta Diop (Dakar-Sénégal)

Pr Emmanuel EVENO, Université Toulouse 2 (France)

Pr KOFFI Brou Émile, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr KONÉ Issiaka, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr Nathalie LEMARCHAND, Université Paris 8 (France)

Pr Pape SAKHO, Université Cheick Anta Diop, (Dakar-Sénégal)

Pr SOKEMAWU Koudzo Yves, Université de Lomé (Togo)

Dr Ibrahim SYLLA, Université Cheick Anta Diop, (Dakar-Sénégal)

Dr LOUKOU Alain François, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr VEI Kpan Noel, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr ZAH Bi Tozan, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr DIOMANDÉ Béh Ibrahim, Université Alassane Ouattara (Bouaké- Côte d'Ivoire)

Dr SORO Nabegue, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr KOFFI Kan Émile, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr ETTIEN Dadja Zenobe, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Instructions aux auteurs

Dans le souci d'uniformiser la rédaction des communications, les auteurs doivent se référer aux normes du Comité Technique Spécialisé (CTS) de Lettres et Sciences Humaines/CAMES. En effet, le texte doit comporter un titre (Times New Roman, taille 12, Lettres capitales, Gras), les Prénom(s) et NOM de l'auteur ou des auteurs, l'institution d'attache, l'adresse électronique de (des) auteur(s), le résumé en français (250 mots), les mots-clés (cinq), le résumé en anglais (du même volume), les keywords (même nombre que les mots-clés). Le résumé doit synthétiser la problématique, la méthodologie et les principaux résultats. Le manuscrit doit respecter la structure d'un texte scientifique comportant : Introduction (Problématique ; Hypothèse compris) ; Approche méthodologique ; Résultats et Analyse ; Discussion ; Conclusion ; Références bibliographiques. Le volume du manuscrit ne doit pas excéder 15 pages, illustrations comprises. Les textes proposés doivent être saisis à l'interligne 1, Times New Roman, taille 11.

1. Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante : 1. Premier niveau (Times New Roman, Taille de police 12, gras) ; 1.1. Deuxième niveau (Times New Roman, Taille de police 12, gras, italique) ; 1.2.1. Troisième niveau (Times New Roman, Taille de police 11, gras, italique).

2. Les illustrations : les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré ; taille de police 11, gras). La source (centrée) est indiquée en dessous de l'élément d'illustration (Taille de police 10). Ces éléments d'illustration doivent être annoncés, insérés puis commentés dans le corps du texte.

3. Notes et références : 3.1. Éviter les références de bas de pages ; 3.2. Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit : -Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées. Exemple : (D. MOUSSA, 2018, p. 10) ; -Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées). Exemple : D. MOUSSA (2018, p. 10).

4. La bibliographie : elle doit comporter : le nom et le (les) prénom (s) de (des) auteur(s) entièrement écrits, l'année de publication de l'ouvrage, le titre, le lieu d'édition, la maison d'édition et le nombre de pages de l'ouvrage. Elle peut prendre diverses formes suivant le cas :
- *pour un article :* LOUKOU Alain François, 2012, « La diffusion globale de l'Internet en Côte d'Ivoire. Évaluation à partir du modèle de Larry Press », in *Netcom*, vol. 19, n°1-2, pp. 23-42.

- *pour un ouvrage :* HAUHOUOT Asseypo Antoine, 2002, *Développement, aménagement, régionalisation en Côte d'Ivoire*, EDUCI, Abidjan, 364 p.

- *un chapitre d'ouvrage collectif* : CHATRIOT Alain, 2008, « Les instances consultatives de la politique économique et sociale », in Morin, Gilles, Richard, Gilles (dir.), *Les deux France du Front populaire*, Paris, L'Harmattan, « Des poings et des roses », pp. 255-266.

- *pour les mémoires et les thèses :* DIARRASSOUBA Bazoumana, 2013, *Dynamique territoriale des collectivités locales et gestion de l'environnement dans le département de Tiassalé*, Thèse de Doctorat unique, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 489 p.- *pour un chapitre des actes des ateliers, séminaires, conférences et colloque* : BECHI Grah Felix, DIOMANDE Beh Ibrahim et GBALOU De Sahi Junior, 2019, Projection de la variabilité climatique à l'horizon 2050 dans le district de la vallée du Bandama, Acte du colloque international sur « *Dynamique des milieux anthropisés et gouvernance spatiale en Afrique subsaharienne depuis les indépendances* » 11-13 juin 2019, Bouaké, Côte d'Ivoire, pp. 72-88

- *Pour les documents électroniques* : INS, 2010, *Enquête sur le travail des enfants en Côte d'Ivoire*. Disponible à : http://www.ins.ci/n/documents/travail_enfant/Rapport%202008-ENV%202008.pdf, consulté le 12 avril 2019, 80 p.

Éditorial

Comme intelligence de l'espace et savoir stratégique au service de tous, la géographie œuvre constamment à une meilleure compréhension du monde à partir de ses approches et ses méthodes, en recourant aux meilleurs outils de chaque époque. Pour les temps modernes, elle le fait à l'aide des technologies les plus avancées (ordinateurs, technologies géospatiales, à savoir les SIG, la télédétection, le GPS, les drones, etc.) fournissant des données de haute précision sur la localisation, les objets et les phénomènes. Dans cette quête, les dynamiques multiformes que subissent les espaces, du fait principalement des activités humaines, offrent en permanence aux géographes ainsi qu'à d'autres scientifiques des perspectives renouvelées dans l'appréciation approfondie des changements opérés ici et là. Ainsi, la ruralité, l'urbanisation, l'industrialisation, les mouvements migratoires de populations, le changement climatique, la déforestation, la dégradation de l'environnement, la mondialisation, etc. sont autant de processus et de dynamiques qui modifient nos perceptions et vécus de l'espace. Beaucoup plus récemment, la transformation numérique et ses enjeux sociaux et spatiaux ont engendré de nouvelles formes de territorialité et de mobilité jusque-là inconnues, ou renforcé celles qui existaient au préalable. Les logiques sociales, économiques et technologiques produisant ces processus démographiques et ces dynamiques spatiales ont toujours constitué un axe structurant de la pensée et de la vision géographique. Mais, de plus en plus, les sciences connexes (sciences sociales, sciences économiques, sciences de la nature, etc.) s'intéressent elles aussi à l'analyse de ces dynamiques, contribuant ainsi à l'enrichissement de la réflexion sur ces problématiques. Dans cette perspective, la revue Géovision qui appelle à observer attentivement le monde en vue de mieux en comprendre les évolutions, offre aux chercheurs intéressés par ces dynamiques, un cadre idéal de réflexions et d'analyses pour la production d'articles originaux. Résolument multidisciplinaire, elle publie donc, outre des travaux géographiques et démographiques, des travaux provenant d'autres disciplines des sciences humaines et naturelles. Géovision est éditée sous les auspices de la Commission des Études Africaines de l'Union Géographique Internationale (UGI),

une instance spécialement créée par l'UGI pour promouvoir le débat académique et scientifique sur les enjeux, les défis et les problèmes spécifiques de développement à l'Afrique. La revue est semestrielle, et parait donc deux fois par an (en anglais et en français).

Bouaké, le 16 Septembre 2019

La rédaction

AVERTISSEMENT

Le contenu des publications n'engage que leurs auteurs. La Revue Géovision ne peut, par conséquent, être tenue responsable de l'usage qui pourrait en être fait.

SOMMAIRE

LES REFORMES DE LA SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT DES FORETS (SODEFOR) ET LEUR IMPACT DANS LA LUTTE CONTRE LA DÉFORESTATION EN CÔTE D'IVOIRE DE 1980 A 2000, Alain Konan BROU 9

OFFRE DE SANG AU CNTS DE BAMAKO : PROBLÈMES ET STRATÉGIES D'ACCÈS DES POPULATIONS, [1]-Issa DIALLO , [2]-Anassa TRAORE, [3]-Adama TRAORE 19

LA GOUVERNANCE DE L'EAU D'IRRIGATION DANS LE SECTEUR RIZICOLE DE SOSSE-SIBILA EN ZONE OFFICE RIZ SEGOU : ENJEUX ET CONTRAINTES, Baba COULIBALY..... 30

LE MILIEU RURAL DE LA RÉGION DE GBÊKÊ (CENTRE DE LA CÔTE D'IVOIRE) : UN ESPACE MOINS NANTI EN INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES, Souleymane TOURE[1], Yao Jean Julius KOFFI[2]..... 42

ÉTUDE DE LA CINÉMATIQUE (1979-2019) DE LA FLECHE SABLEUSE DE LA LANGUE DE BARBARIE, LITTORAL NORD SÉNÉGALAIS, Amadou Abou SY..... 58

LE COUSINAGE A PLAISANTERIE POUR LA RÉSOLUTION DU CONFLIT EN CASAMANCE, Ibrahima BA 70

STRATÉGIES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE À BINGERVILLE (CÔTE D'IVOIRE), Deagai Parfaite DIHOUEGBEU 80

INSUFFISANCES DE L'EVALUATION SOMMATIVE DE LA PRODUCTION ECRITE EN FRANÇAIS : CAS DES CLASSES DE TROISIEME DES ETABLISSEMENTS SECONDAIRES PUBLICS DE LA COMMUNE DE PORT-BOUËT, Eben-Ezer Kouamé TANON..... 93

CONSTRUCTION DES GRANDS BARRAGES ET PROBLÉMATIQUE DU DÉPLACEMENT DES POPULATIONS : CAPITALISATION DE L'EXPÉRIENCE DU BARRAGE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE KANDADJI AU NIGER, SAIDOU Abdoulkarimou[1], KOMBIENI Hervé Azouma[2] 110

L'IGNAME : UNE ALTERNATIVE POUR LA SECURITE ALIMENTAIRE DANS LA SOUS – PREFECTURE DE DIMBOKRO, AHOUSSI N'Guessan Maxime[1], KONE Tanyo Boniface[2], DIAKITE Moussa[3] 126

ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DES SYSTÈMES D'IRRIGATION EN RÉPONSE AUX EFFETS DES VARIABILITÉS CLIMATIQUES SUR LE PLATEAU ADJA AU SUD-OUEST DU BÉNIN, SEWADE SOKEGBE Grégoire[1], Clément Codjo GNIMADI[2], HOUNLIHO V. Beaudelaire A. [3] 137

DIVERSITÉ ETHNIQUE, DÉMOCRATIE ET LIEN SOCIAL EN AFRIQUE, Afiyo ASSIVON (Sœur Louise de Jésus)..... 154

ANALYSE DE L'OCCUPATION ET USAGES DES TERRES SUR L'AXE DAOUKRO-BONGOUANOU (CÔTE D'IVOIRE), Laurent Kouassi KOUAKOU[1], Amédée Bosson KOUAME[2], Boris Aubin Kouassi KOUADIO[3], Béh Ibrahim DIOMANDE[4], Diakité MOUSSA[5] 166

DRONE AS AN AUXILIARY TOOL FOR DEGRADED MANGROVES CHARACTERIZATION IN THE NORTH OF LIBREVILLE – NW/GABON, Dieudonné Moukétou-Tarazewicz, Jean-Bernard Mombo[2], Marjolaine Okanga Guay[2], Médard Obiang Ebanega[2], Bruno Nkoumakali[2], Leaticia Rogombe[2], Michel Mbadinga[2] 181

DÉFIS ET PERSPECTIVES DE LA DECENTRALISATION DANS LA COMMUNE RURALE DE SOUBAKANIEDOUGOU AU BURKINA FASO, Aridjouma FAYAMA, Dramane DAHANI[*]..... 191

COMMERCIALISATION DES LÉGUMES FEUILLES LOCALES : UNE VÉRITABLE OPPORTUNITÉ D'AUTONOMISATION DES FEMMES DE LA COMMUNE DE YOPOUGON, Florence YAPO[1], Tangologo SILUE[2] 207

PRODUCTION ET COMMERCIALISATION DES PRODUITS VIVRIERS DANS LA COMMUNE DE GLAZOUE AU CENTRE DE LA REPUBLIQUE DU BENIN, Tognidè Auguste HOUINSOU [(1)] - Paulin Mintongninou HESSOU [(2)] 219

LES IMPACTS SOCIOÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES MOUVEMENTS DE POPULATIONS DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA, OUAGADOUGOU, BURKINA FASO, NIKIEMA Wendkouni Ousmane*, SANOGO Salifou**, et YANOGO Pawendkisgou Isidore*** 237

LES SITES ETHNOGRAPHIQUES DE LA VILLE DE GAOUA À L'ÉPREUVE DE L'URBANISATION : ÉTAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES DE SAUVEGARDE, BIRBA Noaga[1], DA Dar[2] 250

DYNAMIQUE DE TRANSFORMATION DES AGRO-SOCIO-ECOSYSTEMES DES TERRITOIRES DU SINE (SENEGAL), CHEIKH TINE 264

REORIENTATION UNIVERSITAIRE ET PERFORMANCE DES ETUDIANTS A L'UNIVERSITE DE LOME, Yawo Adzéoda HOLU* 278

LES PLAGES DE LA SOUS-PRÉFECTURE DE SAN PEDRO FACE AUX DÉFIS DU TOURISME DURABLE, BISSOU Guikahué Daniel[1] , Pascal Hugues AYEKPA[2] 291

VALORISATION DES DÉCHETS SOLIDES DU MARCHE DE SAN, UNE ANALYSE SOCIOLOGIQUE DES STRATEGIES D'EDUCATION ENVIRONNEMENTALE, Yakouréoun DIARRA [(1)*], Gaoussou DEMBELE [(2)] 307

ENJEUX DU PROCESSUS DE TERRITORIALISATION DE LA PERIPHERIE DE SAINT-LOUIS AU SÉNÉGAL, NAKOUYE Nicolas 321

LA RÉGIONALISATION AU SÉNÉGAL : ENJEUX ET PERSPECTIVES, Binette NDIAYE 335

L'ARCHEOLOGIE DE LA CONSCIENCE MORALE, Hyacinthe Aboa ACHI..... 348

LE SMARTPHONE EN MILIEU UNIVERSITAIRE À BOUAKÉ (CENTRE CÔTE D'IVOIRE) , KOFFI Yao Julien 357

LES FACTEURS DE L'ENROLEMENT DES JEUNES DANS LES GROUPES EXTREMISTES VIOLENTS AU CENTRE DU MALI, Doudou Ben Béchir NIANG[1] , Salif KONE[2] 370

LA CONCEPTION DE L'ESPACE PUBLIC COMME INSTRUMENT DE MARKETING TERRITORIAL. LE CAS DU PARC LA MEXICANA, Elizabeth ESPINOSA DORANTES, Christof GÖBEL..... 377

ÉTUDE DE LA CINÉMATIQUE (1979-2019) DE LA FLECHE SABLEUSE DE LA LANGUE DE BARBARIE, LITTORAL NORD SÉNÉGALAIS

Amadou Abou SY

Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, département de géographie. syamadouabou2@yahoo.fr; amadouabou.sy@ucad.edu.sn

Résumé :

Sur le littoral nord du Sénégal, ouvert à l'océan Atlantique, une récente flèche sableuse édifiée sur cette partie du delta du fleuve Sénégal, il ya seulement 20 siècles (à partir de 2000 ans BP) subie une érosion marine continue. La Langue Barbarie, une flèche à effet de houle en position du front du delta subie un recul du trait de côte très associée au fonctionnement double de ses embouchures.
L'objectif de cette contribution est d'étudier sur la base de données cartographiques, l'évolution morphologique de cette flèche sableuse entre 1979 et 2019. La méthodologie adoptée repose sur une superposition de 05 images satellitaires multidates (1979, 1989, 1999,2009, 2019).
Les résultats montrent une dynamique globalement érosive et contrastée. Sur le segment proximal, la vitesse de recul varie entre - 0,44 m et -4,41 m par an. Le segment médian est le plus vulnérable à l'érosion ou les vitesses les plus élevées sont enregistrées à proximité de Doun Baba Dieye avec -4, 48 m/an. Sur le segment distal, des vitesses de recul sont comprises entre -4,48 et -1,17 m/an à Niayam sur environ 2,3 km. Le reste du segment est en accrétion avec des épaisseurs comprises entre +4,93 et 0,80 m/an soit +2,8 m/an en moyenne. Cette partie de la Langue de Barbarie subie une dynamique accumulative au profit des conditions hydrodynamiques plutôt calmes. Cette dynamique est fortement assujettie au fonctionnement de l'embouchure à partir de 2003 avec des vitesses d'érosion compris entre -4,77 et -2,25 m/an. Les plus forts taux d'érosion se situent entre 7,75 et 4,78 m/an.

Mots-clés : Cinématique, cartographie, Langue de Barbarie, delta, littoral.

STUDY OF THE KINEMATICS (1979-2019) OF THE LANGUE DE BARBARIE SAND SPIRE, NORTHERN SENEGAL COAST

Abstract :

On the northern coast of Senegal, open to the Atlantic Ocean, a recent sandy spit built on this part of the Senegal River delta only 20 centuries ago (from 2000 years BP) suffered continuous marine erosion. The Langue Barbarie, a sandy spit with swell effect in the front position of the delta suffered a retreat of the coastline very much associated with the functioning of its mouth.
The objective of this contribution is to study on the basis of cartographic data, the morphological evolution of this sandy spit between 1979 and 2019. The methodology adopted is based on a superposition of 05 multidate satellite images (1979, 1989, 1999,2009, 2019).
The results show a globally erosive and contrasting dynamic. On the proximal segment, the speed of recoil varies between -0.44 m and -4.41 m per year. The median segment is the most vulnerable to erosion where the highest speeds are recorded near Doun Baba Dieye with -4.48 m/year. On the distal segment, retreat speeds are between -4.48 and -1.17m/year at Niayam over approximately 2.3km. The rest of the segment is in accretion with accretion rates between +4.93 and 0.80m/year or +2.8m/year on average. This part of the Langue de Barbarie is subject to accumulative dynamics in favor of calm hydrodynamic conditions. This dynamic is strongly subject to the operation of the mouth from 2003 with erosion rates between -4.77 and -2.25m/year. The highest erosion rates are between 7.75 and 4.78m/year.

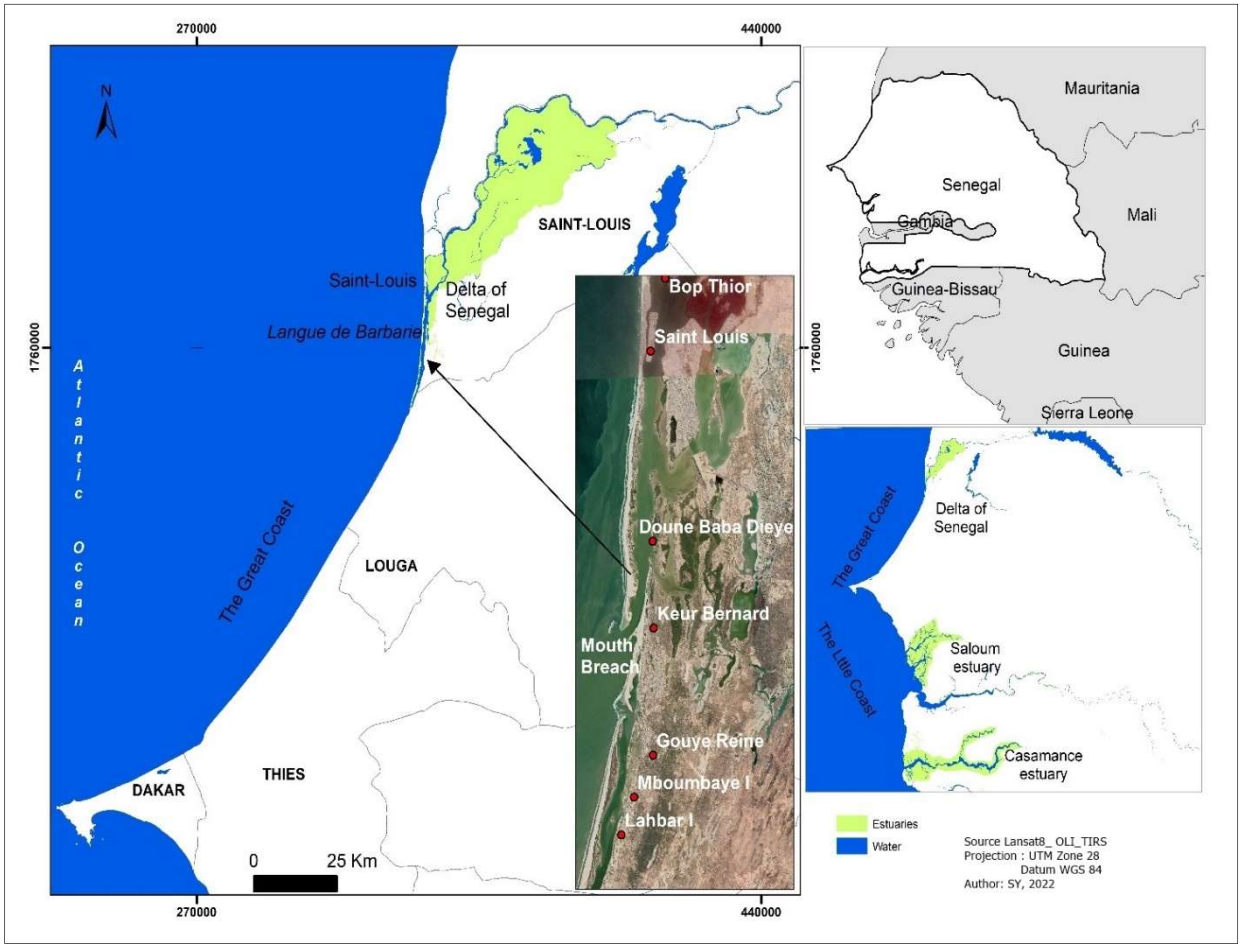
Keywords : Cinematics, cartography, Langue de Barbarie, delta, coast.

Introduction

Comme la plupart des flèches sableuses de l'Afrique de l'Ouest, l'important transit sédimentaire se traduit par un allongement des pointes des flèches sableuses avec parfois la mise en place de bancs de sable singuliers (A. SY *et al.* 2013, p. 133 ; M. THIOR *et al.,* 2019, p. 12 ; E.B. DIEYE *et al*., 2013, p. 19). Ces bancs de sable ou barres de *swash* migrent également vers le sud sous l'influence de la dérive littorale.
Ainsi, l'érosion, le transport, et l'accumulation sont globalement les éléments responsables des processus de l'évolution morphologique des littoraux sableux. Or, la flèche littorale, un des résultats de ce processus, est considérée comme une forme constituée par l'accumulation de matériaux meuble (comme de sable ou de galets), selon un plan étiré avec un point d'ancrage à une extrémité et une pointe libre à l'autre extrémité. Au Sénégal, la langue de barbarie apparait comme l'une des plus grandes unités morphologiques des formes de flèches sableuses. C'est une flèche littorale qui s'est façonnée autour de l'embouchure du delta du fleuve Sénégal dans la région de Saint Louis, entre les latitudes 16°23' et 16°35' N et les longitudes 15°45' et 16°15' O (K. BA *et al.,* 2007, p11 ; A.A. SY, 2013, p. 135). Elle se forme comme un long cordon sableux, de 100 à 500 m de largeur, avec des hauteurs variant entre 2 et 7 m au-dessus du 0 de l'IGN. Sur le plan morphologique, M. M. Sall (1982, p. 210) individualise trois segments sur la Langue de Barbarie : Le segment proximal s'étend de la racine de la flèche, à 3 km, au nord du quartier des pêcheurs, jusqu'à l'hydrobase, à 1,5 km au sud du cimetière de Thiaka Ndiaye ; le segment médian va de l'Hydrobase à la hauteur du village de Tassinère et le segment distal s'étend de Tassinère à l'extrémité sud de la flèche, à Taré.

Du point de vue morphodynamique, la flèche littorale de la Langue de Barbarie est caractérisée par des ruptures sporadiques naturelles à l'exception de l'ouverture artificielle d'une brèche en octobre 2003. La flèche littorale est affectée par 07 ruptures entre 1850 et 1900. Entre 1900 et 1973, 13 ruptures ont été enregistrées, soit un total de 20 brèches, toutes naturelles (B.A. SY *et al.,* 2004,p.13 ; A.A.SY, 2013, p.213 ; M. SADIO, 2017, p. 182). Cependant, les problèmes d'inondation que serait confrontée la ville de Saint-Louis ont poussé les autorités à ouvrir un canal de délestage. Cette dernière ouverture artificielle a beaucoup influencé l'évolution morphologique récente de la flèche de la Langue de Barbarie. Ainsi, au-delà de la variation historique de la ligne rivage, la flèche a fonctionné sous deux systèmes. Le premier correspondant à la période d'avant-brèche caractérisée par un fonctionnement de flèche littorale simple avec une seule pointe à l'extrémité distale. Le deuxième système correspondant à la période qui prend en compte l'après ouverture de la brèche est caractérisé par la présence d'une pointe nord et une pointe sud. La figure 1 montre la position de l'embouchure dans un environnement deltaïque à estuarien.

Figure 4. Localisation de la zone d'étude



L'objectif de cette contribution est d'étudier la morphodynamique de la flèche sableuse la Langue de Barbarie à travers la variation historique de sa ligne de rivage et la migration de son embouchure entre 1979 et 2019. La méthodologie adoptée repose sur une superposition et un traitement de 05 images satellitaires multidates (1979, 1989, 1999, 2009, 2019).

1. Approche méthodologique

2.1. Données utilisées

Les données géospatiales exploitées dans le cadre ce travail sont exclusivement celles de l'imagerie satellitaire. En effet, l'utilisation de l'imagerie Landsat pour le suivi du trait de côte est pertinente dans le cas des littoraux extrêmement dynamiques dont l'évolution est supérieure à la marge d'erreur (M. CROWELL *et al.,* 1994, p. 113 ; C.H. FLETCHER *et al.,* 2003, p. 11 ; I.B.N. FAYE, 2010, p. 199). Or, le littoral sénégalais est globalement caractérisé par une très forte dynamique de ses plages (I.B.N. I.B.N. FAYE, 2010, p.199 ; A. NDOUR *et al.,* 2018, p. 11, M. THIOR *et al.,* 2021, 15).

Les images satellitaires Landsat utilisées dans cette étude sont fournies par les capteurs ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) et OLI (*Operational Land Imager*). Leur résolution de 30m est assez suffisante pour étudier l'évolution des principales flèches littorales du Sénégal (A.A.SY *et al.* 2013 ; I.B.N. FAYE, 2010, p. 199 ; M. SADIO, 2017, p. 182 ; M. THIOR *et al.,* 2020, p. 15). Le tableau 1 présente les caractéristiques des images utilisées.

Tableau 1. Données utilisées dans l'analyse diachronique entre 2004 et 2019

Satellite	*Série*	*Capteur*	*Date d'acquisition*	*Résolution spatiale*
Landsat	L3	MSS	15/01/1979	30 m
Landsat	L5	TM	15/01/1989	
Landsat	L7	ETM+	15/03/1999	
Landsat	L8	OLI_TIRS	01/03/2009	
Landsat	L8	OLI_TIRS	01/01/2019	

Source : (A.A. SY, 2022)

2.2. Méthode de traitement

La méthode mise en œuvre 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 /2000, l'estimation des marges d'incertitude et le calcul du taux d'évolution du trait de côte.

2.2.1 La correction géométrique

La méthode de correction adoptée est le géoréférencement image par image avec choix de points amers à partir d'une image de référence en utilisant un polygone de second degré dont les points de calage (ou points amers) par image disposée dans l'ensemble de la bande d'image découpée de part et d'autre du linéaire côtier.
L'image Landsat OLI plus récente et présentant une géométrie plus intéressante de 2019 est utilisée comme image référence. Pour chaque site, l'erreur résiduelle des images est inférieure à 0,2 pixel après correction. Cependant, il est conseillé de ramener cette erreur à ±1 pixel soit 2 pixels si on compare deux images (M.A. COYNE *et al*., 1999, p. 14 ; P. DURAND, 2000, p. 161 ; I.B.N. FAYE, 2010, p. 183).

2.2.2 Numérisation de la ligne de rivage

La numérisation de la ligne instantanée de rivage a nécessité d'abord un travail d'identification et d'extraction des marqueurs pertinents de trait de côte. Ce travail s'est fait manuellement sur les images satellitaires.
Par ailleurs, la photo-interprétation assistée par ordinateur couplée à un SIG présente un avantage moins couteux en matériel (M. JUIGNER, 2012, p. 121). Dans cette étude, la version 10.5 d'ArcGIS a permis d'effectuer ce travail à travers l'interface Arcmap. Les marqueurs les plus faciles à détecter manuellement sont les lignes instantanées de rivage, les limites d'humectation et les limites de végétation. Un consensus s'est fait sur le niveau de marée haute, puisqu'il est continu le long du littoral et, est facilement reconnaissable sur les images dans la mesure où il est situé à la limite entre les parties mouillées (qui apparaissent en gris foncé) et sèches (apparaissant en gris clair à blanc) de la plage. De même, il varie le moins horizontalement en fonction de la marée.
La qualité des résultats d'une analyse diachronique est intimement liée à la connaissance de la marge d'erreur (M. JUIGNER, 2017, p.62). L'estimation de ces risques d'erreurs doit conduire à l'élaboration d'une marge d'erreur, qui sera prise en compte dans l'interprétation des résultats (P. DURAND, 2000, p. 17 ; A.E. GIBBS *et al.,* 2015, p. 11 ; A.I. GOULD *et al.,* 2015, p. 14). Les erreurs les plus récurrentes en cinématique du littoral, particulièrement en ce qui concerne l'analyse du trait de côte, sont principalement les erreurs de positionnement et les erreurs techniques.

L'erreur globale, appelée Erreur de Position Globale du trait de côte, est calculée en prenant la racine carrée de la somme des carrées de chaque erreur : erreur de pixel, de géoréférencement, de digitalisation, oscillation (R.A. MORTON *et al.,* 2004, p.13 ; E.R. THIELER *et al.,* 2009, p. 18 ; L. MATHIEU, 2014, p. 17 ; M. JUIGNER, 2012 p. 12 ; C.H. FLETCHER *et al.,* 2003, p. 11). Dans cette étude, trois sources d'erreur sont prises en compte (tableau 2) :

Tableau 2. Les sources d'erreurs des images

Erreurs	Mode de calcul	Description	
Erreur de géoréférencement	Erreur automatiquement générée sur (*ArcGIS*)	(*RMS Root Mean Square Error*).	**Eg : Erreur de Géoréférencement (RMS)**
Erreur liée à la variation de la marée	Rapport de la hauteur de la marée sur la pente moyenne de la plage	Marnage et la pente	**Eo : Erreur de l'oscillation de marée**
Erreur liée à la digitalisation	Cumulant de la moyenne + 2 écarts-types + taille pixel.	Erreur émanant de plusieurs essais la numérisation	**Ed : Erreur de digitalisation**
Erreur de Position Globale	Somme des erreurs au carré	Erreur globale comparée aux résultats	**Ept : Erreur de position globale du trait de côte**

Source : (A.A. SY, 2022)

Ainsi, on calcule pour chaque année (tableau 3), la valeur des trois erreurs déjà identifiées sur les images. Cela donne donc les équations suivantes :

$$\boldsymbol{Ept} = \sqrt{+Eg^2 + Ed^2 + Eo^2}$$

Et

$$\boldsymbol{E\alpha} = \frac{\sqrt{Ept1^2 + Ept2^2}}{Période(t)}$$

Tableau 3: les marges d'erreur

Intervalle de mesure	Ligne de référence	Marge d'erreur annuelle (m)
1979-1989	Ligne de rivage	± 0,6
1989-2009		± 0,5
2009-2019		± 0,51

Source : (A.A.SY, 2022)

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. Développé depuis les années 1990 par l'US Geological Survey, DSAS fournit une méthode normalisée qu'on peut répéter pour le calcul de l'évolution statistique tout en analysant les changements passés, présents et futurs du littoral (E.R. THIELER *et al.,* 2009 p. 18).

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 (E.A. HIMMELSTOSS, 2009, p.121 ; M. JUIGNER, 2012, p. 122 ; M. CROWELL *et al*., 1994, p. 114 ; I.B.N. FAYE *et al.,* 2013, p.13). 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.
A partir ce moment, il est nécessaire de créer une geodatabase c'est-à-dire un environnement qui favorise le calcul statistique. Il s'agit notamment de deux entités : une première entité contenant une ou plusieurs lignes de référence nommées *baseline.* Celle-ci se situe en retrait du trait de côte, et les transects générés lui sont perpendiculaires. On a une seconde entité constituée de traits de côte déjà numérisés sur ArcMap nommée *shorelines*. Ces deux entités sont incluses dans la zone tampon (b*uffer shoreline)* qui permet de stabiliser l'espace linéaire dans lequel les traits de côte ont été numérisés.

La méthodologie adoptée a permis d'aboutir à des résultats caractéristiques du fonctionnement actuel de la Langue de Barbarie et de son embouchure.

2. Résultats et analyses

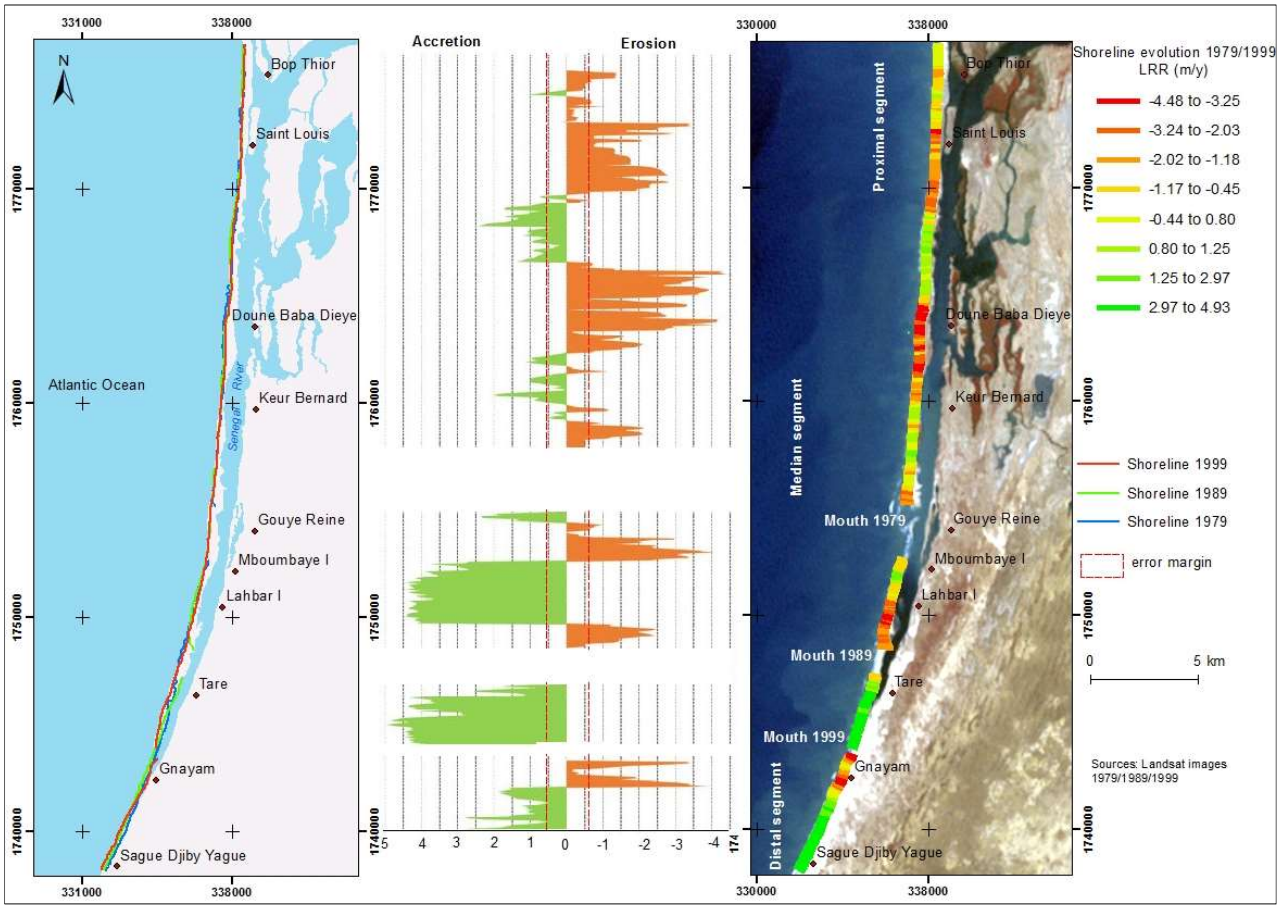
L'analyse de l'évolution de la ligne de rivage est faite sur les trois périodes : une première période d'avant ouverture artificielle de la brèche en 2003 (entre 1979 et 1999), une seconde période après la brèche (entre 1999 et 2019), une période globale de synthèse entre 1979 et 2019.

3.1. Evolution de la flèche de la langue de Barbarie entre 1979, 1989, et 1999

L'évolution de la ligne de rivage au cours de la période précédant l'ouverture de la brèche (période entre 1979 et 1999) révèle une dynamique globalement érosive sur le segment proximal et médian tandis que le segment distal est caractérisé par une accrétion (figure.2). Ainsi, les mesures effectuées sur le segment proximal révèlent des taux de recul compris entre -4,41 et -0,44 m/an, soit un recul moyen de -1,51 m/an. Les taux de recul les plus élevés sont mesurés à proximité du village Doun Baba Dieye atteignant le maximal (-4,48 m/an) alors qu'au environ de Keur Bernard on obtient les plus faibles taux de recul du segment mesuré (-0,45 m/an). Sur le segment distal, les seuls forts taux de recul sont recueillis à Niayam et sont compris entre +4,48 et +1,17 m/an mais sur une courte distance d'environ 2,3 km. En revanche, le reste du segment est en accrétion atteignant avec des taux d'accrétion compris entre +4,93 et +0,80 m/an soit +2,8 m/an en moyenne. Ainsi, tous taux de variation de la ligne de rivage obtenus sont supérieurs à la marge d'erreur qui de 0,62 m.

Des tels résultats s'expliquent par le fait qu'en cette période (avant ouverture artificielle d'une embouchure en 2003), la position de l'embouchure naturelle a constamment varié et que les secteurs les plus proches de cette embouchure ont enregistré les vitesses de recul les plus élevées. La dynamique accumulative dans le secteur de Niayam s'explique par des conditions hydrodynamiques calmes, le fleuve perd de l'énergie et la sédimentation l'emporte sur l'érosion.

Figure 5. Taux d'évolution spatiotemporelle de la ligne de rivage de la langue de Barbarie entre 1979, 1989, et 1999



3.2. Evolution de la flèche de la langue de Barbarie entre, 1999, 2009, 2019

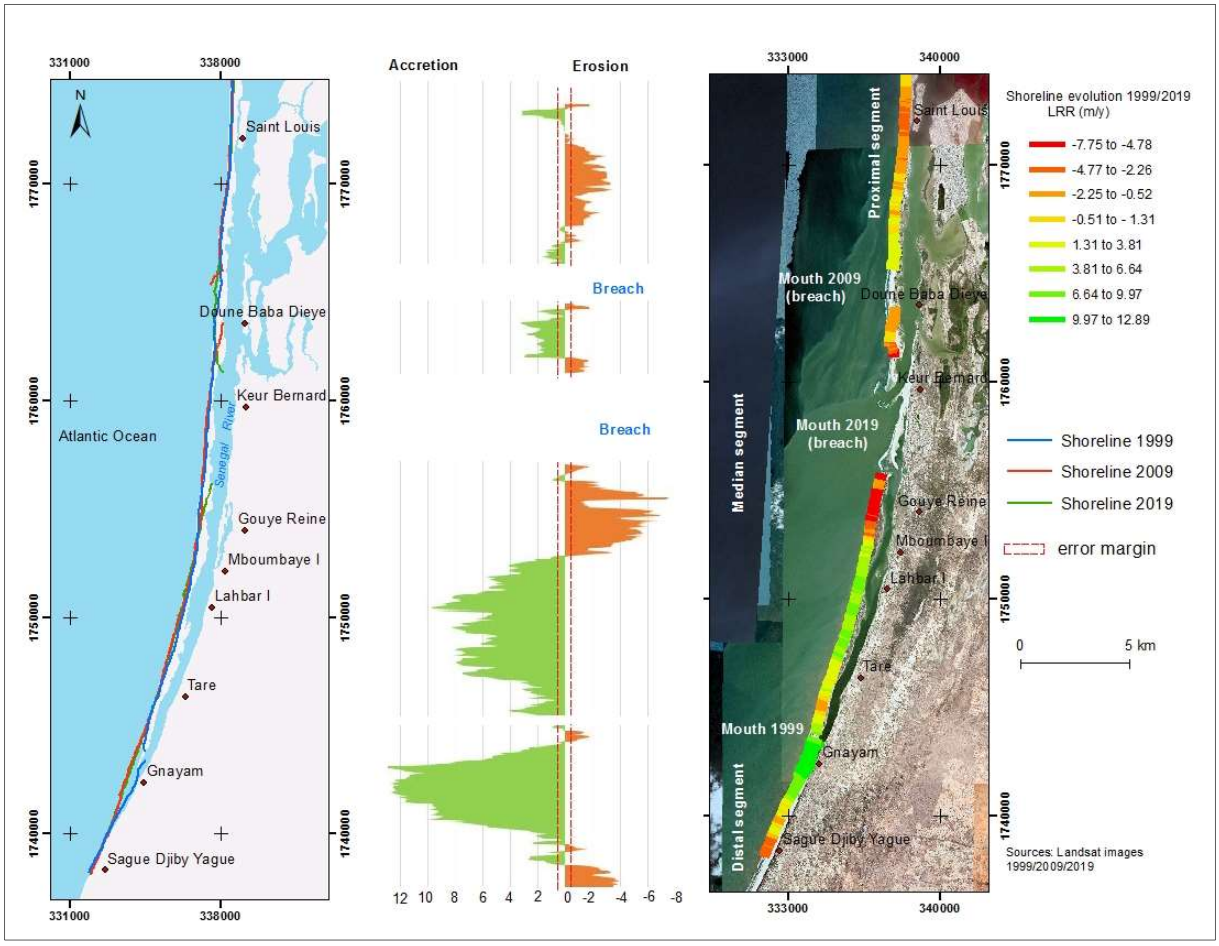
La période comprise entre 1999 et 2019 correspond à celle où il y'a eu l'ouverture de la brèche notamment en octobre 2003. Elle permet de voir la migration de la nouvelle embouchure suite à la dernière brèche. Elle correspond à une rupture dans le fonctionnement naturel de la Langue et de ses embouchures. A la différence de la période d'avant ouverture de la brèche, l'embouchure actuelle est artificielle et la flèche littorale de la langue de Barbarie épouse un système de fonctionnement double avec la pointe Sud et la pointe Nord.

C'est une période caractérisée par des secteurs en érosion et en accrétion (figure 3). C'est en effet le secteur en amont-dérive de la brèche qui est globalement en érosion alors que celui d'aval-dérive est quasiment en progradation. On mesure des taux d'érosion compris entre -4,77 et -2,25 m/an soit en moyenne -3,5 m/an depuis la racine de flèche à juste avant la limite de la pointe nord de l'embouchure en 2009. Mais les plus forts taux d'érosion sont compris entre -7,75 et -4,78 m/an sont enregistrés sur la rive sud de la nouvelle embouche en 2019 particulièrement sur le secteur de Mboumbaye, dans le Gandiolais.

En revanche, en aval-dérive de la position de la brèche en 2019, la dynamique globalement progradante à l'exception de certain de quelques portions de la plage. Le segment distal de la flèche de langue de barbarie serait donc en accrétion entre 1999 et 2019 soit en moyenne +6,45m/an. Il s'agit du secteur de Lahrar, Tar, Niayam etc. Ce qui s'explique par le fait qu'après 2003, l'ancienne embouchure qui se situait plus au sud vers Taré s'est refermée naturellement au profit du faible débit fluvial car les courant

sont déviés par la brèche qui a été créé plus au nord. Ce qui fait que ce secteur est toujours resté en progradation.

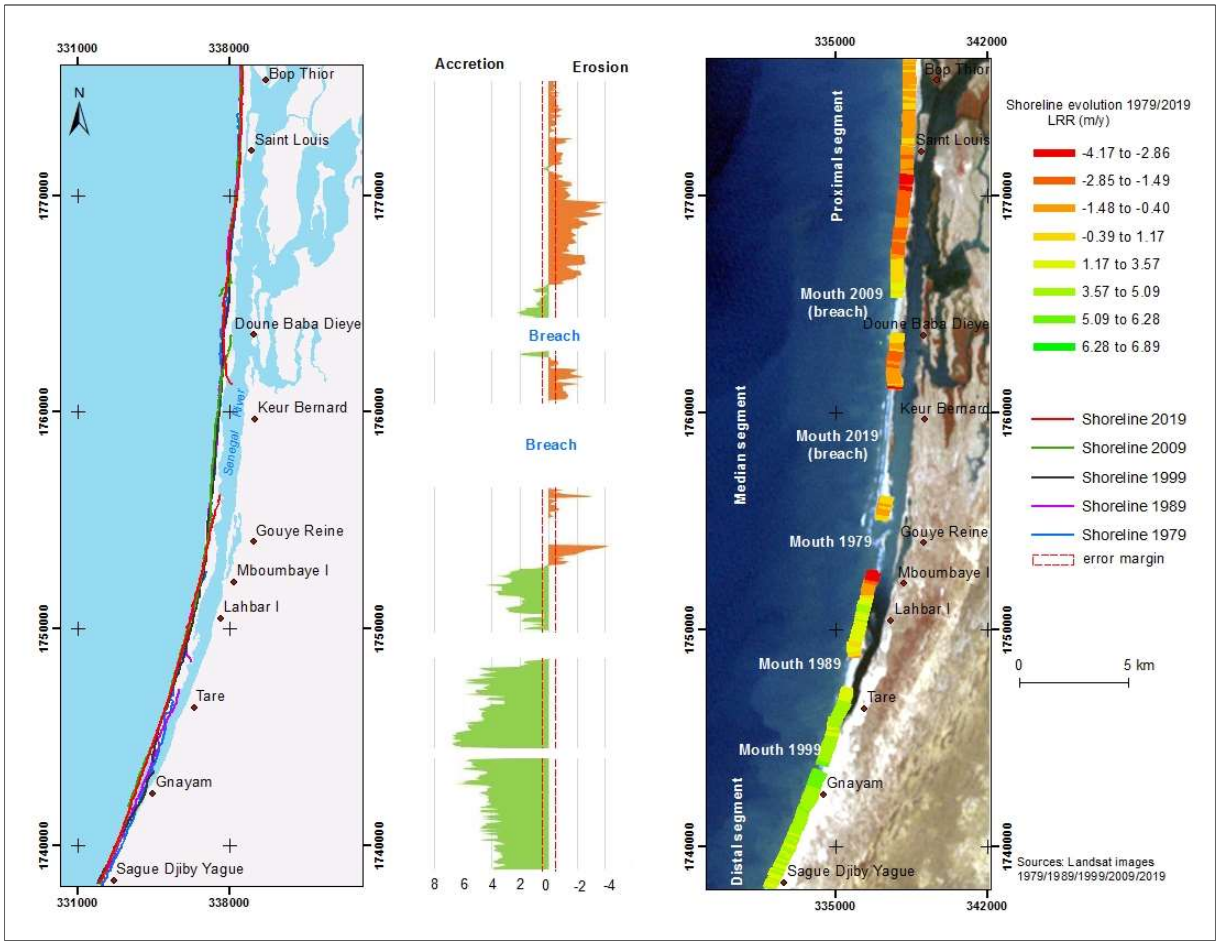
Figure 6. Taux d'évolution spatiotemporelle de la ligne de rivage de la langue de Barbarie entre 1999, 2009,2019



3.3. Synthèse de l'évolution de la flèche de la langue de Barbarie entre 1979 et 2019

Sur toute la période étudiée, note une dynamique érosive en amont-dérive de la nouvelle embouchure notamment sur les segments proximal et médian de la flèche de la langue de barbarie et un secteur particulièrement progradant (figure 4). Les taux d'érosion varient entre -0,31 m/an et -4,17 m/an. Les plus forts taux d'érosion sont enregistrés sur les pointes des rive sud des différentes positions de l'embouchure alors les pointes nord sont en constante accrétion, tel est le fonctionnement naturel d'une embouchure à effet de houle.

Figure 7. Synthèse des taux d'évolution spatiotemporelle de la ligne de rivage de la langue de Barbarie entre 1979, 1989,1999, 2009,2019



Les mesures du secteur de Mboumbaye dans le Gandiolais révèlent des taux de recul les plus élevés soit -4,17 m/an attestant que le segment dit médian de la Langue de Barbarie est le plus vulnérable à l'érosion. En revanche, les plages du secteur de Niayam ont une accrétion maximale d'environ +6,89 m/an. Cette progradation est continue sur toute la période des mesures et s'explique par le faible débit fluvial à ce niveau et à la position du segment distal par rapport aux orthogonales de houles. Les résultats obtenus sont discutés sur la base des travaux anciens et sur la base des hypothèses d'évolution probables.

3. Discussion

L'analyse des travaux anciens montrent que des ruptures naturelles de cordon marquent l'évolution de la Langue de Barbarie depuis 1850, soit 24 ruptures naturelles entre 1850 et 1980 (M.M. SALL, 1982, p. 211). Elle semble suivre à l'époque un cycle de 11 ans (J.P. NICOLAS, 1953, p. 9) ou de 14 ans (J.Y. GAC *et al.,* 1982, p. 12). Les recherches de (A. SY, 1982, p. 133) ; (M.M. SALL, 1982, p. 213) ; (A.T. DIAW et *al.,* 1991, p. 16) ; (E.S. DIOP *et al.,*1993, D. DUMAS ET M. MIETTON, 2006, p. 17 ; K. BA *et al*., 2007, p. 12) montrent que la dynamique de la Langue de Barbarie se caractérise d'une part par une érosion de la partie amont (secteur du segment proximal) dont les matériaux, pris en charge par la dérive littorale, contribuent à l'extension de la flèche vers le sud. Les résultats obtenus à l'issu des différents travaux convergent vers une migration méridionale de l'embouchure. La Langue de Barbarie est un appareil deltaïque à effet de houle, (J. MONTEILLET, 1986, p. 135).

Après l'ouverture artificielle d'une embouchure en 2003 sur la Langue de Barbarie, cette présente contribution confirme une migration de l'embouchure vers sa dernière position c'est-à-dire celle de 2004

à Taré. Ainsi, nous posons l'hypothèse que la brèche de Saint-Louis qui a été créé artificiellement en 2003, a atteint son profil d'équilibre naturel. Le fonctionnement actuel de la Langue de Barbarie est similaire à ceux décris dans les travaux anciens. Cependant, sa dynamique érosive devient plus localisée car le rythme d'érosion observé varie sensiblement selon que l'on soit directement en face de la mer ou légèrement abrité par la Langue de Barbarie. Les travaux de (A.A. SY et *al.,* 2013, p. 212) montrent qu'à partir du revers du cordon indiquent des vitesses d'érosion plus importantes dans les secteurs de l'embouchure particulièrement entre 2011 et 2012. En octobre 2012, une nouvelle passe s'est naturellement crée au droit du village de Pilote Barre.

Ainsi, la rive orientale de la lagune de Mboumbaye devrait donc connaître, secteur après secteur, en fonction de la position de l'embouchure, une érosion intense, comme celle qui a conduit à la destruction du village de Doun Baba Dièye en 2009. La nappe lenticulaire salée qui affecte la zone de production maraîchère, serait elle-même influencée par la progression de la brèche vers le sud. Le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB), l'île aux Oiseaux et les hôtels logés sur la section sud du cordon sont visiblement menacés par l'érosion (les vitesses d'érosion sont ici nettement supérieures à la vitesse moyenne pour la côte sénégambienne, qui est de 1 m/an).

Nous pouvons poser des hypothèses d'évolution probables car les résultats montrent que la dynamique actuelle de la Langue se caractérise par un fonctionnement double. L'embouchure se subdivise en deux entités : Une embouchure plus au nord qui est caractérisée par une dynamique sédimentaire moins prononcés avec un processus de colmatage (ensablement du chenal) en cours et une embouchure plus au sud en face du village de Tassinère avec une dynamique fortement érosive de direction méridionale. Cette vitesse de colmatage et de progradation méridionale serait ralentie par les opérations de stabilisations (reboisement de filaos) du cordon naturellement réhabilité.

Ces deux embouchures sont séparées par une flèche sableuse qui a pris racine au nord du village de Pilot Barre à partir de 2014. Aujourd'hui, cette flèche constitue un rempart, un système de protection naturelle des villages situés plus nord des rives de la Lagune de Mboumbaye. Cependant, nous pouvons qualifier cette protection de temporaire car l'embouchure du nord qui continue sa progression vers le sud va sans doute effacer cet équilibre naturel et renouveler le cycle de l'érosion au droit des villages qui ont déjà connu ce phénomène il y'a juste presque 10 ans.

Ce fonctionnement actuel, que nous qualifions de naturel car s'inspirant des dynamiques observées par les auteurs cités depuis 1850, devrait être préservé car toute intervention technique sur les embouchures serait de nature à perturber ce profil d'équilibre retrouvé. Cependant, une attention particulière devrait porter sur la sécurisation des villages du Gandiolais qui vont face à leur destin face à un fonctionnement double des embouchures.

Ainsi, les perspectives de recherche concernent l'amélioration des connaissances sur le processus en cours sur ces deux passes ainsi que sur le suivi de l'érosion au droit des villages entre Pilote Barre et Taré car comme démontré au rythme d'une flèche sableuse à effet de houle telle que la Langue de Barbarie, la destination finale de son embouchure se situerait au village de Taré (au sud) qui est actuellement un secteur en accrétion. Les fluctuations sédimentaires sur la flèche sableuse que nous appelons *« les boucliers du Gandiolais »* méritent d'être davantage documentées en raison de sa vulnérabilité au fonctionnement double des embouchures.

Conclusion

Les résultats de ce travail montrent une dynamique globalement érosive et contrastée de la Langue de barbarie avec une évolution méridionale de l'embouchure attestée par une érosion plus active de la rive sud notamment du segment médian, une accrétion continue à l'extrémité du segment distal. Les résultats récents montrent un fonctionnement double de l'embouchure qui a atteint son profil d'équilibre naturel mais qui inaugure des hypothèses d'évolution nouvellement érosives pour les villages du Gandiolais.

Ainsi, la présence d'une embouchure située plus au nord avec une progression lente mais constante vers le sud, effacera sans doute l'équilibre sédimentaire déjà acquis en face du village de « Pilote Barre » et de « Mouit » depuis 2015 tandis que la seconde embouchure qui poursuit sa migration rapide vers le sud (actuellement presque en face de Zébrabar) va continuer à exercer une érosion sur le Parc National de la Langue de Barbarie et les villages qui restent dans l'axe « Tassinère-Dégou-Niaye » jusqu'à Taré. Un suivi morphosédimentaire de cette dynamique érosive avec un fonctionnement double de l'embouchure est nécessaire pour mettre à jour les connaissances et confirmer ou infirmer les résultats provisoires des recherches en cours.

4. Références bibliographiques

BOAK Elizabeth, TURNER Ian, 2005, « Shoreline Definition and Detection: A Review » *in Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703, West Palm Beach (Florida), pp 25-39.

COYNE Michel, FLETCHER Charles, RICHMOND Bruce, 1999, « Mapping coastal erosion hazard areas in Hawaii: Observations and errors» *in Journal of Coastal Research*, Special Issue, no 28, p. 171-184.

CROWELL Mark, LEATHERMAN Stephen, BUCKLEY Michael, 1994, « Shoreline change rate analysis: long-term versus short term data » *in Shore and Beach*, vol. 61, no 2, p. 13-20.

DIAW Amadou Tahirou, DIOP Elhadji Salif, THIAM Mame Demba, 1991, «Remote sensing of spit development: a case study of Sangomar spit, Senegal., Z. Geomorph. N. F., Berlin-Stuttgart» *in Suppl. Bd.* 81, pp 115-124.

DIOP Elhadji Salif, 1993, « Coastal and sand spit evolution from 1958 to 1992 : Saloum river mouth (Senegal, West Africa) *in Awosika L.E., Ibe A.C., Schroader P (eds) Coastlines of Western Africa, ASCE,* New York, pp 239-252.

Durand Paul, 2000, « Approche méthodologique pour l'analyse de l'évolution de l'évolution des littoraux sableux par photo-interprétation, exemple des plages situées entre les embouchures de l'Aude et de l'Hérault » (Languedoc, France), *in photo interprétation*, no 2000/1-2, 18 p.

FAYE Ibrahima Biram Ndébane, 2010, *Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : approche régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyses de cartes anciennes*, Thèse de l'université de Bretagne occidentale, 321 p.

FAYE Ibrahima, GIRAUDET Emmanuel, GOURMELON Françoise, HENAFF Alain, 2013, « Cartographie normalisée du trait de côte » *in Mappemonde*, no 104. http://mappemonde-archive.mgm.fr/num32/articles/art11404.html, 19p.

FLETCHER Charles, ROONEY John., BARBEE Mathew., LIM Siang-Chyan., Richmond Bruce, 2003, « Mapping shoreline change using digital orthophotogrammetry on Maui, Hawaii » *in Journal of Coastal Research*, Special Issue, no 38, pp 106-124.

GAC Jean Yves, 1982, « Migrations de l'embouchure du fleuve Sénégal depuis 1850 » *in Cah.ORSTOM A4,* Paris, Ser. Géol., XII (l), pp 73-75.

Juigner Martin, 2012, « Cinématique d'un trait de côte sableux en Vendée entre 1920 et 2010 ». Méthode et analyse *in Géolittomer CNRS-UMR 6554 LETG*, Université de Nantes, 13 p.

JUIGNER Martin, 2017, *La géomatique au service de l'observation du trait de côte : contribution à l'analyse des aléas côtiers sur les littoraux dunaires de la région des Pays de la Loire,* Thèse de doctorat, Université de Bretagne Loire, Université de Nantes, LETG-Nantes Géolittomer (UMR 6554, CNRS), 232 p.

Mathieu Louis, 2014, *Cartographie et analyse de l'aléa instabilité sur les falaises et talus rocheux du littoral vendéen,* Mémoire de Master, institut géographique et d'aménagement Régional de l'Université de Nantes, 109 p.

MIÈTTON Michel, DUMAS Dominique, 2006, « Fonctionnement des hydro systèmes et gestion de l'eau dans le bas delta du fleuve Sénégal : ruptures et adaptations », *in La Baule*, 5p.

MONTEILLET Jérôme, 1986, *Environnement sédimentaire et paléoécologie du delta du fleuve Sénégal au Quaternaire (évolution d'un écosystème fluvio marin tropical au cours des derniers 10 000 ans).* Thèse d'État Univ. Perpignan, 266 p.
Moore Laura, Griggs Garry, 2002, « Long-term cliff retreat and erosion hotspots along the Central shores of the Monterey Bay National Marine Sanctuary » *in Marine Geology,* vol. 181, no 1-3, pp 265-283.
SADIO Mamadou, 2017, *Morphodynamique et aménagement des flèches littorales de la côte du Sénégal,* Thèse de doctorat, UCAD ; Aix-Marseille Université, 375 p.
SALL Mamadou Moustapha, 1982, *Dynamique et morphogenèse actuelle au Sénégal Occidental*. Thèse d'État. U.L.P. Strasbourg I. 604 p.
SY Alhousyenou, 1982, *Étude géomorphologique des flèches sableuses du littoral sénégalais : Langue de Barbarie (Nord Sénégal)*, Pointe de Sangomar (Saloum), Presqu'île aux Oiseau (Casamance). Mémoire de DEA, Dpt Géogr., Univ.Dakar, 103 p.
SY Amadou Abou, 2013, *Dynamique sédimentaire et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandiol, littoral nord du Sénégal*, Thèse de doctorat, UGG, 312p.
SY Amadou Abou, SY Boubou Aldiouma, BILBAO Ignacio Alonso, PEREZ Isora, RODRIGUEZ Silvia Valido, 2013, « Résultats du suivi 2010-2012 de l'évolution de la brèche ouverte sur la Langue de Barbarie au Sénégal et de ses conséquences » *in Physio-Géo* Volume 7, 19p.
THIOR Mamadou, SANE Tidiane, DIEYE Elhadji Bala, SY Oumar, CISSOKHO DRAMANE, Ba Boubacar Demba, DESCROIX Luc, 2019, « Coastline dynamics of the northern Lower Casamance (Senegal) and southern Gambia littoral from 1968 to 2017 » in Journal of African Earth Sciences 160 103611 1464-343X/, pp 106-121.