

UNIVERSITÉ ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR Sciences et Technologies

Département de Géographie

Master : Espaces, Sociétés et Développement (ESD)

Spécialité : Environnement et développement

THÈME :

Impacts socio-économiques de l'érosion côtière sur la Langue de Barbarie : Goxxu Mbacc, Santhiaba, Guet Ndar

Présenté par :

Modou FAYE

Sous la direction de :

Dr Cheikh Tidiane WADE

(Maître –Assistant (UASZ))

Sous la supervision de : Pr Oumar SY

(Professeur titulaire – CAMES (UASZ))

Membres du Jury

Prénom(s) et Nom	Grade	Qualité	Etablissement
Cheikh FAYE	Maîtres de Conférences(CAMES)	Président	UASZ
Aïdara Cherif .A. Lamine FALL	Maîtres de Conférences(CAMES)	Membre	UASZ
Mamadou Thior	Assistant	Membre	UCAD
Cheikh Tidiane WADE	Maître-Assistant(CAMES)	Encadrant	UASZ

Année Universitaire 2021/2022

DEDICACES

"Travaillez comme si vous ne devez jamais mourir, priez Dieu comme si vous devez mourir demain" Cheikh Ahmadou Bamba.

Ce travail de recherche est dédié :

A mes parents pour leur éducation, les valeurs humaines qu'ils m'ont inculquées et leur soutien dans tous les stades de ma vie;

A mon défunt père Moussa Faye et mon grand-père Mbaye Djigal que la terre leurs soit légère;

A ma mère Ngoné Ndiaye, cette brave dame de fer qui très tôt, nous a inculqué des valeurs morales très importantes dans nos vies (le respect de l'autre, la solidarité, le partage, l'honnêteté, l'amour du travail bien fait, l'humilité) ;

A mes tantes et cousins, mes oncles, mes grands- parents;

A mes frères et sœurs Adama Faye, Mbaye Faye, Abdoulaye Faye, Mami Séne Faye, Mbaye Ndiaye, Ndongo Ndiaye, Seynabou Ndiaye; Christian Rex Léandre Badiane, Adama Badji et Khady Ramatoulaye Badji.

A mes tuteurs à Ziguinchor : Awa Djiba, Mamadou Badji, Safiétou Sambou, pour m'avoir accueilli chez eux et fait de mon séjour à Ziguinchor un excellent moment.

A mes fidèles amis Amadou Tidiane Ba, Ansoumane Sylla, Marième Faye, Fatou Bintou Sambou (ma moitié, elle est spéciale pour moi), Cherif Lamine Djiba, Maguette Freddy Lô, Abdou Lahad Guéne, Cheikh Tidiane Gning, Rokhaya Ndao, Abdoulaye Ndao.

Ce mémoire est également dédié à mon promotionnaire Abdou Gueye, parti à la fleur de l'âge. Que la terre lui soit légère.

A toutes ces personnes qui m'ont toujours apporté leur soutien, je vous dois beaucoup.

Remerciements

Louange à Allah, le Tout-Puissant qui nous a donné la force et la santé de pouvoir accomplir ce travail d'étude et de recherche (TER). J'adresse mes sincères remerciements à mon père Moussa que la terre lui soit légère et ma mère que le bon Dieu la prête encore longue vie, pour tout ce qu'ils ont fait pour moi. C'est grâce à vous que je suis là aujourd'hui.

Je remercie également mon directeur de mémoire Dr Cheikh Tidiane Wade d'avoir accepté d'encadrer ce TER. Pour son soutien qu'il nous a apporté durant tout le travail de ce mémoire, ses critiques constructives et ses orientations. Il a mis tous ses contacts à notre disposition pour nous permettre d'avoir les informations nécessaires.

Je remercie Pr Cheikh FAYE pour avoir accepté de présider mon jury de soutenance, mais aussi Pr Aïdara. Ch. A. Lamine Fall et Dr Mamadou Thior qui, malgré leur emploi du temps chargé, ont accepté volontairement de juger ce travail. Je vous en suis reconnaissant.

J'adresse mes sincères remerciements à l'ensemble des enseignants du département de la Géographie de l'université Assane Seck de Ziguinchor et les intervenants pour la qualité de leurs enseignements et leurs orientations durant tout notre cursus universitaire. Je veux citer Pr Oumar Sy, Pr Cheikh Faye, Pr Ibrahima Mbaye, Pr Tidiane Sané, Pr Abdourahmane Mbad Séné, Pr Aïdara. Ch. A. Lamine Fall Pr Pascal Sagna, Dr Alvares G.F. Benga, Dr Oumar Sall, Dr El hadji Balla Dièye, Dr Alla Manga, Dr Aliou Baldé, Dr Demba Gaye.

Mes remerciements vont également à l'endroit de Dr Mamadou Thior, une référence qui nous a apporté tout son soutien pour une meilleure rédaction de ce mémoire. Ses orientations sur la cartographie, mais également ses suggestions et remarques nous ont beaucoup aidé dans ce travail. Au doctorant Abdou Kadri Sambou qui depuis la première année a guidé mes pas dans ce temple du savoir avec un soutien indéfectible. Merci pour tout. Je remercie également Dr Solly pour son soutien et ses encouragements dans ce travail. Mes remerciements vont également à l'endroit des doctorants Henry Marcel Seck et Roger Coly pour leur soutien. A tous les doctorants du laboratoire LGE pour leur encouragement.

Je profite de cette tribune pour remercier le Directeur de l'Agence de Développement Communal (ADC) Mr Boun Daouda Soumaré, Mr Gallo Ba et Hassan Loum de l'ADC pour leur disponibilité et leurs orientations lors de notre séjour à Saint Louis. Une pensée pieuse pour Mr Ibrahima Ndiaye délégué de quartier à Goxxu Mbacc qui m'a beaucoup aidé durant mes enquêtes de terrain que la terre lui soit légère. A tous les habitants de la Langue de Barbarie qui ont été très accueillants et ouverts et qui ont accepté de répondre à notre questionnaire. Merci

également à Tata Yaram Fall, une brave dame qui habite Guet Ndar et qui m'a permis de mieux s'imprégner de certaines réalités au niveau de la zone. Aux doctorants du laboratoire LEÏDI de l'UGB qui m'ont accueilli durant mon séjour à Saint Louis. Je veux citer Dr Oumar Dia, Baba Sy, Moussa Sow, Ousseynou Thiam...

Je remercie toute ma famille Père, mère, oncles (Mamour, Omar Sow, Ibrahima Ndiaye) tantes, grands-parents, frères, sœurs, cousins et cousines avec qui j'ai partagé les moments de bonheur, de joie et de peine.

J'adresse mes vifs remerciements à mes parents tuteurs de Ziguinchor Awa Djiba et ses enfants (Ta Adama Badji, Mamadou, Ablaye, Abdou, ta Ndeye Fatou, Diéynaba et Coumba) et particulièrement à ma formidable et exceptionnelle second maman Safiétou Sambou pour tout ce qu'elle a fait pour moi. Je remercie également Kadialy Djiba (une personne d'une grande bonté et des qualités exceptionnelles) et Seyni Diatta (mon esclave, toujours disponible) merci. Je tiens également à remercier Rex Christian Léandre Badiane, un ami, un frère dont les qualités humaines sont énormes pour son soutien moral et financier sans faille à mon endroit. Je remercie Aïssatou Caroline Tamba pour ses conseils, soutien et encouragement. A ma première Dame Marième Faye, une personne spéciale à mes yeux, une confidente, toujours présente quand j'ai besoin d'elle. Merci pour tout mon âme sœur.

A mes amis de l'UNIPARCO, Jean Pierre Coly, Jean Baptiste Sagna, Christophe Mendy, El hadji Malick Diop, Danièle Ciss, Mansour, Babacar Diop, Mamadou Lamine Sagna

Je remercie mes compagnons à Ziguinchor Mandiaye Faye, karim Corrèa, Abdoulaye Ba Djiba, Mamadou Lamine Danfa, Babacar Ba, Idy Diatta, Alimatou Diatta, Tidiane Diallo, Omar Goudiaby qui m'ont toujours soutenu dans les moments difficiles.

Je ne saurais terminer sans remercier mes promotionnaires de la 11^{ème} promotion de la Géographie avec qui on a partagé d'excellents moments : Hubert. G. Goudiaby, Ibrahima Ka, Mohamed Lamine Diop, Eugène Fouchard Séné, El hadji Mamadou Mansaly, Cheikh Omar Gueye, Moustapha Sow, Moustapha Mané, Mame Diarra Diop, Dié Aïssatou Ngom, Ibrahima Diégane Bob, Moussa Diop UCAO, Elisabeth Gomis, Ibrahima Ndiaye, Omar Thiandoum, Omar Fofana, Moussa Kane, Mohamadou Moctar Kébé Kouyaté, Djiby Yade, Mouhamed Diallo, Cheikh Ahmadou B. Soumaré, Carlouis Mané, Ahmet Diène, Seynabou Ly, Kémo Coly, Mamadou Ba, Fatoumata Mbad Diatta, Mor Talla Faye, Aminata Ndiaye, Youssoupha Sagna la liste est loin d'être exhaustive. Merci pour tous ces bons moments passés ensemble.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACCC : Adaptation au Changement Climatique Côtier

ADC : Agence de Développement Communal

ADM : Agence de Développement Municipal

AFD : Agence Française de Développement

ANACIM : Agence Nationale de l'Aviation civile de la Météorologie

ANAT : Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

ARD : Agence Régionale de Développement

BM : Banque Mondiale

CC : Changement Climatique

CDD : Comité Départemental de Développement

CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CDNS : Contribution Nationale Déterminée au Niveau du Sénégal

CET : Centre d'Enfouissement Technique

CSE : Centre de Suivi Ecologique

CRD : Comité Régional de Développement

DEEC : Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés

DPM : Direction de la Pêche Maritime

DPM : Domaine Public Maritime

DREEC : Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés

DSAS : Digital Shorelines Analysis System

DTGC : Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques

EPR: End Point Rate

EPGT : Erreur de Position Globale du Trait de Côte

ETM+ : Enhanced Thematic Mapper Plus

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

JICA : Agence Japonaise de Coopération Internationale

LRR: Linear Regression Rate- of Change

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

GIEC : Groupe-Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

MNT : Modèle Numérique de Terrain

ODD : Objectif de Développement Durable

OLI : Operational Land Imager

ONGIL : Organe National de Gestion du Littoral

ONL : Observatoire National du Littoral

PACE : Plan d'Action Communal pour l'environnement de la commune de Saint Louis

PANA : Programme d'Action Nationale pour l'Adaptation au Changement Climatique

PANSL : Projet d'Appui au Nettoyement de Saint Louis

PDC : Plan de Développement Communal

PDGDS : Plan Directeur de Gestion des Déchets Solides

PDU : Plan Directeur d'Urbanisme

PDL : Plan de Développement Local

PIB : Produit Intérieur Brut

PNADT : Plan National de l'Aménagement et de Développement Territorial

PNGIZC : Plan National de Gestion Intégrée des zones côtières

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PPCS : Projet de Protection Côtière de Saint Louis

PRAE : Plan Régionaux d'Action pour l'Environnement

PRDI : Plan Régional de Développement Intégré

PROGEP : Projet de Gestion des Eaux Pluviales et d'Adaptation aux Changements Climatiques

PTF : Partenaires Techniques et Financiers

PUR : Plan d'Urbanisme de Référence

RGPHAE : Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage

SDAGC : Schéma d'Aménagement de la Grande Côte

SDAU : Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

SERRP : Projet de Relèvement d'Urgence et de Résilience de Saint Louis

SIG : Système d'Information Géographique

SRAT : Service Régional de l'Aménagement du territoire

SRP/SL : Service Régional de la Pêche de Saint Louis

TM : Thematic Mapper

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor

UCAD : Université Cheikh Anta Diop de Dakar

UCG : Unité de Coordination et de Gestion des Solides

UGB : Université Gaston Berger de Saint Louis

UEMOA : Union Monétaire Ouest Africain

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UMH : Unité Mobile d'Habitation

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education la Science et la Culture

UTM : Universal Transversal de Mercator

WACA : Programme de Gestion du Littoral Ouest Africain / West Africa Coastal Areas
Program en anglais

WGS 84 : World Geodetic System 1984 (Système Géodésique Mondial, révision 1984.

Résumé :

L'érosion côtière est un phénomène de grande envergure qui affecte tous les pays mais particulièrement les côtes sableuses comme c'est le cas sur la flèche littorale de la Langue de Barbarie(LB). L'objectif général dans ce travail est d'étudier les impacts socio-économiques de l'érosion côtière sur la Langue de Barbarie. Pour mener à bien cette étude, nous avons adopté une approche méthodologique basée sur la recherche documentaire, la collecte des données et la cartographie. Les résultats d'enquête montrent que l'érosion est due à divers facteurs combinés c'est-à-dire les facteurs naturels (vagues, houles et dérive du littorale, élévation du niveau marin) et les facteurs anthropiques (extraction du sable marin, aménagement des infrastructures, occupation anarchique du Domaine Public Maritime et l'ouverture de la brèche). Cette érosion est perceptible au niveau de la LB avec des conséquences socio-économiques et environnementales désastreuses. Face à cette situation, des stratégies d'adaptation sont mises en œuvre par les populations locales qui consistent à la mise en place des sacs de sable, des pneus pour se protéger de l'avancée de la mer. Mais à côté de ces stratégies locales, les autorités ont mis en place des stratégies de grandes envergures comme moyen de lutte un enrochement latéral.

L'analyse de la cinématique du littoral permet de voir l'évolution du trait de côte sur la LB sur une période de 30 ans. Ainsi, sur la période de 1989 à 2019, on constate qu'il y'a une érosion moyenne de -2.53m/an et une accrétion de 7.30m/an.

Mots clés : littoral, érosion côtière, impacts, changement climatique, adaptation, vulnérabilité, trait de côte.

Abstract:

Coastal erosion is a large-scale phenomenon that affects all countries but, as was the case on the coastal spit of the Langue de Barbarie. The general objective in this work of study and research is to study the socio-economic impacts of coastal erosion on the LB. To carry out this study, we adopted a methodological approach based on documentary research, data collection and mapping. The survey results show that erosion is due to various combined factors, i.e. natural factors (waves, swells and coastal drift, rise in sea level,) and anthropogenic factors (extraction of sea sand, development of infrastructures and the anarchic occupation of the Maritime Public Domain, the opening of the spade). This erosion is perceptible at the level of the Langue de Barbarie with quite disastrous socio-economic and environmental consequences. Faced with this situation, adaptation strategies are implemented by the local populations, which consists of installing sandbags and tires to protect themselves. But alongside these local strategies, the authorities have implemented large-scale strategies such as the installation of lateral rockfill.

The analysis of the evolution of the kinematics of the coastline also makes it possible to see the evolution of the coastline on the LB over a period of 30 years.

Keywords: coastline, coastal erosion, impacts, climate change, adaptation, vulnerability, coastline.

Sommaire :

SIGLES ET ABREVIATIONS	IV
Résumé :	VII
Abstract:	VIII
Introduction générale.....	1
Première partie : présentation de la zone	28
Chapitre 1 : Les caractéristiques physiques de la zone et les contraintes	31
Chapitre 2 : Les caractéristiques démographiques et socioéconomiques de la zone	45
Deuxième partie : Cinématique de l'évolution du trait de côte de 1989-2019 et les facteurs d'érosion	50
Chapitre 3 : La cinématique du littoral de 1989 à 2019	50
Chapitre 4 : Les facteurs de l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie et la perception des populations sur l'érosion côtière.....	56
Troisième partie : Impacts environnementaux et socio-économiques de l'érosion côtière et les stratégies d'adaptation	66
Chapitre 5 : Les impacts environnementaux et socioéconomiques de l'érosion côtière	66
Chapitre 6 : Les stratégies d'adaptation contre l'avancée de la mer.	77
CONCLUSION GENERALE	91
Références Bibliographiques.....	93
Liste des illustrations	9

Introduction générale

Le littoral est l'interface entre la terre et la mer. Les littoraux sont des espaces d'enjeux privilégiés pour les populations. Aujourd'hui, nous constatons que les littoraux concentrent l'essentiel de la population mondiale mais également les activités socio-économiques (pêche, tourisme, industrie et infrastructures portuaires). Selon le Ministère de la Transition Ecologique et solidaire de la France, dans son rapport intitulé Stratégie nationale pour la mer et le littoral (2017), 60% de la population mondiale habite à moins de 100 km d'un littoral et 260 millions de terriens ont un travail directement lié à la mer¹. Pour l'analyse faite par la Banque Mondiale (BM), un tiers environ des habitants d'Afrique de l'Ouest vivent sur le littoral (soit environ 120 millions d'habitants), où la croissance démographique atteint 4 % par an. Les zones côtières sont à l'origine de 56 % du PIB de la région². Le Sénégal avec sa frange littorale longue de plus de 700 Km et sa zone économique exclusive couvrant près de 275000 km² (CSE, 2015), est un pays très concerné par ce phénomène mondial qui est l'érosion côtière. La BM, dans son programme de gestion du littoral ouest africain (WACA, 2019), a montré que la zone côtière sénégalaise concentre 60% de la population et d'activités économiques et que la population côtière est de 7,8 millions soit 52% de la population totale, 90% des établissements industriels se trouvent dans cette zone et contribuent pour 68% du PIB nationale. Au Sénégal, la grande côte qui correspond à moins de 10% du territoire, réunit 41% de la population, 98% de la production halieutique et 80% de l'activité touristique (Wade, 2008). Dans le Plan de Développement Communal de Saint Louis (2017-2022) la population de la Langue de Barbarie représente 23, 5% du territoire communal.

Cependant, avec le changement climatique qui induit l'élévation du niveau marin, les espaces littoraux sont de plus en plus menacés par l'avancée de la mer qui ne cesse de causer des dommages socio-économiques et environnementaux. Beaucoup de travaux (Faye, 2010 ; Sy 2013 ; Sadio, 2017, Thior, 2020) montrent que 70% des côtes sableuses à l'échelle mondiale sont dans une dynamique régressive. Le Sénégal n'est pas à l'abri de ce fléau. En effet, d'après la Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC 2008), le recul du trait de côte est estimé en moyenne entre 0.5 et 2m par an. Les côtes sableuses du Sénégal sont les plus vulnérables face à l'érosion côtière. Dans ce même sillage, la Langue de barbarie à Saint

¹ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/17094_Strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral_fev2017.pdf

² <https://www.banquemondiale.org/fr/programs/west-africa-coastal-areas-management-program>

Louis, est un cas qui n'échappe pas à l'érosion côtière. La flèche littorale de la Langue de Barbarie est perçue comme une zone importante de développement socio-économique qui subit les effets de l'érosion côtière. Elle est devenue très vulnérable avec des impacts socio-économiques qui ont des répercussions énormes sur le cadre de vie des populations côtières mais également sur les activités socio-économiques.

Ainsi, pour faire face à cette situation diverses stratégies d'adaptation sont mises en œuvre par les acteurs étatiques, locaux (l'Agence Régionale de Développement, l'Agence de Développement Communal, les Services Techniques Municipaux), les organisations non gouvernementales et les Partenaires Techniques et Financiers (PTF). Ce travail repose sur l'hypothèse générale selon laquelle l'érosion côtière est à l'origine de la dégradation environnementale et des difficultés socio-économiques de la population. Trois hypothèses spécifiques sont formulées à partir de l'hypothèse générale :

- les causes de l'avancée de la mer ne sont pas seulement liées à la dynamique marine mais également à d'autres facteurs anthropiques;
- l'avancée de la mer a des conséquences négatives sur les infrastructures et les activités socio-économiques;
- les différentes stratégies d'adaptation mises en œuvre par les acteurs sont assez mitigées pour atténuer les impacts.

Ainsi, ce mémoire est structuré en trois parties composé de 6 chapitres.

La première partie traite de la présentation de la zone d'étude en mettant en exergue dans le chapitre 1, les caractéristiques physiques de la zone et les contraintes environnementales et le chapitre 2 parle des caractéristiques démographiques et socio-économiques.

La deuxième partie est consacrée à l'évolution du trait de côte, des facteurs responsables de l'érosion. Dans le chapitre 3, on traite de l'évolution du trait de côte à travers la cinématique du littoral. Le chapitre 4 aborde les facteurs qui ont un rôle dans l'évolution de la ligne de rivage au niveau de la Langue de Barbarie.

La troisième partie revient sur les impacts socio-économiques et les différentes stratégies d'adaptation développées. Dans le chapitre 5, il s'agit de montrer comment le recul du trait de côte a eu des incidences sur les activités socio-économiques et les infrastructures. Dans le dernier chapitre, nous avons abordé les différentes stratégies d'adaptation qui sont mises en

œuvre par les différents acteurs dans le but d'atténuer les impacts de l'érosion côtière sur les activités socio-économiques et le cadre de vie.

I. Problématique

1. Contexte

L'une des conséquences du changement climatique (CC) est l'élévation du niveau de la mer qui accentue le phénomène d'érosion côtière surtout dans les zones où la topographie est relativement basse. L'érosion côtière est un phénomène qui gagne du terrain partout dans le monde sur ces types de côte. (Niang-Diop, 1995 ; Faye, 2010 ; Thior, 2020), estime que le processus de recul du trait de côte affecte plus de 70% des plages de la planète. BEER (1997) soulignait aussi que les littoraux sableux sont dominés généralement par une tendance régressive. A l'échelle de l'Afrique de l'Ouest et du centre, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) dans le cadre de son programme pour les mers régionales, a pu identifier les problèmes d'érosion côtière auxquels étaient confrontés les 21 pays de cette région (PNUE/UNESCO/ONU-DAESI, 1985 ; Ibe et Queleennec, 1989).

Le phénomène d'érosion côtière entraîne un recul de la côte variant de 1 à 10 m/an, en moyenne (UEMOA, 2007). Au Sénégal, les côtes sableuses sont les plus touchées par ce fléau avec les houles et le courant des vagues et toutes les villes côtières sont frappées chaque année par l'érosion côtière avec des infrastructures détruites, des populations déplacées. Selon le Programme d'Action National d'Adaptation (PANA, 2006), les phénomènes d'érosion côtière affectent presque toutes les grandes villes côtières du Sénégal. Ils se traduisent par des destructions d'infrastructures et de bâtiments nécessitant des stratégies de relocalisation comme c'est le cas à Saint Louis avec ONU HABITAT qui avait mis en place un programme de logements sociaux depuis 2010.

Les taux de recul de la ligne de rivage observés varient mais se situent en moyenne entre 1 à 10 m/an pour les plages sableuses. Aujourd'hui la ville de Saint Louis est l'une des villes les plus impactées du Sénégal par les effets du changement climatique. Depuis l'ouverture de la brèche en octobre 2003 qui avait pour but de lutter contre les inondations, on observe des dégâts au niveau de la Langue de barbarie. Des villages entiers ont été engloutis par les eaux ; c'est le cas de Doun Baba Dièye.

Ce problème constitue l'une des priorités nationales dans la lutte contre les effets du changement climatique. L'érosion côtière touche ainsi la Langue de Barbarie qui est une zone à forte concentration humaine, d'où des conséquences socio-économiques graves (perte des

plages, destruction des villages, destruction d'infrastructures industrielles et hôtelières, perturbation des activités de pêches, etc.).

2. Justification

La problématique de la dynamique du littoral a suscité l'intérêt de beaucoup de chercheurs qui ont abordé la question de l'érosion côtière avec des démarches différentes. La question a été abordée dans des études antérieures (Sall, 1982 ; Niang-Diop, 1995 ; Diaw, 1997 ; Adjoussi, 2001 ; Bird, 2007 ; Niang, 2009 ; Faye, 2010 ; SY, 2013 ; Ba, 2013 ; Diagne, 2015 ; Ndiaye 2016 ; Sadio, 2017 ; Thior 2020 etc.).

Selon le rapport final du plan d'action de réinstallation, Mars 2019 (Projet SERRP, aménagement du site de Djougoup et déplacement des personnes affectées), depuis 2010, les houles exceptionnelles frappent régulièrement la Langue de Barbarie et surtout le quartier de Guet Ndar qui est le plus densément peuplé de cette bande de terre située entre le fleuve Sénégal et l'océan Atlantique. En effet, la région de Saint Louis est l'une des principales zones de pêche du pays. Elle comptabilise une moyenne de 19,8% des débarquements de la pêche artisanale des sept régions (Dakar, Thiès, Saint Louis, Fatick, Ziguinchor, Louga et Kaolack) derrière la région de Thiès d'après l'Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD, 2015). Au plan économique et social, le secteur de la pêche joue un rôle important dans l'économie du Sénégal. La pêche continue de jouer un rôle capital dans l'alimentation des populations avec une contribution moyenne de près de 70% aux apports nutritionnels en protéines d'origine animale (FAO, 2014 ; ANSD, 2015). Elle contribue également à près de 40 % de la valeur des exportations. Le sous-secteur de la pêche occupe la première place des exportations en 2015 avec près de 195,6 milliards de F CFA (2 981 816,4 euros), soit 20,87 % des recettes d'exportations totales, et participe à hauteur de 3,2 % du PIB (ANSD, 2015). Pourtant, une bonne partie des infrastructures de pêche et les habitations sont très souvent attaquées par l'érosion marine. L'importance de l'impact de l'érosion sur les infrastructures, les activités économiques et la population est souvent facile à mesurer, notamment en termes économiques. Actuellement, plusieurs stratégies sont mises en œuvre pour faire face à ces menaces et rendre ces espaces plus résilients à travers divers programmes et projets. Des solutions structurelles et non structurelles sont mises en œuvre par les différents acteurs : Etat, collectivités territoriales, population, les organismes au développement etc. Il existe également un cadre juridique et réglementaire de la gestion du littoral. Ce constat a motivé le choix de cette thématique au niveau de la Langue de Barbarie. En effet, ce choix n'est pas gratuit du fait que l'érosion côtière est devenue un phénomène environnemental dans notre planète et pose d'énormes difficultés aux habitants des littoraux. Et les habitants de la Langue de Barbarie sont soumis à ce problème

avec des impacts considérables tant bien sur le plan économique, que sur le plan environnemental et social. Ainsi, pour pallier à ce phénomène des stratégies sont en train d'être réalisées pour rendre cet espace résilient. La LB est un terrain favorable à l'observation et à l'étude de l'érosion côtière. La Langue de Barbarie a fait l'objet d'énormes recherches de la part des questions liées à l'avancée de la mer mais surtout dans les caractéristiques physiques. Ce sont les raisons qui ont motivé notre choix par rapport à cette thématique pour apporter des réponses à l'impact de l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie. Pour financer des projets structurants dans le domaine, il faut connaître et quantifier la nature des préjudices liés aux pertes de plage et à l'érosion côtière. Récemment, à la clôture de la COP 27 en Egypte, des pays dont le Sénégal se sont mis d'accord pour créer un nouveau fonds consacré à la compensation des dégâts climatiques subis par les pays pauvres.

II. Questions de recherches

Dans ce travail, on s'interroge sur les questions suivantes : quelles sont les dynamiques actuelles sur la Langue de barbarie ? Comment les impacts environnementaux et socio-économiques sont perçus? Quelles sont les stratégies et actions mises en œuvre par les acteurs et mesurer leur efficacité ?

1. Objectif général :

L'objectif général de ce travail est d'analyser les impacts socio-économiques et environnementaux de l'érosion côtière sur la Langue de barbarie.

2. Objectifs spécifiques :

- **OS1** : identifier les principaux facteurs de l'érosion côtière dans la zone;
- **OS2** : étudier les impacts de l'érosion côtière sur les activités économiques et les infrastructures sur les aménagements;
- **OS3** : examiner les différentes stratégies mises en place par les acteurs.

3. Hypothèse générale :

L'érosion côtière est à l'origine de la dégradation environnementale et des difficultés socio-économiques des populations de la Langue de Barbarie.

4. Hypothèses spécifiques :

HS1 : Les causes de l'avancée de la mer ne sont pas seulement liées à la dynamique marine mais aussi à d'autres facteurs anthropiques;

HS2 : L'avancée de la mer à des incidences négatives sur les infrastructures et les activités socio-économiques;

HS3 : Les différentes stratégies d'adaptation mises en œuvre sont assez mitigées pour atténuer les impacts.

III. Discussion conceptuelle

L'analyse conceptuelle de certaines notions concernant la thématique nous permet d'éclaircir certaines notions pour une meilleure compréhension du sujet de recherche. Ainsi, nous allons nous pencher sur la définition des différents auteurs.

Le littoral : « En géographie physique, le littoral est la bande des contacts biophysiques entre l'hydrosphère, l'atmosphère et la lithosphère. » En géographie humaine, c'est la bande de l'influence réciproque des activités maritimes et terrestres. Au sens physique du terme, le littoral est la bande comprise entre le niveau des plus basses mers et celui des plus hautes mers, donc ce que couvre et découvre la mer : il correspondrait dans ce cas à l'estran. Mais c'est une définition beaucoup trop réductrice pour rendre compte du rôle d'interface que joue le littoral entre son avant-pays maritime et son arrière-pays terrestre. »³ (**Géoconfluence 2021**). Selon **Diaw (1999)**, « le littoral peut être défini selon des critères physique et humain. Du point de vue physique, le littoral est une zone de contact entre l'hydrosphère, l'atmosphère et la lithosphère. Défini du point de vue humain, le littoral est un milieu de fréquentations et d'activités spécifiques, un lieu de rencontre de flux économiques et humains. » Pour **George (1990)**, le littoral « est un domaine géomorphologique compris au sens strict, entre les plus hautes et les plus basses mers, mais en fait étendu à l'espace influencé par les forces marines agissant au contact du climat. » Le littoral n'a pas une définition unique, universel, il varie en fonction des auteurs et parfois même en fonction de l'élément d'étude.

Dans notre cas le littoral est une bande de terre qui sépare la mer du continent. C'est également un siège d'enjeux multiples où se développe l'essentiel des activités humaines.

Érosion côtière :

Brunet et al. (2005), la définit comme « l'ensemble des phénomènes extérieurs (ou phénomènes exogènes) à l'écorce terrestre qui contribuent à modifier les formes créées par les forces endogènes (tectoniques et volcaniques). Cette modification se fait par enlèvement de matière (sols et roches) : c'est l'érosion proprement dite, mais aussi par accumulation (dunes et moraines, cônes de déjection, etc.) ».

³ <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/littoral>

Boudjéra. (2010), l'a définie comme « un phénomène naturel, d'observation courante, essentiellement caractéristique de l'évolution superficielle de la croûte terrestre sous l'effet de déplacement des sédiments par les vagues. Elle est surtout due à une pénurie en sédiments. Cette pénurie qui a commencé à se manifester à la fin de la transgression postglaciaire, a été accentuée à l'époque contemporaine par les actions anthropiques, en particulier la construction des barrages sur les fleuves, l'artificialisation des côtes et la déforestation ».

L'érosion côtière se définit comme « la perte graduelle de matériaux qui entraîne le recul de la côte et l'abaissement des plages. Il s'agit d'un phénomène naturel qui a contribué tout au long de l'histoire géologique à façonner le littoral. Les principaux facteurs en jeu dans le processus d'érosion sont les vagues, les courants marins, les glaces, les précipitations et le vent. C'est un processus lent et graduel qui, en plus des pertes de terrains publics ou privés, peut causer des dommages aux équipements, aux infrastructures ainsi qu'aux ouvrages de protection des côtes»⁴.

Pour notre sujet, l'érosion côtière est un phénomène par lequel la mer dévore ou érode le continent à travers des agents dynamiques naturels aggravés par des facteurs anthropiques, autrement dit il s'agit de l'avancée de la mer qui empiète sur la partie intertidale entraînant ainsi le recul du trait de côte. Elle peut être également définie comme l'avancée de la mer sur le continent et le recul du trait de côte. Elle est d'origine naturelle mais peut être aggravée par les facteurs anthropiques qui exercent une terrible pression sur les zones littorales.

Impacts :

Brunet R., Ferras R et Thiery H., (2005), dans « les mots de la géographie, dictionnaire critique » définissent l'impact comme étant un heurt, un choc.

Dictionnaire des milieux et de l'environnement Yvette Veyret, (2007), les impacts, d'un point de vue strictement écologique, sont des déviations de dynamiques naturelles d'évolution aboutissant à des modifications de l'état théorique d'écosystème. Ce changement d'état va donc déterminer le type d'évaluation. Pour le **Lexique d'écologie et d'aménagement du littoral (2012)**, l'impact désigne : Collision où un projectile vient frapper une structure et, par extension, la trace qu'il y laisse. Plus généralement : effet d'une action forte et brutale. En **Droit** : En matière d'environnement ce terme désigne l'effet d'une transformation locale du milieu sur le

⁴ <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere>

reste de l'environnement. Ce terme est utilisé en jurisprudence; on parle de l' « **étude d'impact** » d'une installation sur son environnement.

Dans cette étude l'impact signifie l'ensemble des répercussions, les conséquences, les effets de l'avancée de la mer sur les activités socio-économiques et sur l'environnement.

Changement climatique :

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 2007), selon lequel, " le changement climatique est une variation de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de test statistique) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus."

Selon la **Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 1992)**, pour laquelle « les changements climatiques » sont « des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ».

Depuis toujours le climat est influencé par les facteurs naturels. De nombreux éléments indiquent cependant que les activités humaines, principalement l'utilisation de combustibles fossiles, sont les principaux à l'origine de la hausse récente des températures mondiales, d'une modification dans la répartition des précipitations et de la fréquence des événements climatiques extrêmes. On sait que les activités humaines avec l'utilisation des combustibles fossiles sont à l'origine de l'effet de serre additionnel avec les gaz à effets de serre.

Selon le *Dictionnaire de l'Environnement*, le changement climatique désigne l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné, au cours du temps : réchauffement ou refroidissement. Certaines formes de pollution de l'air, résultant d'activités humaines, menacent de modifier sensiblement le climat, dans le sens d'un réchauffement global. Ce phénomène peut entraîner des dommages importants : élévation du niveau des mers, accentuation des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones, ...), déstabilisation des forêts, menaces sur les ressources d'eau douce, difficultés agricoles, désertification, réduction de la biodiversité, extension des maladies tropicales, etc.

Dans notre étude, le changement climatique c'est l'ensemble des perturbations climatiques induites par les facteurs naturels mais aggravées par les actions anthropiques. Il se manifeste avec l'augmentation de la température, l'élévation du niveau de la mer, les inondations, diminutions de la pluviométrie, cyclones...

Vulnérabilité :

La vulnérabilité est la mesure dans laquelle un système est sensible ou incapable de faire face aux effets défavorables des changements climatiques. La vulnérabilité est une fonction d'exposition aux stress climatiques, de sensibilité et de capacité d'adaptation. La vulnérabilité augmente lorsque l'ampleur du changement climatique (exposition) ou de la sensibilité augmente, et diminue lorsque la capacité d'adaptation augmente⁵.

La vulnérabilité exprime "le niveau d'effet prévisible d'un phénomène naturel (aléa) sur des enjeux (l'homme et ses activités)". Elle évalue dans quelle mesure un système socio-spatial risque d'être affecté par les effets néfastes des aléas. Les approches en termes de vulnérabilité sont assez récentes, elles datent des années 1960 - 1970 dans le monde anglo-saxon, des années 1980 en France. La vulnérabilité, en englobant les enjeux, exprime un degré d'exposition à l'aléa qui peut être évalué par le niveau d'endommagement constaté ou prévu. La vulnérabilité humaine évalue d'abord les préjudices potentiels aux personnes dans leur intégrité physique (décès, blessés, etc.). La vulnérabilité économique traduit généralement le degré de perte ou d'endommagement des biens et des activités exposés au phénomène. L'analyse de la vulnérabilité s'appuie sur une description de l'impact du dommage selon différents critères : sensibilité au dommage ; degré de dépendance ; la transférabilité, qui mesure la capacité d'adaptation ; la résilience, qui mesure la capacité de cicatrisation après l'événement. Geoconfluence⁶(2015)

Le **GIEC (2007)**, recommande une définition de la vulnérabilité exclusivement liée au changement climatique : « degré selon lequel un système est susceptible ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment à la variabilité et aux conditions climatiques extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature et de l'importance du phénomène climatique auquel un système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. »⁷.

Dans notre sujet, la vulnérabilité c'est l'ensemble des effets prévisibles sur l'environnement et sur les activités induites par l'action des vagues, mais aussi la capacité des systèmes à faire face à ces chocs.

Adaptation :

⁵ <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/57694>

⁶ <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/vulnerabilite>

⁷ www.ipcc.ch/syrgloss.pdf

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GIEC (2001), définit l'adaptation comme un processus d'ajustement des systèmes humains et naturels pour répondre aux signaux climatiques réels ou prévus ou à leurs impacts ; ce processus limite les dommages ou exploite les opportunités favorables. Il consiste en divers ajustements comportementaux, structurels et technologiques. Les activités varient

- dans leur timing (ex-ante vs. ex-post)
- dans leur étendue (court terme vs. long terme ; locale vs. régionale)
- dans leur stratégie (autonome vs. planifiée ; passive vs. active)
- dans leurs agents (privés contre publics ; sociétés contre systèmes naturels)

Pour distinguer l'"adaptation" des "activités de développement ordinaires", l'Orientation décrit un ensemble continu de quatre niveaux d'activités distincts depuis le développement jusqu'à l'adaptation au changement climatique.

En-dehors du discours sur les changements climatiques, les disciplines des sciences naturelles utilisent le terme adaptation pour désigner d'une manière générale le développement de caractéristiques génétiques ou comportementales permettant aux organismes ou aux systèmes de faire face aux changements environnementaux afin de survivre et de se reproduire.

Dans notre sujet, l'adaptation est l'ensemble des actions et stratégies menées dans le but d'atténuer et de réduire les impacts de l'érosion sur un milieu donné mais aussi les changements qui surviennent après un évènement.

Trait de côte : Ligne qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines ; c'est-à-dire la limite la plus extrême que puissent atteindre les eaux marines ou bien : l'extrémité du jet de rive lors des fortes tempêtes survenant aux plus hautes mers de vives eaux. Elle est définie par le bord de l'eau calme lors des plus hautes mers possibles. Le *trait de côte* est une notion de *droit* marin, développée par Colbert pour définir le « littoral », et qui, de nos jours, est défini par la Loi pour savoir quel est le pourtour du continent (ici : la France), et en partant de ce trait de côte, les limites de la zone maritime économique. Lexique du littoral : **Lexique d'écologie et d'aménagement du littoral (2012)**.

Le trait de côte désigne la ligne qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines. Il représente symboliquement la limite entre la terre et la mer. Le trait de côte proprement dit est donc la limite la plus extrême que puissent atteindre les plus hautes eaux par temps calme. Géoconfluence (2021)⁸.

⁸ <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/trait-de-cote>

Pour **Thior (2020)**, " il s'agit tout d'abord de la ligne qui doit marquer la limite jusqu'à laquelle peuvent atteindre les eaux marines. Autrement dit c'est la limite la plus extrême que puissent atteindre les eaux marines, c'est-à-dire l'extrémité du jet de rivage lors des fortes tempêtes survenues aux plus hautes mers de vives eaux. "

Selon le **Réseau national des observatoires de trait de côte**⁹ : Le trait de côte pourrait se définir simplement comme la limite entre la terre et la mer. Cependant selon le type de côte considéré et sitôt que nous cherchons à tracer cette « limite », la notion de trait de côte devient plus complexe et peut se caractériser de différentes façons, à l'aide de plusieurs marqueurs et en fonction des données disponibles :

- La limite de végétation ;
- Le pied ou le sommet d'une falaise (rocheuse ou sableuse) ;
- La ligne d'intersection de la surface topographique avec le niveau des plus hautes mers astronomiques (définition du Shom) ;
- Un ouvrage de protection construit le long du littoral....

Selon **Baok et al (2005)**, 45 marqueurs du trait de côte, utilisés à travers le monde à des fins d'étude de l'évolution du littoral, ont ainsi été répertoriés.

Dans notre sujet, le trait de côte peut être défini comme une ligne imaginaire mobile entre la terre et la mer qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines Dans ce cas d'étude, elle est matérialisée par la limite d'humectation qui est notre ligne de référence.

IV. État de l'art

L'état de l'art est une étape cruciale de notre recherche car nous permettant de faire la synthèse de la bibliographie existante c'est-à-dire l'état des lieux des travaux antérieurs dans la zone d'étude ou en dehors de cet espace en rapport avec la thématique. L'érosion côtière est un phénomène mondial qui ne cesse de gagner du terrain. Toutes les côtes de la planète sont impactées notamment les côtes sableuses qui sont les plus touchées. Le monde scientifique donne une attention particulière dans le but d'apporter des solutions.

Dans sa thèse intitulée « L'érosion sur la petite côte du Sénégal à partir de l'exemple de Rufisque. Passé - Présent - Futur », **Niang-Diop. I. (1995)**, montre que les phénomènes d'érosion côtière peuvent ne pas avoir que des causes naturelles. L'homme, par ses activités,

⁹ <http://observatoires-littoral.developpement-durable.gouv.fr>

peut interférer avec les agents naturels et amplifier le phénomène. Il peut ainsi intervenir principalement de deux manières : soit en modifiant les apports sédimentaires par la construction de barrages sur les fleuves, les extractions de sable sur les plages ou au large, le durcissement de la ligne de rivage, la destruction de la végétation littorale ; soit en interférant avec le transport littoral, essentiellement par la construction de structures perpendiculaires au rivage qui peuvent interrompre ou stopper une partie du transport sédimentaire effectué par la dérive littorale.

Faye. I. N. (2010), a étudié les changements à long terme des littoraux, leurs caractéristiques physiques, biologiques et leurs modes d'utilisation dans sa thèse intitulée « 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 ». Dans sa première partie, il a montré l'évolution du trait de côte en Afrique de l'ouest de la Mauritanie en Guinée Bissau. Il montre que le trait de côte ouest africain s'inscrit dans des unités morphologiques et lithologiques très variées évoluant sous la pression d'agents naturels et anthropiques exercées. Il affirme également que le processus de recul de la ligne de rivage intéresse l'ensemble du littoral entre la Mauritanie et la Guinée-Bissau à des vitesses variables mais inférieures ou égales à 2,5 m/an au cours de ces cinquante dernières années. Mieux, il montre dans son analyse que des variations historiques de la position de ces deux lignes de référence durant ces deux décennies couvertes par les images Landsat lui a permis de retracer l'évolution historique du trait de côte sur 142 km de plage, soit 7,5% des 1892 Km constituant le linéaire côtier sableux régional.

Sur ces 142 km, 73,4 % sont en progradation et 26,6 % sont en érosion.

Sy. A.A. (2013), dans sa thèse intitulée « Dynamiques sédimentaires et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandiou, littoral nord du Sénégal » indique que des contraintes physiques et anthropiques impactent sur les aspects physiques avec le recul du trait de côte et menacent les infrastructures socio-économiques. Les facteurs d'influencent dans cette zone sont les processus sédimentaires, la morphologie côtière et les facteurs humains. Il affirme que l'analyse des dynamiques sédimentaires en cours précisent que le littoral de l'axe Saint-Louis-Gandiou est actuellement peu fonctionnel et en dégradation constante face à des aléas supposés s'intensifier dans le contexte du Changement climatique. Mieux, il montre que les différentes stratégies et opérations de gestions développées dans l'axe Saint-Louis-Gandiou sont inefficaces car les agents érosifs sont extrêmement importants et puissants dans la zone.

Ndiaye. Dia.M. (2016), dans sa thèse intitulée " Dynamique, vulnérabilité socioéconomique et gouvernance des littoraux de Saly Portudal et de la Langue de Barbarie au Sénégal " dans le chapitre 4, a traité la cartographie de la vulnérabilité des équipements socio-économiques et culturels. Ce qui a montré une forte exposition des équipements de Guet Ndar, Ndar Toute et de Goxxu Mbacc. Les équipements menacés sont les écoles, les mosquées et les cimetières qui ont une forte valeur culturelle. A côté de cela, les équipements socio-économiques sont aussi sous la menace de la mer. Par contre, Saly Portudal est beaucoup plus touché sur le plan économique avec l'essentiel des investissements, situés à moins de 30m de la mer puisqu'ils sont touchés par le phénomène d'érosion.

L'analyse de la vulnérabilité a montré que Saint-Louis est plus exposé sur le plan social (densité démographique très forte sur la Langue de Barbarie avec 26000hbts/km², espace très fragile au confluent de la mer et du fleuve avec une occupation des sites à risque par l'habitation sur les berges du fleuve et de la mer). Par contre, Saly est plus vulnérable sur le plan économique à cause du nombre impressionnant d'infrastructures touristiques qui englobe un investissement global de plus de 100 milliards de frs CFA. Cette situation nécessite une analyse des mécanismes de gouvernance pour la prise en charge de cette vulnérabilité socioéconomique et une maîtrise du phénomène d'érosion.

Dans sa thèse intitulée « Dynamique du littoral de la Casamance : Caractéristiques morpho dynamiques, changements environnementaux et impacts socioéconomiques » **Thior.M. (2020)**, montre une dynamique très variable du trait de côte entre deux périodes marquées par la pro gradation et un recul global de la plage. Mais ce taux de recul varie d'une zone à une autre. Le taux de recul global est de 0,27m/an, de la pointe de Kartong à la plage d'Abéné et, de 0,40m/an dans le secteur de Kalissaye. La plage comprise entre Kafountine et la Presqu'île aux Oiseaux est globalement en accrétion soit 0,3m/an. Autour de l'embouchure du fleuve Casamance, l'érosion est généralisée. A la plage de Diogué, le recul est de 5,85m/an tandis qu'à l'île de Karabane, il est de 0,60m/an. Au Sud de l'embouchure, entre Gnikine-Diembéring et la plage de Cap Roxo, les reculs sont respectivement de 3,30m/an et 0,91m/an. Et dans le chapitre VII titré " les conséquences de la dynamique du littoral sur les activités socio-économiques ", il a montré les effets de la dynamique du littoral sur les activités socioéconomiques (tourisme, pêche, l'agriculture) développées sur le littoral. Ces conséquences se manifestent également par le déplacement des populations, des perturbations des activités économiques. Dans les villages côtiers, l'élévation du niveau de la mer gagne progressivement de l'espace et devient de plus en plus menaçante pour certaines infrastructures.

Ba. K. (2013), dans sa thèse intitulée " Apport de la télédétection et des SIG dans l'étude de l'évolution de la Langue de Barbarie et de l'estuaire du fleuve " a montré que la Langue de Barbarie est un cordon sableux très instable fragilisé par des facteurs dynamiques naturels et des actions anthropiques qui ont des conséquences désastreuses sur le plan environnemental, social et économique. A travers la cinématique de l'évolution de la ligne de rivage entre 1956 et 2006 à Saint-Louis et 2003 et 2006 au niveau du canal de délestage et à l'ancienne embouchure du fleuve, il a montré qu'à Saint Louis les mouvements de l'érosion sont compensés par des phénomènes d'accumulation dans d'autres zones ce qui fait que le bilan d'évolution du rivage est peu différent de zéro (-0,033m/an-1). Il a également montré qu'au niveau de l'ancienne embouchure l'évolution est double car on a une accrétion et une érosion. L'accrétion est de 12 à 53m/an-1 et de 25 à 60m/an-1 respectivement au nord et au sud du chenal. Quant à l'érosion, elle est d'environ 45m/an-1 au niveau de la pointe sud du chenal. Au niveau du canal de délestage, le taux d'érosion varie entre 13 et 97m/an-1 par contre au niveau de l'île de Baba Gueye, elle est entre 13 et 30m/an-1. Il a montré que les évolutions côtières à Saint Louis sont très rapides, la fréquence et la réactualisation des cartes très faible et leur mise en œuvre très lente. Pour Ba(2013), il serait alors très utile de disposer d'un document cartographique de la zone littorale faisant état des évolutions récentes.

Beaucoup de chercheurs, ont réalisé de nombreux travaux sur la Langue de Barbarie avec l'utilisation de diverses méthodes qui ont aboutie à des résultats hétérogènes. L'existence de cette littérature importante sur cet espace peut être considérée comme une marque sur la fragilité de cette zone. Les travaux les plus récentes dans cette zone ont été réalisés par Sy. A.A. (2013), Ba.K. (2013), Ndiaye (2016) etc. montrent à combien le littoral saint louisien est vulnérable à l'érosion côtière surtout avec le phénomène du changement climatique qui accentue certains phénomènes comme l'élévation du niveau de la mer, les tempêtes et les submersions marines.

Guilcher et Nicolas(1956) cité par Sy(2013) se sont basés sur les cartes anciennes pour proposer une série plus étalée de l'évolution de la plage de Saint Louis en se basant sur des cartes anciennes 1854 1926. Repris par Ndiaye (2016), Sall (1982) a montré la dynamique sédimentaire sur les plages de Saint Louis et sa vulnérabilité. Niang-Diop (1995) a essayé de montrer la vulnérabilité sur cette zone mais également estimé le recul du trait de côte qui peut varier entre 0,50 à 1m/an. Faye (2010) a montré l'évolution du trait de côte à Saint Louis à partir de photographies aériennes de 1927 à 2005 et le taux d'érosion était estimé à -0,20m/an. Pour Ba (2013) le taux d'évolution du trait de côte à Saint Louis est de -0,042m/an. Pour Ndiaye (2016) de 1968 à 1995, la Langue de Barbarie connaît un taux d'accumulation global de l'ordre

de +0,24 m/an entre Goxxu Mbacc et Hydrobase, avec des disparités entre quartier. La zone de Goxxu Mbacc à Guet Ndar présente des tendances a l'accumulation de l'ordre de +0,03 m/an et +2 m/an. Par contre, le secteur de l'hydrobase au sud des cimetières de Guet Ndar connaît un recul de l'ordre de 1,3m/an. Cette situation montre les disparités de la dynamique d'ensemble de l'érosion suivant les quartiers.

De 1995 à 2010, le taux de recul global est de 0,75 m/an avec disparités entre les quartiers.

La zone de Goxxu Mbacc à Guet Ndar, précédemment en accumulation, se retrouve dans une situation d'érosion de l'ordre de -2 m/an contre -2,3 m/an pour la zone allant de Chaumière au Cimetière de Guet Ndar. Par contre, la partie Sud, en érosion sur le premier pas de temps, est marquée par une accumulation de 2,1 m/an durant cette séquence d'observation.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'évolution du trait de côte à Saint Louis

Auteurs et dates de publication	Périodes considérées	Types de données	Reculs m/an
Guilcher et Nicolas 1954	1854 – 1926	Cartes anciennes 1856-1926	-3,3m/an
Sall 1982	1972-1978	Suivi de piquet repères	-1,03m/an
Niang Diop 1995	1954-1989	Photographies aériennes	-0,50-1m/an
Faye 2010	1927-2005	Photographies aériennes	-0,20m/an
Ba 2013	1954-2013	Images Radars	-0,042m/an
Ndiaye 2016	1968-2010	Photographie aérienne corona, image spot et Quick Bird	-0,22m/an

Ce tableau résume les travaux sur la Langue de Barbarie en rapport avec l'érosion côtière.

Avec l'utilisation de méthodes et de techniques qui sont différentes nous pouvons constater que les différents auteurs ont obtenu des résultats disparates mais qui montrent toutefois le niveau de vulnérabilité de la zone face à l'érosion côtière. Mais le recul du trait de côte varie entre 0,5 et 3.3m/an.

V. Cadre méthodologique

Cette partie est consacrée à la démarche méthodologique adoptée et qui est axée sur 3 étapes : la recherche documentaire, ensuite la collecte des données et enfin le traitement et une analyse synthétique de ces résultats obtenus.

1. La recherche documentaire

La recherche documentaire constitue la première phase de notre recherche. Elle est cruciale car permettant de faire une revue de la bibliographie existante sur les questions de recherche. A ce sujet nous avons consulté des ouvrages généraux, monographiques, des mémoires, des thèses et des revues scientifiques qui ont des centres d'intérêt en rapport avec notre thématique de manière générale et en particulier de notre zone d'étude. C'est dans ce sens que nous avons consulté des ouvrages au niveau de la bibliothèque de l'Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ) la bibliothèque numérique de l'UCAD et la bibliothèque du laboratoire Leïdi de l'UGB. Aussi la lecture des articles, des rapports, des documents officiels et sites internet ont permis de recueillir des informations qui nous ont permis de renforcer les connaissances sur notre thème de recherche. Nous avons également fait des visites de certaines structures assermentées comme le centre de suivi écologique (CSE), l'Agence de Développement Communal (ADC), la Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés (DREEC), etc.

2. La collecte des données

La collecte des données est en corrélation avec nos objectifs de recherche. Ainsi, nous avons choisi de faire d'abord une observation directe sur le terrain et des préenquêtes. Ensuite des séries d'enquêtes et des entretiens avec des personnes ressources, des autorités locales sont effectuées. C'est dans ce cadre que nous avons élaboré un questionnaire et des guides d'entretien que nous avons soumis à la population locale, aux personnes ressources et aux différents acteurs. Cela nous a permis de mieux cerner les impacts de l'érosion côtière sur les activités socio-économiques et les infrastructures. Nous avons également eu à visiter certaines structures pour l'obtention de données comme l'agence nationale de l'aviation civile et de la météorologie (ANACIM) pour l'acquisition des données climatiques de la station de Saint Louis de 1980 à 2020, de l'agence nationale de la statistique et de la démographie (ANSD) pour les données démographiques et socio-économiques de la population.

Pour la collecte de ces données d'enquête nous avons utilisé l'application kobo collect à travers la plateforme Kobotoolbox. Nous avons également collecté des images satellitaires Landsat à travers la plateforme Earth Explorer et Google Earth pour faire la cinématique du littoral.

3. Les enquêtes

3.1.La préenquête

Elle a été notre premier contact avec la zone d'étude et c'est un séjour qui a duré 5 jours. C'était un moment pour tester le questionnaire en vue de l'améliorer. Elle a permis de soumettre notre questionnaire à un certain nombre de personnes des trois quartiers à enquêter. Cette étape a été très importante car nous permettant d'avoir des idées claires sur la zone avant de commencer les enquêtes proprement dites.

3.2. Le guide d'entretien

Cette technique nous a permis de réaliser des entretiens individuels directs avec les différents chefs de services en rapport avec la thématique de l'érosion côtière. C'est ainsi que des entretiens ont été faits avec le directeur de l'Agence de Développement Communal qui est le bras technique de la commune pour la réalisation et le suivi de certains projets et programmes, du chef de service régional de l'aménagement du territoire, des services techniques municipaux (STM), du directeur régional de l'environnement et des établissements classés, du directeur de l'hydrologie, du directeur des services régionaux de la pêche et des délégués de quartiers.

3.3.Les enquêtes

Il s'agit de soumettre un questionnaire aux populations de la Langue de Barbarie. C'est une technique qui a permis d'avoir des données quantitatives. Après avoir mené une préenquête et des observations au niveau de la zone nous avons choisi les quartiers qui sont les plus impactés par l'avancée de la mer. Le questionnaire nous a permis de recueillir les avis des populations sur l'historique de l'évolution du trait de côte, les facteurs responsables de l'érosion, les impacts socio-économiques et les différentes stratégies mises en œuvre pour faire face à ce phénomène. Pour la collecte de ces données nous avons utilisé l'outil kobo collect.

La commune de Saint – Louis compte 33 quartiers (ANSD, 2013) et nous avons choisi les 3 quartiers de la Langue de Barbarie à savoir Goxxu Mbacc, Santhiaba (Ndar Toute) et Guet Ndar et le choix des quartiers est lié à leur position sur le littoral. Lors du dernier recensement de 2013, la commune de Saint – Louis comptait 27498 ménages répartis dans 33 quartiers. Or, lors de la projection de 2022, elle comptait 25954 ménages.

Tableau 2 : Projection de la population de la commune de Saint Louis

N°	MENAGES	QUARTIERS	POPULATION
1	703	BALACOS	4560
2	265	BANGO NORD	3150
3	610	BANGO SUD	4812

4	454	BAS NDAR TOUTE	3368
5	538	BAS NORD	3237
6	1010	CITE NIAKH	6920
7	1001	DAKK GUET NDAR	8000
8	1053	DAROU MEDINA MARMYAL	8180
9	426	DAROU ROUTE DE KHOR	3006
10	1186	DIAMAGUENE	9179
11	759	DIAMINAR	6316
12	654	EAUX CLAIRES	5173
13	1935	GOXU MBACC	17095
14	1609	GUINAW RAIL	12011
15	644	HAUT NDAR TOUTE	4781
16	462	HAUT NORD	2690
17	449	HLM	2692
18	406	HYDROBASE	2759
19	385	KHOR MISSION	2569
20	227	KHOR USINE	1644
21	839	LEONA	6466
22	925	LODO GUET NDAR	7501
23	415	MEDINA COURSE PETHIEULY	3454
24	650	NDIOLOFENE NORD	4813
25	430	NDIOLOFENE SUD	3102
26	209	NGALLELE NORD	1491
27	311	NGALLELE SUD	1934
28	1581	PIKINE BAS SENEGAL	12593
29	1032	PIKINE SOR DAGA	9129
30	1206	PIKINE SOR DIAGNE	9525
31	2157	PIKINE TABLEAU WALO	17459

32	504	SUD	2834
33	919	TENDJIGUENE	6265
Total	25954		198708

Source : ADC, 2022

Pour ce travail, nous avons utilisé l'échantillonnage au jugé. L'utilisation de cette méthode est basée sur certains jugements de l'ensemble de la population. L'hypothèse qui sous-tend son utilisation est basée sur le fait qu'on a choisi les quartiers qui sont susceptibles d'apporter des réponses sur les impacts socio-économiques de l'érosion côtière et les différentes stratégies d'adaptation mises en œuvre. Mais également la population cible capable d'apporter des réponses par rapport à notre questionnaire. Dans les 33 quartiers de la commune, nous avons choisi de travailler sur 3 quartiers situés sur le littoral et qui sont affectés par l'érosion, selon les différentes activités exercées par la population locale.

Pour choisir le nombre de ménages à interroger, un taux de représentativité de 10% a été retenu, compte tenu de la taille des ménages des quartiers à interroger. Ce qui donne un échantillon de 331 ménages à interroger pour les 3 quartiers de la commune. La méthode de calcul ci-dessous a permis de connaître le nombre de ménages à interroger.

$$\frac{\text{Nombre de ménages des 3 quartiers} \times \text{Taux de sondage}}{100}$$

100

Les 331 ménages à interroger sont repartis dans les 3 quartiers, choisis en fonction de la taille des ménages et de leurs positions sur le littoral. Un échantillon par quota a été choisi et le nombre de ménages à interroger par quartier est calculé de la sorte (nombre de ménages du quartier x 331 / nombre de ménages des 3 quartiers). L'utilisation de cet échantillonnage est basée sur le fait qu'après avoir choisi les quartiers à enquêter, on devait avoir pour chaque quartier le nombre de ménage à enquêter. Comme on n'a pas les moyens de réaliser un recensement pour toute la population de chaque quartier on a utilisé cette méthode d'échantillonnage.

$$\frac{\text{Nombre de ménages du quartier} \times 331}{\text{Nombre de ménages des 3 quartiers}}$$

Nombre de ménages des 3 quartiers

Tableau 3 : Nombre de ménages enquêtés par quartiers (2022)

Quartiers	Population	Nombre de ménages	Ménages à interroger	Pourcentage
Goxxu Mbacc	17095	1935	193	58%
Bas Ndar Toute	3368	454	45	14%
Guet Ndar	7501	925	93	28%
Total	27964	3314	331	100

Source : Données d'enquête (M. Faye 2022)

4. Le traitement des données

Cette partie est d'une importance capitale car elle permet de traiter les données brutes collectées sur le terrain avec des logiciels de traitement spécifiques.

4.1 Le traitement des données quantitatives

Dans cette partie, il est question d'abord de faire une analyse synthétique des données collectées à travers des tableaux mais également de faire des traitements pour vérifier nos résultats obtenus lors des enquêtes. Le traitement des données d'enquêtes collectées sont réalisées avec les logiciels Kobotoolbox et Excel. L'utilisation de ces logiciels a permis de réaliser des graphiques de la perception des populations sur la dynamique du littoral saint louisien à savoir l'historique de l'évolution du trait de côte, les facteurs de l'érosion de côtière, les impacts socio-économiques et les différentes stratégies de lutte. Le logiciel Excel a également permis de traiter les données climatiques fournies par l'ANACIM à savoir les paramètres suivants : la pluviométrie, la température, l'évaporation, l'humidité relative. En ce qui concerne la cartographie et la cinématique du littoral nous avons utilisé le logiciel Arc Gis avec l'extension DSAS et le logiciel ENVI.

4.2 Le traitement des données géospatiales

Les données géospatiales utilisées dans cette étude comprennent des images satellitaires Landsat et des captures Google Earth. L'analyse diachronique de l'évolution du trait de côte est réalisée à partir de la superposition de ces données.

Cette partie qui est consacrée à la cartographie de la cinématique du littoral est basée sur l'utilisation d'images satellitaires. Ainsi, nous avons choisi quatre images géo spatiales. Le choix de ces dates 1989, 1999,2009 et 2019 repose sur la disponibilité des images satellitaires mais également de leur qualité. Les images Landsat (Landsat 5 Thematic Mapper (TM), Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+) et Landsat 8 Operational Land Imager (OLI))

utilisées (1989,1999 et 2019) ont une résolution spatiale (30m) qui permet d'effectuer des mesures dans une plage assez dynamique telle que la Langue de Barbarie. L'utilisation de l'image Google Earth de 2009 se justifie par le fait que durant cette période les images Landsat disponible contiennent du bruit et ne facilitent pas le traitement mais également l'image de Google Earth à une bonne résolution spatiale.

Tableau 4 : Données utilisées pour l'analyse diachronique du trait de côte de 1989 à 2019.

Données	Missions	Satellites	Dates d'acquisition	Résolution	Sources
Images Landsat 5	Série L5	TM	17/02/1989	30 m	<i>Earth Explorer</i>
Images Landsat 7	Série L7	ETM+	11/04/1999		
Images Landsat 8	Série L8	OLI-TIRS	14/07/2019		
<i>Google Earth</i>	-----	-----	02/04/2009	10 m	<i>Google Earth</i>

4.3 La méthode de traitement des images

4.3.1 L'identification de la ligne de rivage

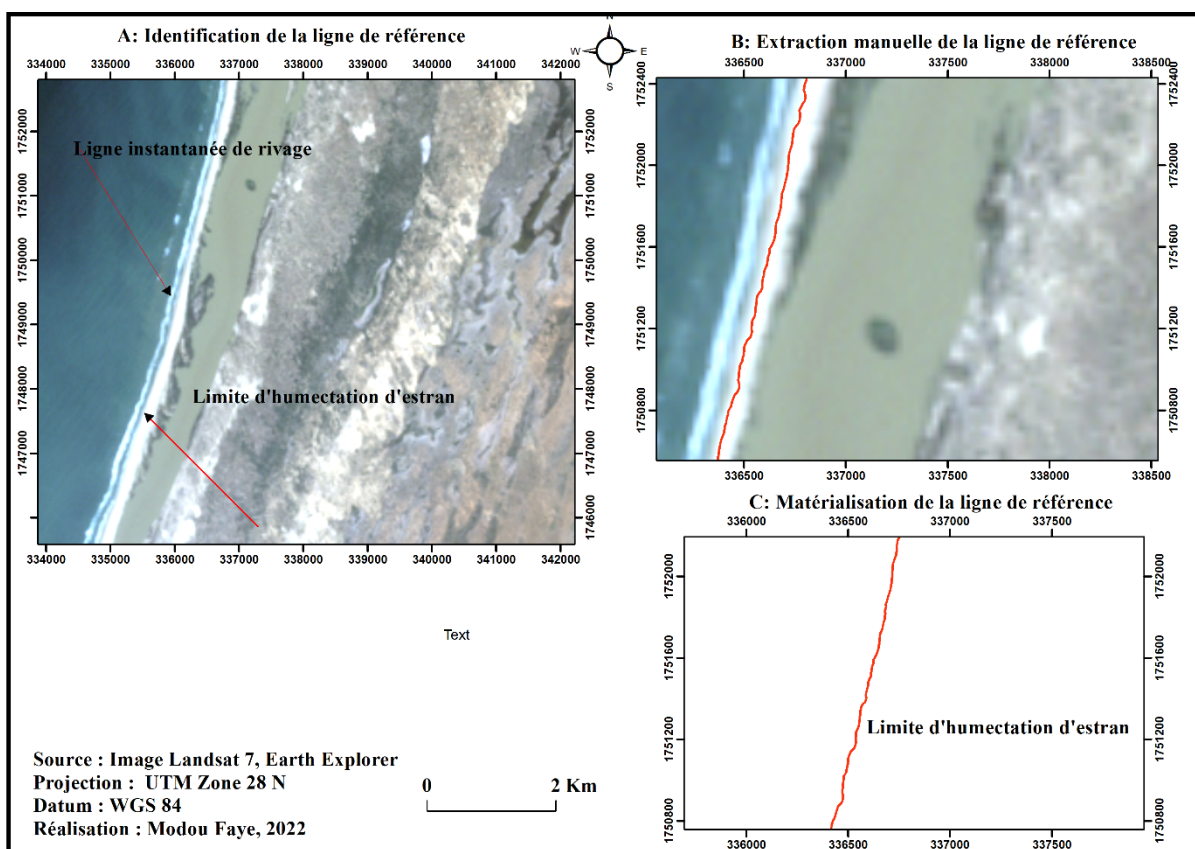
Pour numériser la ligne de rivage, il faut d'abord identifier des marqueurs du trait de côte. L'identification et l'extraction de la ligne de rivage par photo interprétation assistée par ordinateur.

Les marqueurs de trait de côte sont parfois visibles sur les images satellitaires comme ce fut le cas dans notre étude car les images utilisées ont une résolution spatiale assez acceptable. C'est la raison pour laquelle la photo-interprétation et la photogrammétrie sont les techniques les plus utilisées pour extraire les lignes de référence (Boak et Tunner, 2005). Ces derniers ont pu identifier 45 marqueurs du trait de côte, utilisés à travers le monde à des fins d'étude de l'évolution du littoral. Faye (2010) a pu identifier 7 traits de côtes distinctes : limites de la végétation, entités virtuelles, rupture de pente, étendu de la plage, datums marégraphiques, conditions météorologiques et niveaux instantané de la marée. La variation des lignes de référence explique la diversité des méthodes utilisées dans la détection de ces dernières. C'est la raison pour laquelle nous avons comme méthode de détection le traitement des images géo spatiales.

Dans notre étude, avec les images que nous avons utilisées, nous distinguons la ligne instantanée de rivage, les limites d'humectation et la limite supérieure de la plage. Toutefois, nous avons seulement utilisées les limites d'humectation pour les images Landsat et pour l'image Google Earth.

4.3.2 La digitalisation de la ligne de rivage

Le logiciel Arc Gis 10.8 a été utilisé dans ce travail. D'abord après le travail préalable d'identification de la ligne de référence, la digitalisation a consisté à représenter des formes linéaires. Et la numérisation du trait de côte s'est faite à l'échelle 1/2000 sur l'écran avant de l'afficher (carte. 1).



Carte 1 : Processus d'extraction de la ligne de référence par photo interprétation

4.3.3 Méthodes de calcul du taux de l'évolution des traits de côte

Après l'identification et la numérisation des TDC sur Arc map nous avons utilisé "Digital Shoreline Analysis System" DSAS qui est une extension d'Arc map qui permet de réaliser des calculs d'écart entre deux ou plusieurs traits de côte. 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 (Thieler *et al.*, 2009).

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, 2012 ; Crowell *et al.*, 1994 ; Faye *et al.*, 2013, Thior *et al.*, 2021). 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 transects, (Thior, 2020).

Selon Thior(2020), après la création de cette géodatabase, il est nécessaire de créer deux entités distinctes à savoir "**Baseline**" (qui est une ligne à laquelle l'extension DSAS crée les transects et est parallèle aux traits de côte et perpendiculaire aux transects) qui contient une ou plusieurs lignes de référence. La seconde entité est formée par les traits de côte numérisés "**Shorelines**"(ce sont les traits de côte qui sont parallèles à la Baseline et qui sert de mesure dans l'environnement DSAS). Ces deux entités sont insérées dans le **Buffer Shorelines** (qui est une zone tampon qui permet de définir de quel côté de la Baseline sont tracés par les profils avec une distance de 150 m la séparant des shorelines). Elle permet de limiter le cadre de travail et donne deux possibilités de position de la Baseline (côté de la mer et côté de la terre), (photo1).

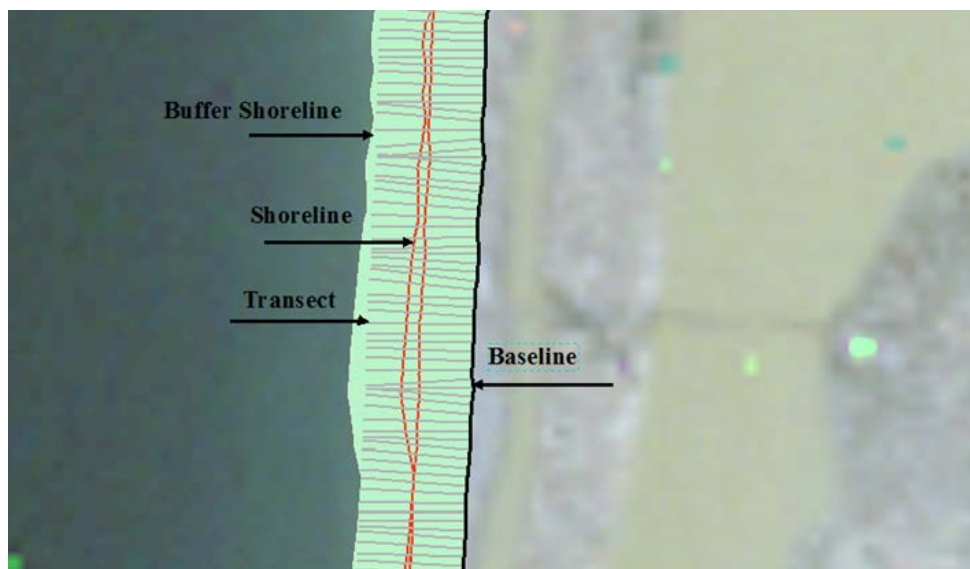


Photo 1 : Les différentes entités d'une géodatabase

Après la réalisation des entités "Buffer shorelines", de la "Baseline" des "shorelines "et des "transects" on peut réaliser les calculs d'indice.

4.3.4 Calcul statistiques

Pour la réalisation de ces calculs statistiques de l'évolution de la ligne de rivage, on peut utiliser plusieurs indices de calcul. Mais dans le cadre de cette étude nous avons utilisé l'EPR (End Point Rate) et le LRR (Low, Regression Rate- of change). Thior, 2020, pour calculer l'écart entre deux dates l'EPR semble le plus pertinent et pour calculer l'écart global le LRR est conseillé. Ainsi, lorsqu'on dispose uniquement de deux traits de côte, l'EPR reste un bon indice pour évaluer la cinématique (Thieler et al., 2005 ; Himmelstoss et al., 2017 ; Tahri et al., 2017, Thior 2019). Cependant, il faut noter que l'indice LRR permet de voir l'évolution sur toute la période considérée. Il mesure l'évolution de chaque trait de côte sur la période. L'indice LRR permet d'apprécier l'évolution plus de deux traits de côte.

Le calcul de ces indices se réalise avec DSAS après ce processus qui part de la réalisation des shorelines jusqu'à l'insertion des transects. Après l'insertion des transects et le choix des indices le calcul se fait automatiquement.

4.3.5 Les marges d'incertitude

Les résultats et les analyses obtenus du TDC sont souvent influencés par plusieurs sources d'erreurs surtout lorsque la position du trait de côte est historique (Crowell *et al*, 1991 ; Moore, 2000 ; Robin, 2002 ; Juigner, 2012 ; Moussaid et al, 2015 ; Esmail *et al*, 2019) cité par Thior(2020). En effet, les marges d'erreur permettent de caractériser la situation (érosion, stabilité, accrétion) sur une période bien déterminée. 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 (Durand, 2000). C'est la raison pour laquelle 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.

4.3.6 Les marges d'erreur

Pour ce qui concerne le littoral de la LB, nous avons choisi comme référentiel la limite d'humectation d'estran car cela permet de pouvoir manipuler les différentes images géospatiales utilisées. Ainsi, on a utilisé trois types d'erreur, celle liée à l'oscillation de la marée, à la digitalisation et de pixel. L'ensemble de ces erreurs permet d'obtenir l'erreur globale appelé Erreur de Position Globale du Trait de côte (EPGT et EPT).

L'erreur globale appelée (EPGT) est obtenue en calculant la racine de carrée de la somme des carrées de chaque erreur : erreur de pixel, erreur de géoréférencement, de digitalisation et d'oscillation de la marée.

L'erreur liée à l'oscillation de la marée est obtenue en faisant le rapport du marnage sur la pente de la plage. Sur la LB le marnage est de 0,125 et la pente est de 4%.

L'erreur liée à la digitalisation fait partie des erreurs aléatoires qu'il faut intégrer dans l'analyse des résultats. Mais il n'existe pas encore à ce jour une méthode objective pour l'évaluer (Morton et al., 2004 ; Thieler et al., 2009) Thior(2020). Néanmoins, il est recommandé de l'estimer en effectuant la numérisation plusieurs fois. L'erreur émanant de la numérisation de chaque ligne de rivage étant obtenue par addition de la moyenne des écarts à 2 écarts-types de ces écarts et à la taille du pixel (Moore et Griggs 2002 ; Fletcher et al., 2003 ; Faye, 2010 ; Sadio, 2017) Thior(2020). La marge d'erreur émanant de la numérisation est obtenue en cumulant sa moyenne + 2 écarts-types + taille pixel.

Lorsque les taux d'évolution sont calculés entre deux dates à court ou moyen terme, ces valeurs peuvent être annualisées, fournissant ainsi une estimation de l'erreur pour les taux d'évolution individualisés par transects.

Ainsi, dans cette étude, on calcule pour chaque année la valeur des quatre erreurs déjà identifiées sur les images. Ce qui donne les équations suivantes (Thior, 2020) :

$$E_{pt} = \sqrt{E_p^2 + E_d^2 + E_o^2}$$

Et

$$E_{\alpha} = \frac{\sqrt{E_{pt1}^2 + E_{pt2}^2}}{\text{Période}(t)}$$

E_{pt} : Erreur de position globale du trait de côte

E_p : Erreur de pixel

E_d : Erreur de digitalisation

E_o : Erreur d'oscillation de la marée

E_{α} : Erreur globale moyenne en m/an

Ainsi, pour la période 1989/2019 par exemple, on a :

Pour l'image de 1989 :

- ✓ Une erreur de pixel (Ep)=30 ;
- ✓ Une erreur de digitalisation (Ed)= 0,076
- ✓ Une erreur de l'oscillation de marée (Eo) = 0,78

Pour l'image de 1999 :

- ✓ Une erreur de pixel (Ep)=30 ;
- ✓ Une erreur de digitalisation (Ed)= 0,86
- Une erreur de l'oscillation de marée (Eo) = 0,78

Pour l'image 2009 :

- ✓ Une erreur de pixel (Ep)=15 ;
- ✓ Une erreur de digitalisation (Ed)= 3,35
- Une erreur de l'oscillation de marée (Eo) = 0,78 m

Pour l'image 2019 :

- ✓ Une erreur de pixel (Ep)=30 ;
- ✓ Une erreur de digitalisation (Ed)= -1,25
- Une erreur de l'oscillation de marée (Eo) = 0,78

$E_{pt1989} = \sqrt{30.2 + 0,076^2 + 0,78^2} =$	et	$E_{pt 1999} = \sqrt{30^2 + 0,86^2 + 0,78^2} =$
$E_{pt} = 30$		$E_{pt2} = 30,01$

Alors

$$E_{\alpha} = \frac{\sqrt{30,01^2 + 30,02^2}}{10} = \frac{\sqrt{42,44^2}}{10} = \frac{42,44}{10} = 4,24$$

La même procédure est appliquée pour calculer les autres erreurs

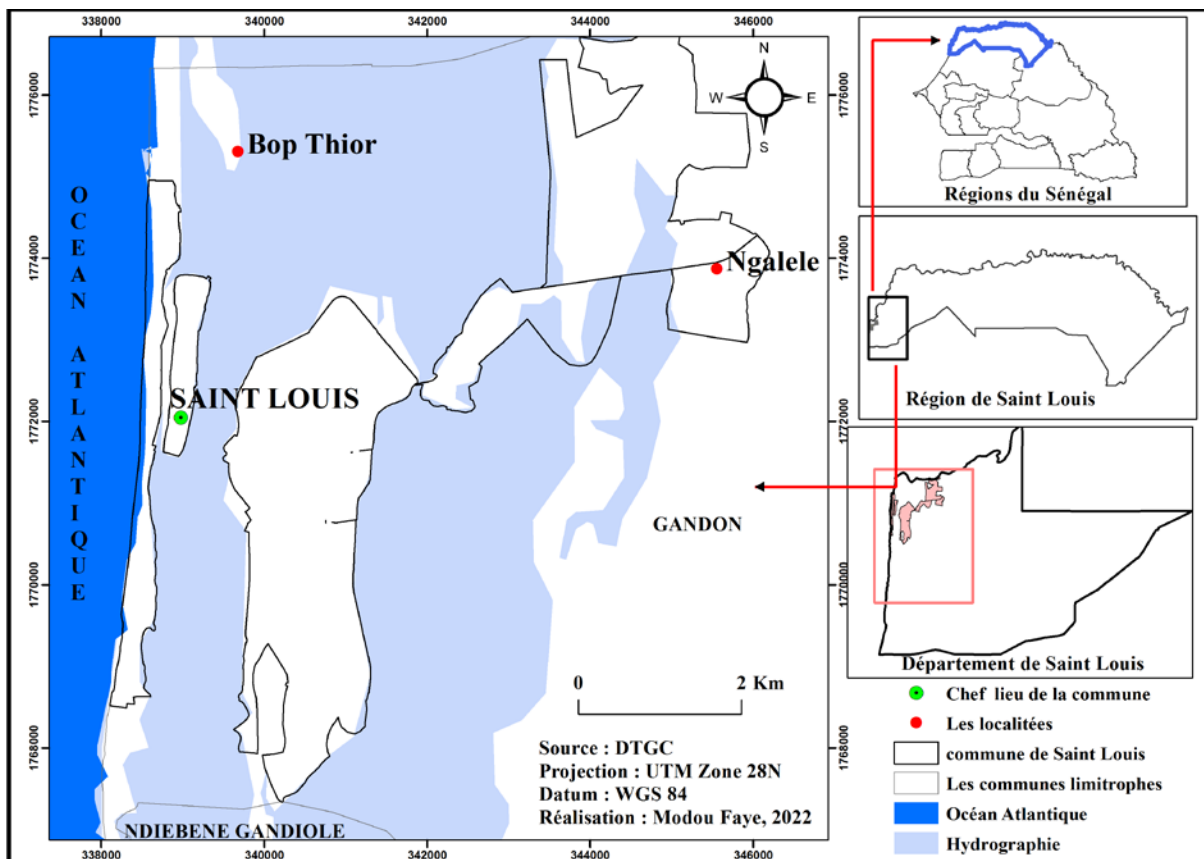
Tableau 5 : Les marges d'erreur

Intervalle de mesure	Ligne de référence	Estimation de l'erreur annuelle (m)
1989-1999	Ligne d'humectation d'estran	± 4.24
2009-2019		± 4.25
1989-2019		± 1.005

Première partie : présentation de la zone

Dans cette première partie de notre travail de recherche, il s'agit d'une part de faire une présentation de la zone d'étude et d'autre part de présenter les différents aspects physiques, humains et les contraintes environnementales qui existent au niveau de la zone.

La commune de Saint Louis est située au Nord- Ouest du Sénégal à 270 km de la capitale sénégalaise et est construit sur un site deltaïque et amphibie. Elle s'étend sur 46,69 km² (PDC 2017-2022) dont près de 20% sont occupé par les plans d'eaux du fleuve Sénégal et de ces défluent affluents. Elle est limitée au nord par la République islamique de la Mauritanie, au sud par les communes de Gandon et de Ndiébène Gandiole à l'ouest par l'océan Atlantique et à l'est par la commune de Gandon (carte 2).



Carte 2 : Localisation de la commune de Saint Louis

La langue de Barbarie, est une bande de sable large de 120 à 400 m situé entre le fleuve Sénégal et l'océan Atlantique et s'étire sur une longueur de 40km depuis la frontière mauritanienne jusqu'à l'embouchure du fleuve Sénégal dans le sens nord sud. Elle est située dans la commune de Saint Louis.

La langue de Barbarie est une des unités morphologiques qui se sont formées par des accumulations de sédiments de diverses origines et transportés ensuite par la dérive littorale contribuant à son évolution morphologique actuelle. Elle est soumise à trois dynamiques qui impactent les capitaux naturels et humains ainsi que les moyens d'existence des populations de plus en plus vulnérables. Il s'agit des dynamiques marines, fluviales et éoliennes qui régissent les processus d'érosion, de transport et de sédimentation. La façade maritime de la Langue de Barbarie subit principalement l'influence des houles et des courants qu'elles induisent. Cette zone est marquée par une forte dynamique liée aux houles, avec l'ouverture de la brèche en 2003 et les nombreuses activités socio-économique (habitat, pêche, tourisme...)

Elle est formée de quatre principaux quartiers de pêcheurs : Goxxu Mbacc, Santhiaba ou Ndar-Toute, Guet-Ndar et Hydrobase (carte 3).

Goxxu Mbacc

Créé vers la fin du 18^e siècle, c'était tout d'abord un hameau occupé par les maures. Le quartier sera plus tard occupé par des vagues de déguerpis et de ruraux. En 1976, il est doté d'un plan de lotissement. Celui-ci est aménagé afin d'accueillir une partie de la population Guet-Ndarienne qui occupait l'emprise du boulevard fluvial. Aujourd'hui le quartier souffre d'un manque d'équipements et d'infrastructures de base en dépit de sa trame urbaine régulière.

Santhiaba ou Ndar Toute

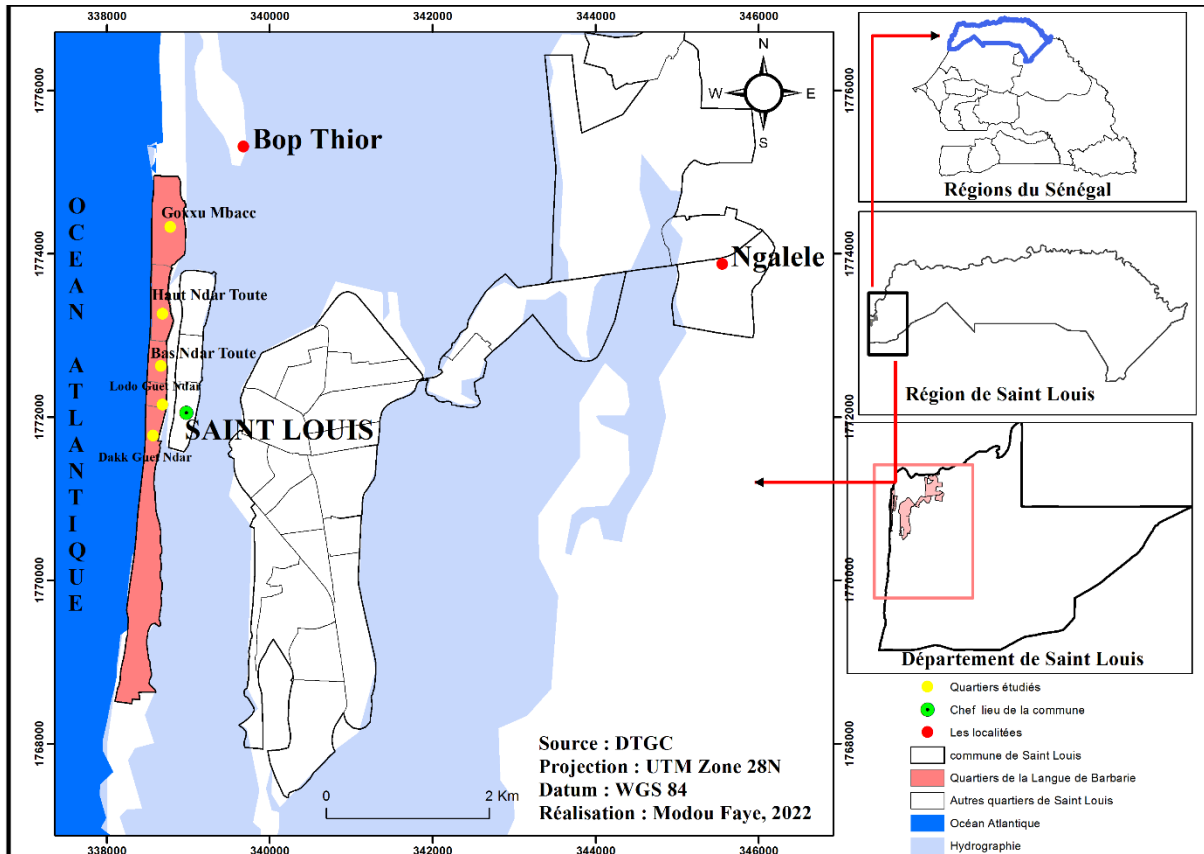
Créé en 1886 et ancienne cité de villégiature de riches négociants de l'Ile, le quartier de Ndar-Toute ou Santhiaba a su bénéficier d'un plan d'aménagement spatial en vue d'accueillir une partie de la population métropolitaine de l'Ile alors saturée. Il représente le centre commercial de la Langue de Barbarie avec des professionnels de la pêche, des commerces structurés et un secteur informel très dynamique. Avec une superficie de 41 ha, il constituait un quartier d'extension de l'Ile et est divisé en bas Ndar-Toute et en Haut Ndar-Toute.

Guet-Ndar

Couvrant une superficie de près de 17 ha, Guet-Ndar se structure autour de trois sous quartiers Lodo au nord, Pondoxolé au centre et Dakk au sud. Spatialement limité, Guet Ndar se caractérise par son exigüité et par la diversité de ses formes. Ainsi, si le quartier tente d'offrir un aspect urbain, l'habitat se présente sous une forme anarchique et spontanée, où la nouveauté de ses constructions vient s'imbriquer inextricablement au patrimoine existant caractérisée par l'occupation irrégulière.

Hydrobase

Ce quartier a été réservée aux déguerpis du quartier de Guet Ndar. Elle est structurée en trames composées de parcelles de 150 m². La densité de cette zone est encore très faible. Il existe quelques usines d'exploitation de produits halieutiques et des complexes hôteliers. C'est une zone touristique.



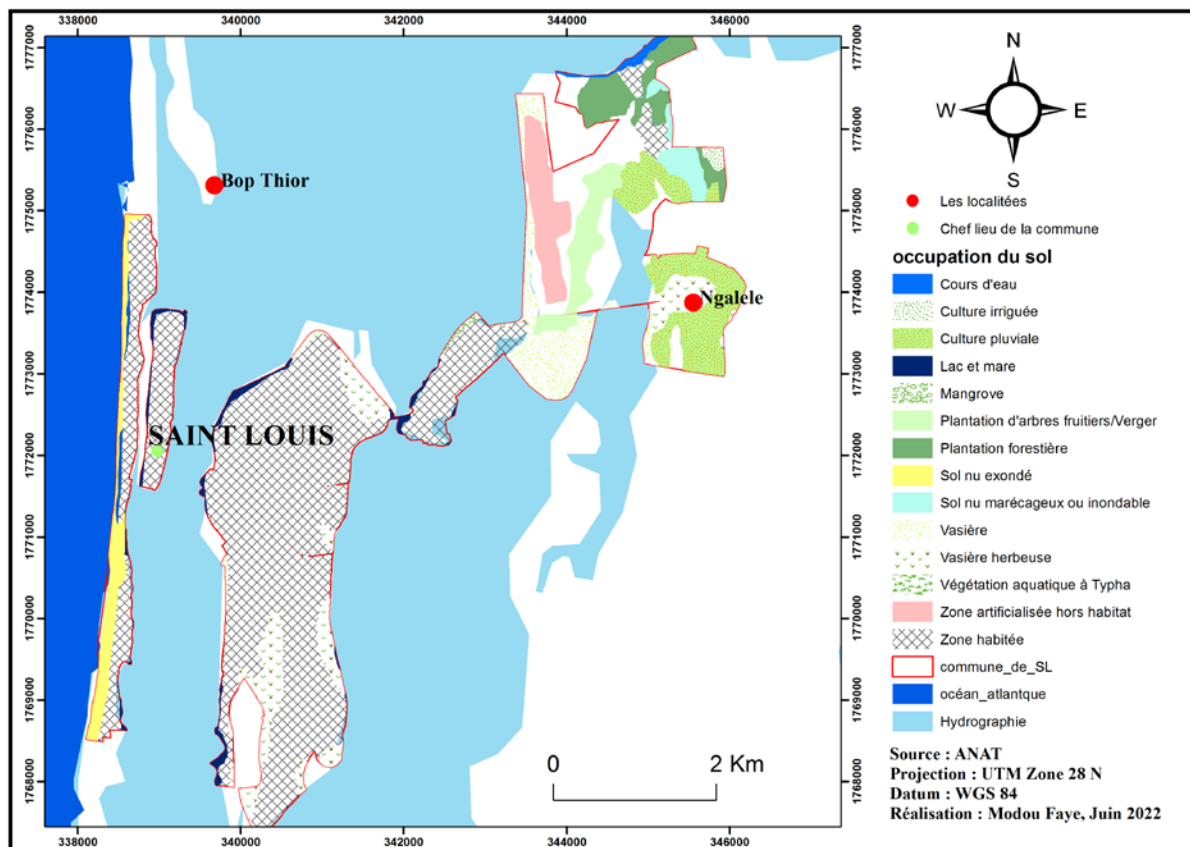
Carte 3 : Localisation des quartiers de la commune de Saint-Louis.

Chapitre 1 : Les caractéristiques physiques de la zone et les contraintes

Dans cette partie, il est question de présenter les caractéristiques physiques du milieu. Mieux, il s'agit de démontrer le rôle crucial des caractéristiques topographiques, climatiques et pédologiques sur l'érosion côtière. Mais également de montrer les contraintes environnementales qui existent sur la Langue de Barbarie.

L'analyse de la carte d'occupation du sol (carte 4) montre une forte urbanisation de la commune qui occupe une proportion assez remarquable. On observe une forte urbanisation au niveau de la Langue de Barbarie, de l'île et du faubourg de Sor qui sont les zones les plus densément peuplées de la commune. En dehors, du grand quartier de Pikine, les quartiers de pêcheurs, sur la Langue de Barbarie, sont les plus densément peuplés et regroupent une bonne partie de la population (43504 sur 198708 habitants, projection de la population de la commune de Saint-Louis (ADC, 2022)). Cette forte urbanisation sur la Langue de Barbarie, qui est également un espace de diverses activités socio-économiques à des incidences sur le fonctionnement de la plage. Ainsi, cette partie est aujourd'hui de plus en plus menacée avec l'avancée de la mer qui ne cesse d'éroder les maisons situées en front de mer. On note également une présence de mangrove, de vasière herbeuse et de végétation liée à la présence de l'eau car 20% de la superficie de la commune est occupée par les eaux (PDC Saint-Louis 2017-2022). Cependant, la partie ouest de la commune est caractérisée par le développement de l'agriculture avec les cultures irriguées et les cultures pluviales.

Au regard de cette carte, il faut rappeler que la forte urbanisation de la Langue de Barbarie augmente la vulnérabilité de cette bande sableuse déjà fragile et sensible à l'érosion côtière. Alors que la topographie au niveau de la zone est relativement basse, ce qui fait que la commune est confrontée à un double problème lié d'une part à l'érosion côtière dans sa partie littorale et d'autre part aux inondations dans l'hinterland.

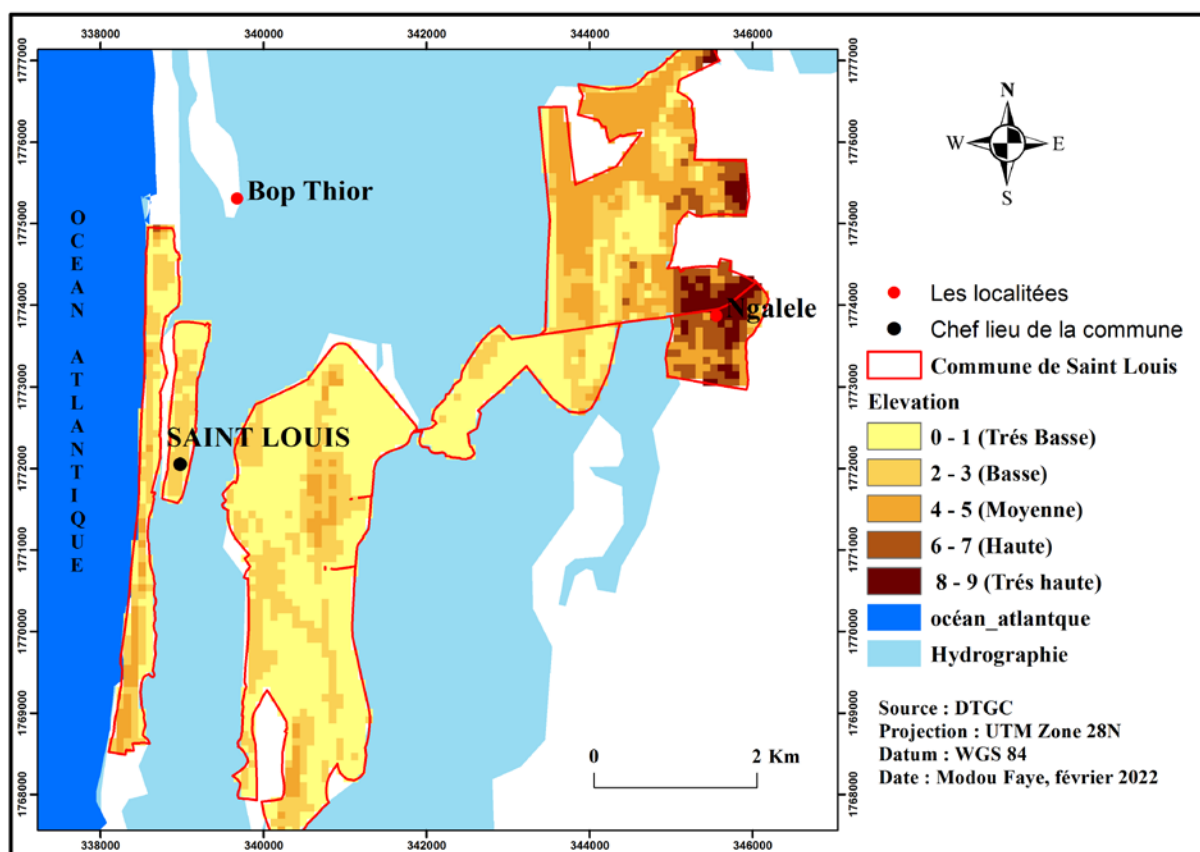


Carte 4 : Occupation du sol de la commune de Saint Louis 2014.

1. Les caractéristiques physiques

1.1 Le relief

Le relief de la zone est plat tout comme le reste de la région. Il existe également des zones dépressionnaires et des dunes qui sont localisées sur la frange maritime. Ces dunes vives, de couleur blanche supportent des sols sableux riches en débris coquilliers et sont très exposées à l'érosion côtière. Au niveau de la Langue de Barbarie, la topographie est basse car elle est comprise entre 0 et 3m (carte 5) et cette faible altitude expose la zone aux fortes houles et aux raz de marées et ce qui fait que la zone est très fragile à l'érosion côtière surtout avec le changement climatique caractérisé ici par l'élévation du niveau de la mer.



Carte 5 : MNT de la commune de Saint Louis

Dans cette carte du relief de la commune de Saint Louis nous pouvons constater que ce dernier est plat et les altitudes sont comprises entre 0 et 9m (carte 5). Les quartiers de la Langue de Barbarie, de l'île et du faubourg de Sor ont les altitudes les plus basse c'est à dire entre 0 et 3m. Ces quartiers sont donc souvent confrontés à des problèmes environnementaux tels que l'érosion côtière (Langue de Barbarie) et les inondations alors que les quartiers comme Ngalléle Bango ont les altitudes les plus élevé 4 et 9m (carte5).

1.2 La pédologie

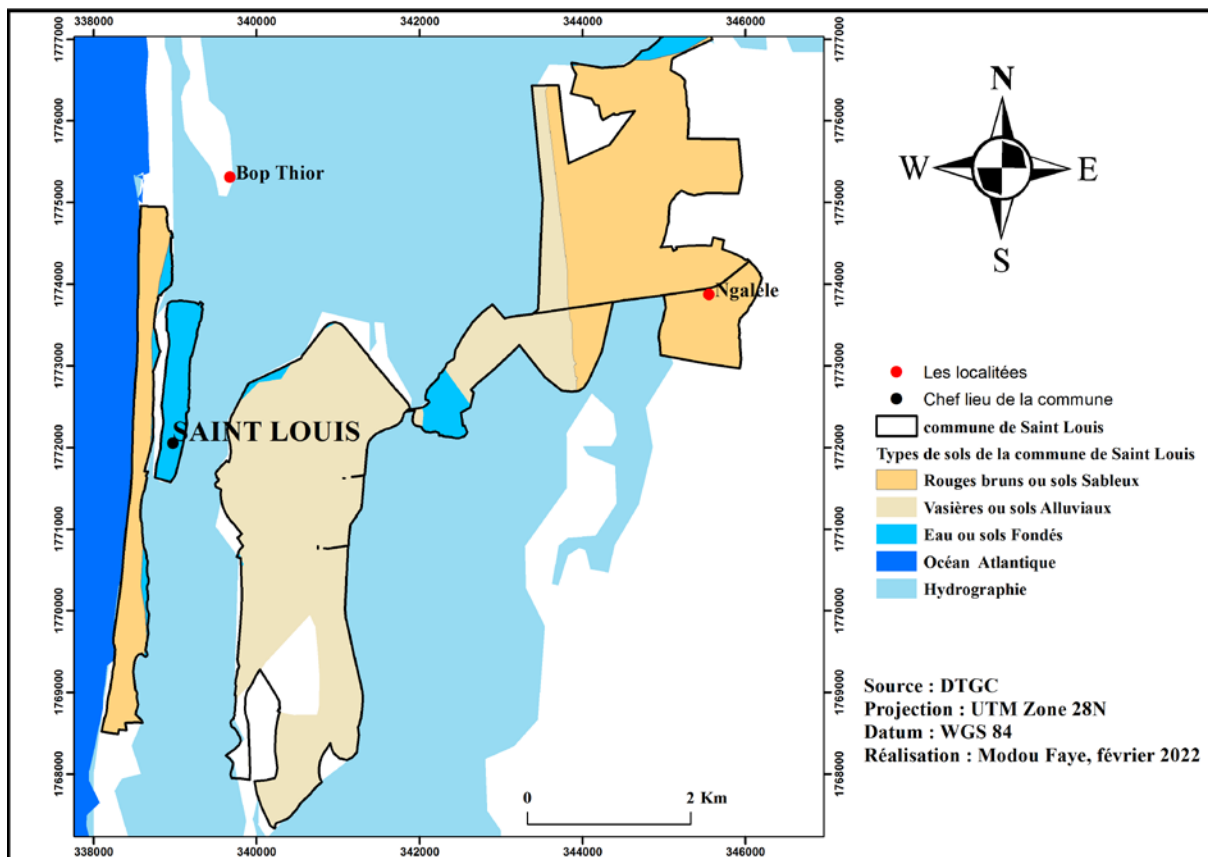
La commune de Saint Louis située dans la zone agro écologique de la vallée du fleuve Sénégal renferme trois types de sols. Ainsi, nous distinguons (carte 6) :

- **Les rouges bruns ou sols sableux** qui existent presque dans tout le périmètre communal ;
- **Les vasières ou sols alluviaux** sont liés au dépôt d'alluvions qui se justifie par la présence d'un réseau hydrographique relativement dense car Saint Louis est construite sur un site amphibie. Ces terres sont riches en limons, fertiles et propices au maraîchage et à l'arboriculture. Toutefois, ces sols sont soumis à la salinisation surtout dans la zone proche de la Langue de

Barbarie qui est un impact qui découle de l'ouverture de la brèche en 2003. Ils constituent 98% du Sud vers le centre et une partie de l'est de la commune ;

- **Les eaux ou sols fondés** sont dispersés un peu partout dans la commune et représente 5% de la surface de la commune. Ils sont localisés dans les parties nord-ouest, nord-est et une partie du centre.

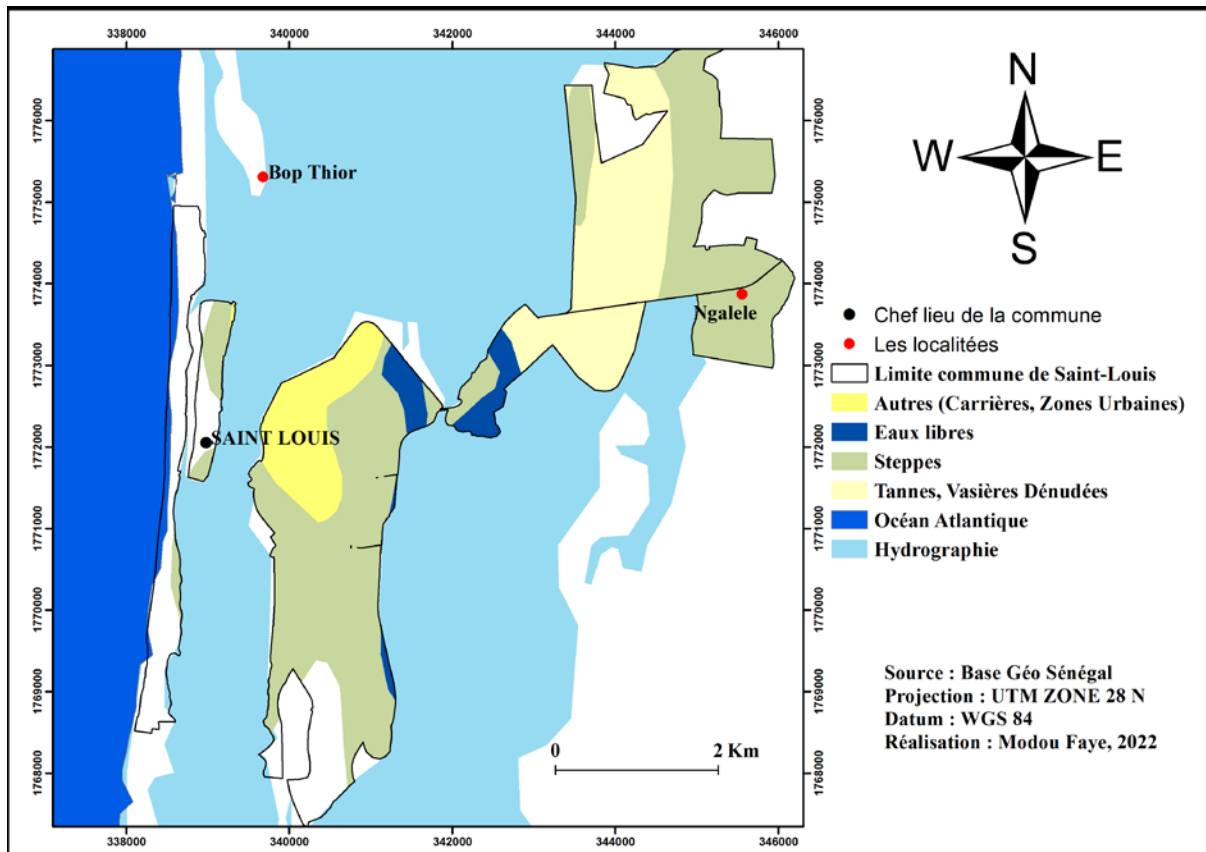
Cependant, à côté de ces sols, on y trouve également les sols salins situés sur la frange maritime de la commune et qui ne sont pas propices à l'agriculture.



Carte 6 : Les sols de la commune de Saint Louis.

1.1 La végétation

La végétation de la commune de Saint Louis est constituée par une steppe littorale très clairsemée formée d'individus spécifiques : les halospammophytes. Au niveau de la Langue de Barbarie les espèces qui sont les plus rencontrés sont le cactus, le filao et le cocotier dominant (PDC, 2017-2022). La carte de végétation de la commune de Saint Louis (carte 7) montre qu'elle est dominée par la présence de steppe qui occupe une bonne partie de la commune, de vasières dénudées et de tanne. A cela s'ajoute les eaux libres qui favorisent le développement des espèces aquatiques.



Carte 7 : Végétation de la commune de Saint Louis

1.2 Le climat

Le climat est de type sahélien marqué par la présence de deux saisons la saison sèche qui dure 9 mois (Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, Mai, Juin et Juillet) marquée par une période sèche et froide (Novembre-Mars) due à l'anticyclone des Açores avec la circulation de l'Alizé maritime qui apportent de la fraîcheur sur les côtes sénégalaises. Il faut noter que durant cette période, on observe souvent des pluies de heug due à l'invasion de l'air polaire. Cependant, durant la période chaude et sèche (Avril-Juin), elle est marquée par la présence de l'anticyclone Saharo-Libyén qui est un vent chaud et sec c'est l'harmattan. C'est durant ces périodes que surviennent les vents de sables et les brumes sèches avec une intensité qui dépassent les 4m/s (4,93et 4,72m/s) (ANACIM, 2022). La saison des pluies dure 3 mois et tourne entre les isohyètes 100 à 400mm/an. L'influence marine joue un rôle de régulateur thermique sur la température et varie entre 23,42° et 29,18° au mois le moins chaud (Janvier) et le mois le plus chaud (Octobre) sur la période (1980 à 2020) (ANACIM, 2022).

1.2.1 La pluviométrie

La langue de Barbarie se trouve dans la zone sahélienne où la pluviométrie se trouve entre les isohyètes 100 et 400mm marqué par l'alternance de deux saisons et un climat tropical humide.

La saison des pluies dure 03 à 4 mois (juillet à octobre) coïncide avec le début (juillet) et la fin (octobre) de l'hivernage liée au déplacement du Front Intertropical. Avec l'arrivée des vents d'ouest (Mousson) qui apporte l'essentiel pluviogène. Ces flux de mousson qui sont issues de l'anticyclone de Sainte Hélène arrosent le pays durant cette période.

En saison sèche, il arrive que l'on note quelques traces de pluies hors saison liées à l'invasion de l'air qui interviennent entre la période Novembre et Juin et peuvent atteindre parfois 10mm par mois comme ce fut le cas en février 2008 à Saint Louis. En 2002 au mois de janvier les pluies de heug avaient atteint 66mm et avaient fait beaucoup de dégâts dans la zone nord du pays. Elles sont liées aux perturbations polaires, générant des circulations cycloniques qui mettent en contact les zones des moyennes latitudes aux zones équatoriales, ce qui se traduit par des contrastes thermiques susceptibles d'atteindre des points de rosée ; elles sont en général insignifiantes mais peuvent parfois atteindre des valeurs élevées et avoir de graves conséquences socio-économiques (Sakho, 2011).

La pluviométrie évolue en dent de scie en fonction des années à la station de Saint Louis mais avec une légère augmentation à partir de 1981 (fig.1). Cependant, les années 1983, 1984, 1992 et 1996 sont les périodes les moins pluvieuses durant cette période de 1980-2020. Mais l'année 1992 était la moins pluvieuse où la moyenne annuelle était de 58,6mm. Par contre l'année 2010 a été la plus pluvieuse de cette période avec 593.6mm.

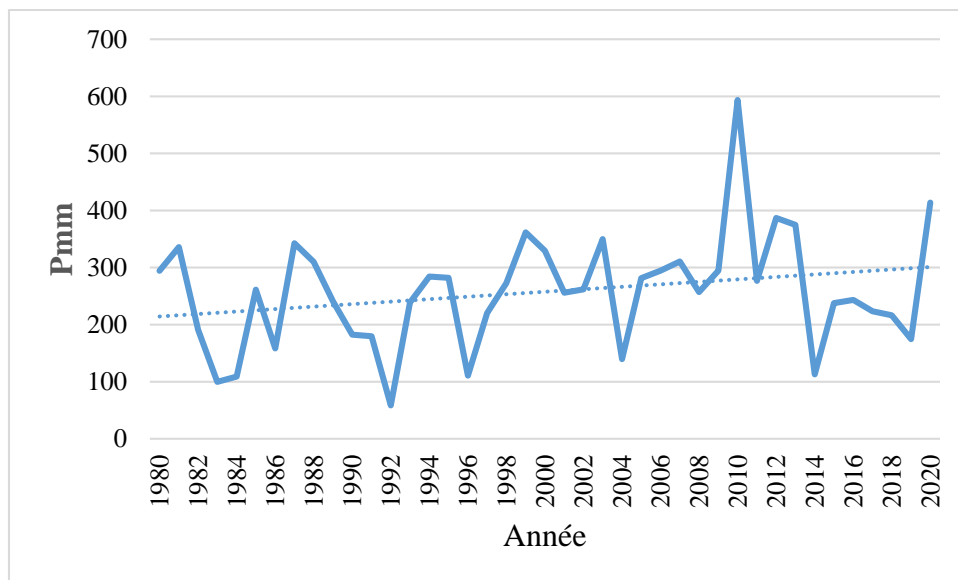


Figure 1 : Variation interannuelle de la pluviométrie à la station de Saint Louis de 1980 à 2020

(ANACIM, 2022)

1.2.2 La température

La Langue de Barbarie qui se situe dans la partie maritime de la commune de Saint Louis bénéficie de l'apport des alizés maritimes avec la fraîcheur qu'elle apporte. Les températures augmentent de la côte vers l'intérieur du pays. Grâce à sa position, la Langue de Barbarie est soumise à l'alizé maritime qui lui confère un temps clément contrairement à l'hinterland où souffle l'alizé continental appelé l'harmattan qui est un vent chaud et sec et qui provient de l'anticyclone Saharo-Libyén. Les températures moyennes mensuelles des moyennes minimales et maximales varient entre 23,42° et 29,18° entre les périodes 1980 et 2020. Cependant, durant cette période 1980-2020, on peut noter que la température au niveau de la zone a connu une légère augmentation (fig.2).

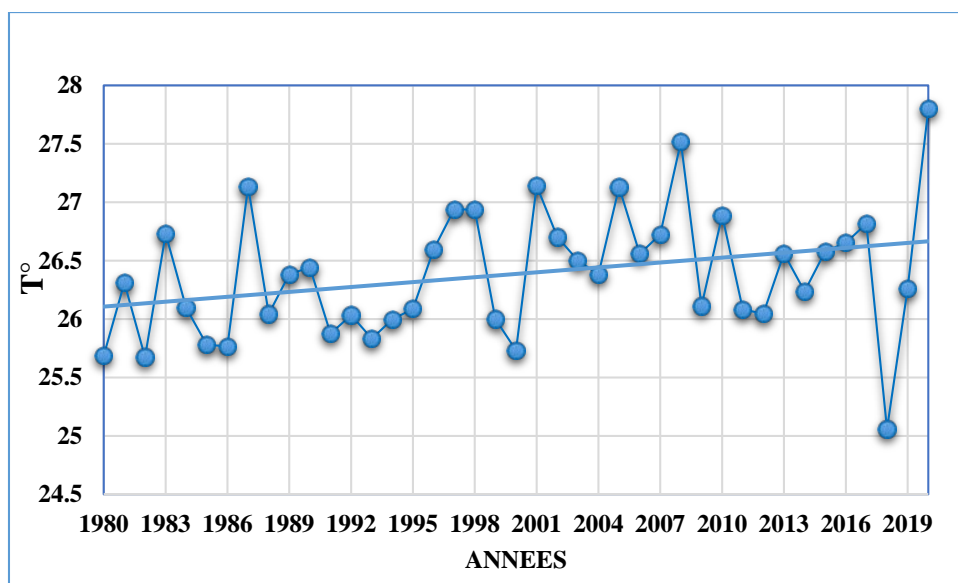


Figure 2 : Variation interannuelle de la température à la station de Saint Louis de 1980 à 2020 (ANACIM, 2022).

1.2.3 Le vent

La Langue de Barbarie se trouve sous l'influence du front intertropical (FIT) qui change en fonction de la saison et de la situation géographique. Durant la saison sèche la LB est soumise à l'influence des alizés maritimes issus de l'anticyclone des Açores qui apportent de la fraîcheur sur les côtes sénégalaises mais parfois sous l'influence des vents d'Est qu'on appelle Harmattan, issus de l'anticyclone Saharo Libyén. Et pendant la saison des pluies, elle (la LB) est soumise à l'arrivée des flux de mousson qui proviennent de l'anticyclone de Sainte Hélène air chaud et humide.

D'octobre à Mai, elle (la LB) est sous l'influence des vents de secteur Nord et à partir de janvier – Février d'autres vents s'ajoutent c'est-à-dire les vents de NE et E (fig.4). Cependant les mois

de Mars et Avril, c'est durant ces périodes que surviennent les vents de sables et les brumes sèches avec une intensité qui dépassent les 4m/s (4,93et 4,72m/s) comme on peut le constater sur la figure 3.

De juin à Septembre qui correspond avec la période de l'hivernage les vents qui circulent au niveau de la zone sont de secteur W à NW issus de l'anticyclone de Sainte Hélène. Ces vents de secteur W à NW ont des vitesses plus ou moins réduites (2,99 et 3,17m/s), comparées à la vitesse des vents de secteur Nord.

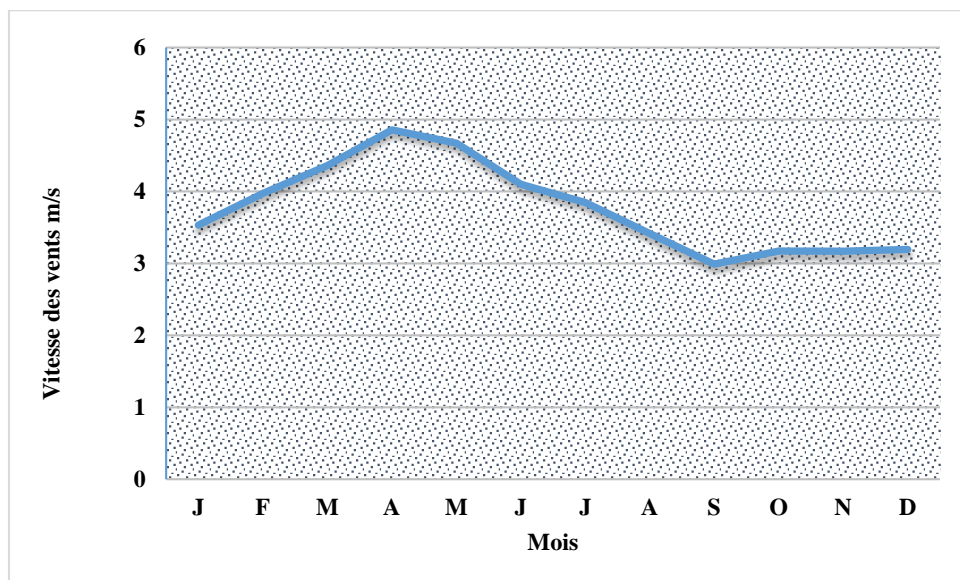
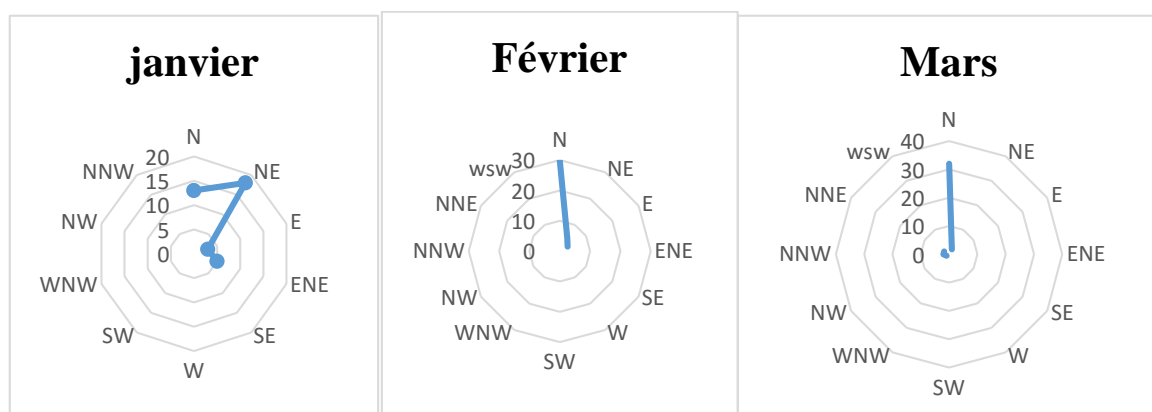


Figure 3 : Variation de la vitesse du vent à la station de Saint Louis de 1980 à 2020 (ANACIM, 2022).



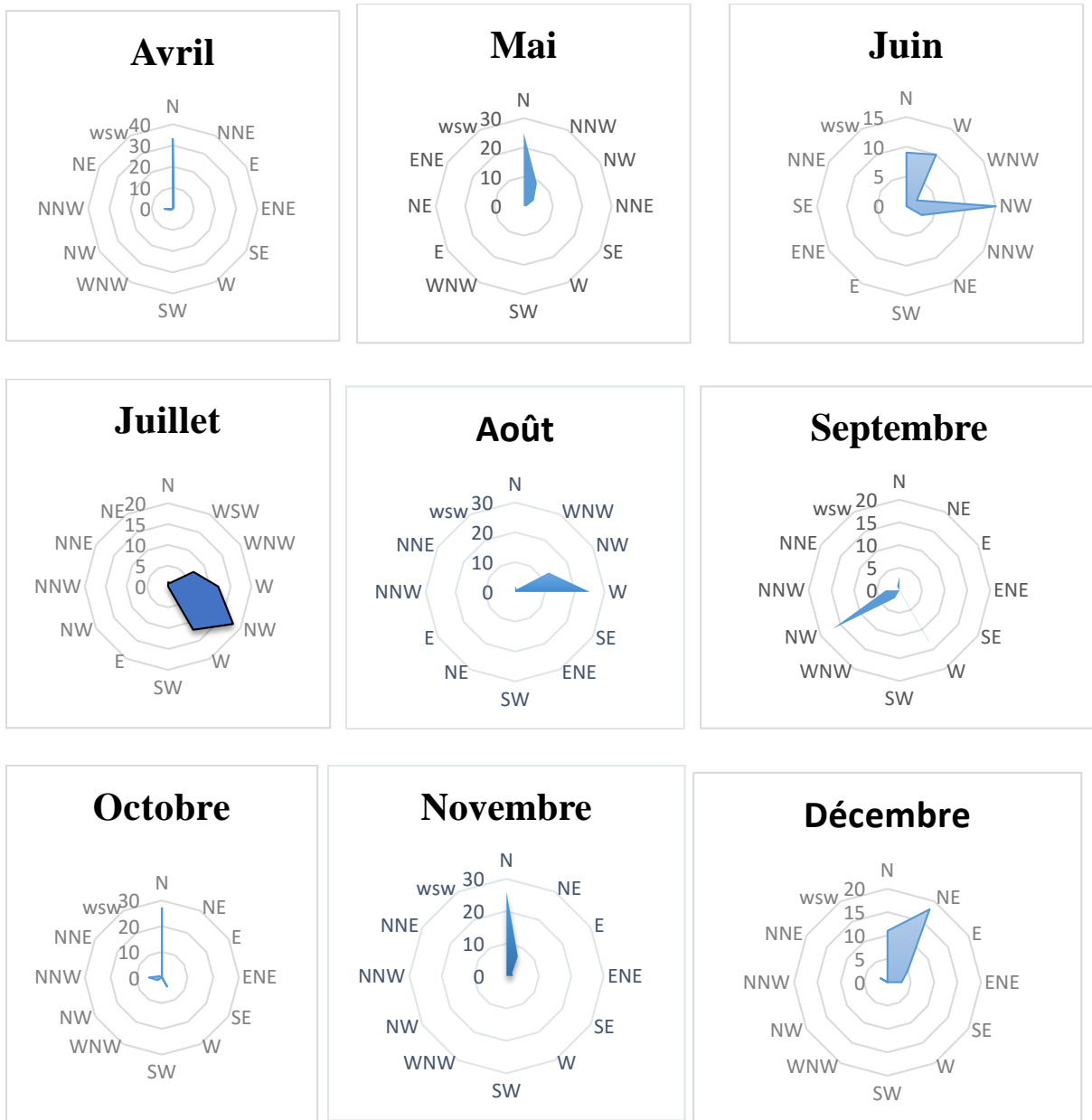


Figure 4 : Direction des vents mensuels à la station pluviométrique de Saint Louis de 1981 à 2020. (ANACIM, 2022)

Le vent tout comme l'eau est un agent érosif important surtout au niveau la Langue de Barbarie, car il participe à la formation morphogénèse de cette zone.

1.2.4 L'humidité relative

A Saint Louis l'humidité relative est en parfaite corrélation avec la température moyenne. Mais ses variations dépendent de quelques paramètres tels que la direction des vents, la pluviométrie et l'évaporation. Bénéficiant des masses d'air océanique avec sa proximité de l'océan, l'humidité relative est bonne car elle est supérieure à la moyenne 65,81% tableau 7.

Tableau 6 : Variation moyenne mensuelle (m) à Saint Louis de 1980 à 2020.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Hmin	25.78	27.33	32.49	41.98	51.38	61.26	65.85	66.33	64.91	48.01	30.92	26.18	45.20
Hmax	72.71	78.16	83.58	88.35	90.22	92.83	91.75	91.70	94.79	92.73	84.21	75.91	86.41
Hmoy	49.25	52.74	58.04	65.17	70.80	77.04	78.80	79.01	79.85	70.37	57.56	51.04	65.81

Source : ANACIM, 2022

Les valeurs moyennes sont notées aux mois d'Août et de Septembre (79,01% et 79,85%) alors que les minimas sont observés en Décembre et Janvier (49,25% et 51,04%) tableau 7. L'humidité relative est très élevée durant la saison des pluies car elle est liée avec les flux de mousson qui sont chargés d'air humide alors que le déficit noté en saison sèche est dû à la présence de l'harmattan vent de secteur NE chaud et sec.

1.3 Les facteurs hydrodynamiques

L'évolution de la Langue de Barbarie est régie par les agents marins, éoliens et fluviaux. Ces trois facteurs sont responsables des transports, d'érosion et de sédimentation. Dans cette partie littorale de Saint Louis, les principaux agents dynamiques de l'érosion sont la houle, les vagues, la dérive du littorale

1.3.1 La houle

Elle est un mouvement ondulatoire de grande amplitude qui agite la surface de la mer qui subit l'influence du vent. La houle est l'un des principaux agents responsables de mouvements et de transport de sédiment dans la zone littorale, mais également contrôle la morphologie des côtes.

Selon Niang Diop 1995 les côtes sénégalaises sont généralement frappées par trois types de houles lointaines que sont :

- Les houles du Nord – Ouest (N320 à 20°E) issues de l'Atlantique nord et sont présentes durant toute l'année. Pour Sadio (2017) les houles du Nord – Ouest priment durant la saison sèche (octobre – juin), et atteignent la Grande - Côte sous forme de trains de grande longueur d'onde (de 190 à 300 mètres, en moyenne), avec des périodes variant de 11 à 15 secondes. A cette période, ces houles se caractérisent par une amplitude habituellement plus forte que durant le reste de l'année (entre 1 et 1,60 m en moyenne), et se propagent à une vitesse de l'ordre de 22 m/s (Kane, 1997), abordant la Langue de Barbarie avec un angle de 10 à 20° (Anthony, 2015). A Saint Louis, c'est durant cette période qu'on enregistre les plus fortes houles. Cependant, en

arrivant sur la petite côte, cette houle perd l'essentiel de son énergie car elle subit une diffraction sur la presqu'île du Cap- Vert Thior (2020).

- Les houles du sud-ouest issues de l'Atlantique et présentes durant l'hivernage entre juillet et octobre, liées au flux de mousson proviennent de l'anticyclone de Sainte Hélène. D'après Thior (2020) cette houle n'a pas d'incidence réelle sur le littoral nord parce qu'elle perd une bonne partie de son énergie, car elle subit une diffraction au niveau de la Presqu'île du Cap – Vert qui joue le rôle de brise vent. Cité par Sadio(2017), pour (Kane, 1997), cette période (de juin à octobre) des houles australes rime au "démaigrissement" de la plage, par suite de la diminution du transport du matériel sableux. Les houles du Sud-Ouest peuvent générer une contre dérive Nord-Sud.

A côté de ces deux houles les côtes sénégalaises sont souvent frappée selon (Niang Diop, 1995) par des houles exceptionnelles d'ouest (N260 à N270°), se produisant entre octobre et décembre, et qui seraient engendrées par des cyclones dans la mer des caraïbes. Elles doivent correspondre aux "raz de marées signalées" depuis longtemps le long de la Langue Barbarie où ils déclenchaient les ruptures du cordon littoral (Louise, 1918 ; Debaud 1950).

1.3.2 Les courants de houle

Les houles induisent des courants qui peuvent être perpendiculaire ou parallèle à la côte :

- Les courants perpendiculaires à la côte toujours présents et intrinsèques à la houle. Ils jouent un rôle important dans le transit sédimentaire entre le large et la plage (onshore offshore), ceci en fonction de leur cambrure (rapport entre la hauteur et la longueur d'onde (Dwars et al, 1979 in. Niang-Diop, 1995). Ainsi, pour (Niang Diop, 1995) :

- ✓ Une cambrure supérieure à 0,03 entrainerait préférentiellement une mobilisation des sédiments de la plage vers le sable;
- ✓ Une cambrure inférieure à 0,025 produit le phénomène inverse.

- Les courants d'arrachement (ou courants de rip) semblent engendrer par la discontinuité de la dérive littorale N-S sur la côte. Ces courants, dirigés vers le large, ont été signalés le long de la côte Nord par Sall (1982) et Beauchemin Beaton Lapointe et al (1984).

Le rôle de ces courants sur l'évolution de la Langue de Barbarie est important. Ils interviennent dans la sédimentation et le transport de sables perpendiculairement à la côte. En période de (faible cambrure), ils favorisent un engraissement avec formation de berme, par contre en période de houle de tempête (forte cambrure), ils sont à l'origine du démaigrissement de la plage.

Les courants parallèles ou courant de la dérive du littorale, c'est un courant créé dans l'eau à bordure immédiate du trait de côte par l'apport d'eau des vagues obliques. Il a pour effet de déplacer les matériaux le long du littoral. Orientés N-S en face de la Langue de Barbarie, ils sont dus à l'obliquité de la houle de NW par rapport à la ligne de rivage. Leur vitesse varie entre 0,13 et 0,57 m.s⁻¹ (Barusseau *et al.*, 1993) cité par (Sadio, 2017).

Ces courants de dérive littorale participent activement à la construction et à la progression vers le Sud de la Langue de Barbarie et à la migration de l'embouchure. Ils sont aussi responsables de la faible élévation du seuil de l'embouchure du fleuve Sénégal. En effet, ils génèrent une barre d'embouchure qui va piéger une importante quantité d'eau entre le barrage de Diama et l'Océan ce qui par conséquent peut provoquer des inondations à Saint-Louis et justifier les dragages qui étaient effectués régulièrement pendant la période coloniale pour faciliter la navigation sur le fleuve (Sadio, 2017). La présence de tels courants, dirigés globalement du Nord vers le Sud, est attestée par les différentes flèches littorales allongées vers le Sud, les plus longues étant la Langue de Barbarie et la Pointe de Sangomar (Niang Diop, 1995).

1.3.3 La marée

Elle est un mouvement oscillatoire qui permet de déterminer la variation des hauteurs du niveau de la mer. Elle est due à l'attraction du soleil et de la lune. Au Sénégal la marée est de type semi – diurne qui comporte deux périodes de pleines mers (marées hautes) et de deux périodes de basses mers (marées basses) toutes les 24h50mn sur le long du littoral sénégalais avec des marnages moyens qui varient entre 1,4 et 1,6m en marée de vives eaux et de 0,5 et 0,6m en marée des eaux mortes (Niang Diop, 1995).

- L'avancée de la mer

La langue de Barbarie est une des unités morphologiques qui se sont formées par des accumulations de sédiments de diverses origines et transportés ensuite par la dérive littorale contribuant à son évolution morphologique actuelle. Elle est soumise à trois dynamiques qui impactent les capitaux naturels et humains ainsi que les moyens d'existence des populations de plus en plus vulnérables. Il s'agit des dynamiques marines, fluviales et éoliennes qui régissent les processus d'érosion, de transport et de sédimentation. La façade maritime de la Langue de Barbarie subit principalement l'influence des houles et des courants qu'elles induisent. Cette zone est marquée par une forte dynamique liée aux houles, avec l'ouverture de la brèche en 2003 et les nombreuses activités socio-économique (pêche et tourisme). Au cours de l'année, la côte sénégalaise est essentiellement affectée par deux types de houles longues. Les houles de nord-ouest (N300 à N340°, soit 72.5% des observations) issues de l'Atlantique Nord et

présentes toute l'année et les houles du sud-ouest (N210 à N240°, soit 6 à 10 % des observations) provenant de l'Atlantique Sud qui ne se manifestent que pendant la saison des pluies et affectant rarement la côte Nord (Niang-Diop, 1995). A côté de ces deux types de houles, le littoral Nord peut être atteint par les houles exceptionnelles d'Ouest qui se manifestent généralement entre octobre et décembre. Le problème de l'érosion côtière est l'un des menaces qui plane sur la tête des habitants de la Langue de Barbarie avec la destruction des aménagements, des infrastructures et parfois même le déplacement des populations.

Chapitre 2 : Les caractéristiques démographiques et socioéconomiques de la zone

Dans ce chapitre, il est question d'aborder les caractéristiques démographiques et socio-économiques au niveau de la Langue de Barbarie et de voir les incidents que l'érosion de la côte a eu sur le cadre de vie et les activités.

2.1 Les caractéristiques démographiques

Selon le dernier recensement de la population de 2013, la population de la commune de Saint Louis était de 209754 habitants. Pour les projections la population actuelle (2022) de la commune de Saint Louis est de 198708 habitants (ANSD, 2013). L'analyse de ce diagramme (fig.5) fait ressortir la dynamique d'occupation du sol par les populations. Certains quartiers sont plus peuplés que d'autres. Les quartiers les plus peuplés sont Goxxu Mbacc et Pikine Tableau Walo, avec les 17000 habitants hommes et femmes réunis alors que les quartiers les moins peuplés sont khor usine et Ngalléle nord n'ont pas atteint les 2000 habitants. La population masculine est plus importante que la population féminine.

La population de la Langue de Barbarie représente à elle seule 43504 habitants en 2022 (projection 2022, ADC). Cette population de la Langue de Barbarie s'active principalement sur les activités économiques comme la pêche et d'autres activités connexes (transformation des produits halieutiques, le mareyage, etc.).

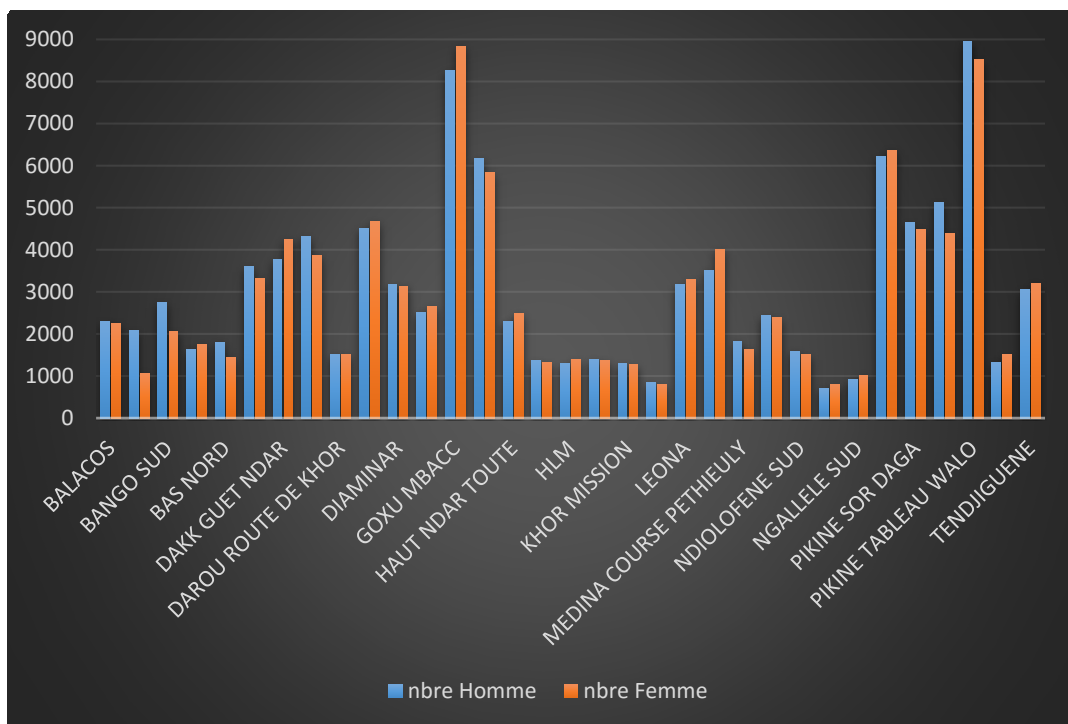


Figure 5 : Répartition de la population dans la commune de Saint Louis en 2022

D'ailleurs les quartiers qui sont situés sur cette bande de terre sont souvent appelés quartiers des pêcheurs. L'ethnie dominante est les wolofs 82% (fig.6) qui s'active dans la pêche. A côté des wolofs il existe également d'autres ethnies comme les sérères (6%), les peulhs (5%) et les autres (7%).

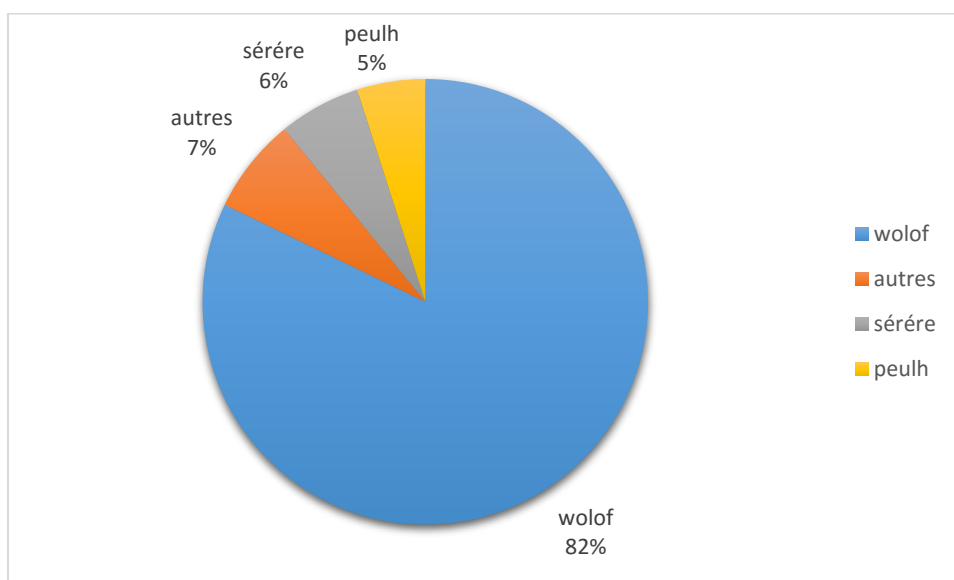


Figure 6 : Proportion des différents groupes ethniques de la Langue de Barbarie, (Données d'enquête, M. Faye 2022)

2.2 Les caractéristiques socioéconomiques

Dans la Langue de Barbarie, l'activité principale des populations est la pêche avec ses activités connexes tel que le mareyage, la transformation des ressources halieutiques, les charpentiers, les vendeurs de glace, etc. Mais à côté de ces activités liées à la mer il y'a le commerce avec le marché qui est à Santhiaba, le tourisme surtout au niveau du quartier Hydrobase.

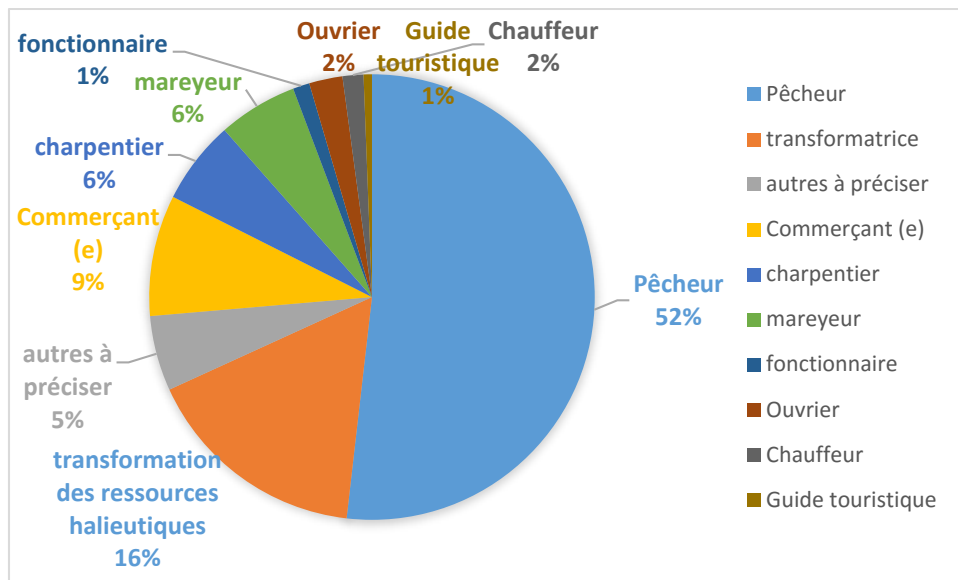


Figure 7 : Répartition des activités économiques dans la Langue de Barbarie, (*Données d'enquête, M. Faye 2022*)

2.2.1 La pêche

La pêche occupe une place prépondérante dans l'économie sénégalaise et représente 17% de la population active (FAO, 2006¹⁰). Dans notre zone d'étude la pêche est la principale activité des populations de la Langue de Barbarie et d'après nos enquêtes, 52% (fig.7) de la population active se retrouve dans ce secteur. Elle constitue la principale source de revenus des populations de la Langue de Barbarie. Quand on parle de la Langue de Barbarie on pense inéluctablement à la pêche et à la mer. Selon la direction de la pêche maritime (DPM, 2014) Saint Louis fournit environ 60 000 tonnes de poissons pour une valeur de commercialisation estimée à près de 11 milliards de Franc CFA par an. La région de Saint Louis est la troisième zone de pêche en termes de débarquement après la région de Thiès (49,7%) et de Dakar (23,7%). Mais ce secteur est aujourd'hui confronté à certains problèmes majeurs tels que la raréfaction de la ressource, l'exploitation des hydrocarbures en mer avec l'installation des plateformes, l'absence d'équipement de conservation (toute surproduction pourrait sous le soleil), etc. De plus la pollution des berges, l'érosion côtière, l'octroi des licences de pêche aux bateaux étrangers,

¹⁰ <https://www.fao.org/family-farming/detail/fr>

impactent considérablement la pêche artisanale au niveau de la zone. Aujourd'hui, les pêcheurs de la Langue de Barbarie sont obligés de migrer dans les pays limitrophes tels que la Mauritanie et la Guinée Bissau à la recherche de poisson avec parfois des conséquences avec les gardes côtes de ces pays. Il y' a souvent des tensions entre les pêcheurs de la Langue de Barbarie et les gardes des côtes mauritaniennes. Avec l'avancée de la mer les pêcheurs sont obligés de trouver un nouveau quai de débarquement. Et aujourd'hui, le fleuve est le lieu de débarquement et de stationnement de grandes pirogues qui ne peuvent plus stationner au niveau des plages.

2.2.2 La transformation des ressources halieutiques et le mareyage

A côté de la pêche, la transformation des ressources halieutiques (16%) et le mareyage (6%) figure 7 sont les deux autres activités sur lesquelles ces populations s'adonnent également.

La plupart des femmes de la Langue de Barbarie s'activent dans la transformation des ressources halieutiques et le mareyage, deux activités qui leur apportent beaucoup financièrement. Actuellement, elles disposent de trois sites de transformation :

- Le site de Guet Ndar est situé au sud du quartier coincé entre le cimetière et la mer. il dispose d'une salle de réunion financé par la coopération japonaise. Il est sous la menace de l'érosion marine malgré l'existence d'un mur de protection.
- Le second site est situé à Hydrobase et abrite les femmes qui occupaient l'ancien site de transformation de la berge du fleuve en face du quai de pêche de Guet Ndar. Il a été aménagé avec l'appui de la coopération espagnole. Le site dispose d'infrastructure composé de deux salles de réunions, de 75 abris, de toilettes, d'aires de séchage, de claies de séchage (1080) et de fours (88 pour le fumage et 54 pour la bouillie) et 125 séchoirs solaires.



Planche de photos n° 2, 3 et 4 : Les claies de séchage photo (2) et les aires de séchage du GIE "Diambarousine" photos (3 et 4), Cliché : M. Faye 23/01/2022.

- Le troisième site de transformation récemment construit est situé au nord du quartier Goxxu Mbacc. Il dispose d'une unité de conservation et de conditionnement des produits halieutiques.

Ces produits transformés sont vendus partout dans le pays et même dans la sous-région comme au Mali et au Burkina. Mais aujourd'hui avec la raréfaction de la ressource, les financements, le changement climatique et les nombreux problèmes que vit la pêche ce sous-secteur est également touché. Comme on dit souvent quand la pêche marche tout va à merveille dans la Langue de Barbarie car c'est la locomotive qui tire l'économie locale vers le haut.

Le mareyage aussi est l'autre sous - secteur de la pêche qui joue un rôle important dans l'économie de la zone surtout pour la valorisation et la distribution. En effet, l'essentiel des captures que l'on réalise dans la zone sont achetés par les mareyeurs qui vont se charger de la vente partout à l'intérieur du pays et même à l'extérieur à travers des camions frigorifiques. L'activité de mareyage génère aussi des revenus important au bénéfice des populations locales.

2.2.3 Le commerce

Le commerce arrive en troisième position (9%) figure 7 des activités qui s'exercent au niveau de la Langue de Barbarie. Il est important dans la zone car hormis la pêche et les activités connexes, marqué par l'existence des boutiques dans les quartiers mais également un marché au niveau de Santhiaba.

Cependant, il existe d'autres secteurs d'activité qui tournent autour de la pêche comme les charpentiers, les écailleurs, les vendeurs de glace, etc. Il y'a également l'activité touristique au niveau de la Langue de Barbarie dans le quartier Hydrobase.

La population des quartiers de la Langue de Barbarie à une forte densité (23,5% de la commune) mais également le siège de diverses activités en rapport avec la mer. Ces éléments augmentent la fragilité de cette mince bande de sable à l'érosion côtière, qui la rende de plus en plus vulnérable. Avec le recul du trait de côte le cadre de vie des populations de la zone est de plus en plus menacé car la mer continue de grignoter sur le continent. La population est totalement dépendante de la mer car l'essentiel des activités de cet espace sont en rapport direct ou indirect avec la mer. Avec les nombreuses activités qui s'y développent, la mer constitue l'un des leviers pourvoyeurs d'emplois avec la pêche, les transformations halieutiques et le mareyage. Le recul du trait de côte va donc entraîner des pertes économiques assez considérables. Elle entraîne aussi la migration des pêcheurs vers d'autres localités du pays et

essentiellement vers l'extérieur, avec la multiplication des départs clandestins enregistrés chaque année.

Conclusion partielle

En somme l'on peut en déduire à la sortie de ces deux chapitres, que la Langue de Barbarie est caractérisée par un cadre physique qui est sous la dépendance des facteurs physiques (Précipitations, vents, températures, humidité relative, etc.). La population de la Langue de Barbarie représente une bonne partie de la ville de Saint-Louis, soit le quart de la population. Mais son peuplement et sa répartition différent selon les quartiers. Les principales activités socio-économiques au niveau de la Langue de Barbarie sont la pêche, la transformation halieutique, le commerce et le tourisme. Cependant, malgré les conditions climatiques douces et sa position favorable, cet espace est fragile.

Deuxième partie : Cinématique de l'évolution du trait de côte de 1989-2019 et les facteurs d'érosion

Cette partie est composée de deux chapitres où nous allons évoquer les mesures de l'évolution du trait de côte de 1989 à 2019 et les facteurs qui sont responsables de l'érosion côtière au niveau de la Langue de Barbarie.

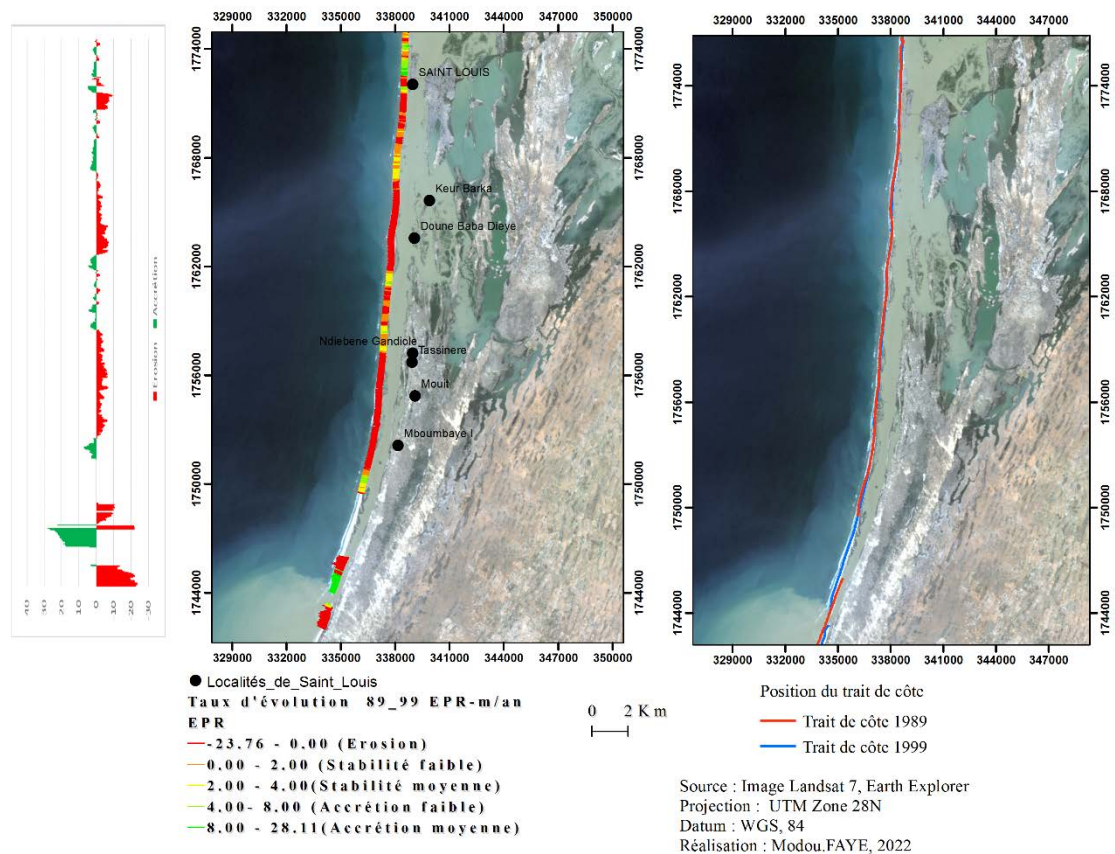
Dans le chapitre 3, nous avons traité des mesures de l'évolution du trait de côte qui va nous permettre de faire la cinématique du littoral entre 1989 et 2019. Dans le chapitre 4, nous avons étudiés les facteurs de l'érosion qui sont scindés en deux parties c'est-à-dire, les facteurs naturels tels que l'élévation du niveau de la mer, la houle et les vagues. Les facteurs anthropiques tels que le déficit sédimentaire, l'extraction du sable marin, la construction des infrastructures l'occupation anarchique du Domaine Public Maritime et l'ouverture de la brèche ont été aussi développés dans ce chapitre.

Chapitre 3 : La cinématique du littoral de 1989 à 2019

Ce chapitre, traite l'évolution du trait de côte à travers la cinématique du littoral de 1989 à 2019. L'évolution du trait de côte connaît une dynamique partout dans le monde. L'analyse du trait de côte sur la LB permet de montrer la dynamique de l'évolution du trait de côte de 1989 à 2019. L'érosion côtière, responsable de la ligne de rivage a fait l'objet de plusieurs études sur la LB (voir, tableau 1). Au niveau de cet espace, il y'a des phénomènes d'érosion dans certains milieux et d'accrétion dans d'autres endroits ce qui fait que le bilan est un peu équilibré.

3.1 L'évolution du trait de côte entre 1989 et 1999 sur la LB

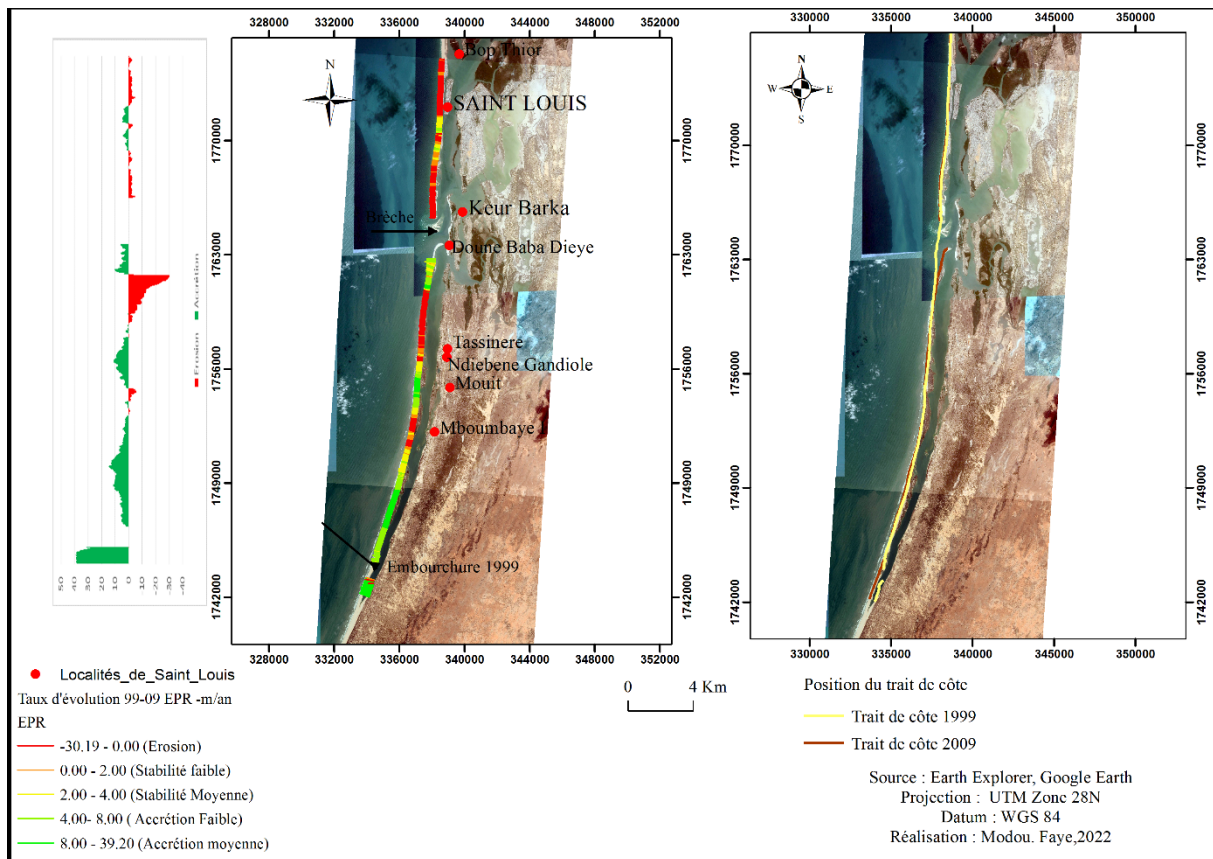
Entre 1989 et 1999 (10ans), le littoral de la LB est caractérisé par un recul de la ligne de rivage marqué par des érosions et des accrétions par endroit (carte 8). Durant cette période, on constate qu'il y'a une érosion globale sur la période mais marqué également par des phénomènes d'accrétion. Les facteurs responsables de l'érosion à cette date sont plus d'ordre naturel qu'anthropique, avec la dynamique du littorale. Toutefois, la LB a connu une forte anthropisation durant les années 1989 qui est surtout liée au retour des pêcheurs Guet ndariens avec les événements qui avaient opposé entre la Mauritanie et le Sénégal. On observe une érosion moyenne de -4.57m/an et une accrétion de + 14m/an. De façon globale, on observe que la période entre 1989 et 1999 donne un bilan négatif (-3409.9 et +1685.09m) voir tab8. Cependant, avec une marge d'incertitude de 4.24 m (tableau 5), on peut considérer que le résultat statistique est interprétable.



Carte 8 : Evolution du trait de côte sur la LB entre 1989 et 1999.

3.2 L'évolution du trait de côte entre 1999 et 2009

Cette période, contrairement à la précédente est relativement marquée par une accrétion dans le segment sud, alors que dans le segment Nord on observe une érosion active (carte 9). Cette accrétion dans la partie sud est peut-être liée à la migration de la brèche vers l'ancienne embouchure. Par contre dans la partie nord, l'érosion peut - être liée au déficit sédimentaire avec le port de Ndiago en Mauritanie qui bloque l'apport sédimentaire avec la dérive du littorale N-S. Durant cette période on a observé une érosion moyenne de -4.62m/an et une accrétion de $+10.62\text{m/an}$. Le bilan observé entre 1999 et 2009 est positif (-2137.05m et $+4599.02\text{m}$).

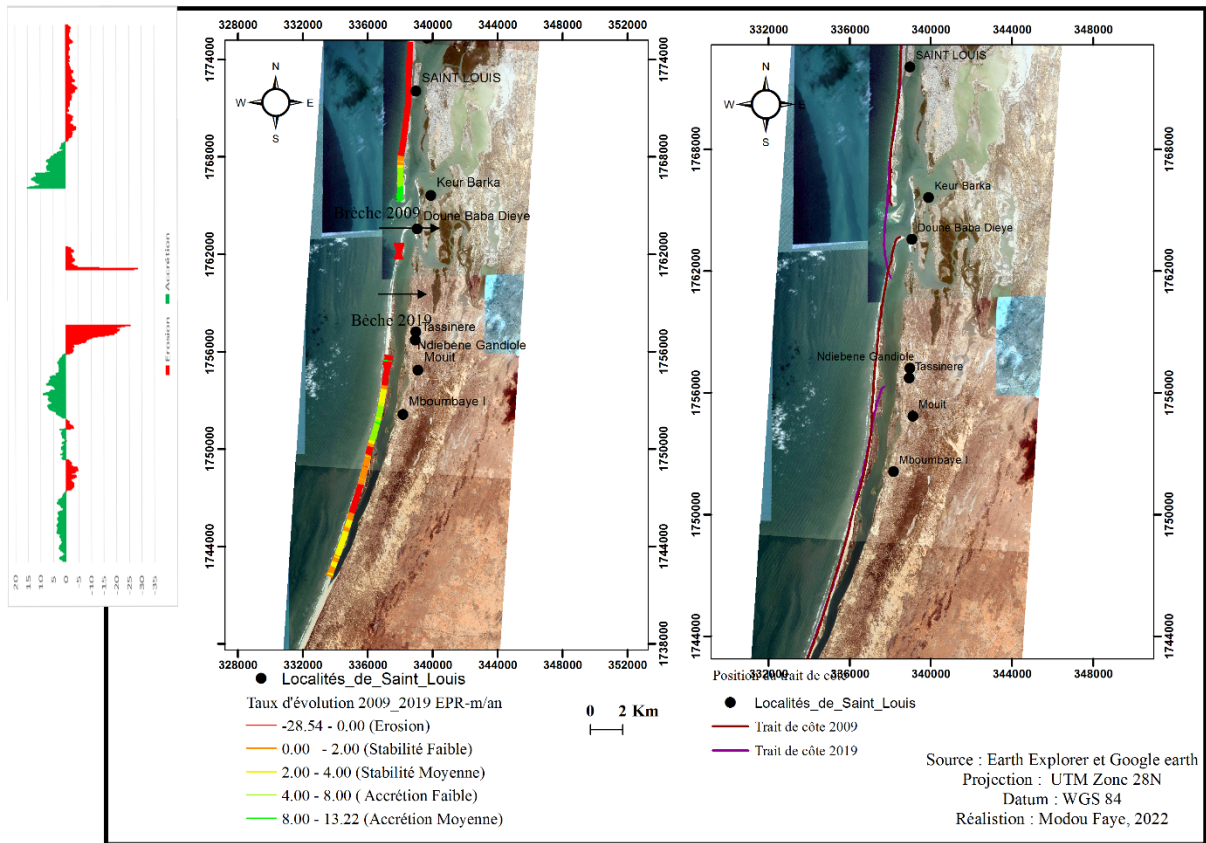


Carte 9 : Evolution du trait de côte entre 1999 et 2009.

3.3 Evolution du trait de côte entre 2009 et 2019 sur la LB

La période 2009 et 2019 est également marquée par l'érosion côtière à une vitesse très élevée comparée aux deux précédentes périodes pour un taux de recul moyen annuel de 5.48m/an (carte 10). La migration de la brèche vers le sud de la Langue de Barbarie a accentué ce phénomène surtout dans la partie nord. En revanche, on constate une accrétion de l'ordre de +6.34m/an. Le bilan de cette période reste tout au moins négatif (-1217.62m et +565.04m) voir tableau 8. Néanmoins, la marge d'incertitude est de 4.25 m (tableau 5) entre 2009 et 2019 ce qui permet de voir que le résultat statistique est interprétable.

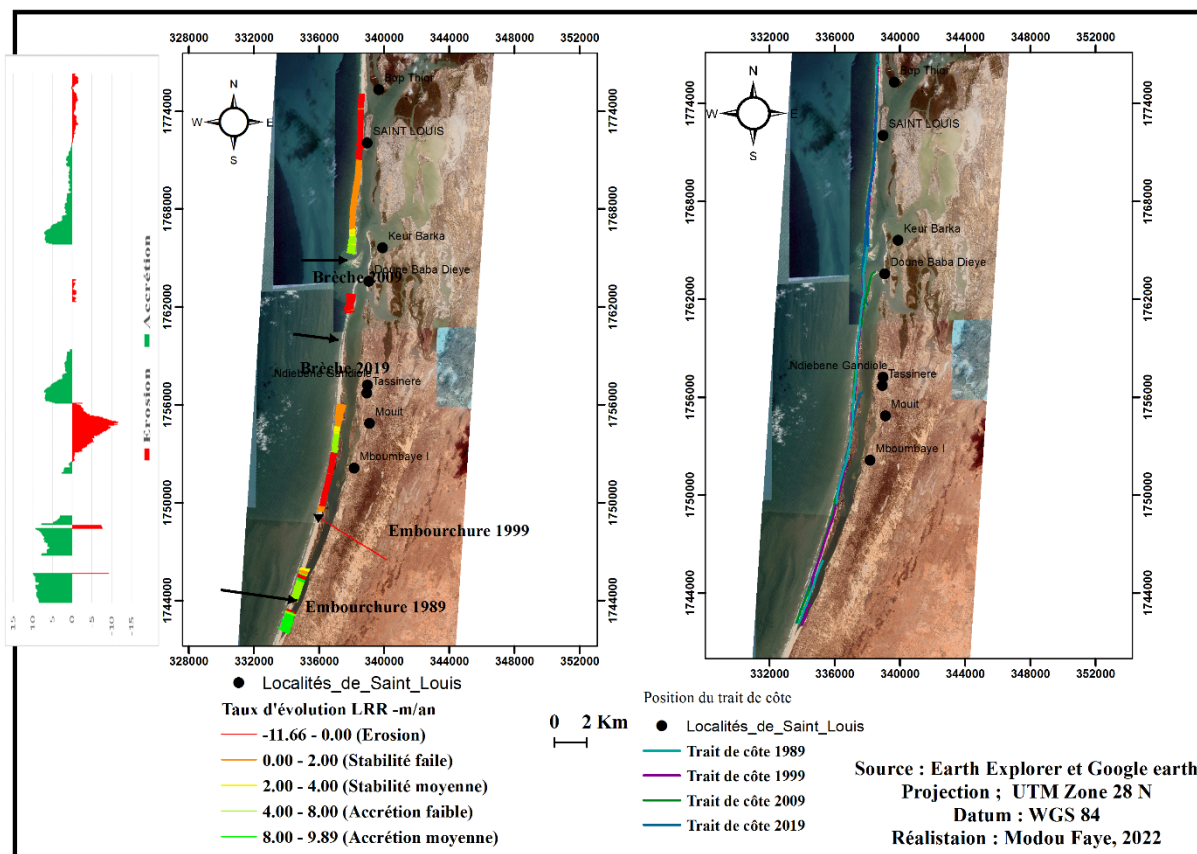
L'analyse de ces différentes périodes montre des résultats contrastés sur l'ensemble de cet espace entre 1989 et 2019. L'analyse de cette évolution est basée sur l'indice EPR qui a permis de calculer l'évolution entre deux dates. Par contre pour effectuer le calcul global, l'indice LLR a été utilisé pour pouvoir calculer l'évolution du trait de côte sur la période 1989 et 2019 et d'obtenir un résultat global.



Carte 10 : Evolution du trait de côte sur la LB entre 2009 et 2019

3.4 Synthèse de l'évolution du trait de côte sur la LB entre 1989, 1999, 2009 et 2019

En somme, on constate que sur la LB et sur l'ensemble de la période 1989-2019 et les intervalles de temps (1989-1999, 1999-2009 et 2009-2019), on a une dynamique érosive. Elle est marquée par des périodes d'accrétion par endroit. Mais globalement la LB est soumise à une érosion parfois intense avec des pertes économiques certaines. Entre la période 1989 et 2019 on a une érosion globale de l'ordre de -2.53m/an. On constate également, qu'il y'a une accrétion de + 6.34m (carte 11). Le bilan sur la période est positif (-893.45 et +1633.62m). Toutefois, il faut noter que durant les dernières années l'érosion était intense sur la LB. Cependant, la marge d'incertitude durant ces périodes 1989, 1999, 2009 et 2019 est de 1.005m (tableau 5).



Carte 11 : Evolution du trait de côte sur la LB entre 1989, 1999, 2009 et 2019

Tableau 7 : Calculs de l'évolution du trait de côte entre 1989 et 2019

	Moyenne annuelle en m/an			Totale érosion par période en m	Totale accretion par période par m
	Erosion	Stabilisation	Accretion		
89/99	-4.57	1.73	14	-3409.9	+1685.09
99/09	-4.62	2.17	10.69	-2137.05	+4599.02
09/19	-5.48	2.14	6.34	-1217.62	+565.04
Globale	-2.53	1.34	7.10	-893.45	+1633.62

La cartographie a permis de réaliser la cinématique du littoral de la Langue de Barbarie. Des manipulations avec un modèle de calcul DSAS ont permis de réaliser des calculs aboutissant à des résultats statistiques et une analyse de l'évolution du trait de côte. Ces résultats ont permis de réaliser des représentations graphiques. Ainsi, entre 1989 et 2019 différentes situations ont été observées dans les différents segments. Certains segments sont marqués par une érosion

(partie urbanisée de la LB) alors que les segments du sud sont globalement marqués par une accrétion ou une stabilité. L'analyse de la cinématique du trait de côte montre que le littoral est très dynamique sur cette période. Avec la dérive du littoral N – S l'érosion côtière est plus importante dans sa partie nord que dans la partie sud. Mais l'ouverture de la brèche dans la partie sud a entraîné une érosion au niveau de ce segment avec la migration de l'embouchure vers le sud. En revanche, le recul du trait de côte sur le littoral est global sur toute la zone mais avec des disparités dans certains endroits. L'objectif de ce chapitre était de montrer la mobilité du trait de côte avec des facteurs qui conditionnent le fonctionnement de ces plages.

Chapitre 4 : Les facteurs de l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie et la perception des populations sur l'érosion côtière.

Les causes de l'érosion côtière résultent de facteurs naturels mais qui peuvent être accélérés par les actions anthropiques. Niang Diop (1995), montre que les phénomènes d'érosion côtière peuvent ne pas avoir que des causes naturelles. L'homme, par ses activités, peut interférer avec les agents naturels et amplifier le phénomène. Nous pouvons voir avec la figure 8 que 65% des réponses données par la population interrogée montrent que l'érosion côtière est causée par des facteurs naturels. En revanche pour 25% des personnes interviewées l'existence de ce problème est liée à l'action de l'homme dans son milieu. Ils avancent même que le prélèvement du sable marin et des coquillages est en partie responsable de l'accélération du recul du trait de côte dans la zone.

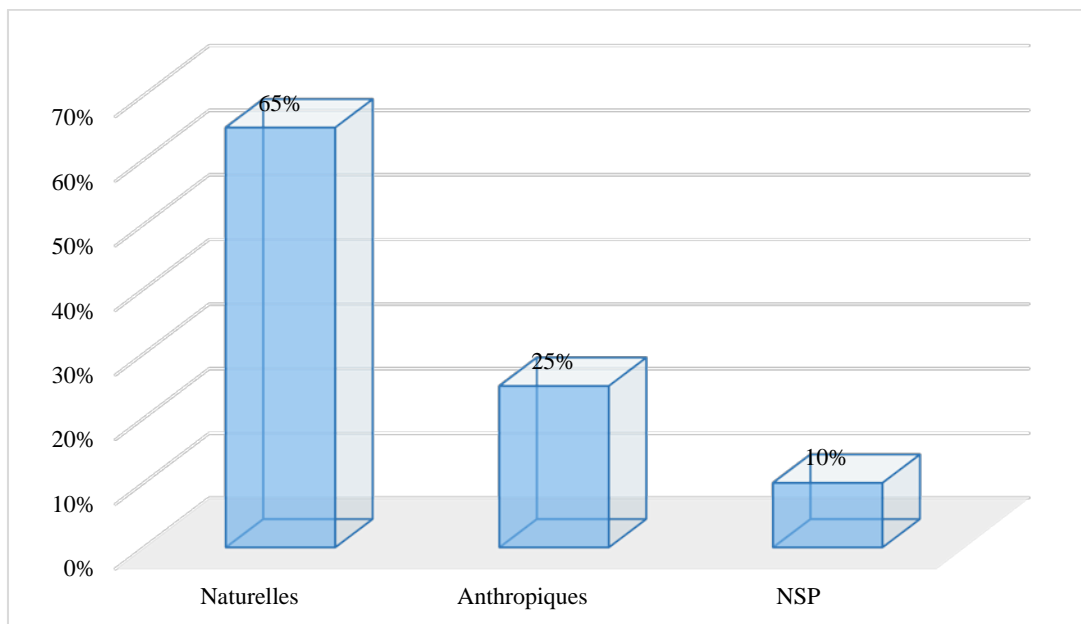


Figure 8 : Perception de la population sur les facteurs de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022)

Parmi ces facteurs il y'a l'élévation du niveau de la mer, les houles, la marée, et les vagues, la topographie, le déficit sédimentaire, la réalisation des infrastructures sur les côtes et l'occupation anarchique, le prélèvement du sable.

L'analyse de la figure 9 montre que les facteurs de l'érosion sont d'ordres naturels et anthropiques. Pour 35% des personnes enquêtées, l'érosion côtière est causée par l'élévation du niveau de la mer alors que pour 26% de la population interrogée celle-ci est causée par les vagues. Le prélèvement du sable représente 21% des réponses sur notre échantillon. En revanche 18% des personnes ne savent pas les facteurs qui sont à l'origine.

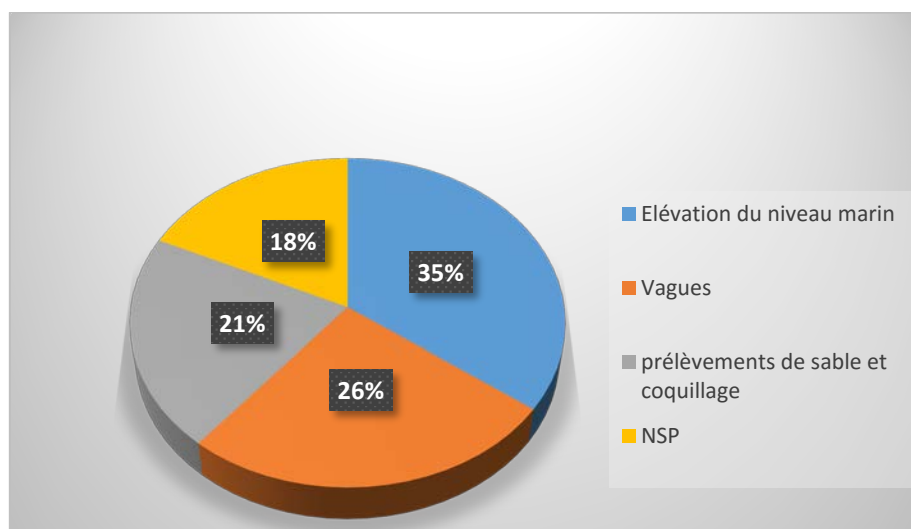


Figure 9 : Perception de la population sur les facteurs de l'érosion côtière, (*données d'enquête, M. Faye 2022*)

4.1 Les facteurs naturels

Les facteurs naturels sont divers et variés et varient en fonction des zones géographiques. Parmi ces facteurs nous pouvons citer :

- **L'élévation du niveau de la mer**

Aujourd'hui avec le phénomène du changement climatique, le niveau de la mer ne cesse de croître avec la dilatation thermique de l'eau des océans (surchauffe des océans) et la fonte des glaciers accélèrent l'augmentation du niveau marin. Le niveau global des mers devrait augmenter entre 0,18 et 0,59 m d'ici 2099 (GIEC, 2007). On considère que les trois régions les plus vulnérables à l'élévation du niveau de la mer en Afrique sont manifestement l'Afrique de l'Est, entre le Kenya et le Sud du Mozambique, la côte de la mer rouge et la côte de l'Afrique de l'Ouest où le Sénégal occupe une bonne partie des côtes les plus occidentales (ACCC/UNESCO, 2015). Au Sénégal le niveau moyen de l'augmentation de la mer est de 1,4m/an (CDNS, 2020). Il a été noté depuis cinquante ans un taux de recul moyen du trait de côte compris entre 1 et 1,30m/an (DEEC, 2005). Pour Garcia *et al* (2008), le réchauffement climatique va induire davantage une évolution notable des phénomènes naturels, en particulier marins : élévation du niveau de la mer, modification des états de mer (hauteur, période) et fréquence des événements extrêmes.

- **Les houles et les vagues**

Les vents sont des facteurs dynamiques dans la morphogenèse des espaces littoraux avec les phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation. Beaucoup de chercheurs (Guilchier, 1954 ; Barusseau, 1980 Sall, 1982 ; Nardari 1993 ; Niang Diop, 1995) ont eu à produire des documents sur les houles et vagues qui frappent régulièrement les côtes sénégalaises. Ainsi sur les côtes sénégalaises, on distingue trois types de houles : les houles du N-W qui sont présentes durant toute l'année mais qui sont fortes durant la saison sèche, les houles du S-W présentes durant l'hivernage et qui n'ont pas un fort impact sur la grande côte et les houles exceptionnelles d'Ouest qui sont fréquentes entre octobre et décembre et trouvent leur origine dans les mers des Caraïbes à la suite des cyclones (Niang-Diop, 1995).

Ces houles induisent des courants qui peuvent être perpendiculaires à la côte et intrinsèque à la houle et qui ont un impact sur le fonctionnement des littoraux avec les phénomènes d'engraissement et démaigrissement qui varient en fonction de la période. A côté de ces courants perpendiculaires il y'a les courants parallèles qui engendrent la dérive du littoral N-S et déplacent les matériaux, participant à la migration de l'embouchure vers le sud de Saint – Louis. Les courants d'arrachement (courants rip) sont engendrés par la discontinuité de la dérive Nord-Sud.

- *La marée*

Les raz de marées ont été pendant longtemps considérés comme responsables des principales ruptures sur la flèche littorale de la Langue de Barbarie. Selon (Niang Diop, 1995), ces raz de marées sont liés aux houles exceptionnelles d'Ouest engendrées par les cyclones de la mer des Caraïbes entre octobre et décembre. Elles doivent correspondre aux "raz de marées signalées" depuis longtemps le long de la Langue Barbarie où ils déclenchaient les ruptures du cordon littoral (Louise, 1918 ; Debaud 1950 in Niang Diop, 1995). Saint Louis est parfois frappée par ces *raz de marées*.

- *La topographie*

Les côtes sénégalaises sont relativement basses ce qui fait qu'avec l'élévation du niveau de la mer et les raz de marées, elles sont exposées à des phénomènes d'érosion et d'inondation. A Saint - Louis, la topographie est très basse comprise entre -1,8 et 0,2m. Avec cette topographie basse la ville de Saint - Louis est très vulnérable à l'érosion côtière et aux phénomènes d'inondations auxquelles les populations de la commune de Saint - Louis sont souvent confrontées.

Tous ces facteurs d'ordre naturel sont des éléments responsables de l'érosion côtière au niveau de la Langue de Barbarie. Mais à côté de ces facteurs il y'a également les facteurs anthropiques qui peuvent être un élément déclencheur ou amplificateur de ce phénomène.

4.2 Les facteurs anthropiques

Au-delà des facteurs naturels déjà énumérés, l'érosion côtière peut être amplifiée par les activités de l'homme sur le milieu naturel. Parmi ces facteurs nous pouvons citer :

- *L'extraction du sable marin*

L'extraction du sable marin est un phénomène qui concerne toutes les côtes sableuses du Sénégal. En effet, l'extraction du sable marin est pratiquée par les populations pour la construction des maisons. Ce matériau est réputé être meilleur pour les constructions en dur. Avec ce prélèvement du sable marin il y'a un déficit sédimentaire important. Ce déséquilibre sédimentaire facilite inéluctablement le recul du trait de côte car ces systèmes dunaires constituaient un rempart de protection du plateau continental contre les vagues. Ainsi, pour Wade (2008), l'extraction du sable marin aplanit les dunes sableuses et entraîne des risques d'inondation par la pénétration de la houle jusqu'à l'intérieur des villages pêcheurs établis sur la haute plage.

Cependant, d'après nos enquêtes, ces pratiques sont en régression ou en voie de disparition au niveau de la zone, parce que les populations sont de plus en plus conscientes de la gravité de l'exploitation du sable marin. D'ailleurs, ce phénomène est interdit par la loi mais il y'a toujours des gens qui clandestinement, continuent de prélever ce sable marin à des fins de construction. Mais à côté de l'extraction du sable marin, il y'a d'autres matériaux qui sont prélevés comme les coquillages et qui dans le temps, auront les mêmes effets que le prélèvement du sable.



Planche de photos n°5 et 6 : Des charretiers qui prélèvent du sable (photo 5) et des vieux qui prélèvent du sable pour se protéger contre l'avancée de la mer (photo 6) source (*Profil environnemental de la Langue de Barbarie, 2017*)

- La réalisation des infrastructures et l'occupation anarchique du DPM

Avec l'accroissement démographique, le littoral de la Langue de Barbarie subit une pression foncière énorme. En effet, les populations occupent une partie du domaine public maritime et sont exposées à l'assaut des vagues surtout avec les effets du changement climatique qui sont devenus plus récurrents. Avec les événements de 1980 (conflits entre le Sénégal et la Mauritanie), les pêcheurs guet ndariens sont revenus et ont construit sur ces espaces. Aujourd'hui, les premiers lots de maison sont à moins de 100 m de la ligne de rivage et les constructions en hauteur sont une réalité au niveau de la zone. Le quartier Hydrobase est marqué par la présence de nombreux réceptifs hôteliers.

- L'ouverture de la brèche de Saint Louis

En octobre 2003, la ville de Saint- Louis était menacée d'inondation à la suite de la montée des eaux du fleuve Sénégal. Ainsi, il était urgent de trouver une solution immédiate pour sauver Saint - Louis. Cette brèche large de 4m de largeur au départ a atteint aujourd'hui 7km de large entraînant des modifications physiques dans la zone. Avec la salinisation des terres du Gandiolais qui étaient jadis favorable à l'agriculture maraîchère sont abandonnées par les agriculteurs. La brèche a aussi accéléré l'érosion côtière dans la zone, entraînant ainsi, la disparition de l'île de Baba Dièye, car cette flèche sableuse protégeait l'île contre la mer. Mais avec l'ouverture de la brèche, la zone était exposée à l'océan surtout que dans cette zone la dynamique est très intense. La traversée de la brèche a également entraîné le chavirement de beaucoup de pirogues entraînant des pertes en vies humaines. Cette solution urgente de protéger Saint - Louis contre les inondations à la suite de la crue du fleuve Sénégal (2003) pourrait être

considérée une mal adaptation. Toutefois, l'ouverture de la brèche a facilité le temps de l'écoulement du fleuve.



photo a : la brèche juste après son ouverture: 4 m de large
photo b : la brèche 2 jours après son ouverture : 80 m de large
photo c : la brèche 3 semaines après son ouverture : 330 m de large
photo d, la brèche 8 mois après son ouverture : 800 m de large
Source : photos Ibrahima Diop, service hydrographique de la ville de Saint-Louis

Planche de photos n° 7, 8, 9 et 10 : Evolution de la brèche en image

4.3 La perception des populations sur les manifestations et facteurs de l'érosion

L'érosion côtière est une réalité qui a toujours existé à Saint Louis. L'analyse de la figure 10 permet de voir que 92,5% des personnes interrogées ont confirmé l'existence de ce phénomène au niveau de la zone depuis l'époque coloniale. D'ailleurs, pour les anciens (personnes âgées), c'est un phénomène naturel qui a lieu tous les 100 ans. Par contre pour d'autres, même si l'érosion côtière est un phénomène naturel, il peut être aggravé par les actions de l'homme sur ce milieu déjà fragile.

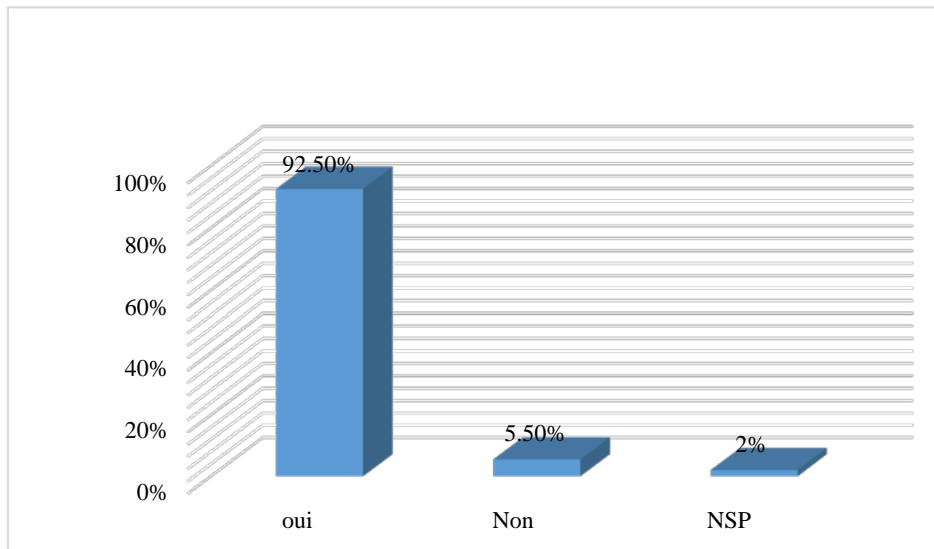


Figure 10 : Perception de la population sur l'existence de l'érosion côtière, (*données d'enquête, M. Faye 2022*)

La Langue de Barbarie est plus affectée par le phénomène d'érosion durant la saison sèche car elle est sous l'influence de la Houle du NW qui est présente sur les côtes sénégalaises durant toute l'année et qui est très forte. En revanche, la houle du SW présente entre juillet et octobre n'a pas beaucoup d'effet sur la zone parce qu'elle perd une bonne partie de son énergie avant d'atteindre les côtes de la LB. Cela est confirmé par nos enquêtes, et l'analyse de la figure (11) montre que 82,12% des personnes interrogées ont affirmé que la fréquence est saisonnière. Cependant, 14,85% de nos interlocuteurs pensent qu'elle est mensuelle par contre 3,03% des personnes interviewées considèrent qu'elle est journalière.

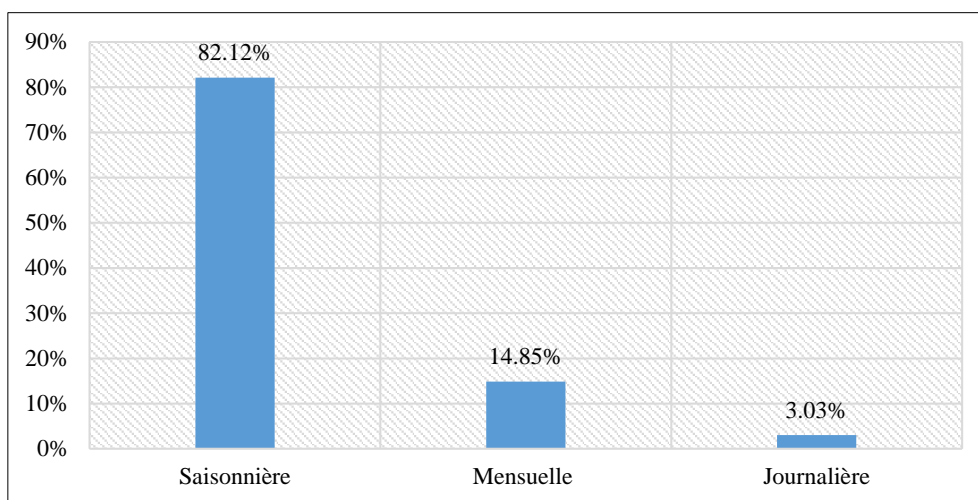


Figure 11 : Perception de la population sur la fréquence de l'érosion côtière, (*données d'enquête, M. Faye 2022.*)

Conclusion partie

Nous pouvons retenir que le littoral de la Langue de Barbarie est très dynamique. Ainsi, à travers la cinématique du littoral, nous remarquons une évolution de la ligne de rivage avec une régression sur les différentes périodes. En effet, entre 1989 et 1999, on a un taux de 4.57 m/an, entre 1999 et 2009 le taux de recul était de 4.62 m/an, entre 2009 et 2019 on a constaté un taux de recul de 5.48 m/an et enfin on a un taux global de 2.53 m /an. Cette dynamique du littoral est liée à des facteurs d'ordre naturels mais amplifié par des actions anthropiques. Enfin les enquêtes de terrain nous ont permis d'avoir la perception des populations sur l'existence de l'érosion côtière, les facteurs de l'érosion côtière et la fréquence de l'avancée de la mer.

Troisième partie : Impacts environnementaux et socio-économiques de l'érosion côtière et les stratégies d'adaptation

Dans cette partie, nous avons abordé les impacts socio-économiques de l'érosion côtière et les stratégies d'adaptation développées par les différentes parties prenantes. Il est question d'analyser les résultats qui proviennent des enquêtes et des observations sur l'environnement et les activités socio-économiques qui découlent de l'impact de l'érosion marine à Saint Louis.

Dans la première partie de ce travail, l'accent est mis sur les impacts de l'érosion qui sont diverses et d'ordre environnementaux, économiques et sociaux. En effet, l'avancée de la mer a des conséquences désastreuses au niveau des espaces littoraux et rend ces espaces vulnérables et fragiles. Et dans la deuxième partie, nous allons montrer les différentes stratégies que les différents acteurs ont mis en place pour se protéger de ce fléau qui nécessite des moyens colossaux pour permettre à ces espaces d'être résilients et de pouvoir s'adapter.

Chapitre 5 : Les impacts environnementaux et socioéconomiques de l'érosion côtière

Les phénomènes d'érosion côtière et de submersion sont actuellement l'une des conséquences de l'élévation du niveau de la mer induite par le changement climatique qui est l'une des grandes préoccupations environnementales du XXIème siècle. Ces phénomènes apportent des modifications assez considérables sur la zone côtière tant du point de vue environnemental que socio-économique.

La figure 12 montre la perception que les populations ont sur les impacts de l'érosion côtière au niveau de la Langue de Barbarie. Ainsi, d'après nos enquêtes, 56% des personnes interrogées affirment que l'impact le plus visible de l'érosion côtière à Saint Louis est la destruction des maisons et 21% des réponses montrent le rétrécissement de la plage, et 18% des personnes interviewées soutiennent la destruction des pirogues par contre 5% des réponses soutiennent la destruction des quais de pêche. Ces données d'enquête montrent clairement que l'érosion côtière a des impacts environnementaux, économiques et sociaux.

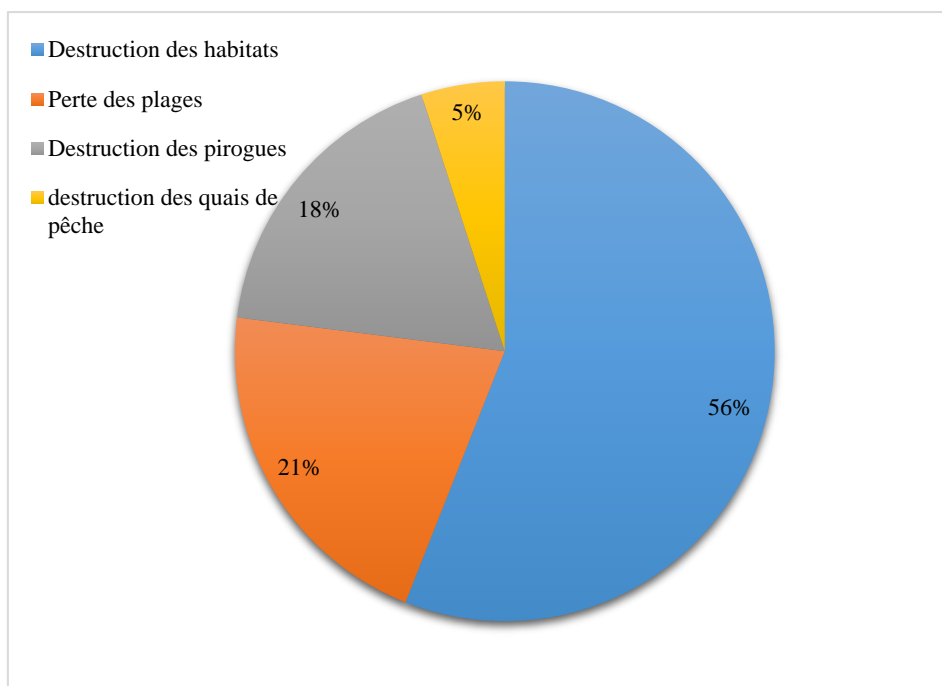


Figure 12 : Perception de la population sur les impacts de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).

Durant les dernières décennies, le phénomène d'érosion a connu des vitesses d'augmentation de plus en plus rapides sur la Langue de Barbarie. En effet, 79% des personnes interrogées soutiennent que l'avancée de la mer a connu une accélération rapide, contre 15% qui montrent que la vitesse est lente (fig.13). Cette accélération est peut-être liée au changement climatique mais également à l'ouverture de la brèche qui a fortement participé à la vitesse de l'avancée de

la mer sur le continent. Cette avancée de la mer sur le continent entraîne des conséquences importantes sur les activités socioéconomiques et les habitations.

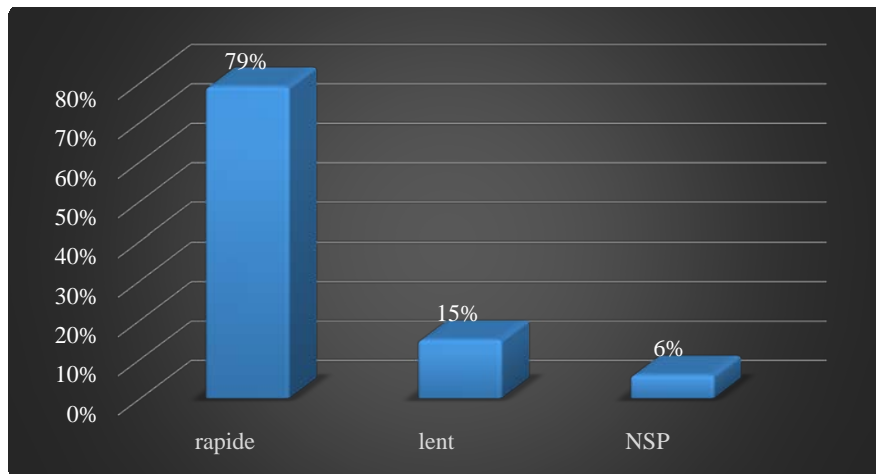


Figure 13 : Perception de la population sur la vitesse de l'érosion côtière, (*données d'enquête, M. Faye 2022*).

5.1 Les impacts environnementaux

L'érosion côtière impacte considérablement les espaces littoraux. Ainsi, la flèche de la Langue de Barbarie est très exposée à ce fléau et les impacts environnementaux du recul du trait de côte au niveau de la zone se traduisent par un rétrécissement de la plage (photo.11). En effet, durant les enquêtes, les personnes interrogées affirment que la mer était encore à plus de 400m des maisons mais actuellement ces dernières (maisons) sont situées à moins de 100m du rivage.

➤ Rétrécissement de la plage

L'érosion a considérablement réduit les plages ce qui constitue un handicap pour la pêche car cela réduit les espaces pour l'embarcation des pirogues et les aires d'accostage. Ce rétrécissement de la plage a des impacts sur la pêche parce que les pirogues ne peuvent plus stationner au niveau de la plage pour défaut d'espace. Ils sont obligés d'accoster au niveau de la berge du fleuve Sénégal qui est devenu aujourd'hui le nouveau quai de débarquement des grandes pirogues (photo.12 et 13).



Photo 11 : Erosion par sapement des micros falaises (Source photo.geo.fr/Sénégal)

L'autre impact environnemental de l'érosion est lié à l'intrusion saline qui ne favorise pas le développement de l'agriculture maraîchère. En effet, la salinisation constitue un handicap pour le développement de l'agriculture maraîchère surtout dans le Gandiolais. A cela s'ajoute la diminution du couvert végétale de la zone qui est principalement constituée par les bandes de filao qui jouent un rôle de protecteur. Cette plante a été mise en place pour stabiliser les dunes et protéger les populations face à l'érosion côtière.

➤ **La gestion des déchets solides**

A l'instar des autres villes du Sénégal, la gestion des déchets solides est l'une des problèmes majeurs auxquels les populations et les municipalités sont confrontées. En effet, l'état de salubrité d'un territoire a des incidences directes en termes de santé publique, de dégradation de l'environnement, d'attractivité et par là même occasion, le développement économique. Au niveau de notre zone d'étude ce problème est manifeste car les populations déversent leurs déchets ménagers au niveau de la mer ou au niveau de la berge du fleuve. C'est dans ce cadre que la commune a élaboré plusieurs documents stratégiques et opérationnels pour relever ce défi dont le plus récent est le plan directeur de gestion des déchets solides (PDGDS). De façon opérationnelle, la commune a entamé, depuis 2000, la mise en œuvre de plusieurs projets et programmes afin de régler définitivement les problèmes de gestion des déchets. Ces projets sont entre autres le PANSL, le PGDS, le projet avec l'UCG et le PDT.

La commune de Saint-Louis dispose d'un document de planification pour la gestion du nettoyage (Plan Global de Nettoyement), et a mis en œuvre un système mixte basé sur :

- un réseau d'opérateurs communautaires assurant la pré-collecte au niveau des quartiers : les GIE CETOM qui sont au nombre de 17 ;
- des sites relais et des « logettes » (3), servant de stockage avant l'évacuation des déchets que la commune assure en régie (actuellement en fermeture) ;
- un Centre d'Enfouissement Technique (C.E.T.) situé à Gandon (PACE, 2019).

Toutefois, la présence des quais de pêche entraîne des nuisances environnementales car ces derniers ne remplissent pas toutes les conditions d'hygiène et de salubrité dont requièrent les quais. Les quais de pêche ne disposent pas également de systèmes d'évacuation des eaux usées. Les eaux nauséabondes ruissellent partout dans le quai de pêche mais également les déchets des produits halieutiques.

5.2 Les impacts économiques

L'érosion côtière a des conséquences sur le plan environnemental avec des répercussions sur les activités socioéconomiques. En effet, d'après les enquêtes, l'érosion côtière entraîne des pertes matérielles, économiques et parfois même des pertes en vies humaines.

L'analyse de la figure 14 permet de voir que l'avancée de la mer a d'énormes impacts en pertes matérielles (56%). Il s'y ajoute également des pertes économiques et des pertes en vies humaines avec respectivement 42% et 2%. La nature de ces pertes est très importante.

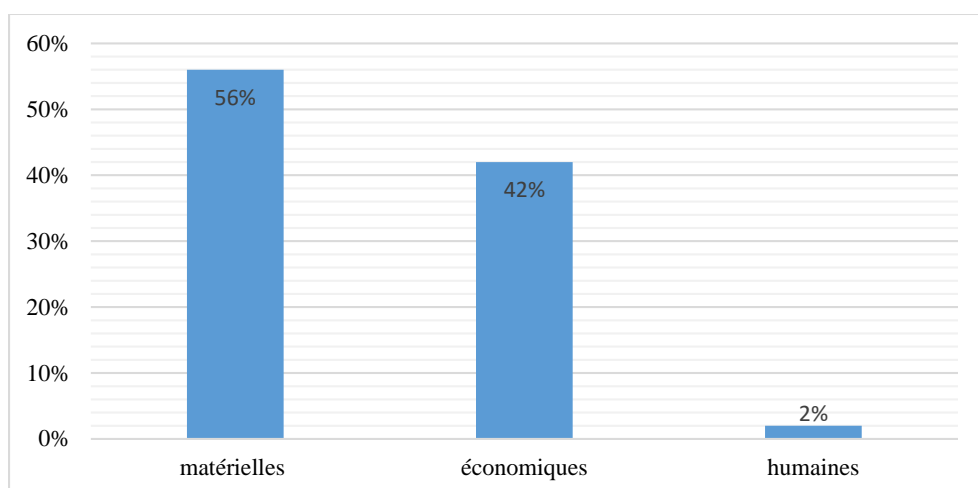


Figure 14 : Nature des pertes liées à l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie, (Données d'enquête, M. Faye 2022).

L'analyse de la figure 15 permet de constater les niveaux d'importance des pertes liés à l'érosion. Ainsi, 58,10% des personnes interrogées affirment que les pertes de l'érosion côtière sont importantes, 36,83% disent que ses pertes sont moyennes en revanche 2,22% confirment que les pertes sont faibles.

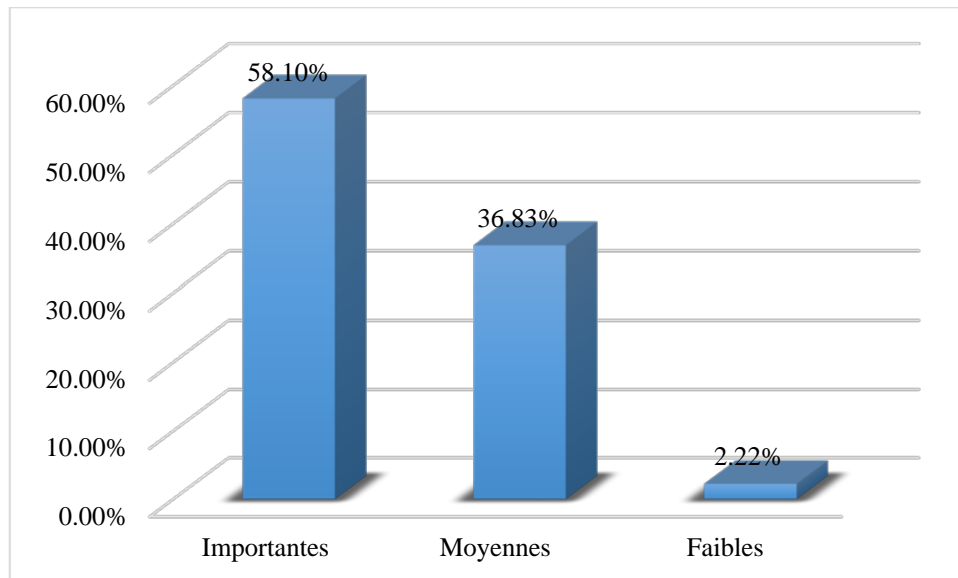


Figure 15 : Perception des populations sur l'importance des pertes causées par l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie, (données d'enquête, M. Faye 2022)

Au niveau de la Langue de Barbarie les populations s'activent sur les métiers en rapport avec la mer tels que la pêche, le mareyage, la transformation des produits halieutiques.

La pêche est l'une des activités phares des populations de la Langue de Barbarie. Elle constitue la principale source d'activité et de revenus des populations de cette zone qui dépendent directement de la mer. En effet, Saint Louis dispose d'une bonne frange maritime riche et diversifiée en poisson surtout avec la migration périodique de bancs de poissons du nord(Mauritanie) au sud du Sénégal en passant par cette partie. Saint Louis fournit environ 60 000 tonnes de poissons pour une valeur de commercialisation estimée à près de 11 milliards de Franc CFA par an DPM (2014). La région de Saint Louis est la troisième zone de pêche en termes de débarquement de poisson après la région de Thiès (49,7%) et de Dakar (23,7%) selon la DPM (2014). Saint Louis approvisionne en poisson frais ou transformé, dans les autres régions du pays et même certains pays de la sous-région comme le Mali ou le Burkina Faso. Ce secteur joue un rôle essentiel dans l'économie de la zone. Mais aujourd'hui, dans la Langue de Barbarie, le premier constat qu'on peut dire c'est qu'il y'a un rétrécissement de la plage, qui était une zone économique car les pirogues y débarquaient leurs captures et c'était des territoires où

se faisaient des transactions énormes entre les pêcheurs, les mareyeurs et les transformatrices. Donc il y'a une perte d'espace de débarquement pour les pirogues. Ces derniers ne peuvent plus manœuvrer sur la zone pour stationner parce qu'une bonne partie de la plage a été engloutie par les eaux. C'est un phénomène nouveau car la plage a été pendant longtemps un lieu de débarquement et de transaction économique. Les femmes transformatrices se déplaçaient au niveau de la zone et d'autres acteurs venaient aussi vendre leurs produits ce qui n'est plus possible. Donc avec le rétrécissement de la plage, les acteurs se sont déplacés dans le petit bras du fleuve Sénégal qui est devenu la nouvelle zone de stationnement et de débarquement des pêcheurs planche de photos n°12 et 13.

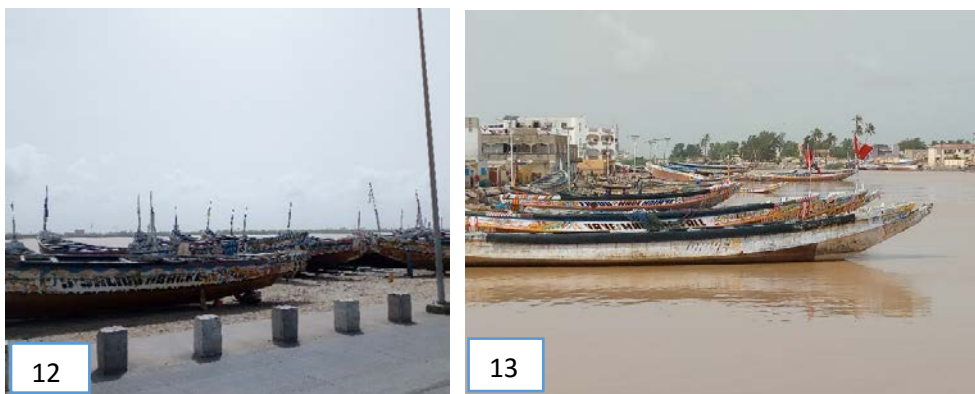


Planche de photos n° 12 et 13 : Des pirogues stationner sur les berges du fleuves Sénégal au niveau de Goxxu Mbacc (photo, 12) et Santhiaba (photo, 13)

Cliché : *M. Faye* 28/09/2022.

Mais aujourd'hui avec l'avancée de la mer, les pêcheurs de la Langue de Barbarie sont devenus très vulnérables surtout durant les périodes de fortes houles qui occasionnent parfois la destruction de leurs matériels. Pour éviter que cela se produise les pêcheurs sont obligés de stationner sur les berges du fleuve Sénégal et parfois même dans les quartiers.

L'autre facteur qui freine l'essor de la pêche est la raréfaction des ressources halieutiques qui devient de plus en plus un problème pour les pêcheurs. En effet, pour ces derniers, il est de plus en plus difficile de trouver assez de poissons dans la zone, ce qui n'était pas le cas auparavant. Actuellement, les pêcheurs sont obligés de rester des jours en haute mer pour ne pas rentrer les mains vides car les espèces se raréfient de jour en jour. A cela s'ajoute la mise en place d'une plateforme pour l'exploitation du pétrole et du gaz entre la frontière Sénégalaise Mauritanienne, zone qui est jadis réputée très poissonneuse. L'exploitation du pétrole et du gaz va réduire les zones de pêche à Saint Louis au moment où ces espaces deviennent de plus en plus cruciaux.

Le site où la plateforme est implantée a été l'espace où les petits piroguiers faisaient leurs pêches.

L'autre problème le plus préoccupant est le manque d'infrastructure pour la conservation, la transformation et la congélation des poissons. Ainsi, pour *"certains pêcheurs, nous pouvons avoir la caisse de sardinelles à 20000 FCFA le lundi, le mardi à 10000 FCFA, le mercredi à 3000 FCFA et ce qui reste on le jette car n'ayant pas des chambres froides pour pouvoir conserver ces poissons"*. L'autre secteur qui est aussi touché par l'érosion est la transformation des ressources halieutiques qui, avec le rétrécissement de la plage, ne dispose plus assez d'espace pour son activité. Mais aussi avec la raréfaction de la ressource, les femmes voient leur chiffre d'affaires diminuer. Pourtant, Saint Louis est la deuxième zone de débarquement de poissons du pays. Par ailleurs avec la raréfaction de la ressource, il y'a une diminution de la production transformée, car l'essentiel de la production est destiné directement à la consommation. Cette activité emploie l'essentiel des femmes de la Langue de Barbarie qui chaque jour, vont dans les sites de transformation pour y travailler et avoir des revenus.

Le tourisme a été un secteur très pondérant à Saint Louis. En effet, la ville de Saint Louis, classée patrimoine mondial de l'UNESCO, est une ville culturelle et historique. Mais avec l'avancée de la mer, le développement de ce secteur à Saint Louis a connu un frein. Ce secteur souffre de l'étroitesse de la Langue de Barbarie mais également de son manque d'espace pour des extensions. Ce manque d'espace impacte sur le développement du tourisme balnéaire à Saint Louis car la construction d'infrastructures hôtelières est très limitée. Ainsi, il y'a peu de possibilité de réaliser la construction des hôtels de grandes capacités. A cela s'ajoute l'impossible cohabitation entre le secteur de la pêche et le tourisme dans la zone surtout en termes d'accès et de salubrité, avec le rétrécissement de la plage et le nouveau quai de débarquement qui est situé sur les berges du fleuve Sénégal. En effet, les camions frigorifiques sont stationnés le long de la route qui mène vers le quartier Hydrobase où se trouve l'essentiel de ces réceptifs hôteliers, ce qui rend l'accès difficile. Un autre facteur aggravant de la situation de l'érosion côtière est l'ouverture de la brèche en 2003, qui menace toutes les infrastructures qui sont situées sur l'Hydrobase surtout avec sa migration vers le sud c'est-à-dire vers le Gandiol.

5.3 Les impacts sociaux

➤ La destruction des habitations

Dans la Langue de Barbarie, l'érosion côtière a des conséquences désastreuses sur l'habit social. En effet, avec une forte démographie, cet espace de la commune regroupe 27% de la population

de la commune de Saint Louis. Le quartier de Guet Ndar qui renferme une forte densité de population avec 755 habitants à l'hectare ce qui fait de lui l'un des quartiers les plus peuplés de l'Afrique de l'ouest (PDC, 2017-2022). Avec cette croissance démographique, l'habitat social de cette bande de terre qui est très fragile est de plus en plus vulnérable à l'érosion côtière avec son lot de dégâts sur le milieu.

Selon les entretiens réalisés avec le directeur l'ADC, les houles survenues entre 2017 et 2018 sur la Langue de Barbarie ont occasionné la destruction de beaucoup de maisons, de biens et le déplacement de familles sinistrées. Durant ces sinistres, 106 concessions ont été détruites, soit 315 ménages, affectant directement 3278 personnes. Devant la recrudescence des fortes houles, les habitations et les infrastructures qui se situent en première ligne de mire subissent l'assaut des vagues qui entraînent leur destruction. Aujourd'hui cet espace est de plus en plus vulnérable surtout avec les effets du changement climatique qui ne cessent de s'amplifier. Beaucoup de maisons ont été détruites par les fortes houles. La destruction de ces habitats est plus fréquente durant la saison sèche qui correspond à la période des fortes houles (la houle du Nord-Ouest) et des tempêtes. En effet, une bonne partie des maisons sont construites en front de mer sans protection. Ce qui fait qu'elles sont directement exposées aux fortes houles et sont sans défenses. La destruction de ces habitations (photos.14 et 15) engendre des dégâts collatéraux assez dramatiques et fatals avec des centaines de familles sans abris qui sont déplacées dans des sites de logements provisoires sous des tentes (photos 25,26 et 27) et dans des conditions difficiles.



Planche de photos n° 14 et 15 : Effondrement des maisons sous l'effet de la houle, source :
(profil environnemental de Saint Louis)

Selon l'ADC, la commune de Saint Louis, avec l'appui des partenaires, avait initié en 2010 un recasement des populations dans le cadre du repli stratégique du littoral face à cette situation. En effet, grâce à un financement de la coopération japonaise (JICA) et l'appui technique de ONU Habitat, la commune a mis en œuvre un projet de construction de 68 logements sociaux, de types F3 sur des parcelles 150m² sur un terrain situé à l'intérieur des terres, à Khar Yalla en face de l'aéroport de Saint Louis (Bango). Mais ces populations déplacées de la Langue de Barbarie vivent dans cette cité dénommée "Cité Bamba Dièye" dans des conditions difficiles. Elles ne disposent pas de certaines commodités mais durant la saison des pluies, elles sont confrontées à des inondations. Par ailleurs, il y'a des centaines de familles qui vivent aujourd'hui dans des unités mobiles (tentes) dans le site provisoire Djougoup non loin de l'université Gaston Berger de Saint Louis, en attendant le relogement définitif avec le projet de relèvement d'urgence et de résilience de Saint Louis (SERRP). Ces populations déplacées dans ces zones, se trouvent dans des situations très compliquées car elles ne disposent plus de revenus; Etant des pêcheurs, la majorité d'entre elles ne peuvent plus mener à bien leurs activités parce qu'ils se trouvent à des dizaines de kilomètres de leurs lieux de travail et ne disposent pas d'activités de reconversion. Certains d'entre eux continuent de pratiquer la pêche en quittant ce quartier pour aller à la Langue de Barbarie qui est leur zone de travail.

L'autre impact social est lié à la traversée des pirogues sur la brèche qui est devenue le nouveau point de passage des pêcheurs pour rejoindre l'océan. En effet, ce point de passage qui n'est pas encore stabilisé se trouve très dangereux pour la traversée surtout avec une forte dynamique marine sur les larges de Saint Louis entraînant le chavirement de nombreuses pirogues. Ainsi, chaque année on assiste à la destruction de leurs matériaux de pêche qui coûte entre 3 et 4 millions et même parfois des pertes humaines. Ainsi, pour certains pêcheurs, des centaines de personnes ont perdu la vie lors de la traversée de la brèche depuis son ouverture. Et cette situation est assez tragique et difficile, car ces pertes en vies humaines et matériels ont des impacts considérables sur les familles mais également sur l'économie locale.

➤ **La destruction des infrastructures sociale de base**

A côté de ces impacts économiques, l'avancée de la mer impacte également sur des infrastructures sociales de base telle que des mosquées, des stations d'essence et même une partie du quai comme ce fut le cas à Guet Ndar. Une partie de l'école Cheikh Touré s'est effondrée sous l'effet des fortes houles, occasionnant sa fermeture et cela impacte sur la qualité des ressources humaines. Les élèves qui fréquentaient cet établissement ont été transférés dans les autres écoles de la Langue de Barbarie comme l'école Dodds située dans le quartier de Ndar

-Toute mais également au niveau des autres écoles de la ville. Il y'a également l'école Abdoulaye Mbengue Khali qui est également fortement impactée par l'avancée de la mer détruisant plus de 13 salles de classe. La photo 16 illustre les classes restantes de l'école Abdoulaye Mbengue Khali détruit par l'érosion côtière.



Photo 16 : Les salles de classe qui restent à l'école Abdoulaye Khali Mbengue

Cliché : *M. Faye* 28/08/2022.

Ainsi, les enfants du quartier de Guet Ndar ne disposent plus d'école pour étudier et sont obligés d'aller sur l'autre côté de l'île pour pouvoir étudier. L'éloignement de ces écoles peut avoir des répercussions sur l'éducation des élèves de la LB. Cette situation favorise l'abandon précoce de beaucoup de jeunes élèves de la zone parce que pour certains leurs familles ne disposent pas assez de moyens pour les prendre en charge. A cela s'ajoute le déplacement des familles sinistrées dans la ville également dans des conditions précaires. Ainsi, pour certains parents,

leurs enfants ne peuvent plus fréquenter à l'école car ne disposant pas de moyens pour pouvoir permettre à leurs enfants de fréquenter l'école qui est d'ailleurs un devoir. La planche de photos n° 17,18 et 19 montre les ruines de l'école Cheikh Touré qui est un lieu un lieu symbolique de l'avancée de la mer à Saint-Louis.



Planche de photos n° 17, 18 et 19 : Les ruines de l'école Cheikh Touré

Cliché : *M. Faye* 28/08/2022.

En somme, avec le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer, l'érosion côtière est aujourd'hui l'un des problèmes auxquels sont confrontées les populations de la Langue de Barbarie. Cette érosion marine entraîne des conséquences économiques, sociales et environnementales. Face à ce recul du trait de côte, ces espaces sont de plus en plus vulnérables. Ainsi, des actions et stratégies sont en train d'être menées par les différents acteurs pour protéger la Langue de Barbarie contre les assauts de la mer. Cet espace constitue un mur de protection de la ville de Saint Louis contre l'avancée de la mer, mais également permet aux populations de la zone de pouvoir faire face à ces chocs. Pour que ces stratégies soient efficaces, les différents acteurs doivent unir leur force pour trouver des solutions pérennes comme le préconise les principes du développement durable, dans l'ODD14 sur les écosystèmes marins qui consiste à conserver et exploiter de manière durable les mers, et les ressources marines aux fins du développement. A cela s'ajoute le projet WACA de la BM qui a pour but d'aider les pays à harmoniser leur gestion des infrastructures et des ressources naturelles afin d'accroître leur résilience au CC en général, et à l'érosion côtière et aux inondations en particulier. Pour avoir de meilleurs résultats, il va falloir adopter une gestion inclusive et participative en intégrant les connaissances scientifiques et les savoirs empiriques.

Chapitre 6 : Les stratégies d'adaptation contre l'avancée de la mer.

Le changement climatique et ses manifestations telles que l'élévation du niveau de la mer et les submersions marines ont des effets négatifs sur le littoral de Saint Louis. Ils augmentent la vulnérabilité des populations avec des pertes socio-économiques assez considérables, mais également sur leur cadre de vie qui résulte de divers facteurs. Ainsi, pour faire face à ces situations, les acteurs locaux, les collectivités territoriales, l'Etat, les partenaires techniques et financiers mettent en place différentes méthodes et stratégies pour y faire face.

6.1 Les stratégies locales

Face à cette situation, les populations locales mettent en œuvre des savoirs empiriques pour se protéger contre l'avancée de la mer. De ce fait, les personnes rencontrées durant les enquêtes affirment avoir mis en œuvre des stratégies pour y faire face. L'analyse de la figure 17 montre que 74% des personnes interrogées utilisent des sacs de sable pour se protéger, contre 15% qui utilisent d'autres méthodes telles que des gravats et 11% mettent des pneus pour se protéger.

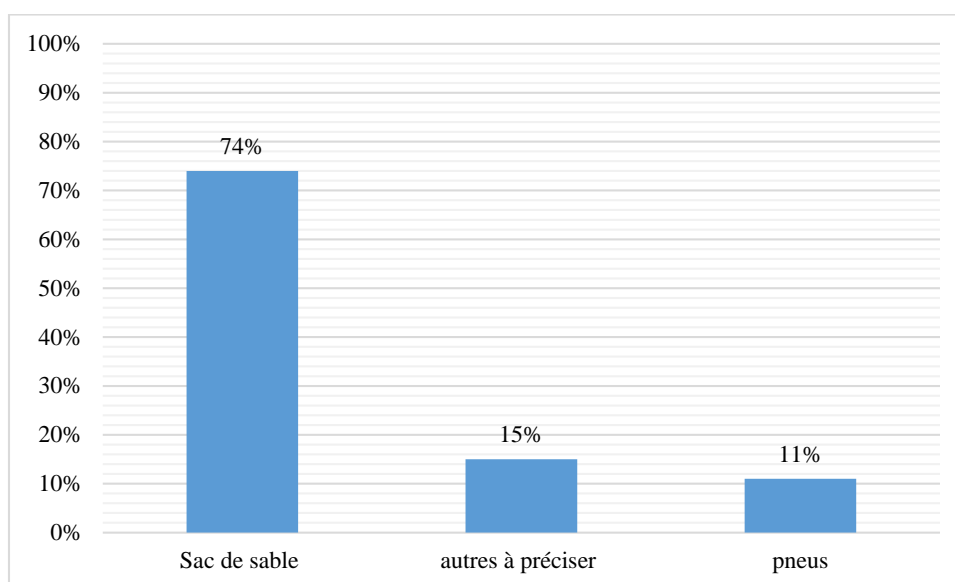


Figure 16 : Stratégies d'adaptation mise en place par la population pour lutter contre l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).

Toutefois, il faut noter l'analyse de la figure 17 permet de constater que ces stratégies mises en place ne sont pas efficaces. Car pour 73% des personnes enquêtées ces stratégies sont inefficace, alors que 23% des personnes interviewées elles sont efficaces. D'ailleurs pour certains ces stratégies mises en œuvre pourraient être considérées comme mal adaptées car cela accentue le phénomène durant les périodes de fortes houles. Le courant des vagues emporte ces sacs de sable mais également arrache les autres matériaux créant un déficit sédimentaire.

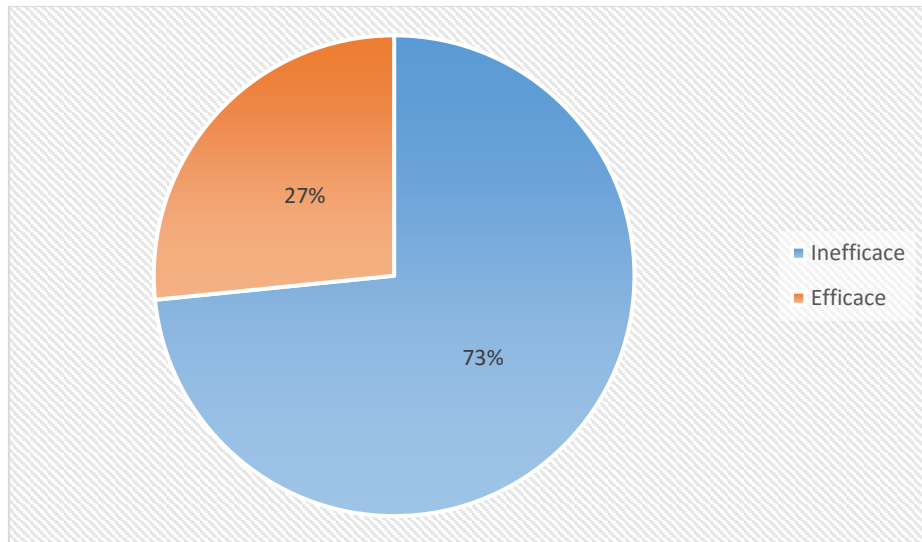


Figure 17 : Perception des populations sur l'efficacité des stratégies locales face à l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie, (données d'enquête, *M. Faye 2022*)

Mais à côté de ces stratégies collectives, il faut aussi noter qu'il y'a aussi des stratégies individuelles. En effet, les familles qui disposent des moyens achètent des maisons à l'intérieur de la ville. La migration des pêcheurs vers d'autres zones de pêches du pays ou même en dehors des eaux territoriales du Sénégal est aussi une réalité au niveau de la zone. Avec le phénomène "Barça ou Barsakh" beaucoup de jeunes de la LB ont pris les pirogues pour aller en Espagne. Ces migrations sont souvent justifiées par la diminution des revenus du secteur de la pêche. Ainsi, beaucoup de jeunes pensent que la seule solution est l'émigration pour sortir de ces conditions précaires. Certains considèrent la migration comme l'unique solution pour leur problème économique. Par contre pour d'autres, la voie du salut passe par un comportement responsable de la population en prenant conscience du danger de l'avancée de la mer. Toutefois, les populations de la LB affirment que le rôle des acteurs gouvernementaux est plus que nécessaire pour la protection de ce site avec la réalisation des infrastructures de grandes envergures. Les images 20 et 21, montrent les stratégies d'adaptation mises en place par les populations locales pour se protéger contre l'avancée de la mer. En revanche, ces stratégies ne sont pas efficaces.



20



21

Planche de photos n° 20 et 21 : Les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les populations locales. (Photo 20 clichés : Souleymane Niang et photo 21 Ndarinfo).

6.2 Les stratégies mises en œuvre par les autorités compétentes

Pour faire face à l'avancée de la mer sur le continent avec un lot de dégâts qu'elle engendre, les autorités compétentes mettent en place des ouvrages de protection de grandes envergures, qui pourront contenir les assauts de la mer lors des fortes tempêtes. A Saint Louis, durant l'époque coloniale, les autorités françaises avaient édifié un mur de protection pour protéger la ville de l'avancée de la mer. Ce mur de protection est construit entre 1926 et 1930 sur l'axe Ndar Toute – Guet Ndar sous le magistère de l'ancien gouverneur français Jules Gaston Henry Carde. Mais avec l'agression répétée des vagues sur le continent, ce mur de protection (photo 22) a cédé, laissant ainsi la Langue de Barbarie vulnérable face à l'érosion marine qui continue de s'accélérer et de causer d'énormes dégâts sur le cadre de vie et les activités socio-économiques.

¹¹ <https://www.jeuneafrique.com/1024844/economie/villes-et-climat-Saint-louis-combat-lerosion-cotiere-3-6/>



Photo 22 : Les restants de l'ancien mur de protection 1926 – 1930 au sud de Guet Ndar

Cliché : M. Faye 28/08/2022.

Le mur de protection a été la seule infrastructure de protection côtière construite sur la LB pour protéger le site et la ville de Saint Louis contre l'avancée de la mer. Ainsi, lors du sommet "One Planet Summit" le 12 Décembre 2017 qui s'est tenu à Paris, le Maire de la Ville de Saint Louis (Mansour Faye) a porté un plaidoyer à l'endroit de la communauté internationale pour sauver Saint Louis qui est une ville classée patrimoine mondial de l'UNESCO. *"Si on ne réagit pas, la ville de Saint Louis risque de disparaître, il faut des solutions urgentes et adaptées afin de stopper l'érosion côtière"*, avait plaidé le maire de la ville. Toutefois, il faut noter que cet appel n'est pas tombé dans l'oreille d'un sourd car les organismes internationaux et les partenaires techniques et financiers de l'Etat du Sénégal ont réagi. Actuellement des programmes et projets pour la protection de la Langue de Barbarie sont en train d'être réalisés. Parmi ces projets, il y a le PPCS, le SERRP, le PROGEP.

L'analyse de la figure 18 permet de constater que les stratégies mises en place par les acteurs étatiques sont d'un grand apport pour faire face à l'érosion côtière. Ainsi, 68,58% des personnes interrogées affirment que ces stratégies sont importantes alors que 24,44% des personnes montrent qu'elles sont moins importantes par contre 4,76% disent que ces stratégies ne sont pas importantes.

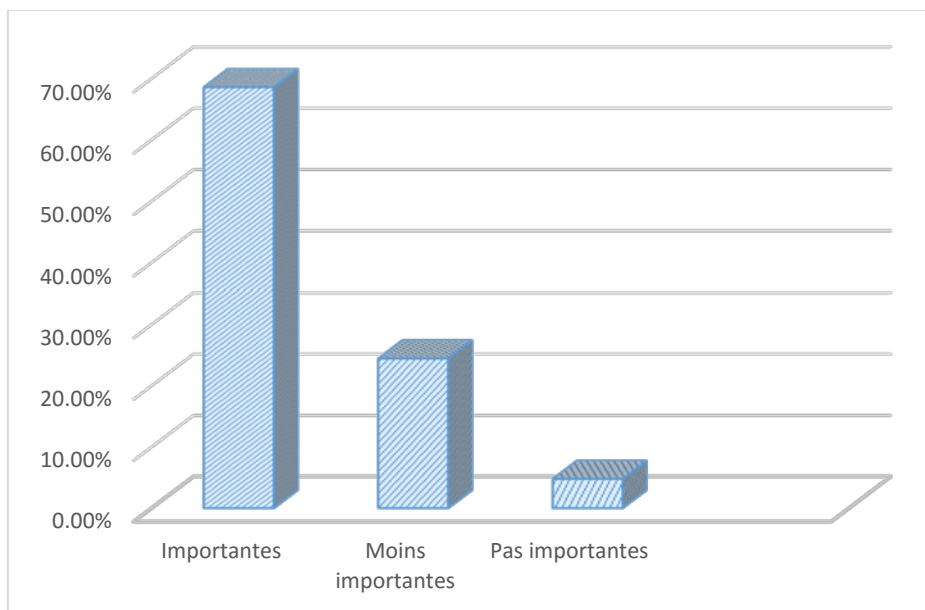


Figure 18 : Perception des populations sur l'importance des stratégies étatiques pour faire face à l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie (données d'enquête, *M. Faye, 2022*)

1. **Le Projet de protection côtière de Saint Louis (PPCS, 2018 2023)**, financé par l'agence française de développement (AFD) et l'Etat du Sénégal à hauteur 16 millions d'euros. L'objectif de ce projet est de protéger rapidement la population et les biens des quartiers de Saint Louis situés sur la Langue de Barbarie du risque d'érosion et de contribuer à l'amélioration des connaissances scientifiques les enjeux côtiers de la Langue de Barbarie et de leur diffusion. C'est grâce à ce projet qu'une digue de protection (planche de photos 23 et 24) longue de 2150 m de Goxxu Mbacc à Guet Ndar est mise en place.

Les principes qui ont contribué à dimensionner la protection, ont été les suivants :

- la protection doit permettre de stopper le recul de la ligne de rivage afin d'éviter que des habitations s'effondrent mais n'a pas pour objectif d'être infranchissable en période de tempête associée à un haut niveau des eaux ;
- l'ouvrage ne doit pas générer d'impacts négatifs sur le sud de la langue de Barbarie ;
- l'ouvrage doit être « démontable » et ces éléments réutilisables dans la perspective de la mise en place d'une solution plus pérenne.

Cette digue de protection est constituée de gabionnages et fixée par du fil de fer à la base et résistant à l'oxydation. Ce gabionnage est soutenu par un remblaiement de sable entre la digue et les habitations. Ainsi, pour les populations, la digue de protection semble être efficace pour

pouvoir limiter les dégâts des houles sur les maisons. Toutefois, il faut noter que cet ouvrage n'est pas encore mis en épreuve pour tester son efficacité à résister aux fortes houles. Cette digue de protection n'est pas une solution pérenne mais temporaire en attendant la mise d'une solution définitive avec la création d'un repli stratégique de 20 m dans le cadre du projet SERRP.



Planche de photos n° 23 et 24 : Digue de protection d'enrochement latéral Cliché : *M. Faye 28/08/2022.*

Les clichés 23 (prise au niveau du quartier de Goxxu Mbacc) et 24 (prise au niveau de Guet Ndar) montrent les stratégies mises en place par les autorités pour atténuer l'impact de l'érosion côtière le long des quartiers de la Langue de Barbarie qui sont très vulnérables face à l'avancée de la mer qui devient de plus en plus récurrente avec le changement climatique.

2. **Le projet de relèvement d'urgence et de résilience de Saint Louis (SERRP, 2018-2025)**, initié par l'Etat du Sénégal avec l'appui technique et financier de la Banque Mondiale, ce projet a pour objectif de réduire la vulnérabilité aux risques côtiers des populations de la LB et renforcer la résilience urbaine et côtière de Saint Louis. Il est structuré en 5 composantes et chacune de ces composantes devraient jouer un rôle majeur dans la résilience et l'amélioration des conditions et du cadre de vie des populations.
- **La composante 1 : Réponse aux besoins immédiats des populations touchée par la catastrophe :**

Elle a permis de fournir un logement temporaire et des services connexes aux familles actuellement déplacées par la catastrophe et d'améliorer de toute urgence leurs conditions de vie.

C'est à travers cette composante 1 qui vise à réduire la vulnérabilité des risques côtiers en juillet 2019, que le SERRP, a relogé 692 personnes dans des unités mobiles d'habitation (UMH), installée sur une partie aménagée (1,2 hectares) du site à Djougoup. Actuellement, les familles impactées par l'avancée de la mer vivent dans ces UMH dans des conditions précaires surtout durant les périodes de fortes chaleurs. Et les personnes interrogées affirment qu'ils ne disposent pas toutes les commodités nécessaires. Mais pour eux devant l'impossible nul n'est tenu, et ils attendent avec impatience leur relogement définitif.



Planche de photos n° 25, 26 et 27 : Les UMH sur lesquels vivent les déplacés de la LB à Djougoup

Cliché : *M. Faye* 28/08/2022

Les images 25, 26 et 27 illustrent les UMH, qui sont mises en place pour accueillir les centaines de familles victimes de l'érosion côtière sur la LB. Les matériaux sont constitués de bâches, ce qui fait qu'il est difficile de vivre à l'intérieur surtout durant la saison sèche avec les fortes températures. Ainsi, les occupants de ces unités n'ont pas le droit d'utiliser des produits inflammables pour éviter les risques d'incendie. Ainsi, pour préparer leurs repas quotidiens, ces familles sont obligées de le cuisiner à l'air libre avec tous les risques sanitaires que cela pourrait engendrer.

- **La composante 2 : Relogement planifié des populations vivant dans la zone à haut risque sur la Langue de Barbarie :**

Elle répond au besoin à moyen terme de réinstaller les familles touchées par l'érosion côtière dans des logements permanents. C'est dans la perspective de sécuriser les populations vivant dans cette zone à haut risque, avec la mise en place d'une emprise de protection contre les effets

des houles. Une bande longue de 3,6 km et large d'environ de 20 mètres sera donc libérée, en conformité avec la politique opérationnelle de la BM 4.12, portant Réinstallation Involontaire de population. Le Projet va financer l'aménagement définitif du site et la construction de logements et d'équipements sociaux (École, Marché, Mosquée, Poste de santé, Centre socio-culturel), en faveur des populations déplacées de la Langue de Barbarie.

Toutefois, il faut noter que cette partie du projet qui consiste à un relogement des habitants occupant la bande des 20 mètres, qui correspondent à la zone à haut risque ne fait pas l'unanimité au niveau des populations. En effet, l'analyse de la figure 19 permet de voir que durant les enquêtes 32% des personnes interrogées ont affirmé être prêts pour partir et libérer cette emprise de la bande des 20 mètres. En revanche 68% d'autres s'opposent à ce déplacement.

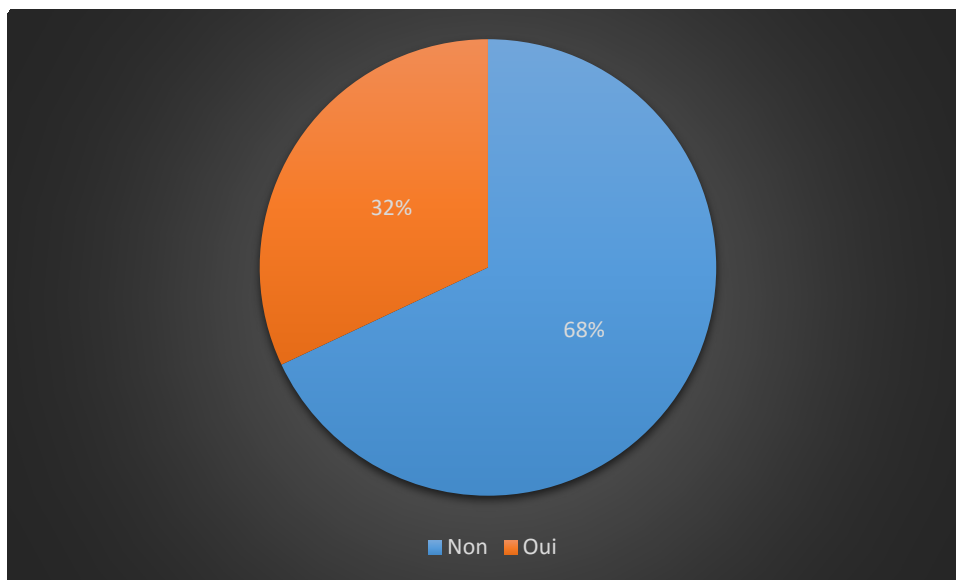


Figure 19 : perception des populations de la Langue de Barbarie sur le projet de relogement SERRP (données d'enquête, *M. Faye, 2022*)

Car pour ces derniers, ils ont un lien sacré avec cet espace qui est non seulement leur lieu de travail, mais les habitants de la LB de manière générale, ont une étroite relation avec la mer. Et pour des raisons culturelles et cultuelles, ils préfèrent rester que de se déplacer à l'intérieur de la ville. Ainsi, la figure 20 permet de dire que les populations de la Langue de Barbarie ne veulent pas quitter ce milieu malgré sa vulnérabilité qui s'accroît pour diverses raisons. D'abord 50% des personnes interrogées disent qu'ils ont un rapport direct avec la mer. Ensuite 32% des personnes interviewées affirment avoir un attachement culturelle avec cet espace et en un cas ils ne pourraient pas être dans un endroit meilleur que cet espace. Enfin pour 15% elles ont un rapport psychologique avec la mer et pour ces personnes se réveiller et aller à la plage c'est une aubaine pour eux.

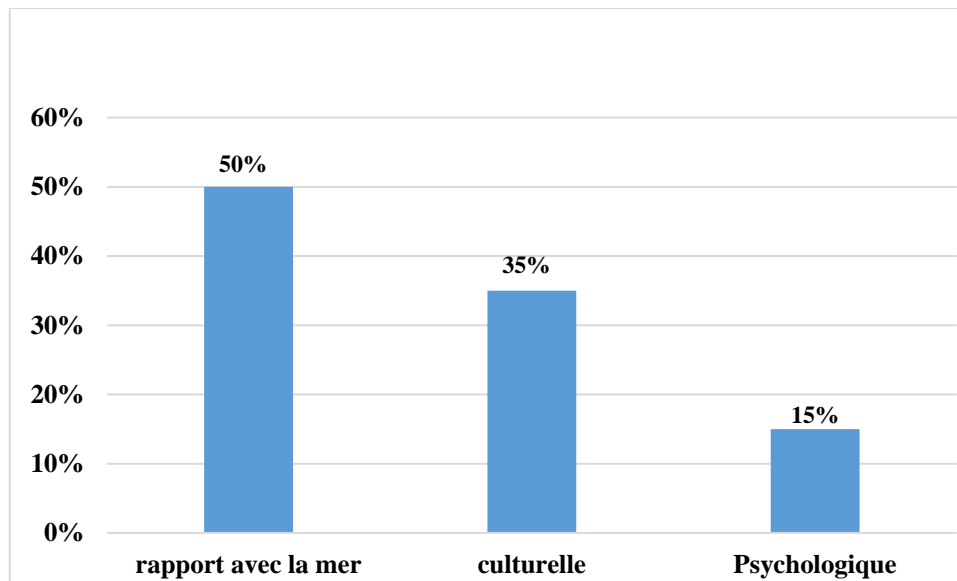


Figure 20 : les raisons de la population de la Langue de Barbarie sur leur refus de libérer la bande des 20 m (données d'enquête, *M. Faye, 2022*)

- **Composante 3 : Renforcement de la planification de la résilience urbaine et côtière** : Elle répond aux besoins, à long terme, pour Saint Louis, de devenir une ville plus résiliente.
- **Composante 4 : composante pour la réponse d'urgence** que le gouvernement pourrait activer à la suite d'une crise ou d'une urgence admissible.
- **Composante 5 : Gestion, suivi et évaluation du projet** : Elle financera la gestion administrative du projet par l'Unité de gestion du projet (ADM) et les partenaires de mise en œuvre, y compris : le recrutement de spécialistes de la gestion financière, de la passation des marchés et du suivi et évaluation ; la réalisation des aspects fiduciaires du projet, dont les audits ; les audits techniques et des sauvegardes dont les enquêtes auprès des bénéficiaires, etc. Elle appuiera également la conception et la mise en œuvre d'un plan détaillé de suivi et évaluation.

A côté de ces deux projets phares, il y'a également d'autres programmes et projets qui interviennent au niveau de la zone comme le programme de gestion du littoral ouest-africain (WACA) de la BM qui apporte son financement dans 06 pays d'Afrique (Bénin, Côte d'Ivoire, Mauritanie, São Tomé et Príncipe, Sénégal et Togo). Ce programme vise la mise en œuvre d'actions concertées au niveau national en matière de politique côtière, d'investissements pour des solutions vertes, grises ou hybrides, ainsi que les interventions régionales nécessaires pour gérer de manière durable les zones côtières d'Afrique de l'Ouest. Il a comme objectif

d'améliorer la gestion des risques naturels et anthropiques communs, en intégrant le changement climatique, affectant les communautés et les zones côtières de la région d'Afrique de l'Ouest.

Au niveau régional, le programme WACA est structuré suivant les composantes suivantes :

- La composante « **Politiques et institutions** » qui vise à fournir aux institutions politiques et leurs représentants les informations et connaissances nécessaires pour améliorer la gestion des zones côtières en Afrique de l'Ouest.
- La composante « **Investissements socio-économiques** » qui traite du financement des actions de gestion des zones côtières, notamment concernant l'érosion, l'inondation, et la pollution ainsi que les infrastructures urbaines et de transports résilientes aux changements climatiques.
- La composante « **Observatoire et systèmes d'alerte** » dont le but est de veiller aux différents changements des côtes ainsi que le partage des données côtières au bon moment pour la gestion des zones côtières, notamment concernant les problématiques de l'érosion côtière et d'inondation.
- La composante « **Préparation et gestion de projets** » qui consiste en la préparation des futurs projets, aussi bien pour les nouveaux pays qui rejoindront la partie investissement du programme WACA, que pour des futurs projets d'investissement.

Au niveau du Sénégal, outre les composantes politiques et institutionnelles, les principales activités visées à travers le WACA sont : la poursuite de la mise en place de la gestion intégrée des zones côtières ; l'aménagement de sites affectés par l'érosion côtière et/ou délocalisation de populations ; le renforcement de capacité en matière d'évaluation et de gestion environnementale dans le cadre des activités pétrolières et gazières.

Ce programme intervient dans les 06 régions côtières que sont du nord vers le sud : Saint Louis, Louga, Thiès, Dakar, Fatick et Ziguinchor. Les actions de gouvernance prévues dans ces régions sont :

- Elaboration et opérationnalisation du Plan national de Gestion intégrée des Zones côtières (PNGIZC) ;
- Etude de faisabilité de l'Organe national de Gestion intégrée du Littoral (ONGIL) ;
- Contribution du Sénégal pour la mise en place et l'opérationnalisation du Comité mixte sénégal-mauritanien pour la restauration de l'écosystème et la promotion de l'écotourisme dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Sénégal, le suivi transfrontalier du

trait de côte et le renforcement des capacités des deux pays en matière de gestion environnementale des activités pétrolières et gazières offshore ;

- Mise en place de l'Observatoire National du Littoral (ONL) ;
- Renforcement du Système d'Alerte Précoce (SAP) pour prévenir les phénomènes météo marins dangereux ;
- Opérationnalisation du Système d'Information Géographique (SIG) pour le suivi du littoral.

Au niveau de Saint Louis, les interventions du projet prévu sont :

- La protection durable de la Langue de Barbarie, en effet, cette partie reste très sensible à l'érosion côtière. Les quartiers de la Langue de Barbarie à Saint Louis exposés à l'érosion côtière : plus de 200 familles sont menacées par cette problématique ;
- Le Parc national de la Langue de Barbarie (une réserve ornithologique de 2.000 hectares) exposé à une dégradation ;
- Appui à la restauration des moyens de subsistance au profit de 500 familles sinistrées de la Langue de Barbarie et menacées par l'érosion côtière.

6.3 Cartographie des acteurs intervenant sur le littoral

Zone de concentration de la pêche et des activités connexes, la Langue de Barbarie constituée des quartiers de Ndar Toute, Goxxu Mbacc et de Guet Ndar, connaît des densités de population très élevées surtout au niveau de Guet Ndar. La langue de Barbarie qui est un fin cordon dunaire né de l'affrontement du fleuve et de l'océan, est une bande de sable longue de 25 kilomètres, et large de 120 à 400 m avec une altitude maximum de 7 mètres, est fixée par des filaos, depuis 1914. Du fait de sa situation géomorphologique, elle est confrontée aux effets adverses du changement climatique qui a pour corollaires l'avancée de la mer et l'érosion côtière. Des dégâts importants sur les premiers blocs de maisons sont souvent enregistrés, entraînant parfois des pertes en vies humaines dans les quartiers de Ndar Toute et de Guet Ndar. Face à cette situation, l'Etat du Sénégal, avec l'appui de ses partenaires de la coopération bi et multilatérale est en train de mettre en œuvre des projets dans le but d'atténuer les souffrances des populations. Considéré comme un espace d'enjeux, le littoral est le lieu de divers acteurs qui interviennent au niveau de la zone avec des intérêts différents.

6.3.1 Les populations locales :

Elles sont les premiers acteurs du littoral, organisées sous associations comme les conseils et les comités de quartier de la LB qui occupent une place centrale dans la gestion du littoral. Ces derniers occupent une place importante car ils jouent un rôle de veille, d'alerte à l'endroit des autorités locales et étatiques mais également un rôle de sensibilisation des risques liés au recul du trait de côte sur leur espace. En effet, le littoral est leur lieu d'habitation mais également un espace de travail. Les comités de quartier représentent la population locale lors des rencontres avec les acteurs institutionnels à travers les CDD, CRD, etc. même si cette participation est insignifiante.

6.3.2 Les collectivités territoriales :

Elles sont des organes chargées de la gestion des affaires publiques locales à travers leurs différents domaines de compétences transférées. Elles disposent des domaines de compétences dans le développement économique, social et environnemental qui leur sont transférées. Toutefois, il faut noter que dans la gestion du littoral leurs prérogatives sont limitées, car la gestion du littoral reste encore une prérogative de l'Etat central. Mais les collectivités s'appuient sur certains services décentralisés pour leur apporter leur soutien comme l'ARD et L'ADC :

6.3.3 L'Agence Régionale de Développement

C'est le bras technique de la région de Saint Louis. Elle a pour mission d'apporter son soutien aux communes membres, de leur appuyer son appui dans les politiques de développement local.

6.3.4 L'Agence de Développement Communale (ADC) :

L'ADC a des missions d'appui au développement de l'agglomération urbaine de la ville de Saint-Louis à travers des réflexions et études dans les domaines sociaux, économiques, de l'aménagement et l'environnement. Elle est chargée d'appuyer techniquement la Commune. Dans le cadre de la gouvernance du littoral, elle se charge d'assister la commune et les quartiers de la LB à travers des réflexions allant dans le sens de réduire la vulnérabilité liée à l'érosion côtière. En effet, elle œuvre pour un « développement intégré de l'espace urbain » en : (i) menant des réflexions et études susceptibles de promouvoir le développement économique et social des différents quartiers de la ville, l'aménagement urbain et l'environnement de la commune de Saint Louis ; (ii) assurant l'appui et le conseil auprès de la commune dans la conception des programmes communaux des plans d'actions et projets suivant une démarche concertée ; (iii) assurant le suivi évaluation des programmes de développement communal et réfléchir à une prospective spatiale ; (iv) appuyant les initiatives de base, pour renforcer

l'expertise locale et contribuer à une meilleure prise en charge des besoins communautaires ; (v) favorisant la concertation entre acteurs du développement urbain ; (vi) appuyant la ville dans sa politique de sauvegarde du patrimoine ; (vii) faisant le suivi des programmes de coopération décentralisée de la ville ; (viii) menant des études pour le compte de la commune et appuyer la maîtrise d'ouvrage des projets macro urbains.

6.3.5 L'administration territoriale (gouverneur, préfet, sous-préfet) et les services techniques déconcentrés :

Ils sont chargés de mettre en œuvre la politique nationale du gouvernement à travers les instructions et directives reçues. Le gouverneur est le représentant de l'Etat central au niveau régional et il est chargé de gérer les instructions reçues du Président et du gouvernement et de les faire exécuter dans les échelons secondaires.

Dans la gestion du littoral, il représente la direction de la protection civile et doit protéger les populations côtières et de leurs biens contre les problèmes de l'érosion. Le préfet à l'instar du gouverneur est le représentant du gouvernement dans le département. Mais il est également le représentant du gouverneur. Il y'a également les services déconcentrés :

6.3.6 La DREEC :

Elle est chargée de mettre en œuvre la politique du gouvernement en matière d'environnement à l'échelle régionale. Elle a pour mission, la prévention et le contrôle des pollutions et nuisances ; le suivi des actions des divers services et organismes intervenant dans le domaine de l'Environnement ; l'élaboration des textes juridiques concernant l'Environnement¹². Elle est le répondant du ministère de l'environnement au niveau régional. Dans la gestion du littoral, elle est chargée de protéger les zones sensibles, la gestion du littoral dans la lutte contre l'extraction du sable marin et la sensibilisation des populations.

A côté du DREEC, il y'a l'inspection régionale de la pêche maritime qui assure la politique de la gestion et l'exploitation des ressources halieutiques au niveau régional.

6.3.7 Les partenaires techniques et financiers (PTF)

Plusieurs partenaires de l'Etat du Sénégal apportent leur soutien à ce dernier, la commune de Saint Louis et les populations dans la gestion du littoral. Ils participent au renforcement des capacités techniques, organisationnelles et financières. Ils mettent également des projets et

¹² www.denv.gouv.sn

programmes qui participent à la résilience des populations de cet espace. Parmi ces partenaires, nous avons :

- **AFD** : A travers un prêt de 15 millions d'euros de l'AFD, l'Etat du Sénégal via l'Agence de Développement Municipal (ADM) met en œuvre le projet de protection côtière le long du front de mer, de Ndar Toute à Guet Ndar. L'AFD finance et accompagne le PPCS dont l'objectif est de protéger rapidement la population et les biens des quartiers de Saint Louis situés sur la Langue de Barbarie du risque d'érosion et de contribuer à l'amélioration des connaissances scientifiques des enjeux côtiers de la Langue de Barbarie et de leur diffusion dont le maître d'ouvrage est l'ADM.

- **La BM** :

La Banque Mondiale, quant à elle, accompagne l'Etat du Sénégal à travers le projet de relèvement d'urgence et de résilience de Saint-Louis (SERRP) qui dispose d'un volet d'urgence consistant à reloger les sinistrés de 2017 et 2018 de la Langue de Barbarie dans des UMH et d'un volet durable qui permettra de déplacer, à Djougoup, près de 10.000 personnes issues de la zone située le long des 20 premiers mètres du front de plage. La banque apporte son soutien à la résilience des populations de la LB avec le projet SERRP qui vise le relogement définitif des populations vivant dans la zone à haut risque. Mais également, il y'a le projet WACA qui vient en appoint au SERRP.

- **La coopération japonaise (JICA)** :

Elle intervient dans la gestion du littoral à travers le projet de renforcement des capacités pour les femmes et les enfants de Guet Ndar. Le projet des femmes transformatrices, s'effectue en coordination avec la JICA, l'antenne du service régional de la pêche et les GIE : « Takkuliguey » et « Diambarousine ». Les actions ciblent la structuration de l'activité avec, par exemple, l'installation de bascules pour vendre le poisson fumé au poids.

- **ONU-Habitat** :

Compte tenu de la vulnérabilité croissante des villes et notamment des villes côtières face aux impacts du changement climatique, l'ONU-HABITAT a initié, en 2008, l'initiative « Villes et Changement Climatique » au niveau global et, en 2009, l'a décliné, en Afrique, dans 5 villes pilotes : Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), Saint-Louis (Sénégal), Kigali (Rwanda), Mombasa (Kenya) et Walvis Bay (Namibie). L'initiative d'ONU HABITAT à Saint-Louis a, dans un premier temps, accompagné la Ville de Saint-Louis dans la formulation d'une stratégie de développement urbain à long terme intégrant la dimension climatique. En parallèle, l'initiative vise à renforcer les capacités techniques et institutionnelles de la Ville de Saint Louis à affronter les enjeux climatiques par des séminaires de formation et de sensibilisation ainsi que par des

échanges d'expériences et de bonnes pratiques à travers la mise en place de réseaux thématiques, nationaux, régionaux ou globaux. Elle appuie aussi le dialogue et la concertation politique entre les échelons locaux, régionaux et nationaux que la lutte contre les risques liés au changement climatique rend indispensables.

- En 2010, ONU HABITAT avait contribué à l'organisation d'un forum à Saint Louis ; A l'issue du forum, les parties prenantes reconnaissent que les collectivités locales jouent un rôle stratégique sur la prise en compte des changements climatiques en tant que lieux d'innovation économique, politique et culturelle, accueillant la moitié de la population mondiale, avec des implications considérables sur l'avenir de notre planète et de l'humanité. Elles prennent en compte le rôle important que la communauté scientifique doit jouer dans l'éclairage des décisions et choix de stratégies d'atténuation, d'adaptation et de résilience des collectivités locales face aux changements climatiques.

Tableau 8 : Synthèse des différents acteurs du littoral

Acteurs	Niveau d'influence			Rôles	Difficultés	Stratégies
	Faible	Moyen	Elevé			
L'administration territoriale (gouverneur, préfet, sous-préfet) et les services techniques déconcentrés (ARD, DREEC...)			✓	Assurer, gérer et surveiller l'application des plans, programmes et stratégies des politiques publiques à l'échelle régionale départementale...	Non-respect des législations et d'orientation surtout en matière de gestion du littorale. Cadre de gouvernance participative et inclusive limité.	Le PNADT, le SRAT, le PRDI, le PRAE, le SDAGC, le SDAU, le PDU, le PUR, le PDL, la loi du DPM, le PNGIZC...

<p>Les collectivités territoriales</p>			<p>✓</p>	<p>Sont chargées de gérer la commune autrement dit c'est l'exécutif local. Elles disposent d'un certain nombre de prérogatives c'est-à-dire des domaines de compétences qui leurs sont transférées par l'Etat central</p>	<p>En ce qui concerne la gestion du littoral ces compétences sont limitées.</p>	<p>Elaboration d'un PDC. Mais pour ce qui est de la zone côtière elles ne disposent de prérogatives car le littoral est toujours sous la tutelle de l'Etat central sous la houlette du ministère de l'environnement.</p>
<p>Les partenaires techniques et financiers</p>			<p>✓</p>	<p>Contribution à la mise en place de stratégies de protection et de résilience des zones côtières. Sensibilisation des acteurs locaux sur la mauvaise gestion du littoral avec son lot de dégât.</p>		<p>PPCS, SERRP, PROGEP... sensibilisation</p>

Les populations locales (délégués de quartier)			✓	elles sont les premiers acteurs car non seulement, le littoral est leur espace d'habitation mais également leur zone de travail. Mais à travers les comités de quartier, ils travaillent en étroite collaboration avec les autorités compétentes.	La non implication de la population locale dans la gestion du littoral. Ils jouent également un rôle d'alerte et de veille	Sensibilisation de la population locale dans la bonne gestion du littoral,
---	--	--	---	---	--	--

Conclusion partielle

En somme on peut retenir que la Langue de Barbarie qui est une zone à forte concentration humaine mais également de développement socio-économique est vulnérable face à l'érosion côtière. En effet, l'avancée de la mer a des impacts environnementaux et socio-économiques sur la Langue de Barbarie qui se manifeste par le rétrécissement de la plage, la destruction des matérielles de pêche, des habitations ainsi que des infrastructures sociales de base. Dans un contexte de changement climatique, où les phénomènes climatiques extrêmes se multiplient, il devient urgent de protéger les zones côtières. Ainsi, Pour pallier à ce fléau, les différents acteurs qui interviennent au niveau de cet espace ont mis place des stratégies d'adaptation pour y faire face. A cet effet, les populations locales tentent de se protéger en utilisant des sacs de sables, des gravats et des pneus. Mais ces stratégies sont jugées inefficaces. Par ailleurs l'Etat du Sénégal et ses PTF sont en train de réaliser des ouvrages de grandes envergures pour la protection de la Langue de Barbarie.

CONCLUSION GENERALE

Aujourd'hui, le problème de l'érosion côtière est un phénomène mondial qui impacte négativement sur l'environnement côtier marqué par un recul du trait de côte surtout avec le CC et ses effets qui ne cessent de s'amplifier. Elle affecte les côtes sénégalaises et particulièrement la LB. Sur cet espace le recul du trait de côte est lié à des facteurs naturels tels que l'élévation du niveau marin combiné à la topographie basse qui ne dépasse guère 2m. A cela s'ajoute les vagues, les houles exceptionnelles et les raz de marées. En dehors de ces facteurs naturels, le problème de l'avancée de la mer est accentué par des facteurs d'ordre anthropique comme l'extraction du sable marin, la réalisation des infrastructures et l'occupation anarchique du DPM ainsi que l'ouverture de la brèche en 2003.

La LB est marquée par des phénomènes d'érosion qui se manifestent par le recul du trait de côte entre 1989 et 2019 avec un recul moyen de 2.53m/an. Sur les différentes périodes, on observe des disparités marquées par des périodes d'accrétion par endroit. En effet, entre la période 1989 – 1999, le recul moyen du trait de côte était de 4.57m/an. Alors que pour la période 1999-2009, le recul était de 4.62m/an. En revanche pour la période 2009-2019 le recul était de 5.43m/an.

Ce recul du trait de côte impacte négativement sur le milieu physique entraînant une détérioration du cadre de vie. Avec la dégradation du cadre de vie les populations de la LB sont de plus en plus vulnérables avec la destruction de leurs habitations et des infrastructures sociales de base comme ce fut le cas de l'école Cheikh Touré et Khali Mbengue qui se sont effondrées avec l'effet des vagues entraînant le déplacement et l'inscription de centaines d'écoliers dans les autres établissements de la ville. Ces conséquences sociales ont même occasionné le déplacement des populations vulnérables dans des sites de recasement vers les zones périphériques de Saint Louis comme Khar Yalla et Boudiouck. L'érosion a entraîné des pertes économiques énormes avec la réduction des revenus tirées des différents secteurs d'activités comme la pêche. Mais face à cette situation, les acteurs (populations, collectivités territoriales l'Etat central et les PTF) tentent de mettre en œuvre des stratégies pour faire face à l'érosion côtière mais également de rendre cet espace plus résilient surtout en cette période de CC. Beaucoup de projets de grandes envergures sont en train d'être réalisés dans le seul but de pouvoir protéger les habitants de la Langue de Barbarie. Il s'agit entre autres du PPCS, SERRP, PROGEP WACA.

Par rapport à nos hypothèses, on peut confirmer que l'érosion côtière est à l'origine de la dégradation de l'environnement et des difficultés socio-économiques des populations de la LB. En effet, l'avancée de la mer a entraîné la détérioration du cadre de vie des populations de la

LB, mais a également affecté les activités socio-économiques. Une multiplicité de facteurs (naturels et anthropiques) est à l'origine de l'avancée de la mer. Ce phénomène a bouleversé le fonctionnement de la LB avec des conséquences environnementales, économiques et sociales assez importantes. Face à ces contraintes, beaucoup d'acteurs coopèrent pour atténuer ces impacts à travers des stratégies diverses. La résilience de cet espace doit passer par des stratégies efficaces et durables dans le temps pour atténuer les effets du CC. Le principal défi à relever est la protection côtière de la ville de Saint Louis et la résilience des moyens de subsistance des populations de cette flèche littorale. L'atteinte de cet objectif passe nécessairement par une amélioration du cadre de gouvernance avec la gestion participative et inclusive.

Enfin, dans une éventuelle perspective de recherche post-mémoire nous tenterons de voir l'importance des infrastructures de grandes envergures de protection des espaces littoraux en particulier sur la grande côte surtout en ces périodes de changement climatique. Etudier également la réaction des plages de Saint Louis une fois la mise en opération de l'exploitation du pétrole et du gaz et voir les différentes formes de résilience adoptées par la population de la LB pour leur bien être socio-économique et environnemental. A cela s'ajoute l'évolution du système côtier face à la variabilité climatique combinée à l'exploitation des hydrocarbures.

Il serait intéressant de poursuivre cette étude dans un contexte de changement climatique et d'exploitation du pétrole et du gaz pour voir le comportement des populations. Il sera question de voir quelles seront les mesures d'accompagnement pour aider ces populations côtières de la LB des profits tirés de l'exploitation de ces hydrocarbures.

Références Bibliographiques

- ACCC/UNESCO., 2015 : Rapport du séminaire de clôture sur la gestion intégrée des zones côtières et les changements climatiques en Afrique de l'Ouest, Dakar/Sénégal, juin 2012
- ADJOUSSE.P., 2001 : Impact du prélèvement sable marin sur l'évolution du trait de côte à Yoff : Essai d'étude de Vulnérabilité (Presqu'île du Cap Vert). Mémoire de DEA, UCAD, 72p.
- ADM., 2019 : Projet SERRP, aménagement du site de Djougoup et déplacement des personnes affectées, rapport final du plan d'action de réinstallation, Mars 2019.
- ADM., 2019 : Projet SERRP : Cadre de gestion environnementale et sociale, rapport final, Mars 2019
- ADM., 2020 : SERRP, stratégies de restauration des moyens de subsistance des populations de la Langue de Barbarie, rapport final, juin 2020, 40p
- ANACIM., 2022 : Les paramètres climatiques de la commune de Saint Louis, 1980 2020
- ANSD., 2013 : RGPHAE, 2013
- ANSD., 2015 : Rapport sur la situation économique et sociale du Sénégal en 2015, 325p
- ARD., 2019 : Plan d'action communal pour l'environnement (PACE) de la commune de Saint – Louis
- BA.K., 2013 : Apport de la télédétection et des SIG dans l'étude de l'évolution de la Langue de Barbarie et de l'estuaire de fleuve Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 218p.
- Banque mondiale, 2018: Projet de relèvement d'urgence et de résilience à Saint-Louis
- BARUSSEAU, 1980: Essai d'évaluation des transports littoraux sableux sous l'action des houles entre Saint et Joal (Sénégal), Bull. de liaison ASEQUA, n° 58-59, pp 35-39.
- BEER.T, 1997: Environmental oceanography. CRC Marine Science Series. CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo, 367p.
- BIRD.E.C.F, 2007: Coastal geomorphology. An introduction. John WILEY and Sons Ltd, Chichester, 411p.
- BM, 2018 : WACA, programme de gestion du littoral ouest africain, d'une vision partagée du littoral, à une réalité durable, Novembre 2018, 8p.

BOAK. E.H., TURNER. I.L., 2005 – Shoreline Definition and detection: A Review. Journal of Coastal Research, 21(4), 688- 703. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.

BOUDJERA.A, 2010: Impact des structures hydrauliques sur l'érosion littorale en Côte-Nord. Etude de cas précis : CAS DE SEPT – ÎLES, mémoire de maîtrise en Géographie, Université du Québec à Montréal, 137p.

BRUNET R., FERRAS R. et THERY H., 2005: Les mots de la géographie : dictionnaire critique, Reclus- la documentation Française, 518 p.

CABANE.F, Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral, version 24, avril 2012, 324p.

CDNS, 2020 : Rapport, CDNS approuvé, 47p.

CSE, 2004 : Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal.

CSE, 2015 : Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal 199p.

DEEC, 2005 : Rapport National sur l'Etat de l'Environnement Marin et Côtier, 70 p.

DEEC, 2008 : Formulation d'un Programme National Intégré de Lutte contre l'Erosion Côtière, Rapport Final, 148 p.

DIAW. A.T., 1999 : Méthodes et techniques d'Etudes Littorales ; « Cours de formation régionale "Gestion des zones humides.UICN, Wetlands International pp193-199.

DIAW.A.T., 1997 : Evolution des milieux littoraux du Sénégal. Géomorphologie et télédétection. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Lettres, Université de Paris I : Panthéon – Sorbonne, 270p.

DURAND.P., 2000 : Approche méthodologique pour l'analyse 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), photo interprétation, N°2000/1-2,18p.

FAO, 2014 : Rapport sur la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, Rome 2014

FAYE I.B.N., 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 analyse de cartes anciennes. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale et Institut Européen de Mer, Ecole Doctorale des Sciences de la Mer, 393 p.

GEORGE P., 1990 : Dictionnaire de géographie, 4eme édition, Presses Universitaire de France, 510 p.

GIEC, 2007: Les changements climatiques: les éléments scientifiques, Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 168p

GUILCHER.A., 1954: Rapport sur une mission d'étude de la Langue de Barbarie et l'embouchure du Sénégal, M.A.S., 56p

HIMMELSTOSS.E.A, KRATZMANN.M.G, THIELER.E.R, 2017: National assessment of shoreline change Summary statistics for updated vector shorelines and associated shoreline change data for the Gulf of Mexico and Southeast Atlantic coasts; U.S. Geological Survey Open-File, Report2017-1015,8p.,<https://doi.org/10.3133/ofr20171015>

IBE A.C., QUELENNEC R.E., 1989: Méthodologie d'inventaire et de contrôle de l'érosion côtière dans la région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. PNUE, Nairobi, Rapports et Etudes des Mers Régionales, n°107, 107 p.

JUINGNER.M, ROBIN.M, FATTAL.P., MAANA.M, & DEBAINE.F, LE GUERN.C, GOUGUET.L, BAUDOUIN.V, 2012 : Cinématique d'un trait de côte sableux en Vendée entre 1920 et 2010. Méthode et analyse. Géolittomer CNRS-UMR 6554 LETG, Université de Nantes, 13p.

KANE.A. 1997 : L'après barrage dans la vallée du fleuve Sénégal : modifications hydrologiques, morphologique, géochimiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro agricoles. Thèse de Doctorat d'Etat, UCAD, 551P.

Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017 : Stratégie national pour la mer et le littoral, 45p.

NIANG-DIOP I., 1995 : L'érosion sur la petite côte du Sénégal à partir de l'exemple de Rufisque: passé- présent- futur, Thèse et documents micro affichés. Edition ORSTOM, Université d'ANGERS, UFR Environnement, 477p.

NDIAYE-DIA. M., 2016 : Dynamique, vulnérabilité socioéconomique et gouvernance des littoraux de Saly Portudal et de la Langue de Barbarie au Sénégal, thèse de doctorat en Géographie, UGB, 342P

PANA, 2006 : Etudes de vulnérabilité et options d'adaptation 84p.

Partenariat kosmos BP commune de Saint-Louis, 2017 : profil environnemental de la Langue de Barbarie

PNUE/UNESCO/ONU-DAESI, 1985 : Erosion côtière en Afrique de l'ouest et du centre. UNEP Regional Seas Reports and Studies n°67, 248p.

Projet d'investissement régional de résilience des zones côtières en Afrique de l'ouest WACA, 2019 : rapport sur le cadre politique de réinstallation, 145p.

SAKHO. I., (2011) : Projet ISO : Hydro- Sédimentologie dans l'Estuaire de la Somone, thèse de doctorat, 14p.

SADIO.M., 2017 : Morphodynamique et aménagement des flèches littorales de la côte du Sénégal, Thèse de doctorat, UCAD ; AIX Marseille Université, 375p.

SY.A.A., 2013 : Dynamiques sédimentaires et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandioul, littoral Nord du Sénégal, Thèse pour le Doctorat de géographie, UGB 328 p.

SY. B.A., SY. A.A., BODIAN. A., FAYE. A. T., NIANG. S., DIOP. M., NDIAYE. M., 2015 : "Brèche" ouverte sur la Langue de Barbarie à Saint Louis, esquisse de bilan d'un aménagement précipité. La Librairie Universitaire, Thèse & essais, L'harmattan, ISBN : 978-2-343-06975-3.

THIELER. E.R., ERGUL. A., 2005: The digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 3.0, An ArcGIS extension for calculating historic shoreline change: U.S. Geological Survey Open File-Report 2005-1304.

THIOR. M., SANE. T., SY. O., DECROIX. L., BA. B.D., SOLLY. B., MENDY. V., 2019 : Analyse spatiale de l'évolution du Trait de Côte Autour de l'embouchure du Fleuve Casamance (Sénégal) de 1968 à 2017, à partir de l'outil DSAS.

THIOR.M., 2020 : Dynamique du littoral de la Casamance : Caractéristiques morphodynamiques, changements environnementaux et impacts socio-économiques. Thèse de doctorat unique, Département de Géographie, UFR Sciences et Technologies, Ecoles Doctorales des Sciences, Technologies et Ingénierie, Université Assane Seck de Ziguinchor, 389p.

THIOR. M., SY. A.A., CISSE. I., DIEYE. E. B., SANE. T., BA. B.D., SOLLY. B., CROIX. L., 2021 : Approche cartographique de l'évolution du trait de côte dans l'estuaire de la Casamance

UEMOA, 2007 : programme de lutte contre l'érosion côtière

WADE.C.T., 2008 : Ecosystème et environnement : problématique de la gestion durable des usages littoraux au niveau de la grande côte. Thèse de doctorat, de l'université de Paris 1 Panthéon – Sorbonne, 302p.

VEYRET.Y., 2007 : Dictionnaire des milieux et de l'environnement.

Webographie

<https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere>.

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/17094_Strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral_fev2017.pdf.

<https://www.banquemondiale.org/fr/programs/west-africa-coastal-areas-management-program>

<https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/vulnerabilite>

www.ipcc.ch/syrgloss.pdf

<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/trait-de-cote>

<http://observatoires-littoral.developpement-durable.gouv.fr>

<https://www.jeuneafrique.com/1024844/economie/villes-et-climat-Saint-louis-combat-lerosion-cotiere-3-6>.

www.denv.gouv.sn

[Https: // Photo. Geo.fr/Sénégal-Saint – Louis – grignotée par l'océan](https://photo.geo.fr/S%C3%A9n%C3%A9gal-Saint-Louis-grignot%C3%A9e-par-l%27oc%C3%A9an).

Liste des illustrations

Liste des cartes

Carte 1 : Processus d'extraction de la ligne de référence par photo interprétation.....	22
Carte 2 : Localisation de la commune de Saint Louis.....	27
Carte 3 : Localisation des quartiers de la commune de Saint-Louis	29
Carte 4 : Occupation du sol de la commune de Saint Louis 2014.....	31
Carte 5 : MNT de la commune de Saint Louis.....	32
Carte 6 : Les sols de la commune de Saint Louis.....	33
Carte 7 : Végétation de la commune de Saint Louis	34
Carte 8 : Evolution du trait de côte sur la LB entre 1989 et 1999.....	50
Carte 9 : Evolution du trait de côte entre 1999 et 2009.....	51
Carte 10 : Evolution du trait de côte sur la LB entre 2009 et 2019.....	52
Carte 11 : Evolution du trait de côte sur la LB entre 1989, 1999, 2009 et 2019	53

Liste des photos

Photo 1 : Les différentes entités d'une géodatabase	23
Planche de photos n° 2, 3 et 4 : Les claies de séchage photo (2) et les aires de séchage du GIE "Diambarousine" photos (3 et 4), Cliché : M. Faye 23/01/2022.....	45
Planche de photos n° 5 et 6 : Des charretiers qui prélèvent du sable (photo 5) et des vieux qui prélèvent du sable pour se protéger contre l'avancée de la mer (photo 6) source (Profil environnemental de la Langue de Barbarie, 2017)	59
Planche de photos n° 7, 8 , 9 et 10 : Evolution de la brèche en image.....	60
Photo 11 : Erosion par sapement des micros falaises (Source photo.geo.fr/Sénégal)	66
Planche de photos n° 12 et 13 : Des pirogues stationner sur les berges du fleuves Sénégal au niveau de Goxxu Mbacc (photo, 12) et Santhiaba (photo, 13)	69
Planche de photos n° 14 et 15 : Effondrement des maisons sous l'effet de la houle, source : (profil environnemental de Saint Louis)	71
Planche de photos n° 16 : Les salles de classe qui restent à l'école Abdoulaye Khali Mbengue	73
Planche de photos n° 17, 18 et 19 : Les ruines de l'école Cheikh Touré	74
Planche de photos n° 20 et 21 : Les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les populations locales. (Photo 20 clichés : Souleymane Niang et photo 21 Ndarinfo).....	77

Photo 22 : Les restants de l'ancien mur de protection 1926 – 1930 au sud de Guet Ndar	78
Planche de photos n° 23 et 24 : Digue de protection d'enrochement latéral	80
Planche de photos n° 25, 26 et 27 : Les UMH sur lesquels vivent les déplacés de la LB à Djougoup.....	81

Listes des figures

Figure 1 : Variation interannuelle de la pluviométrie à la station de Saint Louis de 1980 à 2020.....	35
Figure 2 : Variation interannuelle de la température à la station de Saint Louis de 1980 à 2020 (ANACIM, 2022).....	36
Figure 3 : Variation de la vitesse du vent à la station de Saint Louis de 1980 à 2020	37
Figure 4 : Direction des vents mensuels à la station pluviométrique de Saint Louis de 1981 à 2020. (ANACIM, 2022).....	38
Figure 5 : Répartition de la population dans la commune de Saint Louis en 2022	43
Figure 6 : Proportion des différents groupes ethniques de la Langue de Barbarie, (Données d'enquête, M. Faye 2022)	43
Figure 7 : Répartition des activités économiques dans la Langue de Barbarie, (Données d'enquête, M. Faye 2022).....	44
Figure 8 : Perception de la population sur les facteurs de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).....	55
Figure 9 : Perception de la population sur les facteurs de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).....	56
Figure 10 : Perception de la population sur l'existence de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).....	61
Figure 11 : Perception de la population sur la fréquence de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022.).....	61
Figure 12 : Perception de la population sur les impacts de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).....	64
Figure 13 : Perception de la population sur la vitesse de l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).....	65
Figure 14 : Nature des pertes liées à l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie, (Données d'enquête, M. Faye 2022).	67
Figure 15 : Perception des populations sur l'importance des pertes causées par l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie, (données d'enquête, M. Faye 2022)	68

Figure 16 : Stratégies d'adaptation mise en place par la population pour lutter contre l'érosion côtière, (données d'enquête, M. Faye 2022).....	75
Figure 17 : Perception des populations sur l'efficacité des stratégies locales face à l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie, (données d'enquête, M. Faye 2022)	76
Figure 18 : Perception des populations sur l'importance des stratégies étatiques pour faire face à l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie (données d'enquête, M. Faye, 2022).....	79
Figure 19 : perception des populations de la Langue de Barbarie sur le projet de relogement SERRP (données d'enquête, M. Faye, 2022).....	82
Figure 20 : les raisons de la population de la Langue de Barbarie sur leur refus de libérer la bande des 20 m (données d'enquête, M. Faye, 2022).....	83

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif de l'évolution du trait de côte à Saint Louis.....	15
Tableau 2 : Projection de la population de la commune de Saint Louis	17
Tableau 3 : Nombre de ménages enquêtés par quartiers (2022)	20
Tableau 4 : Données utilisées pour l'analyse diachronique du trait de côte de 1989 à 2019.	21
Tableau 5 : Les marges d'erreur	26
Tableau 6 : Variation moyenne mensuelle (m) à Saint Louis de 1980 à 2020.....	39
Tableau 7 : Calculs de l'évolution du trait de côte entre 1989 et 2019	53
Tableau 8 : Synthèse des différents acteurs du littoral.....	89

ANNEXES

Questionnaire adressé aux habitants de la Langue de Barbarie

Date de l'enquête: /_/_/_/_/

ID de l'enquêteur:.....

Commune:.....

Quartier:.....

I. Caractéristiques socio-économique du répondant

1. Age:

15-20 20-25 25-30 30-35 35-40
40-45 45-50 50-55 55-60 60-65

2. Profession

Pêcheur mareyeur transformatrice
Ouvrier fonctionnaire charpentier
Chauffeur Guide touristique autres à préciser

Commerçant (e)

3. Sexe

M F

4. Niveau d'éducation

Pas instruit élémentaire moyen secondaire
Secondaire université école coranique

5. Depuis quand vivez – vous dans ce quartier ?

-5ans 5-10ans 10-15ans 15-20ans 20 ans ou plus

6. Ethnie

Wolof Peulh Sérère autres

II. Les manifestations et facteurs de l'érosion

7. Quels sont les problèmes auxquels vous êtes confrontés dans votre quartier ?

8. Comment se manifeste ces phénomènes ?

Inondation

Erosion côtière

9. Avez-vous constaté une avancée de la mer ?

OUI

NON

Si oui

10. A quel rythme

Lent, rapide

11. Qu'est ce qui permet de le justifier ?

12. Comment se manifeste t – elle ?

Rétrécissement de la plage

destruction des infrastructures

13. Depuis quand avez – vous constatez ce phénomène ?

2 à 5ans

5 à 10 ans

10 à 15ans

15 ans ou plus

14. Les causes qui sont à l'origine sont-elles naturelles ou anthropiques ?

Naturelles

Anthropiques

15. Si oui lesquels ?

Vagues

prélèvements de sable et coquillage

Elévation du niveau marin

autres

16. Cette avancée est-elle constante ou irrégulière ?

Constante

Irrégulière

17. Quelle est la fréquence de cette avancée ?

Journalière Mensuelle Saisonnière

18. Avez-vous constaté une accélération ou une diminution de la vitesse de l'érosion ?

Accélération Diminution

III. Les impacts socio-économiques

19. Cette avancée vous affecte t- elle ?

OUI NON

20. Comment ?

Destruction des habitats Perte des plages destruction des
quais de pêche

Destruction des pirogues Autres à préciser

21. L'érosion côtière a t- elle entraîné des pertes socio-économiques

OUI NON

22. Si oui quelle est la nature des pertes ?

Matérielles Humaines Économiques

23. Comment jugez – vous la nature des pertes ?

Importante Moyenne Faible

24. L'avancée de la mer affecte t – elle vos activités ?

OUI NON

25. Comment cette activité est affectée ?

Diminution des revenus disparition de l'activité

26. Quelles sont les activités les plus affectés ?

La pêche tourisme élevage mareyage

27. Avec l'érosion côtière pratiquez-vous toujours votre activité ?

OUI NON

28. La pêche est-elle la seule activité la plus touchée par ce fléau ?

OUI NON

29. Avec l'accélération du processus d'érosion, vous adonnez-vous toujours à l'activité de la pêche ?

Oui NON

30. Si non quelles sont les autres activités qui sont les plus touchées ?

31. Avez- vous des alternatives de reconversion ?

OUI NON

32. Si oui lesquelles ?

Pisciculture élevage autres

33. L'avancée de la mer a t- elle favorisé la migration des pêcheurs vers la Mauritanie ?

OUI NON

IV. Les stratégies d'adaptations

34. Avez- vous des stratégies d'adaptation développées par les populations

OUI NON

35. Si oui quelles sont vos stratégies mises en œuvre ?

36. Sac de sable pneus autres à préciser

37. Comment ces stratégies sont mises en œuvre ?

Concertée Isolée Dans le cadre d'un partenariat

38. Comment jugez – vous ces stratégies mises en œuvre ?

Efficace

Inefficace

39. Les stratégies mises en œuvre par l'Etat et les autorités locales

40. Comment trouvez – vous les projets et programmes qui sont en train d'être réalisés dans la zone ?

Importants

Moyen importants

Pas importants

41. Etes – vous impliqués par les autorités dans la mise en œuvre de ces projets ?

OUI

NON

42. Avez – vous accepté le projet SERRP pour la libération de la bande des 20 mètres ?

OUI

NON

43. Si non pourquoi ne voulez-vous pas être relogé ailleurs ?

Psychologique

culturelle

rapport avec la mer

44. Comment appréciez – vous ces stratégies d'adaptations par l'Etat ?

Efficaces

Inefficaces

45. Si elles sont efficaces, qu'est ce qui permet de le justifier ?

46. Quelles sont les résultats obtenus ?

47. Si elles sont inefficaces quelles solutions proposez-vous pour leur modification ?

48. Existe-t-elle une gestion intégrée dans la lutte contre l'avancée de la mer avec les autorités ?

OUI

NON

49. Si oui lesquelles ?

50. Avec la destruction de vos maisons on vous a relogé ailleurs

OUI

NON

51. Comment trouvez-vous ces sites de relogement ?

Moyenne

bien

très bien

52. Ces relogements affectent ils l'éducation de vos enfants ?

OUI

NON

53. Avec ce déplacement à l'intérieur de la ville pratiquez-vous toujours vos activités sur la zone ?

OUI

NON

Table des matières

DEDICACES	I
Remerciements	II
SIGLES ET ABREVIATIONS	IV
Résumé :	VIII
Abstract:	IX
Introduction générale.....	1
I. Problématique	3
1. Contexte	3
2. Justification.....	4
II. Questions de recherches	5
1. Objectif général :	5
2. Objectifs spécifiques :.....	5
3. Hypothèse générale :	5
4. Hypothèses spécifiques :.....	5
III. Discussion conceptuelle	6
IV. État de l'art.....	11
V. Cadre méthodologique	16
1. La recherche documentaire	16
2. La collecte des données	16
3. Les enquêtes.....	17
3.1. La préenquête	17
3.2. Le guide d'entretien	17
4. Le traitement des données	20
4.1 Le traitement des données quantitatives	20
4.2 Le traitement des données géospatiales.....	20
4.3 La méthode de traitement des images	21
4.3.1 L'identification de la ligne de rivage.....	21
4.3.2 La digitalisation de la ligne de rivage.....	22
4.3.3 Méthodes de calcul du taux de l'évolution des traits de côte	22
4.3.4 Calcul statistiques.....	24
4.3.5 Les marges d'incertitude	24
4.3.6 Les marges d'erreur.....	24

Première partie : présentation de la zone	27
Chapitre 1 : Les caractéristiques physiques de la zone et les contraintes	30
1. Les caractéristiques physiques	31
1.1 Le relief	31
1.2 La pédologie	32
1.1 La végétation	33
1.2 Le climat	34
1.2.1 La pluviométrie.....	34
1.2.2 La température.....	36
1.2.3 Le vent	36
1.2.4 L'humidité relative.....	38
1.3 Les facteurs hydrodynamiques	39
1.3.1 La houle	39
1.3.2 Les courants de houle.....	40
1.3.3 La marée	41
Chapitre 2 : Les caractéristiques démographiques et socioéconomiques de la zone	42
2.1 Les caractéristiques démographiques.....	42
2.2 Les caractéristiques socioéconomiques	44
2.2.1 <i>La pêche</i>	44
2.2.2 <i>La transformation des ressources halieutiques et le mareyage</i>	45
2.2.3 <i>Le commerce</i>	46
Deuxième partie : Cinématique de l'évolution du trait de côte de 1989-2019 et les facteurs d'érosion	48
Chapitre 3 : La cinématique du littoral de 1989 à 2019	49
3.1 L'évolution du trait de côte entre 1989 et 1999 sur la LB.....	49
3.2 L'évolution du trait de côte entre 1999 et 2009	50
3.3 Evolution du trait de côte entre 2009 et 2019 sur la LB	51
3.4 Synthèse de l'évolution du trait de côte sur la LB entre 1989, 1999, 2009 et 2019	52
Chapitre 4 : Les facteurs de l'érosion côtière dans la Langue de Barbarie et la perception des populations sur l'érosion côtière.....	55
4.1 Les facteurs naturels	56
4.2 Les facteurs anthropiques	58
4.3 La perception des populations sur les manifestations et facteurs de l'érosion.....	60
Troisième partie : Impacts environnementaux et socio-économiques de l'érosion côtière et les stratégies d'adaptation	63

Chapitre 5 : Les impacts environnementaux et socio-économiques de l'érosion côtière	64
5.1 Les impacts environnementaux	65
5.2 Les impacts économiques	67
5.3 Les impacts sociaux	70
Chapitre 6 : Les stratégies d'adaptation contre l'avancée de la mer.....	75
6.1 Les stratégies locales	75
6.2 Les stratégies mises en œuvre par les autorités compétentes.....	77
6.3 Cartographie des acteurs intervenant sur le littoral	85
Conclusion partielle.....	91
CONCLUSION GENERALE	92
Références Bibliographiques.....	94
Liste des illustrations.....	100
ANNEXES	103
Table des matières	109