



UNIVERSITE D'ANTANANANARIVO

DOMAINE ART, LETTRES ET DES SCIENCES HUMAINES

MENTION GEOGRAPHIE

PACOURS MILIEUX NATURELS ET SCIENCES DE LA TERRE

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER



Présenté par : BASTOI Abdallah

Sous la direction de : Monsieur ANDRIAMIHAMINA Mparany, Maître de conférence

Promotion : ISALO

Date de soutenance : 14 Février 2018



UNIVERSITE D'ANTANANANARIVO

DOMAINE ART, LETTRES ET DES SCIENCES HUMAINES

MENTION GEOGRAPHIE

PACOURS MILIEU NATUREL SCIENCE DE LA TERRE

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Intitulé

**LA PLAGE D'OUROVENI : DYNAMISME MORPHOLOGIQUE
ET ACTIVITES ANTROPIQUES (Grande Comores)**

Présenté par : BASTOI Abdallah

Devant le jury composé de :

Président : **James RAVALISON, Professeur**

Rapporteur : **Monsieur ANDRIAMIHAMINA Mparany, Maître de conférences**

Juge : **RALINRINA Fanja, Maître de conférences**

Promotion : ISALO

Date de soutenance : 14 Février 20

REMERCIEMENTS

Nous ne saurions introduire ce mémoire, sans remercier très sincèrement, et du fond du cœur, certaines personnes. Si ce travail a pu atteindre sa fin, c'est parce qu'il a bénéficié de l'aide et du soutien de gens, que je tiens à remercier. Notre gratitude s'adresse à tous les professeurs de la section de géographie, aussi bien à l'université d'Antananarivo. Vos conseils pratiques et critiques nous ont permis de mener à bon terme ce mémoire. Sensible à vos marques de sympathie et de dévouement sans cesse constantes, nous tenons à vous exprimer toute notre sincère reconnaissance.

Nous remercions aussi notre directeur de mémoire, Monsieur **ANDRIAMIHAMINA Mparany**, pour tout ce qu'il a déployé comme efforts pour le bon déroulement de ce travail.

Nous n'oublierons pas Mr **James RAVALISON** qui nous a inculqué le goût de la géomorphologie de paysage. Nos remerciements s'adressent aussi à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de cette étude, en particulier:

.Ma chère femme, Rakotoniaina Armance Velomiantra Tanjona,

.Hachimille Mogne,

.Mohamed Aliani.

Je vous exprime toute ma profonde gratitude. L'amitié a-t-on souvent l'habitude de dire, est la plus noble richesse que l'homme puisse recevoir sur terre. C'est pourquoi, je ne peux terminer, sans pour autant remercier tous mes amis qui me sont chers à l'université. Pour tous les moments agréables et durs, mais parfois très instructifs que nous-avons passés dans et hors du campus.

Je n'oublierai jamais les autorités administratives de département de géographie.

Merci !

RESUME

Ce travail résume l'essentiel des observations et des mesures recueillies sur la plage d'Ouroveni (Grande Comores). L'ensemble des investigations menées, consiste à compléter les informations obtenues jusqu'ici par différents chercheurs. La plage d'Ouroveni présente un aspect à la fois rougeâtre et blanchâtre ou noirâtre qui met en évidence les processus qui y sont en jeu.

Nous retenons des facteurs d'érosion, tels les vagues qui ont une efficacité géomorphologique par leur force destructrice. Celles-ci entraînent une modification de la plage. Mais, Les eaux de ruissèlement et les activités anthropiques extraction et pollution sont aussi des agents qui influent ce changement de couleur de la plage.

L'analyse granulométrique portant sur 5 échantillons nous a permis de :

- Identifier les différentes particules sédimentaires présentes sur la plage,
- Constater la prédominance de ces particules le long de la plage,

La nature du sol est différente sur plusieurs endroits côtiers aux Comores, à Ouroveni, il s'agit d'un sol composé majoritairement d'argiles.

Ces facteurs d'érosion ont confirmé la dégradation sélective sur la plage et soulignent l'inégalité des dépôts sédimentaires. Dans les secteurs Nord-Est de la plage, s'entasse le sable blanc issu de la dérive littorale, tandis que dans le secteur Sud-Est s'accumulent divers types des sédiments issus de l'érosion marine et terrestre. Les conséquences de cette érosion sont plus visibles par la salinisation de la plage, par les dégâts matériels causés tels la destruction de la mosquée et le risque de destruction des installations côtières dont la route nationale. Mais aussi nous pouvons aussi noter le facteur de la pollution et l'exploitation de mangroves qui présentent un danger de l'écosystème marin.

La dynamique actuelle montre les différentes fluctuations de la ligne de rivage, d'un secteur à l'autre.

Mots clés : Plage d'Ouroveni (Grande Comores), milieu côtière, plage, littoral, érosion marine, hydrodynamique marin et terrestre, activité anthropiques, dynamisme.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	i
RESUME.....	ii
SOMMAIRE	iii
LISTE DE TABLEAUX	iv
LISTE DE CROQUIS	iiv
LISTE DE FIGURES	iiv
LISTE DES SCHEMA.....	v
LISTE DES PHOTOS	vi
LISTE DES ANNEXES	vi
LEXIQUES	vi
ACRONYME	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE La plage d'Ouroveni : une plage à double visage	
CHAPITRE I.....	3
CONTEXTE GENERALITE DE L'ETUDE ET FONCTIONEMENT DU SITE.....	3
CHAPITRE II APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	10
DEUXIEME PARTIE : LA MORPHOLOGIE ET LES FACTEURS INFLUENCANT	
L'ASPECT DE LA PLAGE D'OUROVENI	
CHAPITRE III : DIFFERENTES PARTIES DU LITTORAL D'OUROVENI.....	21
CHAPITRE IV LES PHENOMENES INFLUENCANT LA PLAGE D'OUROVENI ..	40
CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE.....	63
TROISIEME PARTIE : LA DYNAMIQUE ACTUELLE ET SES CONSEQUENCES	
CHAPITRE : VCONSEQUENCES MORPHODYNAMIQUES	65
CHAPITRE VI LUTTE CONTRE L'EROSION ET CONTRE LA POLLUTION	70
CONCLUSION GENERALE	76
BIBLIOGRAPHIE	78
ANNEXE	83
TABLE DES MATIERES	92

LISTE DE TABLEAUX

Tableau n° 1: Les acteurs ciblés	17
Tableau n° 2 : Les acteurs ciblés	18
Tableau n° 3:Classification des particules sédimentaires en place	22
Tableau n° 4:Classification des particules sédimentaires de la plage.	28
Tableau n° 5:Les principales caractéristiques des différents mécanismes de la pollution du..	31
sable.....	31
Tableau n° 6:classification des dépôts.	44
Tableau n° 7:précipitation moyenne annuelles 1991-2000.....	45
Tableau n° 8 : Température moyenne annuelles 1991-2000.....	46
Tableau n° 9: variation moyenne annuelle de marées au Comores 2000.....	55

LISTE DE CROQUIS

Croquis n°1 : Géomorphologie du littoral.....	38
Carte n° 2 : carte géologique	42

LISTE DE CARTES

Carte n° 1 : LOCALISATION DE COMORES.....	2
Carte n°2 : Localisation de la zone d'étude.....	3
Carte n°3 : Typologie du trait de la côte	29
Carte n° 4 : Dynamique sédimentaire	33
Carte n°5 : Répartition des vents principaux au Comores	48.

LISTE DE FIGURES

Figure n° 1 : Nature superficielle de la plage	5
Figure n°2 : Direction des vents maxi de 1990-2005 Station de Moroni	58
Figure n°3: Profile de la pente de la montagne Le Mbadjini.source google aerth.....	52
Figure n°4: plage d'Ouroveni 2015.	70
Figure n°5: plage d'Ouroveni 2000.....	70

LISTE DES SCHEMA

Schéma n° 1: Démarche de l'étude	10
Schéma n°2 : Les transferts de sédiments sur la plage.....	37
Schéma n°3 : Dérive littorale	57
Schéma n°4 Digue de proposition.....	71

LISTE DES PHOTOS

Photo n°1 : profile de la côte rocheuse, prise en direction sud, le 12/06/2016	26
Photo n°2 : Cordon dunaire végétalisé.....	25
Photo n°3 : dune de nord-Ouest de la plage, prise le 25/09/2016.	25
Photo n°4 : L'estran (zone intertidale) prise en direction Est le 25/09/2016	29
Photo n°5 : La Haute plage, prise en direction Nord le 30/09/2016	30
Photo n°6 : Cordon de galets, prise en direction Nord-est de la plage	31
Photo n°7, sable vaseux prise, en direction sud-est 30/07/2017	32
Photo n°8, L'estran prise en période displuvial, prise en direction Nord-Est.	33
Photo n°9, profile de la plage en période de marée basse, direction Nord-Est.	42
Photo n°10, plage d'Ouroveni en période pluvieux en direction Sud.	43
Photo n°11, lit du cours d'eau, prise en direction Ouest.	55
Figure n°4 : Direction des vents maxi de 1990-2005 Station de Moroni.	58
Photo n°12 : côte sud-est de la plage, cote rocheux et d'accumulation de sable	59
Photo n°13 : Zone de formation meuble, prise en direction Nord-Ouest 26/09/2017.	60
Photo n°14 : Mosquée au bord de la plage, prise en direction Ouest.....	63
Photo n°15, Mosquée en construction, prise en direction Sud.....	63
Photo n°17 : signe d'extraction sur la haute plage, prise en direction Sud-Ouest	69
Photos n°18 : Maison construites par le sable corallien, prise en direction Sud.....	69
Photo n°19 : dépôt de déchet au pied de la dune.....	71
Photo n°20 : dépôt de vedette de pêche.....	72

Photo n°21 : pollution sur les mangroves.....	72
Photo n°22 :A la plage d'Ouroveni, prise en direction Est.	73
Photo 23: Evènement exceptionnelle des inondations au Comores en 2012 et 2016.	79

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE	83
ANNEXE 2 : Tableau des méthodes utilisées.....	85
ANNEXE 3 : Carte d'itinéraire.....	86
ANNEXE 4 : Les menaces provoquant du changement climatique affectant les récifs coralliens aux Comores	87
ANNEXE 5 : Figure : les facteurs influençant la morphologie de la plage d'Ouroveni.....	88
ANNEXE 6 : Figure : Schéma du biseau salé.....	88
ANNEXE 7 : Arbre de décision simplifié pour la gestion de l'érosion côtière. Source : Cazes-Duvat et Paskoff, 2004.....	89
ANNEXE 8 : Tableau : les principales plages des Comores	89
ANNEXE 9 : Carte de proportionnalité des zones à la Grande Comores	90
ANNEXE 10 : Carte géologique de Comores.....	91

LEXIQUES

BWE LAMSIDANOU : Pierre à poudre de Santal, utilisé pour masque de beauté et de protection

WOUROVE : Sable très fines

CHAMA : Association villageoise

NGOMI : mures de protection

NKUNI : fagots

ACRONYME

ADESI : Association pour le développement socio-économique d'Itsamia

AFD : Agence Française de Développement

AGRAAR : Ingénieurs-Conseils, Essen Allemagne

APSP : Association pour la promotion du secteur privé

AUPELF-UREF : Association des universités partiellement ou entièrement de langue française
Université des réseaux d'expression française

BDPA : Bureau pour le développement de la production agricole

BIC : Banque pour l'industrie et le commerce – Comores

CEA : Centre d'encadrement agricole

CEFADER : Centre fédéral d'appui au développement rural

CNDRS : Centre national de documentation et de recherche scientifique

COI : Commission de l'Océan Indien

COZEP : Centre des Opérations de Secours et de la Protection Civil

CRDD : Conseils régionaux pour le développement durable

CTOI : Commission thonière de l'Océan Indien

DCP : Dispositif de concentration de poissons

DECVAS : Développement des cultures vivrières et appui semencier

DGE : Direction générale de l'environnement

DGP : Direction générale de la pêche

DGTH : Direction générale du tourisme et de l'hôtellerie

DGTP : générale des travaux publics

ENAC : École nationale d'administration et de commerce

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FED : Fonds européen de développement

FEM : Fonds mondial pour l'environnement

GIE : Groupement d'intérêt économique

INRAPE : Institut national de recherche pour l'agriculture, la pêche et l'environnement

ISFR : Institut supérieur de formation et de recyclage

LCE : Loi-cadre sur l'environnement

MPE : Ministère de la Production et de l'Environnement

MRAC : Musée Royal de l'Afrique Centrale de Belgique

OGM : Organisme génétiquement modifié

ONG : Organisation non gouvernementale

OVM : Organisme vivant modifié

PAC : Plan d'action pour la conservation

PAE : Plan d'action environnemental

PIB : Produit intérieur brut

PNE : Politique nationale sur l'environnement

PNUE : Programme des Nations-Unies sur l'environnement

PNUD : Programme des Nations-Unies sur le développement

PRE-COI : Programme régional environnement de la commission de l'Océan Indien

RFI – RFIC : République Fédérale Islamique des Comores

SAGC : Société anonyme de la Grande Comores

SIG : Système d'information géographique

SNAC : Syndicat national des agriculteurs comoriens

UE : Union européenne

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

INTRODUCTION GENERALE

L'érosion côtière agit de façon importante à l'échelle mondiale. (L'agitation engendre des mouvements sédimentaires dans les profils de plage prélevant 50 à 500 m³ de sable par mètre linéaire et par an, (PERSON, B. 1993). Ce phénomène va prendre de l'ampleur, en raison de l'élévation du niveau des océans, avec comme conséquence le recul de 70% de la longueur des plages et plus de 40% de la population demeureront à moins de 100 km du littoral, (BIRD, 1985). Il est donc impératif de s'intéresser sérieusement à cette question. Plusieurs pays dans le monde littoral sont victimes de catastrophes écologiques. En 2014 la côte atlantique était soufflée par les assauts de l'océan, les vagues atteignant près de 12 mètres de haute y avaient touché différentes villes côtières. A Biarritz (Pyrénées-Atlantiques), au Québec, les impacts de l'érosion se manifestent, notamment sur le plan socio-économique, par des dommages occasionnés aux réseaux routiers et ferroviaires ainsi qu'au cadre bâti.

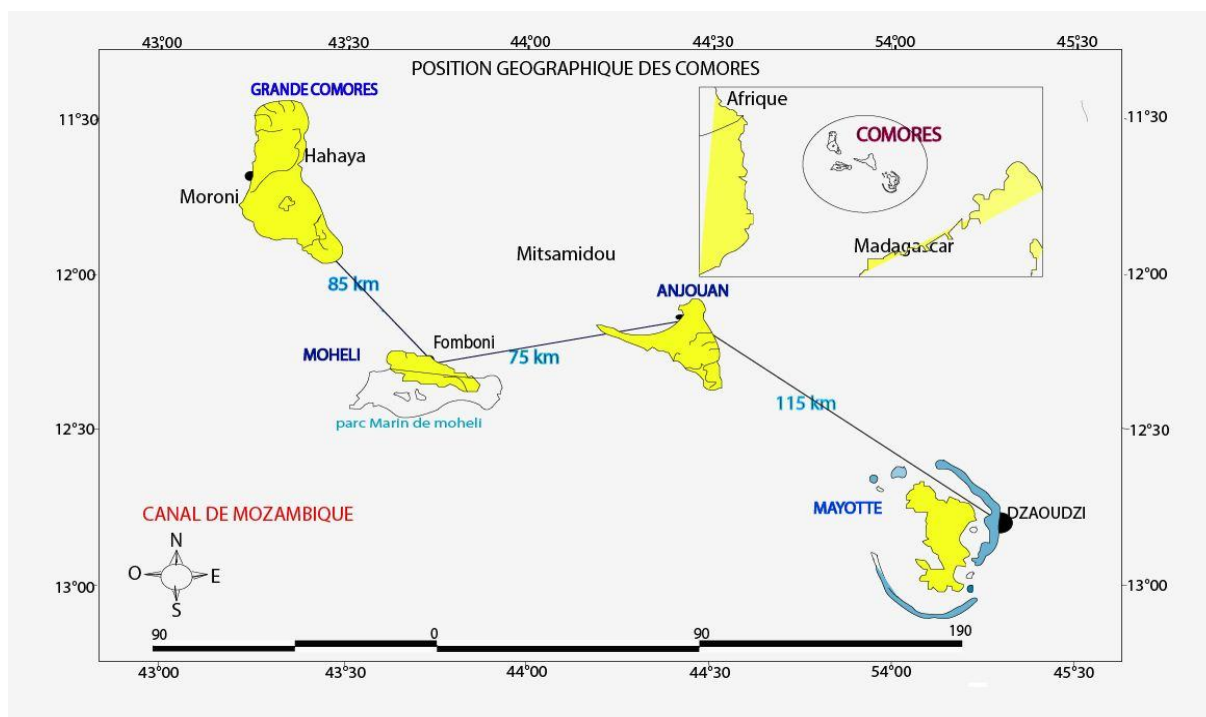
Aux Comores, de nombreux endroits présentent des signes d'érosion côtière qui tirent leur origine des phénomènes d'évolution naturelle du milieu (Inondation et forte vague). Mais des activités anthropiques, (extraction du sable, exploitation de mangroves et de pêche traditionnelle) détruisent aussi les barrières protectrices des plages, des coraux, herbiers.

Les conséquences d'une telle situation au niveau des composantes faunistiques et floristiques sont graves et souvent irréversibles. La côte et les écosystèmes côtiers et marins sont fragilisés à certains endroits voire détruits. Des prélèvements abusifs de sable et de coraux ont provoqué la disparition de certaines plages, notamment dans la région de Mbadjini où se situe notre zone d'étude. La plage d'Ouroveni est victime d'une extraction abusive pratiquée depuis plusieurs années. Par conséquent, l'érosion est d'une telle ampleur que cette plage possède actuellement un double visage.

Notre travail de recherche s'intitule « La plage d'Ouroveni : dynamisme morphologique et activités anthropiques ». Le choix de cette zone d'étude réside sur l'érosion côtière qui y présente un défi sur la salinisation complète du sable de la plage de couleur rougeâtre. En effet, cette plage commence à perdre de son ampleur primitive à cause de l'érosion marine et terrestre et aussi par la pression humaine, notamment l'extraction de sable au profit des infrastructures communautaires. L'érosion travaille durement dans cette zone et nous permet de remarquer également des traces de sable blanc et de coquillage partout sur la côte. Cela nous permet de croire que cette couleur actuelle n'est pas originaire de cette plage, car elle vient d'être mélangée par des sédiments alluvionnaires et de dégradation du sol par les eaux marines. De ce faire, il est constaté que ce changement de couleur résulte de l'érosion marine

et terrestre. Donc, l'extraction du sable et la dégradation du sol lancent un défi sur l'environnement. En ce sens, plusieurs risques peuvent se manifester, telle la disparition complète de récifs coralliens et des mangroves, le déséquilibre de l'écosystème et une érosion accélérée aux extrémités de la côte.

Carte n°1 : localisation des îles Comores



Source : BD, Comores et arrangement par l'auteur

PREMIERE PARTIE

La plage d'Ouroveni : une plage à double visage

Cette première partie va présenter la problématique du sujet. Elle va décrire également le contexte général de l'étude, pour nous permettre de comprendre et de mieux expliquer les problèmes du changement de comportement de la plage d'Ouroveni. Nous allons ensuite justifier les caractéristiques de ce dernier.

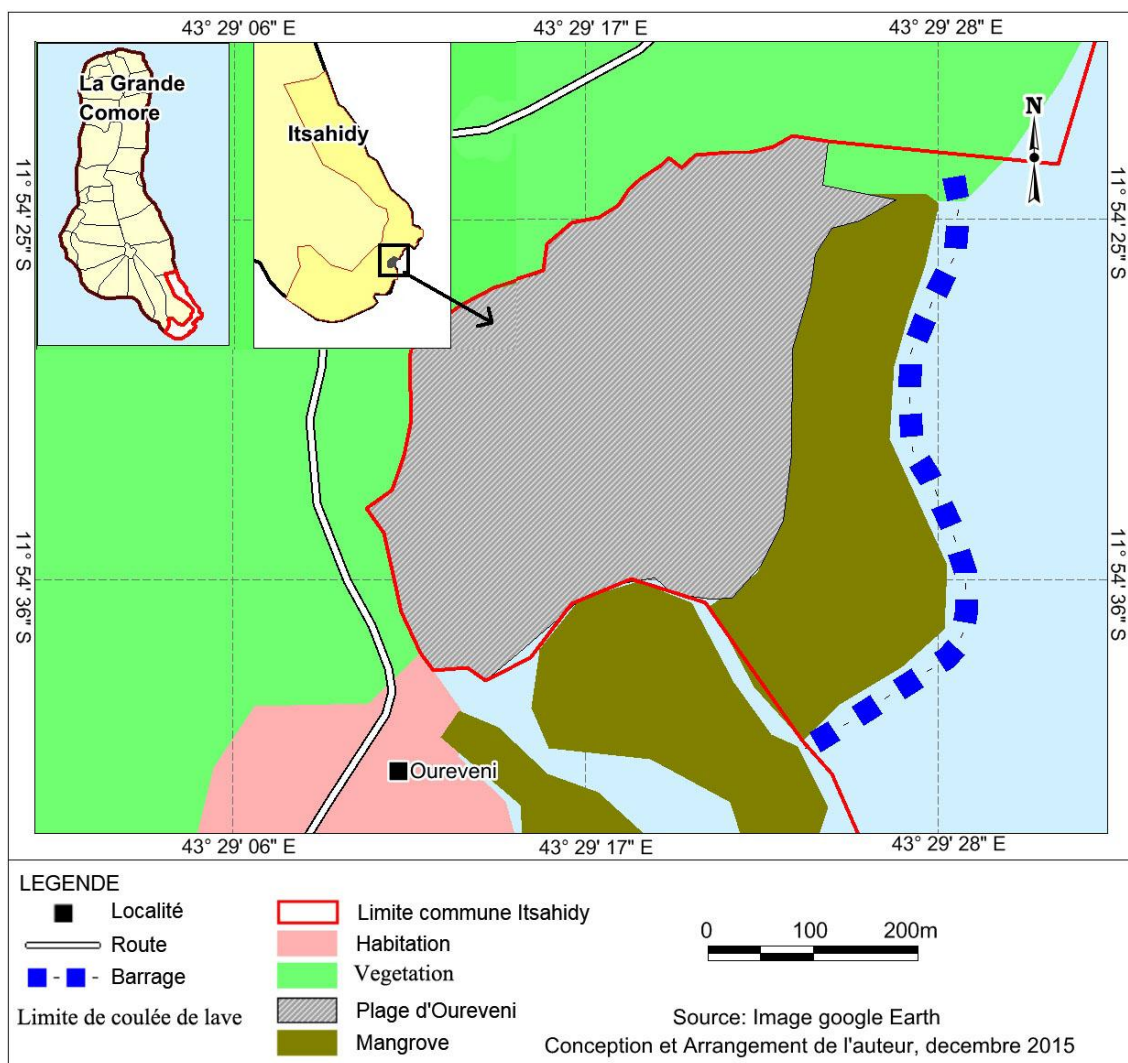
CHAPITRE I

CONTEXTE GENERALITE DE L'ETUDE ET FONCTIONEMENT DU SITE

Ce chapitre va développer le contexte de l'étude, la justification du sujet et l'approche méthodologique. Pour ce faire nous allons justifier la problématique suivie des hypothèses par la suite et, enfin la méthode de recherche retenue pour réaliser ce mémoire. La Documentation, la revue littéraire et le terrain.

I.LIMITE SPATIALE ET CONTEXTE DE L'ETUDE

I.1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE



Carte n°2 : localisation de la zone d'étude.

La plage d'Ouroveni est située au Sud-Est de la grande Comores. Situé entre les Latitudes 11° 54'35'' sud et Longitudes 43°29'19'' Est. Elle est délimitée au Nord-Est par la côte de Chindini, au Sud-Ouest par le massif de Mbadjini et à l'Est par la côte. Le littoral d'Ouroveni couvre une superficie de 253 km². La plage d'Ouroveni est connue par la qualité de son sable unique dans l'île de la grande Comores. Un sable très fin connu sous le nom (Ouropvé), (carte n°2).

I.2.LIMITES SPATIALES ET CONTRAINTES

La plage d'Ouroveni dégage une forme en d'arc de cercle orientée Sud-Est, et donc ouverte au sud. Elle est délimitée au Nord et à l'Est par des formations rocheuses qui y empêchent toute extension latérale et la redistribution de ses sables. La plage émergée est également fixée sur la totalité de la zone par des limites rigides, à savoir : les habitations à l'ouest, le massif Montagneux de Mbadjini au Sud-Ouest et la route national (RN2), qui longe à 5 m de la plage sur 5 m à l'Est et le massif de Mbadjini à 10 m à l'ouest, puis la végétation massive de mangroves contournent la côte au Sud-Est et au Nord-Ouest. Ce sable provient essentiellement de la structure du sol et des apports de ruissellement dont le processus actuel est relativement faible, et affecté par un régime de houle de faible énergie avec un marnage inférieur à 0.4m. Il s'agit donc d'une plage micro-tidale qui comporte une barre d'avant-côte qui caractérise la limite de coulée de lave (Carte. 2), mais qui également caractérisée par un déplacement sédimentaire d'Ouest en Est temporaire. La largeur de la bande occupée par les sables très fins s'étend sur 90 m² de surface, plus de 50 m entre le trait de côte et la limite du Massif de Mbadjini. La transition des sables provenant du ruissellement et de l'action de vagues effectue dans une zone mixte (Photo n°13), composée de divers types de sable isolée plus ou moins dégradée.



Figure n°1 : Nature superficielle de la plage. Source : Google earth,

I .3.CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

L'élévation du niveau des océans est devenue un sujet d'actualité depuis que les phénomènes des réchauffements climatiques préoccupent. Cette hausse engendre pour conséquence une érosion quasi généralisée des rivages et une submersion des vastes espaces côtiers, y compris les grandes agglomérations urbaines, ainsi que des terres basses en culture des grandes plaines deltaïques et les plages. La plupart des îles des Comores sont caractérisées par une extension de l'érosion. L'évolution des profils de plages est influencée d'une part, par l'extraction intense de sable et, d'autre part, par les effets des réchauffements climatiques annoncés. Ce phénomène se généralisé partout sur les littoraux de la grande Comores, notamment dans la région de Mbadjini Sud-est, là où se situe la plage d'Ouroveni. Quant à l'érosion d'origine anthropique, ce phénomène est décrit par le groupe de Faouzia M. ABDOULHALIK Mohamed HAMIDOU ALI ; AOUT 1998, dans le rapport de l'Association d'Intervention pour le Développement et l'Environnement (A.I.D.E) sur l'analyse des phénomènes d'érosion littorale au niveau des sites pilotes de la Grande Comores, témoignant que l'érosion d'origine anthropique est la cause principale de la disparition de plage sur l'Ile de la grande Comores. Dans ce contexte, le phénomène de l'érosion côtière sur les îles des Comores ne peut être identifié que par une analyse approfondie des causes de cette extraction abusive, en d'autres termes, une analyse sur terrain. Cette situation progresse dans les archipels de l'océan indien ; aux Seychelles, aux Mascareignes et aux Maldives. Ces archipels sont très exposés aux risques naturels liés, autant à l'érosion côtière qu'à la submersion des îles et aux activités anthropiques en raison de l'augmentation de la population dans ces zones côtières contenu ses activités économiques. (La part d'occupation de la population sur le littoral est estimée à

100% aux Maldives (270700 hab., répartie entre 199 îles), 60% à la Réunion (43800 hab.), 40% à Maurice (480000 hab.), et aux Seychelles (32400 hab.). Selon le Plan d'action pour la Méditerranée (PAM/PNUE), dans le cadre du projet EAF/5 du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), l'île de la Grande Comores intitulé: Profil côtier et stratégie de planification, en 1997 dans la région de l'océan indien, l'élévation de la température des eaux de mer de 1 à 1,5°C par rapport à la normale a provoqué le blanchissement et la mort de presque 60% des coraux sur l'ensemble des îles des Comores ; 80% des coraux sur le placier récifal et 60% au niveau des pentes externes. Donc, les Comores ne sont pas épargnées par le phénomène du changement climatique.

A remarquer que le phénomène susmentionné du réchauffement climatique présente un impact sur la survie des ressources naturelles et la perturbation des écosystèmes, la plage et le rivage sur l'île de la grande Comores. Particulièrement, l'île de la Grande Comores possède plusieurs endroits touchés par ce phénomène de l'érosion côtière (*Iconi, Mbachili, Chindini, Ouroveni.*), signes qui tirent leur origine des phénomènes d'évolution naturelle du milieu mais aussi et surtout des activités anthropiques qui détruisent les barrières protectrices (plage, coraux, herbiers, ...) de la côte contre l'érosion. Les conséquences d'une telle situation au niveau des composantes faunistiques et floristiques sont graves et souvent irréversibles. Des prélèvements abusifs ont provoqué la disparition de certaines plages comme à Bandamadji-Itsandra. Il est donc intéressant de se pencher sur ce sujet de l'érosion littorale de la plage d'Ouroveni sur le dynamisme morphologique et les activités anthropiques dans la région de Mbadjini, particulièrement dans le village d'Ouroveni où ce phénomène est bien remarquable. Nous allons donc relever le défi posé ainsi notamment, le risque de destruction de la route nationale, l'exploitation des mangroves et le changement de couleur de la plage.

I.4. JUSTIFICATION DU CHOIX DE SUJET

Le village d'Ouroveni se localise sur un site où abondent le plus de mangroves protégeant la côte et, pourtant l'érosion ne cesse de s'accroître. Historiquement, cette plage était recouverte de sable blanc, qui aujourd'hui, à cause de l'érosion, s'est transformé en sable de couleur rougeâtre. Il faut donc un site d'un certain critère pour notre choix, car Il nous semble qu'aucun travail scientifique n'a été fait sur le littoral de la grande Comores, singulièrement sur la région de Mbadjini. Cela nous a permis de nous poser plusieurs questions à ce sujet, sur « le dynamisme du littoral, l'érosion proprement dite, le changement de couleur du sable, l'influence des activités anthropiques, les effets des ordures face à la disparition des mangroves... ». D'autant plus que l'occasion de

travailler dans la région de Mbadjini, notamment à Ouroveni, sur la morphologie littorale s'est présentée en ce moment à nous.

Par la suite, nous nous sommes aperçus que peu de travaux de recherche géographique sur les côtes aux Comores avait été faits. Et que personne ne se questionnait vraiment sur ces phénomènes. Leurs centres d'intérêt étaient le plus souvent tournés vers les impacts environnementaux et les planifications sur les zones côtières. Il nous semble que notre approche puisse permettre en plus d'amener un œil étranger apportant des questions pouvant être un peu trop évidentes pour les jeunes chercheurs qui nous suivront, de compléter tous ces travaux par une étude scientifique approfondie sur les côtes comoriennes accordant plus d'importance au fait socio-spatial. Grâce à nos expériences sur des travaux réalisés dans cette zone, une réponse nous a passionnés, un des habitants affirmait avoir vu la plage d'Ouroveni au moment où elle était encore toute blanche. Cette information souleva notre curiosité et étant de la région, prendre Ouroveni comme terrain de recherche sembla raisonnable. Nous éviterons ainsi un écart culturel et social sur les différentes revues consultées, ce qui, pour ainsi dire, peut simplifier la tâche lors d'un premier travail de recherche.

II. PROBLEMATIQUE

En effet, les conséquences de l'érosion sur les zones côtières notamment sur les plages étaient depuis longtemps signalées. Divers auteurs attirent l'attention sur les dégâts provoqués par la Pollution et l'érosion. Cependant leur point de vue diverge sur ce point ; Certains affirment qu'il s'agit d'un phénomène naturel dû au réchauffement climatique et d'autres soutiennent que l'homme en est le premier responsable avec la pollution, l'aménagement de zones côtières et la dégradation de l'écosystème marin et la disparition des plages.

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (P.N.U.E) parle de la dégradation des plages et réfléchit aux moyens de protection nécessaire aux écosystèmes littoraux, afin de pouvoir classer les zones les plus menacées et d'en connaître les causes.

C'est la raison pour laquelle nous avons choisi ce sujet intitulé : «la plage d'Ouroveni : dynamisme morphologique et activités anthropiques ». La plage d'Ouroveni est située dans la région de Mbadjini au Sud/Est de la grande Comores. La partie Sud du site étudié, est constituée de sable argileux. Le système plage-dune y est fonctionnel, cela confirme la dégradation du sol par l'érosion marine et terrestre. Par contre, dans la partie Nord du site, où le sol n'est pas argileux, l'érosion n'a pas pu engendrer ces effets. Les marques d'érosion sont surtout présentes au niveau de la plage.

En effet, une dégradation potentielle du sol de l'estran résultant d'une érosion marquée implique un risque de destruction de la route nationale et une perte de sédiments alimentant la

plage. Or dans ce secteur, la saturation quasi constante du sable blanc originaire de la plage est presque polluée par l'érosion marine, d'une part et l'érosion terrestre, d'autre part, d'où sa couleur rougeâtre. Cette saturation du sable de la plage par la pollution de différentes roches et l'intégration de la population avec leur activité peuvent fragiliser la survie des mangroves qui protègent la côte de l'érosion et modifient le profil de la plage elle-même. L'objectif principal de ce travail de recherche vise à analyser les facteurs d'érosion dans ce secteur et les conséquences hydro-géomorphologiques du retrait de côte sur cette plage et d'en savoir plus sur la disparition complète du sable blanc. Également un risque d'éradication des mangroves car cette zone est en pollution permanente par l'érosion et par les activités humaines. Les objectifs de cette recherche visent donc à mieux comprendre, d'une part, l'origine de la disparition du sable et faire une analyse entre l'action de l'érosion naturelle et les activités humaines, d'autre part. La présente étude dont le sujet est : « La plage d'Ouroveni : dynamisme morphologique et activités anthropiques (grande Comores) » s'interroge sur l'érosion subit par la plage d'Ouroveni précisément sur la disparition des plages à sable blanc. Ainsi, la question fondamentale qui se pose et qui constitue la problématique de ce projet de recherche est : « L'action anthropique est-elle la cause principale de la disparition du sable blanc ? »

A cette question principale sont liées à deux hypothèses:

II.1. HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE

L'hypothèse principale de cette étude réside dans la disparition du sable blanc sur la plage d'Ouroveni face aux différents dynamismes, il nous reste à déterminer le dynamisme de cette plage d'Ouroveni face au changement de la couleur de sable et la façon dont les habitants participent à la disparition du sable.

Les hypothèses spécifiques définies à cet effet sont les suivantes :

. L'érosion est la cause principale du changement de couleur du sable, soit cette l'érosion marine provient par les vagues au moment du déferlement des vagues, si est le cas, elle est remarquable et les composantes du sable en témoignent. Soit l'effet des activités anthropiques est responsable de cette disparition. Notre objectif sur le terrain va vérifier et justifier pour en avoir un résultat logique pour confirmer ces hypothèses, nous nous sommes fixés les objectifs ci-dessous.

II.2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'objectif principal de cette étude est basé sur l'étude du dynamisme de l'érosion en général sur la plage d'Ouroveni pour permettre d'évaluer les différents processus pouvant changer ou polluer cette dernière quelle qu'en soit l'origine. De cet objectif général, nous avons dégagé les objectifs spécifiques suivants :

- Une vérification granulométrique du sable.
- Une évaluation du dégât de l'érosion et du trait de côte.
- l'hydrographie de cette zone.
- Une étude d'observation sur la zone pour vérifier les indices d'extraction ou de pollution.
- des entretiens rigoureux pour affirmer que la plage était belle et bien tout blanc.

II.3. LA DÉFINITION DES TERMINOLOGIES UTILISÉES

Érosion : un processus de dégradation et de transformation du relief et des roches qui est causé par plusieurs agents externes.

Pollution : Diffusion dans l'environnement de produits potentiellement toxiques ou de nature à perturber le fonctionnement d'un biotope.

Anthropique : Forme ou phénomène qui découle directement ou indirectement de L'action de l'homme.

Déforestation : Destruction de la forêt qui peut entraîner une érosion et une modification des conditions environnementales

Ruissellement : Action des eaux qui ruissellent à la surface de la terre

Dérive littorale : Migration progressive le long du littoral de masses de sédiment sous l'action de houles obliques

Budget sédimentaire : est le résultat chiffré de la comparaison des apports de sédiments entrant et sortant dans un milieu littoral relativement clos pour un certain période

Écosystème : Ensemble d'un milieu naturel et des organismes qui y vivent

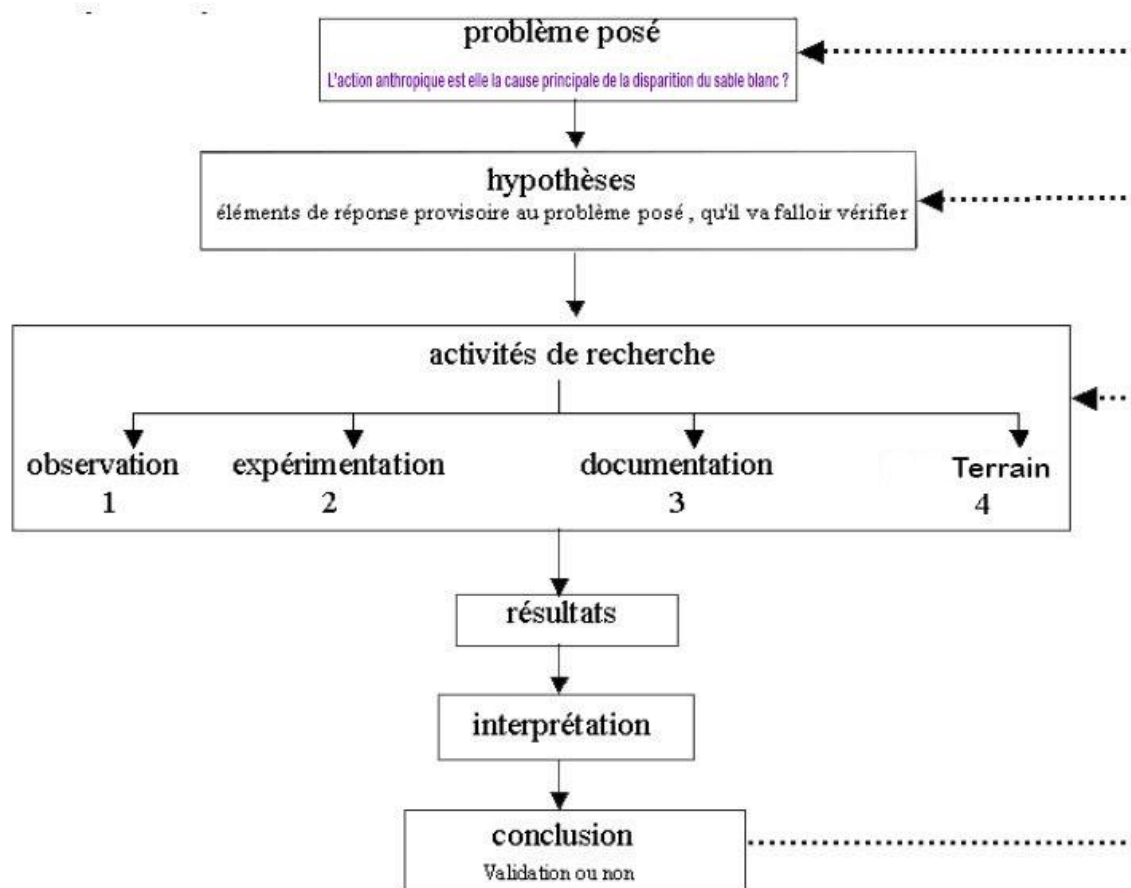
Formation meuble : Accumulation de sédiments (sable, argile, limon, grés et gales) sur le socle rocheux.

Mouvement statiques : régression et transgression de la force des vagues

CHAPITRE II

APPROCHE METHODOLOGIQUE

Pour aboutir à ces objectifs, nous avons adopté la méthode suivante: d'abord, nous avons consulté des documents relatifs au littoral. Ce qui nous amène à mobiliser toutes les données complémentaires et nécessaires pour la connaissance fondamentale de notre thème d'étude. Tout travail de recherche nécessite impérativement une démarche à suivre, une technique et des outils adéquats afin d'obtenir des résultats concrets et les confronter avec les connaissances nouvelles afférentes au vif du sujet. Pour y parvenir, plusieurs étapes doivent être franchir dans ce sens. Le choix du sujet, la documentation, le travail du terrain, le traitement des données recueillies et la rédaction.



Source : réalisé par l'auteur

Schéma n°1 : démarche de recherche.

I. Démarche de réalisation de la recherche

I.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Elle nous a permis de bien circonscrire la problématique du sujet à traiter, et de donner une meilleure orientation de nos objectifs à connaître la documentation disponible sur notre zone et le thème d'étude. Les ouvrages exploités ont aussi traité à l'érosion côtière.

. Cette revue de lecture comporte des ouvrages généraux, des thèses, des mémoires de fin de cycle, des articles, des rapports et des publications de résultats de recherches portant sur les environnements des plages et les impacts liés au dynamisme côtier. Différents centres de ressources documentaires ont été consultés entre autre :

- La bibliothèque du département de géographie de l'université d'Antananarivo.
- La bibliothèque nationale de Madagascar à (Ampefiloha)
- La bibliothèque des « Eaux et de Forêts », Ecole Supérieure des sciences Agronomiques (ESSA) d'Antananarivo.
- Le Centre National de Documentation et de Recherche Scientifique (CNDRS) des Comores.
- La bibliothèque communale d'Ouzioini (BCO).
- La bibliothèque universitaire du site de Vouni.

I.2. REVUE LITTERAIRE

Divers ouvrages, rapports, documents et mémoires ont déjà été réalisés sur l'érosion côtière depuis 1980 à nos jours dont La plupart traite les échanges sur les connaissances du monde littoral, à l'instar de ceux de STÉPHANIE FRIESINGER « *géologiques côtiers : adaptation et perception des communautés dans le golf Saint-Laurent* » de KhadySARR« *érosion et pollution littorales, l'exemple de la plage de Rufisque* », de Béatrice PERSON « *Lutte contre l'érosion littorale à l'échelle régionale* » ;et de Jean Demangeot « *Géographie physique intertropicale* ». Par conséquent, nous pouvons dire que la divergence entre ces auteurs suite aux problèmes liés à l'érosion des zones littorales les plages en particulier, va nous permettre de confronter leurs opinions et en avoir une vision générale afin de pouvoir répondre à notre problématique. Toutes ces revues étaient conçues pour s'opposer à l'effet des vagues. En effet nous allons entamer ci-dessous faire une analyse bibliographique sur quelques-unes d'entre elles.

Khady Sarr : Année universitaire 1997-1998, université Gaston Berger Saint-Louis U.F.R Lettre et Science Humaines Section de Géographie Module environnement. *Erosion et pollution littoral : exemple de la plage de Rufisque (du cap des biches aux environs de Bargny)*.

Dans ce mémoire, l'auteur, au fil de son analyse, nous montre le processus de l'érosion de la morphogénèse et ses facteurs en s'appuyant sur des exemples statistiques. Il énonce ce phénomène de l'érosion comme un facteur de condition climatique, océanographique et qu'il est aussi dû aux unités morphologiques et sédimentologies.

En fait, Khady insiste sur la surpopulation des zones côtières et sur la pollution entant que principale cause de la dégradation de l'écosystème du littoral et notamment des plages. En prenant l'exemple de certaines zones côtières d'Europe et d'Afrique. Dans le cas du Sénégal, par exemple, ce phénomène se traduit par les problèmes écologiques et par une dégradation accentuée des ressources naturelles. La France, elle est seulement touchée sur sa façade occidentale. Au Danemark, en Afrique occidentale et centrale ce phénomène de l'érosion se remarque tout le long de leur côte. Mais au Sénégal, c'est plutôt sur l'ensemble de son littoral. Ainsi, nous pouvons dire que cette analyse de Khady Sarr va nous permettre de bien mener notre analyse sur l'érosion de la plage d'Ouroveni et sur le phénomène de la pollution puisque celle-ci est très visible dans cette zone, sans oublier l'extraction massive du sable et la non-préservation des mangroves sur lesquelles nous connaissons très bien le rôle dans les milieux côtiers.

Béatrice PERSON TITRE: *Lutte contre l'érosion littorale à l'échelle régionale*, Date: novembre 1993
Nb tirages : 50 Nb pages 74

Stage réalisé sous la responsabilité de Ph. BASSOULLET et MAUVAIS (IFREMER) Libre Sous la tutelle scientifique de LR. LAFOND, Professeur à l'école Pratique des Hautes études et Directeur du Laboratoire de Géomorphologie de Dinard.

Ce rapport analyse les causes de l'érosion de cinq sites dont ; la baie de Wissant (pas de calais), le littoral de la tranche-sur-mer (Vendée), la Conche des Baleines à l'Île de Ré (Charente-Maritime), la flèche de la Courbe, la côte de la Palmyre (Charente-Maritime) et enfin la flèche du cap Ferret (Gironde).

Certes, selon PERSON, B (1993), l'aménagement inconsidéré des activités humaines n'est pas la cause première de l'érosion, celle-ci s'explique par l'action des facteurs naturels sur le milieu. La montée progressive du niveau marin et l'agitation engendrent des mouvements sédimentaires du profil des plages prélevant 50 à 500 m³ de sable par mètre linéaire et par an, ainsi que des transports par

dérive littorale. La Baie de Wissant, son originalité est caractérisée par la complexité des phénomènes sédimentaires côtiers dus aux relations existantes entre l'évolution du banc à la ligne et celle du littoral de Wissant ; par sa formation morphologique il est influencé par tous les phénomènes météorologiques. Quant à la Tranche sur-mer, son aspect urbain et sa dynamique sédimentaire particulière, et son orientation générale sur la côte atlantique lui évitent les attaques frontales classiques de l'océan. La Conche de Baleines est une des plages les plus fréquentées de l'Ile de Ré. L'originalité de ce site résulte de sa sensibilité particulière aux influences dynamiques du large, selon Béatrice PERSON il y a deux unités morphologiques qui évoluent en même temps dans cette zone de façon indépendante, dont l'estran qui est modelé par l'action de la houle et du vent, et l'avant côte qui est plutôt soumise à l'action du courant de la marée. La Flèche de la Courbe est située sur la rive droite de l'estuaire de la Gironde, elle se démarque par sa datation. Elle est apparue une centaine d'année et sa longueur est d'environ 5 km pour une largeur maximale de 500 m. Les conditions dynamiques du site entraînent, en même temps la croissance progressive de la surface lagunaire. La flèche du Cap Ferret est le dernier site étudié. Selon l'auteur, l'évolution de ce site se base sur la morphologie de la flèche sableuse et l'influence lagunaire et marine.

Néanmoins, nous pouvons constater que l'érosion, en général, dépend plus de l'originalité du milieu, de sa morphologie et de sa position géographique face à d'éventuelle phénomènes naturels, cet effet, nous pouvons tirer profit de cette analyse et en savoir un peu plus sur l'action de l'érosion dans divers littorale qui nous permettent d'avoir une idée claire sur la zone que nous allons bientôt étudier.

Faouzia M. ABDOULHALIK Mohamed HAMIDOU ALI; AOUT 1998

Association d'Intervention pour le Développement et l'Environnement (A.I.D.E

B.P. 1292 - Mini Z.I. Mavouna Moroni-Comores - Tel : (269) 73.55.03 p29.

« Analyse des phénomènes d'érosion littorale au niveau des sites pilotes de la Grande Comores ».

Ce rapport ,qui fait une analyse sur les phénomènes de l'érosion au niveau des sites pilotes de la grande Comores, est composé de trois parties intéressantes, les principaux caractéristiques du milieu (géologie, géomorphologie, sédimentologie, érosion côtière, météorologie), les écosystèmes et habitats littoraux(les récifs coralliens, les plages de sable blanc ou volcanique, les herbiers, les mangroves , les côtes rocheuses) et le problème de l'érosion côtière caractérisé par les phénomènes naturels, les paramètres hydrodynamiques, les facteurs géologiques et géomorphologiques et, enfin, les actions anthropiques et leurs impacts sur le littoral. En effet, ce rapport montre que plusieurs endroits sont touchés par le phénomène de

l'érosion côtière sur l'île de la grande Comores (Iconi, Mbazchilé, *Chindini*....) qui est à l'origine de l'évolution naturelle des milieux, aux actions anthropiques qui détruisent les barrières protectrices (mangroves, plages, coraux,...) de la côte contre l'érosion. Ce phénomène a provoqué la disparition de certaines plages sur l'île de la grande Comores comme dans la région de Mbadjini. Selon cette analyse, plus de 90% des plages sablonneuses de la Grande Comores ont disparu suite à d'intenses extractions. En effet, nous pouvons remarquer que les activités anthropiques jouent un rôle important sur la destruction des digues et des routes, provoquant par la suite l'augmentation de la force des vagues à marée haute qui facilite ensuite l'érosion. Quant aux problèmes de l'érosion, selon ce rapport, aucune étude approfondie n'a été faite en la matière pour permettre d'affirmer la cause naturelle. Par contre, il a été affirmé que les activités de l'homme sur les milieux sont les causes majeures du déséquilibre côtier aux Comores et particulièrement en grande Comores.

Néanmoins, nous pouvons constater qu'au cours de ces analyses, ces auteurs mettent l'accent uniquement sur les zones touristiques, mais aucune zone comme Ouroveni où l'érosion est bien remarquable par le changement de couleur de son sable et son risque sur la route nationale. Nous n'avons pas non plus de photo aérienne, ni aucune image ou tableau montrant l'évolution de la côte. Par conséquent, ce rapport va nous permettre de mener à bien notre analyse et de comprendre la composition géologique et géomorphologique de la grande Comores (Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires (PAP/CAR) du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM/PNUE): L'île de Grande Comores: Profil côtier et stratégie de planification. Série de rapports techniques des Mers régionales de l'Afrique de l'Est No.4. Split, Croatie, PNUE/FAO/PAP. 1998).

D'après ce document, le problème de l'érosion côtière sur la grande Comores, possède plusieurs origines dans plusieurs sites. La dynamique naturelle de sédimentation et d'érosion, le prélèvement de sable sur des plages et les dépôts terrigènes provoquent la mort de l'écosystème côtier (coraux, mangroves, herbiers) qui protège l'interface terre/mer.

De ce fait, l'île de la grande Comores est l'exemple classique d'un pays où les ressources marines et côtières se dégradent de plus en plus sous la pression des activités anthropiques mal dirigées, diminuant ainsi la capacité de nutrition de la population et l'équilibre écologique de l'écosystème naturel.

Par conséquent, nous pouvons constater que le profil côtier Comorien présente une grande richesse de récifs coralliens. Sa localisation au sein d'une zone de migration de grandes espèces, caractérisées par un taux d'endémisme très élevé, mal connu et encore non valorisé

au sein d'habitats variés et souvent mal gérés, et mal protégés pour la plupart, lui confère une grande particularité. En effet, les plages sont victimes de beaucoup de conséquences à savoir Une sensibilité accrue du rivage à l'érosion marine fréquente et une destruction des infrastructures (routes, murs de protection, un impact accru de sédiments transportés sur le platier et le récif et surtout la perte d'un potentiel touristique).

Différents travaux ont été écrits sur l'érosion côtière, chaque auteur évoque son point de vue sur les milieux où il a effectué son étude. Parmi les ouvrages consultés, nous n'avons pas remarqué de grande divergence chez les auteurs. Pourtant, ils cherchent tous à répondre à une seule et même question sur l'érosion côtière : comment les phénomènes météorologiques et les activités humaines agissent-ils sur les littoraux ? Certains insistent sur les activités de l'homme et leurs conséquences, car actuellement les littoraux représentent une zone d'activités économiques et touristiques. L'ouvrage de Jean De Mangeat, tropicalisé : Géographie physique intertropicale, nous a bien fait comprendre que toute modification de la zone littorale est due à la topographie du milieu. Les conséquences des phénomènes météorologiques diffèrent suivant la structure et la formation topographique de la côte et interviennent dans le mouvement du courant marin.

Dans le cas de la grande Comores, aucune étude approfondie n'a été réalisée sur une côte en particulier.

En effet, nous sommes invités à donner notre avis sur le phénomène de l'érosion, particulièrement dans un village côtier des Comores, et à exprimer notre opinion sur cette problématique afin de répondre à ces questions particulières qui se posent : comment la plage d'Ouroveni disparaît-elle et comment a-t-elle changé de couleur? Ce sera donc l'objet de notre mémoire. Nous aborderons quelques points de ce dossier, notamment les particularités des activités économiques et humaines actuelles sur les lieux et l'exploitation des mangroves.

II. Travaux de terrain

Ils consistent à la collecte de données et d'informations pour réaliser de notre mémoire. Portant d'abord une fiche d'énumération de tous les ménages, ensuite, une enquête a été conduite auprès des ménages sélectionnés. Des entretiens (focus-groups) ont été menés auprès des groupements d'anciens résidents. Nous avons également eu des entretiens avec les responsables des groupements et le chef du village. L'ensemble est complété par les observations directes faites sur le terrain. Des photos ont été prises durant notre séjour et des échantillons de sable ont été prélevés pour être enfin analysés.

II.1. OUTILS DE COLLECTES DES DONNÉES.

L'objectif de cette étude est basé sur l'état de la plage d'Ouroveni, le dynamisme et les activités de la population. Dans cette optique, nous allons procéder en cinq étapes:

- prélèvements de différentes particules dans le secteur Nord et Sud de la plage, (carte n° 3) afin de comprendre s'il s'agit d'un mélange de sédiments et d'évaluer leurs impacts sur la dynamique de la plage. A cet effet, Des échantillons de sable ont été prélevés en surface. Ils sont au nombre de 5 ils recoupent les différentes unités géomorphologiques, à savoir le cordon de la haute plage et la basse plage. Des analyses ont porté sur les 5 échantillons de sable prélevés, suivant une seule opération: La Morphoscopie: c'est l'observation au microscope de 3 grammes par échantillon, Ce qui nous permet de déterminer les différentes particules afin de les évaluer. L'idée est d'évaluer en pourcentage la quantité de différentes particules. Et une opération consiste à effectuer un tamisage sous l'eau des sédiments prélevés, pour nous permettre d'identifier les argiles, et ensuite de les sécher pour observer le phénomène du changement de couleur.

- une étude de recouvrement des mangroves dans le but d'évaluer sa répercussion sur la dynamique de la plage qui va nous permettre de comprendre l'avancement accéléré de l'érosion sur cette côte.

- faire une étude historique de cette plage d'Ouroveni, basée sur des questionnaires à ce sujet afin d'avoir le maximum d'informations sur son authenticité. Faire des observations et des enquêtes sur le nombre de maisons construites avec le sable de la plage afin d'en avoir une confirmation sur les rapports réalisés et de savoir si la vérité sur la disparition des plages aux Comores peut vraiment être explicite par son extraction.

- effectuer une analyse topographique de la plage à partir de l'exploitation de la carte géologique et topographique des Comores.

- établir une étude des images satellitaires des différentes dates qui nous permettra de les superposer afin de connaître l'évolution du trait de la côte.

Différents outils seront utilisés dans la collecte des données :

- La fiche d'énumération des questionnaires qui nous permettra d'arranger tous les ménages du site d'Ouroveni dans l'optique de procéder au tirage au sort des ceux qui seront pris comme échantillon.

- Le GPS nous permettra lors de l'énumération, de géo-référencer toutes les concessions des ménages et de géo-référencer la plage et ses différents constituants.
- Les questionnaires : deux types de questionnaires seront pris en compte, il s'agit ici de questionnaires dans le cadre du « ménage » et celui de l'« individuel ». Ils seront basés dans l'intérêt de la plage et de son histoire afin d'en comprendre la texture et son sable blanc et son évolution de cette dernière jusqu'à son état actuel. Nous allons également avancer des questionnaires sur l'exploitation de mangroves et l'extraction du sable.
- Les images satellitaires (2000-2015) qui couvrent la zone d'étude, permettront de tracer l'évolution de la côte.

II.2. ENQUÊTES DE TERRAIN.

Les enquêtes de terrain consistent à des enquêtes domiciliaires, des entretiens directifs en groupes.

Tableau n° 1: acteurs ciblés

Hypothèse	Objectifs	Variable de l'étude	Individu ciblé	Moyens et outils
l'érosion est la cause principale du changement de couleur du sable, soit l'érosion marine causé par les vagues au moment du déferlement des vagues	Une vérification granulométrique du sable. Une évaluation des dégâts de l'érosion et du trait de côte -l'hydrographie de cette zone	évaluation du sable : volume, couleurs, évaluation du trait de cote, les différents dépôts, l'érosion mécanique	-personnel -personnes source -association de protection de mangroves d'ouroveni	- Entretiens - Observations - Image satellite, photographies aériennes
l'effet des activités anthropique qui est responsable de cette disparition ou pollution du sable	Une étude d'observation sur la zone pour vérifier les indices d'extraction ou de pollution	-Les activités : pêches .taux d'extraction de sable, taux des déchets, le tourisme, observation de différentes localités	- Ménages .homme et femme, personnes consternées à l'exploitation	- Observations - Enquêtes - Entretiens
	-des entretiens rigoureux pour affirmer ces hypothèses	Notre propre analyse sur le terrain	Ministre de la pêche et ministère de l'environnement	GPS

. L'enquête domiciliaire

C'est au cours de cette enquête qu'ont été administrés les questionnaires « ménage » et « individuel ». Nous avons élaboré 90 ménages ainsi enquêtés, soit 90 questionnaires ménages administrés. Le questionnaire individuel a été administré aux individus actifs (20 ans et plus) des ménages et 40 vieux (80 ans de plus). Pour ce faire, nous avons interrogé les personnes plus âgées du village afin d'avoir une confirmation de la disparition du sable blanc. Les individus de plus de 20 ans ont servi pour avoir plus d'informations sur le dynamisme de la côte sur les différentes activités adoptées à savoir, l'utilisation du sable, le trait de côte, les activités touristiques et économique et les mesures à prendre pour la protection de l'écosystème marin.

. Les entretiens directifs.

Des entretiens individuels ont été élaborés au niveau des responsables de groupement et aux différentes institutions concernées, (CFADER), au ministère de la pêche et au ministère de l'environnement. Ces entretiens ont concerné les personnes intellectuelles et des groupements de villageois majeurs ou anciens pêcheurs.

Tableau n° 2 : Acteurs ciblés

INTERLOCUTEUR	ENTRETIENS	ENQUETE	NIVEAU D'INTERVENTION
Autorités locales	X	X	local
Ministère	X		Régional
Association	X	X	Communal

-Les enquêtes auprès des autorités locales consistent à déterminer l'évolution de la plage d'Ouroveni, toutes les activités possibles, tant naturelles qu'anthropiques. Pour mieux répondre à notre problématique, il était nécessaire de mener des questions auprès de personnes plus âgées afin d'avoir une certitude que la plage était recouverte de sable blanc et de comprendre comment cette plage est complètement polluée. Pour ce faire, nous avons catégorisé nos questionnaires par rapport aux résidents ou non résident et par rapport à leur âge. Chez les personnes les plus âgées, les questions se sont basées sur l'historique du site et

l'évolution du trait de côte, quant aux autres personnes, les leurs se sont focalisées sur le dynamisme du littoral en général.

III. LE TRAITEMENT, L'ANALYSE DES DONNÉES ET LA RÉDACTION DU MÉMOIRE

Cette étape a été consacrée au dépouillement, au traitement et à l'analyse des données recueillies sur le terrain. Il s'agit des éléments observés sur le terrain et des nombre des ménages. Les photographies aériennes et l'image satellite ont été interprétées et numérisées avec les logiciels Qgis 2.12.1, MapInfo professionnel 10.5 et partant nous en avons fait une cartographie de la côte d'Ouroveni pour obtenir une précision topographique grâce aux images satellitaires. Cela nous a permis de réaliser une carte d'occupation du sol, une carte topographique et un profil topographique.

Les données ont alors été analysées pour nous permettre de rédiger notre mémoire. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel Word 2010.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

L'analyse de l'érosion sur la plage d'Ouroveni n'est qu'une démarche que nous suivrons pour nous mener vers une connaissance plus approfondie pour mieux comprendre les phénomènes de changements de couleurs du sable. Divers auteurs ont montré les causes de l'érosion dans différents milieux. D'une part, il s'agit d'un phénomène naturel et, d'autre part, les causes sont de nature artificielle, engendrées principalement par les activités humaines. Cela nous a permis de constater que notre domaine d'étude est plutôt soumis à un ensemble de dynamiques.

La plage est soumise à trois modes de mouvements érosifs ; en premier temps, il y a le travail de la mer, en deuxième temps, les eaux de ruissellement dues à la forte précipitation et enfin, les activités humaines.

La côte est protégée par une digue naturelle, dont la mangrove qui permet d'arrêter ou de diminuer les vitesses des vagues et de la houle au moment de leurs déferlements. Mais cette couverture végétale est mal préservée, alors qu'elle représente un lieu de pêche et de chasse. Ce qui fait qu'au moment du déferlement des vagues, les eaux arrivent directement au niveau du rivage et parfois, le dépassent même jusqu'à atteindre la route nationale. En effet, la plage présente un double visage, parfois rougeâtre et parfois blanchâtre ; cette variation de la couleur de la plage est à l'origine des phénomènes hydrodynamiques de la plage et la de structure du sol.

Cependant, ce travail de recherche constitue une référence sur les problèmes de l'érosion des plages dans d'autres zones et sur les nouvelles conditions côtières. Pour cela, les résultats de notre documentation et de nos travaux de terrains nous permettront de comprendre le changement de comportement de la plage.

DEUXIEME PARTIE

LA MORPHOLOGIE ET LES FACTEURS INFLUENCANT L'ASPECT DE LA PLAGE D'OUROVENI

Cette partie explique les phénomènes naturels et artificiels liés à l'érosion, la morphologie des milieux, les facteurs qui conditionnent la modification de la plage et les conditions qui l'impliquent

CHAPITRE III

DIFFERENTES PARTIES DU LITTORAL D'OUROVENI

Ce chapitre explique en général, la caractéristique physique des différentes parties de notre zone d'étude en particulier, la topographie et la géomorphologie côtière et les facteurs de l'érosion qui la touchent. Tous les facteurs doivent être pris en considération Lors de l'étude de dynamisme morphologique du milieu.

I.1. CÔTE ROCHEUSE NORD-EST.

La côte rocheuse est marquée par la structure géologique, une côte volcanique originaire de la formation de massif du Mbadjini, caractérisée par des moyennes falaises rocheuses de 1,4 mètre et des microfalaises de 80 cm à 1 mètre (photo n°1). Elles sont caractérisées par des découpes dans le littoral engendré par des fractures originaires du volcan et par l'action destructive de la mer aux dépens du relief côtier. Le paysage de cette côte rocheuse est extrêmement varié et dynamique, il recouvre un espace de 2,5 km. La ligne de rivage est bordée de roches entassées issue de la lave volcanique. Cette côte est également recouverte d'une végétation de mangroves et de dépôts de sable blanc en faible quantité apportés par la dérive littorale déposée sur la côte rocheuse. Ce sable provient de la plage de Chindini, (carte n°3). Cette partie constitue une zone de transfert de sédiments. La présence de particules de sable blanc sur la plage provient généralement de cette partie rocheuse. Ce dynamisme sédimentaire est caractérisé par l'énergie de la dérive littorale, l'énergie de la marée et l'énergie du vent. Les sables déposés par la dérive sont ensuite transportés par le vent et le courant de marée vers l'extérieur. Une grande partie est retenue par les mangroves, où se déroulent les processus de mélange de sédiments déposés par les eaux de ruissèlement et par la dérive littorale.

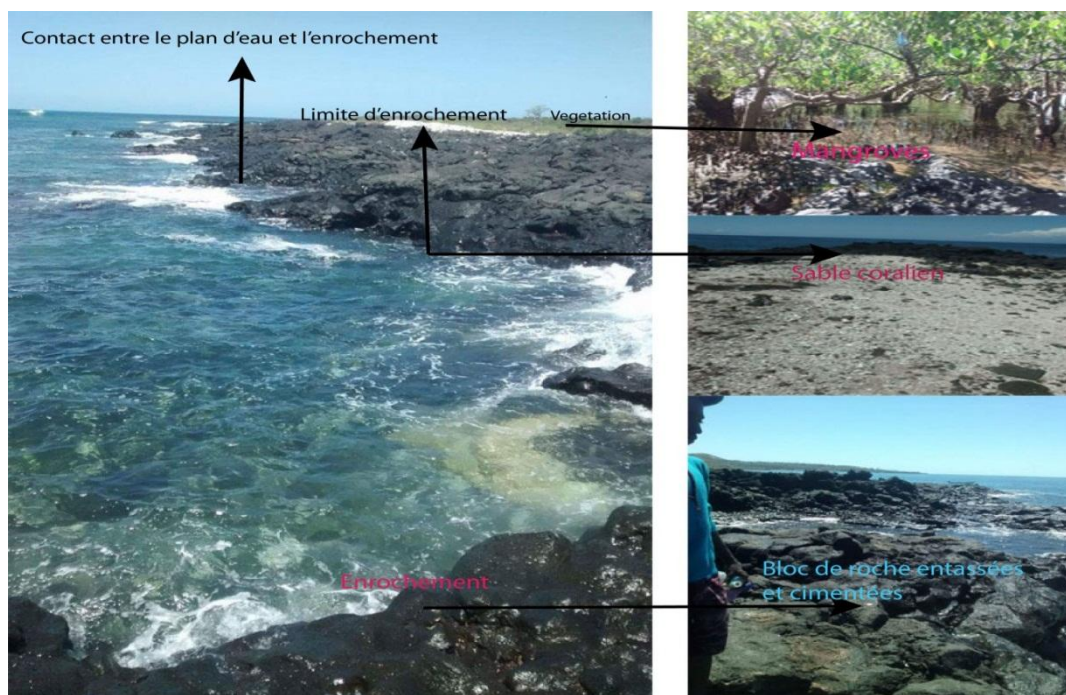


Photo n°1 : profile de la côte rocheuse, prise en direction Sud, le 12/06/2016

Vue du cordon d'enrochement protégeant le littoral d'Ouroveni, en particulier une des parties de la côte en général, qui constitue une zone rocheuse à petites falaises. Cette zone rocheuse, est complexe et caractérisée par de blocs de roches entassés et cimentés. L'avant côte est caractérisé par une végétation de mangroves qui protège également la côte et le sable corallien dont la classification des particules en place est la suivante :

Tableau n° 3:Classification des particules sédimentaires en place

	Éléments fins	Sable	gravillons	Galets	Grès
composition	particule issue des récifs coralliens	particule issue du volcan	Morceaux de roche caractérisée généralement des particules de récifs coralliens.		
Diamètre	Supérieur à 60 µm	0,1 à 1 mm	Supérieur à 50 cm		
%	1%	25%	74%		
Couleur	Blanc				

Source : laboratoire faculté de science de l'université de Comores 2016

Contrairement à la côte meuble, cette partie n'est pas argileuse, dans cette zone le dépôt sédimentaire est constitué principalement de matériaux issus du récif corallien, de tailles variant de 0,1 mm à 50 cm. Les particules grossières représentent 70% et les fines sont moins importantes et moins visibles, elles représentent 1%, et sont les plus dynamiques grâce à leur taille, donc facile à charrier par le vent et les courants de marées. Celles issues du volcan sont lourdes pour être transportées par les vagues.

I.2. CÔTE MEUBLE SABLEUSE DU SUD-EST.

La côte meuble accumule les sédiments sur cette plage, caractérisée par la dune végétalisée et le sable argileux avec quelques particules issues du récif corallien. Cela résulte de la sédimentation marine et de l'activité d'organismes vivants, tels les récifs coralliens et le sable provenant des eaux de ruissellement.

Située généralement à l'extérieur de la zone soumise aux marées, la dune accumule le sable transporté par le vent est donc très dynamique car elle change au gré de ce dernier. Certaines zones de la côte sont rompues par des microfalaises dunaires hautes de 20 cm à 1 m. L'action des houles de tempête rend la pente de la dune plus abrupte et amoindrit la force des vagues sur la côte. Les sédiments ainsi emportés longent le littoral en contribuant à son bilan sédimentaire. Le trait de côte peut y être assimilé au pied de la dune par les vagues à marée haute.



Photo n°2 : Cordon dunaire végétalisé

Photo prise en direction sud-est de la plage d'Ouroveni le 25-09-2017.

Vue de dune végétalisée donnant sur une cinquantaine de mètres raccordant la mer à une plage de sable rougeâtre à un front dunaire en pente faible végétalisée (Mangroves 1) Hibiscus

tiliaceus 2) Ipomoea pesaprae 3). Le trait de côte peut y être assimilé au pied de la dune battu par les vagues à marée haute.



Photo n°3 : dune du nord-Ouest de la plage, prise le 25/09/2016.

Sur une autre partie de la plage, la dune est recouverte d'une végétation mais comporte aussi des habitations dont une mosquée située auparavant à 120 mètres derrière, elle se trouve aujourd'hui parallèle à la dune. Les conditions de la formation dunaire sont inhospitalières à la végétation et à la construction. Néanmoins, certaines plantes y poussent (les mangroves) et s'enracinent parfois tout près des eaux en résistant aux conditions destructrices des vagues. Cette végétation permet de capter les sédiments éoliens, constituant en quelque sorte un réservoir de sable pour la plage. Malgré la destruction au pied de la dune, elle représente un risque écologique de la plage. La dune demeure fragile même si elle est végétalisée. Il est donc important de la protéger, d'autant plus qu'elle sert d'habitat pour plusieurs espèces fauniques. En plus, l'érosion causée par les vagues et les eaux de pluie sont en relation avec l'augmentation de la force et de la fréquence des vents et les précipitations.



Photo n°4 : L'estran (zone intertidale) prise en direction Est le 25/09/2016

L'estran est la partie soumise aux vagues et aux marées. Il est ce qui est communément appelé la plage. Sa pente a une importance dans le processus d'érosion verticale, comme présenté ultérieurement. C'est dans cette partie que se déroulent les différents mécanismes de l'érosion, dégradation et accrétion.

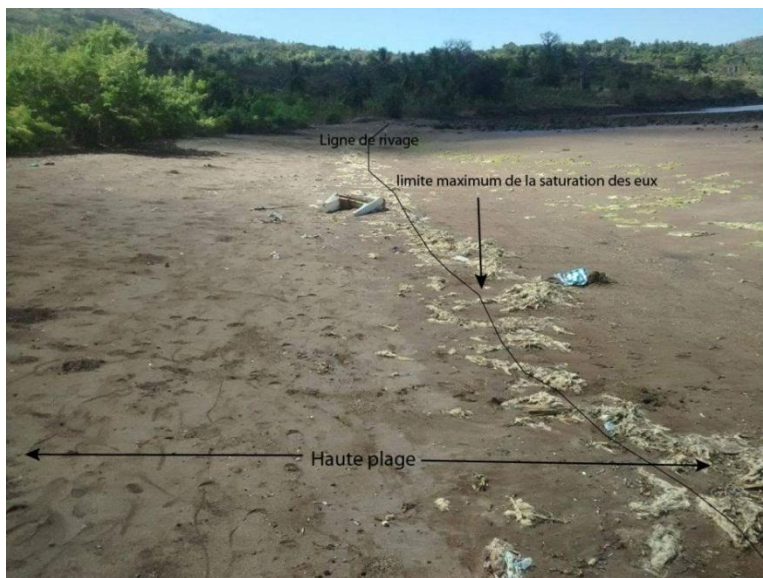


Photo n°5 : La Haute plage, prise en direction Nord le 30/09/2016

Par définition, la haute plage (aussi appelée *ligne de rivage*) est la zone qui sépare l'écosystème marin de l'écosystème terrestre. Mais elle n'est pas non plus soumise à la fluctuation des marées, sauf lors des tempêtes. La haute plage représente la limite d'établissement de la végétation. Souvent, elle prend la forme d'un bourrelet dû aux matériaux accumulés par les marées les plus hautes. Le dynamisme dans la

haute plage se caractérise par des actions anthropiques : Pollution Dépôts de matériaux solides, plastiques et acier (photo n°19). Contrairement à la côte rocheuse, bordée des roches volcaniques escarpées où le sable est totalement blanc, la côte meuble subit périodiquement une progression de la ligne de rivage par accumulation de sédiments.

Cette côte sableuse est une zone de dépôts de divers types de sédiments dus à l'action des vagues et à l'action des eaux de ruissellement induits. En général, elle est due à l'érosion côtière provoquée par les courants marins et aux mouvements saisonniers de précipitations.

Le trait de côte peut prendre des formes variées résultant des différents forçages existant. C'est donc la mobilité sédimentaire et le type de sédiment charrié qui façonnent le trait de côte et, par conséquent, la plage n'a pas un visage spécifique.

I.3. SÉDIMENTS EN PLACE.

Les sédiments en place constituent la plus grande partie des fonds marins, le sédiment est un dépôt naturel de substances minérales (débris de roches) résultant de l'érosion du sol (vent, eaux de ruissellement, vagues et marées). Il est donc une particule de tailles et d'origine variables, endogènes ou exogènes.

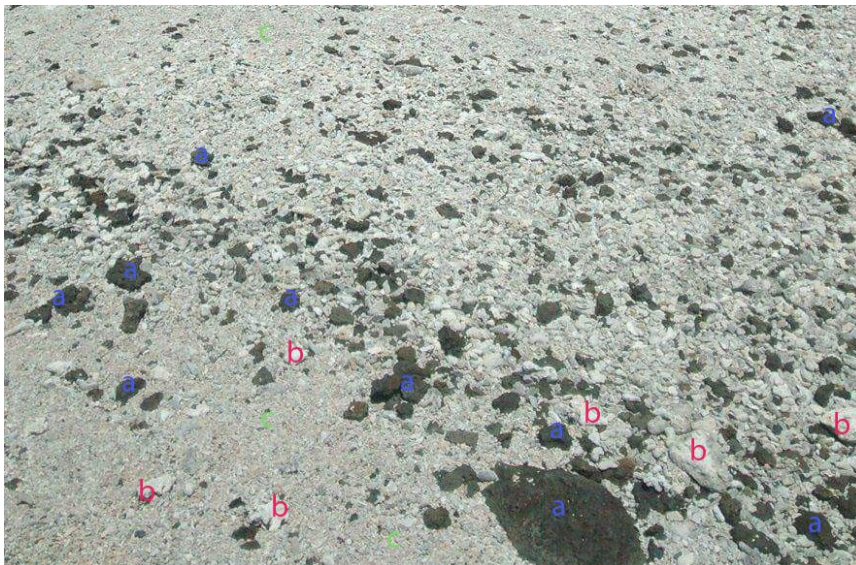


Photo n°6 : Cordon de galets, prise en direction Nord-est de la plage

Le sable est une roche sédimentaire meuble constitue principalement de quartz. Il provient de la désagrégation de roches sous l'action de divers agents d'érosion, tels le vent, la houle, les eaux courantes. Dans cette partie nous observons du sable blanc (b,c) issu de récifs coralliens de divers tailles et de blocs de roche noire (a) d'origine volcanique de basalte. Les sables peuvent être très fins, moyens, grossiers ou très grossiers. Nous y avons remarqué que les

sables fins et très fins sont peu importants, par estimation ils représentent 0,50 %. Le sable fin une fois formé est transporté par le vent et les courants des marées pour former la dune où se déroulent les processus du mélange de sédiments, en présence de cailloux noirs (a), généralement des particules charriées par les eaux de ruissellement au moment des fortes pluies.



Photo n°7, sable vaseux prise, en direction sud-est 30/07/2017

Les vases sont des sédiments hétérogènes très fins. Elles proviennent des mouvements des eaux profondes chargées de particules du fond océanique qui se déposent lorsque les courants faiblissent. Les sédiments vaseux sont d'autant plus fins qu'ils se forment loin des côtes continentales. Ils caractérisent tous les sédiments en place qui représentent 80% (tableau n°4).

I.4. TYPOLOGIE DES SÉDIMENTS

Aux Comores, le sol marin est très diversifié. Il est composé de graviers, de galets, de sables et de vases et de récifs coralliens. Sur notre zone de recherche, le sable provient de l'érosion des roches cristallines et sédimentaires, des galets de l'érosion continentale ou apporté par les eaux de ruissellement au moment de forte pluie. Les vases sont très cohérentes à cause de la formation géologique et morphologique de la zone.

Tableau n° 4:Classification des particules sédimentaires de la plage.

	Éléments fins	Sable	gravillons	Galets	Grès
composition	silt, sables, argiles et particule issue de récifs coralliens	Grains de silices, de calcaire	Morceaux de roche plus ou moins roulés et cimentés caractérisés généralement par des particules de roche volcanique		
Diamètre	inferieur 50 µm	0,1 à 1 mm	2 à 25 mm	2 à 50 cm	
%	80%	19%	1%		
Couleur	blanchâtre	rougeâtre	Noire pour la roche volcanique et blanche pour les récifs coralliens		

Source : laboratoire faculté de science de l'université de Comores 2016

Les blocs apportés par les eaux de ruissellement ou arrachés de la côte, usés et arrondis donnent des grès et galets. Les éléments plus petits forment des graviers, des grains de sable, des coraux et des argiles. L'ensemble silt + argile + coraux donne la vase. Il y représente 80% dont des argiles. Les particules (< 80%) y sont les grosses. Les grosses particules se déposent dans les parties les moins abrités. Par contre Les vases sont présents sur le long de la plage.

I.5.DYNAMIQUE DU TRAIT DE CÔTE

Selon la définition, le trait de côte représente l'interface entre le domaine terrestre et le domaine maritime. Il est donc soumis à des agents dynamiques spécifiques que sont certains facteurs océaniques (la houle, la marée, etc.) et les facteurs climatiques (le vent, les intempéries, le changement climatique). Ces derniers construisent et détruisent le trait de la côte au fil du temps. Cela entraîne une importante variabilité spatiale et temporelle. Le trait de côte est donc une notion complexe, en perpétuels.

Le littoral d'Ouroveni est un espace dont les formes, les caractéristiques géologiques et l'évolution sont variées. Nous distinguons une côte rocheuse et une côte meuble. Ces deux côtes différentient par leurs structures géologiques (carte n°3), qui montrent bien cette distinction topographique du littoral. Certaines côtes rocheuses de la région sont bordées de falaises dont la taille peut être très variable. Mais le littoral d'Ouroveni ne présente pas des falaises de grande taille, puisque la côte s'incline doucement vers la mer.

Pour bien comprendre le pourquoi et le comment du changement de couleur de sable, il est donc essentiel d'observer sur la côte en général et d'identifier les phénomènes qui s'apparaissent sur le littoral.



Carte n°3 : typologie du trait de côte.

La carte typologique du trait représente les zones qui participent au dynamisme sédimentaire de la plage d'Ouroveni. La structure du trait de la côte est très variée, nous avons une côte rocheuse avec de petites falaises, la plage de Chindini est caractérisée généralement par du sable blanc, une zone sableuse recouverte d'une végétation de mangroves. La zone (A) est la zone de Chindini et (B) celle d'Ouroveni qui constitue la zone d'étude. Ces deux zones sont soumises au même phénomène, mais la plage d'Ouroveni est plus touchée à cause de sa position géographique et sa structure géologique. Tout changement qui se produit sur la plage d'Ouroveni est lié à ce système du trait de côte. La côte rocheuse est marquée par la structure géologique, une côte volcanique originaire de la formation de massif de Mbadjini, caractérisés par des moyennes falaises rocheuses de 1,4 mètre et des microfalaises de 80 cm à 1 mètre (photo n°1). Elles sont formées par des découpes sur le littoral, engendrées par des fractures originaires du volcan et de l'action destructive de la mer aux dépens du relief côtier. Le paysage de cette côte rocheuse est extrêmement varié et dynamique, il recouvre un espace de 994,98 mètres. La ligne de rivage est bordée de roche entassée issue de la lave volcanique. L'avant côte est recouvert d'une végétation importante de mangroves et de dépôts de sable blanc en faible quantité, apportée par les courants de la dérive littorale déposés sur la côte rocheuse.

I.6. DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Le changement de couleur du sable est lié aux différents modes de transport sédimentaire : le transport des eaux de pluie et le transport par les courants des marées et de la dérive littorale. Ces mécanismes sont marqués par le mouvement statique (régression et transgression) des vagues et des eaux de pluies. A la saison de pluie, généralement aux mois de décembre, janvier et février avec les ruissellements, la plage prend une apparence de couleur noirâtre. Dans le cas contraire sans ruissèlement, la plage devient rougeâtre à condition que le sable soit suffisamment mouillé. Si le sable est très sec c'est-à-dire en marée basse, il a une apparence blanchâtre. Le transport de sédiments dépend essentiellement de la vitesse de ruissellement et du niveau de marée. En effet, il est important de montrer les caractéristiques mécaniques de la dynamique sédimentaire.

Tableau n° 5: Les principales caractéristiques des différents mécanismes de la pollution du sable.

mécanisme	Dégradation mécanique d'eaux de ruissèlement	Dégradation mécanique de la mer	Transport de sédiment	accrétion
-Condition naturelle et anthropique	Impact de l'intensité de pluie	Impact de la force de vagues et de la marée	Action des agents hydrodynamiques et du vent	Accumulation de sédiments non cohésifs
Propriété du sol	Cohésion humide du sable et de l'argile	Mélange de sable de récifs coralliens et de gravier noirâtre	Glissement et roulement	Dépôt de sédiment par charriage
Particule produite	Grosse particule et particule fin	Particule moyenne et fin	Charriage de particules fines	Dépôt hétérogène de diverses natures
Etat de la couleur du sable	Noir et rougeâtre	Rougeâtre ou noirâtre		Dépôt de couleur multiple
Intensité de la pollution	faible	importante	importante	Très importante
Condition anthropique	Extraction de sable	pollution		Tas de sable

Source : arranger par l'auteur

Ce tableau illustre les caractéristiques des différents mécanismes de changements de couleurs du sable. En effet, nous allons remarquer six caractéristiques responsables :

. Le mécanisme

Les mécanismes résultent des différents processus mécaniques de l'érosion. Une dégradation mécanique est causée par les ruissellements, ce processus se manifeste en période pluvieuse favorisée par la formation topographique de la zone et l'intensité de pluie, les eaux de ruissellements parcourent une pente de 38 % et bordent la mer où le pendage de l'estran faible favorise l'érosion. La dégradation mécanique de la mer est à l'origine des agents hydrodynamiques transporta et déposa les particules selon leurs tailles et leurs poids.

.Les Conditions naturelles

Les Conditions naturelles dépendent de l'intensité de pluie et de la force de vagues et de la marée transportées par les agents hydrodynamiques (vagues, houles, courants) et le vent.

. La propriété du sol

Le sol présente des particules cohésives constituées d'argiles et de sable d'origine volcanique de différentes tailles. Ces matériaux sont transportés jusqu'au rivage et seules les particules plus fines qui atteignent la plage sauf en cas de tempête ou de forte pluie pour trouver des particules hétérogènes, cette hétérogénéité se caractérise par les différentes particules produites.

.Les Particules produites

Les particules produites sont celles formées après la dégradation par l'érosion et classées de tailles multiples. Les particules variant de 25 mm à 50 cm de diamètre sont classées grosses particules, il s'agit des gravillons, des galets, de grès, de blocs de roche plus ou moins roulés et cimentés caractérisés généralement par des particules de roches volcaniques transportées par charriage le long de la côte. Les particules de 0,1 à 5mm sont classées moyennes et celles supérieures à 50 µm et plus fines sont généralement issues de récifs coralliens et argileux.

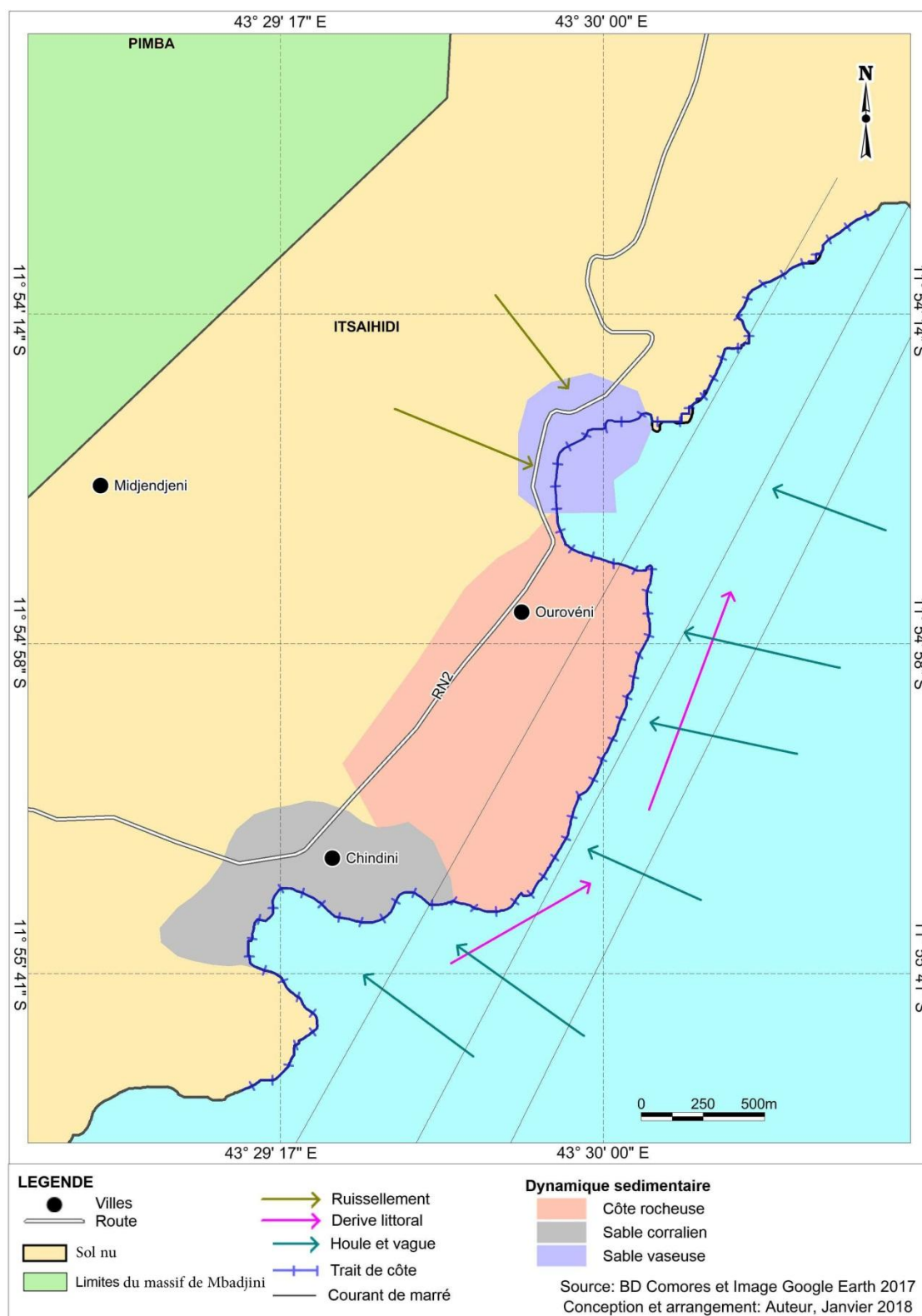
.Les Conditions anthropiques

Les conditions anthropiques se caractérisent généralement par l'extraction clandestine de sable. L'extraction se pratique de manière sélective, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas n'importe quel type, parmi les différentes qualités, seul le sable corallien totalement blanc est pris puisqu'il convient à la construction. Son extraction s'effectue aux alentours de la côte là où le sable n'est pas mélangé. Contrairement au sable vaseux (wouropve) incompatible à la construction à cause de sa composition. C'est du sable très fin utilisé uniquement en pratiques médicales traditionnelles. La pollution ne présente pas une influence sur le changement de couleurs de la plage, mais elle participe à la dégradation des écosystèmes marins dont les mangroves, où se déposent des matériaux non organiques et certaines espèces risquent de disparaître, pourtant nous savons très bien que les mangroves constituent une barrière efficace contre l'érosion marine.

.État de la couleur du sable

Il est difficile d'identifier la couleur du sable de la plage, mais pour comprendre nous avons observé aux alentours de la côte une accumulation de sable blanc au Sud-Est de la plage. Au Nord et dans la partie orientale se répandent des argiles rouges. À l'ouest où se situe le massif de Mbadjini, le sol est principalement constitué de roche volcanique noire, il est également observé quelques particules rouges, des argiles cimentées. L'ensemble de ces particules forme la plage d'Ouroveni. La remarque du changement de couleur du sable résulte du moment de transfert de sédiments par les courants des marées et du transport par ruissellements.

III.1. MODES DE TRANSPORT DES SEDIMENTS.



Carte n°4 : dynamique sédimentaire.

Cette carte représente la dynamique sédimentaire, les échanges des sédiments entre le plateau océanique et le plateau continental. L'augmentation et la réduction associées du budget

sédimentaire sont liées au mode de transport de sédiments. Nous avons quatre principales forces qui caractérisent, ce dernier. La force des vagues et la houle (flèche verte), la dérive littorale (flèche violette) et les courants de marée (barre noire) et la force des eaux de ruissellement (flèche noire), ces forces agissent selon l'aspect géomorphologique du milieu.

. Le transport par les courants marins

Les courants marins sont générés par les marées et les vagues leur énergie favorise le début du détachement des sédiments et leur transport sur la plage. Le transport des sédiments s'effectue différemment selon la nature et la taille du grain de sable. Ce phénomène dépend essentiellement de trois paramètres: le niveau de marée et la vitesse de cisaillement et la taille du grain des sédiments. Les limons et les vases dont la taille du grain est inférieure à 50 micromètres sont constitués généralement de grains d'argiles rouges et ensuite de particules issues de récifs coralliens blancs. Les sables dont la taille du grain varie de 0,1 à 25 millimètres sont les produits ultimes de l'érosion des roches et de leur dégradation par les vagues et également par les eaux d'écoulements. Les galets et les gravillons qui proviennent de l'érosion terrestre présentent essentiellement les grosses particules qui varient de 25 millimètres à 50 centimètres, celles les plus de 50 centimètres n'atteignent pas la plage, donc elle n'influence le changement de couleurs de sable.

. Le transport par la houle et la dérive littorale.

En effet, cette distinction provient des mécanismes hydrodynamiques de la mer (vagues, houle, marées...) et du processus de la dérive littorale. Le changement de la couleur du sable se manifeste ainsi quand ce dernier est suffisamment mouillé, la plage prend une apparence rougeâtre, mais elle est blanchâtre quand il est sec ou noirâtre pendant la période pluvieuse.



Photo n°8, L'estran en période displuviale, prise en direction Nord-Est.

Les mécanismes s'expliquent par la marée haute et la marée basse. A marée haute, elle transporte en suspension les particules les plus fines, les vases constituées essentiellement

d'argiles et de récifs coralliens. Argile + sable+ coraux = vase dont les argiles représentent 60% et les coraux 30% et le sable 10%, ce changement de couleurs se caractérise par un phénomène de dominance de couleurs et un phénomène physique de l'érosion.

Lorsque le sable est suffisamment mouillé, les argiles sont visibles en contact de l'eau, puisqu'elles en contiennent une quantité supérieure qu'aux autres particules, elles sont dominantes. La plage prend l'apparence rougeâtre des argiles.

Dans le cas contraire, lorsque le sable est à sec les argiles perdent du volume et une partie est transportée par le vent. Alors le sable noir d'origine volcanique et le sable blanc issu de récifs coralliens apparaissent et la plage devient noirâtre ou blanchâtre. Blanchâtre à cause des coraux blancs (présente 30%) plus visibles que les particules d'origine volcanique noires présentent 10%.

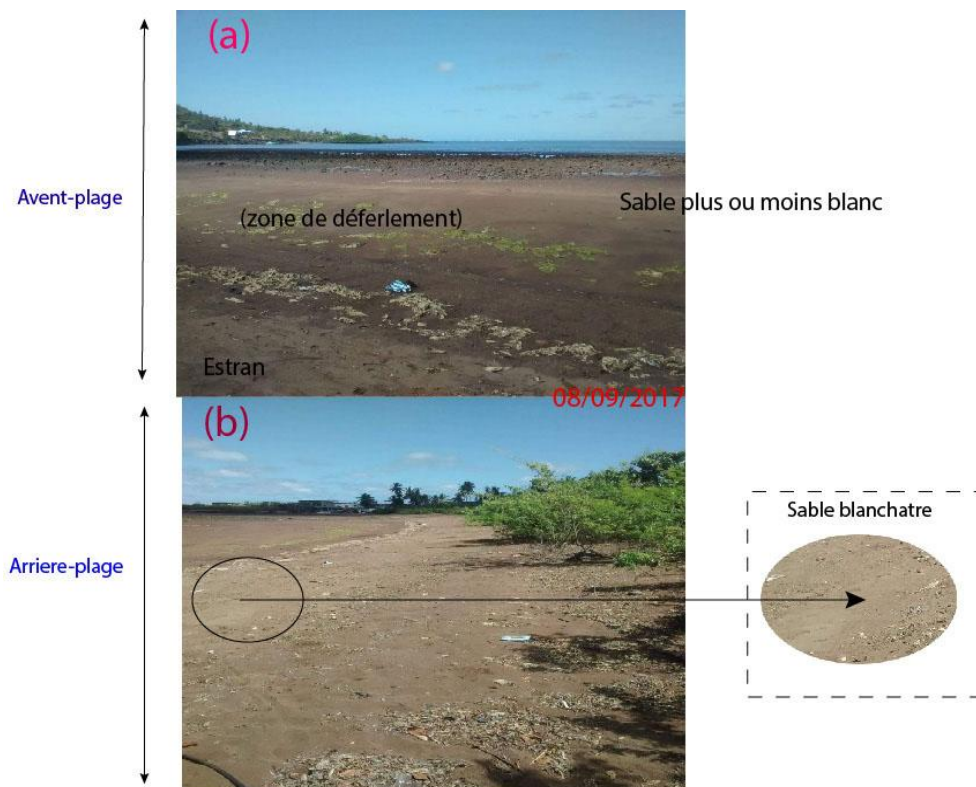


Photo n°9, aspect de la plage en période de marée basse, direction Nord-Est.

Cette image est le profil de la plage en période de marée basse, comme nous la voyons l'arrière-plage (b) est complètement à sec si nous nous approchons, nous remarquons facilement l'opacité de la plage de couleur blanche, si nous nous éloignons, nous remarquons la différence de couleur à l'avant-plage (a). Le processus varie beaucoup, puisque cette zone

est humide en permanence. La variation de couleurs est temporaire sur l'avant-plage en raison de l'agitation de la mer et les processus de marée Haute - Marée basse. Par contre, à l'arrière-plage (b), les processus de changement sont saisonniers, à marée haute ou en période de forte pluie.

. Le transport par les eaux de ruissellement.

En période pluvieuse, la plage accueille plusieurs types de dépôt de différentes natures et de couleurs différentes.

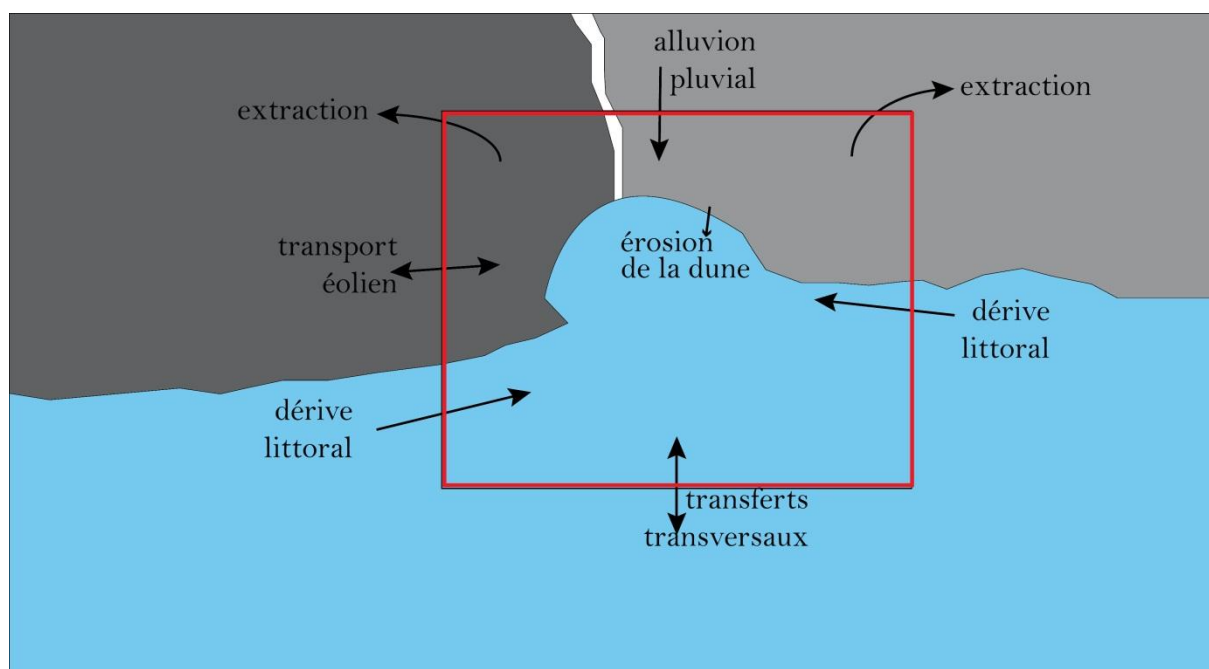


Photo n°10, aspect de la plage d'Ouroveni en période pluvieuse en direction Sud.

Cette image a été prise après une semaine de pluie, comme la plage est dépourvue de falaise et les dunes moins importantes, les eaux de ruissellements y prennent place. Ce phénomène n'est pas fréquent. Juste les moments de forte pluie permettent d'apercevoir ce changement. Les résultats de cette étude montrent une tendance générale liée à l'érosion côtière. La disparition de plages aux Comores et la salinisation, ont pour cause l'érosion naturelle et l'extraction de sable puis l'exploitation de coraux observées par plusieurs auteurs. En tout état de cause, le double visage de la plage d'Ouroveni ne peut s'expliquer que les mêmes phénomènes. Le premier résultat de notre étude indique que si le changement de couleur de la plage n'était pas façonné par une forte extraction abusive de sable auparavant, les vagues et le courant de marées en sont les principaux responsables. Les agents hydrodynamiques (vagues, houles, marées..) sont des faits particulièrement actifs lors des processus d'érosion et d'accrétion sur un espace particulier où les activités humaines sont sans précédent.

L'extraction de sable dunaire le long de la côte, donne aujourd'hui un effet direct sur la disparition de sable blanc, qui s'explique par une forte extraction massive de sable coralliens durant de centaines d'années. Celle-ci réduit l'apport de sédiment qui entraîne l'érosion et la réduction considérable de sable blanc. Ce phénomène génère la dégradation du sol et ainsi les processus d'érosion par ruissellement avec un apport supplémentaire de sédiments sur la plage. Les observations et les analyses montrent que la dynamique sédimentaire de la plage marque des effets d'érosion, d'extraction du sable et de pollution.

III.2. TRANSITS DES APPORTS SEDIMENTAIRES

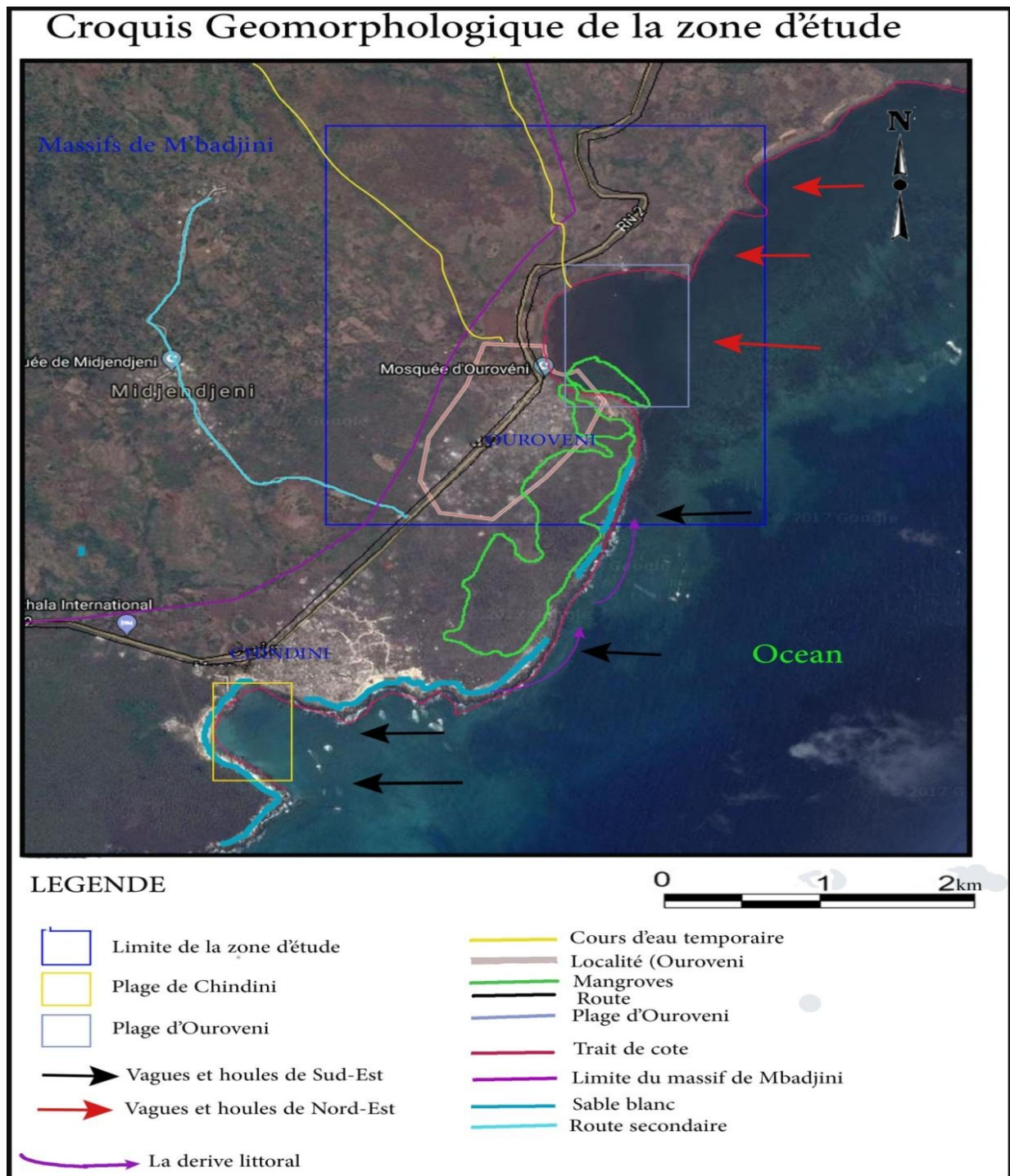


Source : arrangement par l'auteur

Schéma n°2 : Les transferts de sédiments sur la plage.

Toute évolution morphologique naturelle de la plage revient au déplacement de sédiments, par les vagues, les courants, le vent et les ruissellements. Les sédiments viennent de plusieurs sources, les principales pendant longtemps étaient constituées par les cours d'eaux en période de pluie, aussi ceux venant de la mer par les courants de marées contribuent à la sédimentation et aux apports charriés par la dérive littorale. En effet, le changement de couleur du sable est lié aux échanges de différents apports sédimentaires. Naturellement la plage reçoit et exporte des sédiments, mais il est constaté une part très importante héritée qui ne se renouvellera plus, dont l'extraction massive de sable blanc.

III.3. ASPECT MORPHOLOGIQUE DU MILIEU



Source: BD Comores, image Google Earth 2017 arrangement par auteur.

Croquis n°1, Géomorphologie du littoral.

Ce croquis montre les unités géomorphologiques et sédimentologies de la zone d'étude. Le carré bleu clair représente la limite de la zone d'étude et le carré gris, la plage concernée.

À remarquer : des cours d'eau temporaires et une végétation de mangroves, et également le massif de Mbadjini dont la limite est caractérisée par la couleur violette. Les flèches rouges, noires et violettes, indiquent la direction des différents courants qui agissent sur la côte. La morphologie de la côte d'Ouroveni est sous une double dépendance des traits structuraux, une côte rocheuse et une côte sableuse. C'est un sol formé en majeure partie par d'argiles qui affleurent les 67% du milieu. Ce sol en contact avec la mer modifie l'aspect morphologique de la plage. Dans cette région, les eaux de ruissellements sont importantes en période de pluie en raison de la formation du sol et de l'exposition du massif de Mbadjini. La ville d'Ouroveni se trouve en aval de la montagne, du coup, elle est exposée aux éventuels phénomènes d'accumulations de sédiments.

La côte rocheuse au Nord-Est, est plus variée, où alternent les zones rocheuses et le sable coralliens, lesquels, caractérisent la zone de colluvion et alluvion dues au processus des eaux de ruissellements et aux mécanismes de la dérive littorale. Dans l'ensemble, le littoral présente une zone d'accrétion.

Les formations sédimentaires bordent uniquement les façades maritimes. De Chindini à Ouroveni et de l'Ouest à l'Est s'étendent sur la côte parfois séparées de manière différentielle, les eaux de ruissellement. Les cordons sableux marins prennent une plus grande importance et sont mélangés avec les colluvions pour former le sable vaseux dans l'ensemble de la plage.

CHAPITRE IV

LES PHENOMENES INFLUENCANT LA PLAGE D'OUROVENI

Dans ce chapitre, nous évoquons les principaux phénomènes qui influencent la morphologie du littoral d'Ouroveni, à savoir : la morphologie terrestre et marine, la géologie, les conditions hydrodynamiques, les conditions climatiques et les facteurs anthropiques.

I.1. MORPHOLOGIE TERRESTRE

L'archipel des Comores présente un relief très varié et une diversité géomorphologique. L'île de Grande Comores est caractérisée par de grandes superficies de coulées noires de laves altérées provenant d'éruptions volcaniques et non encore colonisées par la végétation. Le relief de (Ngazidja) grande Comores est composé de trois grands ensembles :

- Le massif de Mbadjini
- Le massif de Kartala
- Le massif de la grille
- Le Badjini, se localisé au Sud de l'île est la partie la plus ancienne par rapport aux autres massifs, il est dominé par du sol ferralitique rouge, c'est-à-dire des roches basaltiques altérées.

Cette montagne se situe au Sud-Ouest d'Ouroveni, à 1087 m d'altitude, elle présente un influence importante sur la plage dans la mesure où elle alimente la plage en sédiments par les processus des eaux de ruissellement.

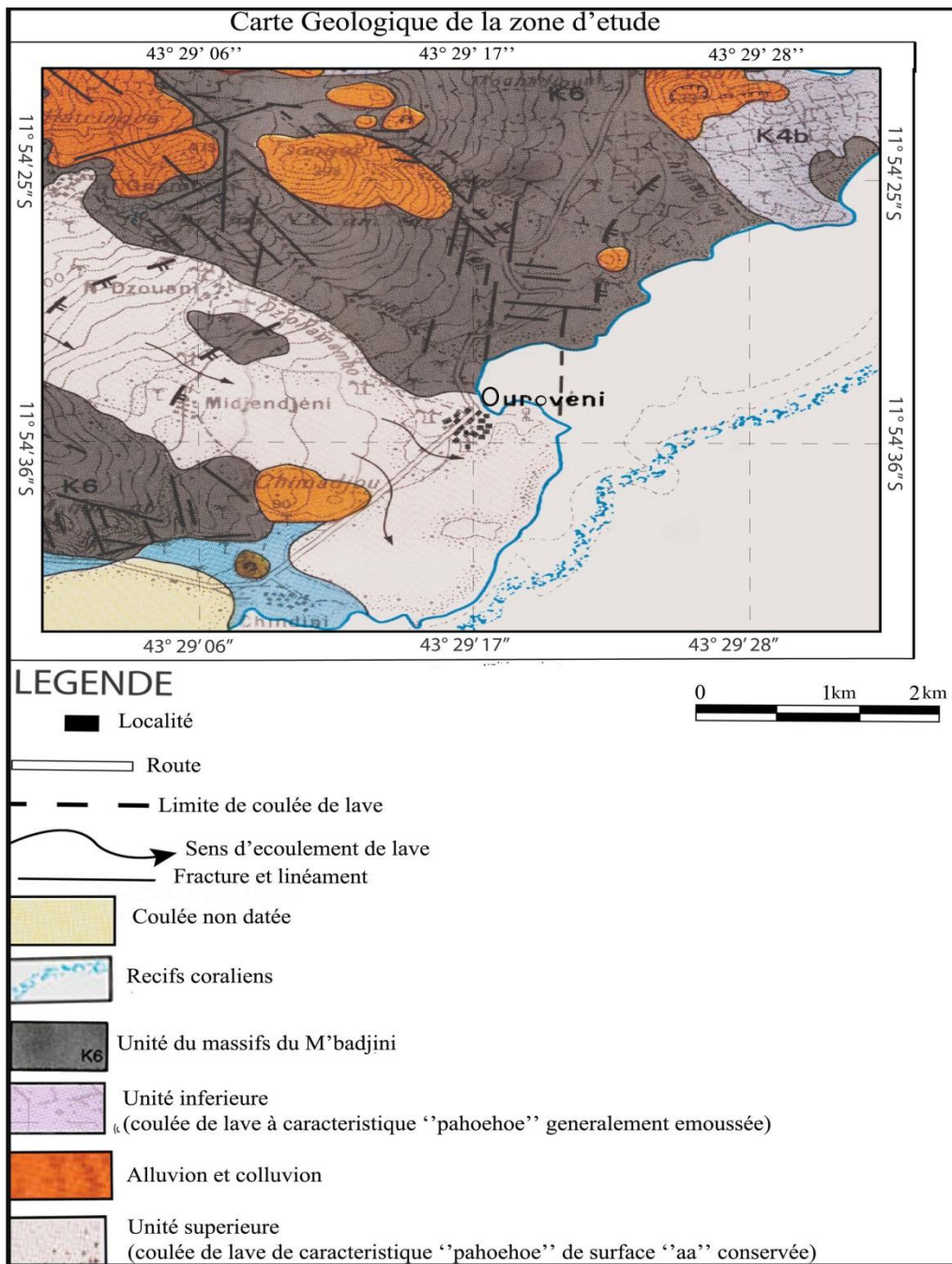
I.2. MORPHOLOGIE MARINE

Les zones côtières et marines de la grande Comores sont très diversifiées dans leur morphologie: côtes basses, falaises, îlots, platiers et dans leur nature: laves, plages de sable noir ou blanc, galets, blocs, récifs coralliens. La variété y rencontrée (mangroves, récifs coralliens, plages, herbiers sous-marins) lui confère une grande richesse en diversité biologique¹. Les côtes rocheuses sont généralement basses à l'exception des deux cônes volcaniques dans la région d'Iconi au sud de Moroni. Ces cônes se dénomment "Ngomi" à Iconi (106 m d'altitude) et "Djivani" de Moindzaza (124 m d'altitude). Le littoral de la grande

Comores est généralement rocheux avec des falaises parfois dotées de grottes interrompues par endroits par des plages de sable blanc (Itsandra, Mitsamiouli, Bouni...) témoignant de l'existence de hauts fonds corallifères. Dans le cas de la côte d'Ouroveni, sa morphologie marine est caractérisée par sa forme d'arc de cercle modelée par l'érosion différentielle. Un enrochement limite l'avant-plage et le large caractérisé par la limite de coulée de laves, (Carte n°3). Cette dernière joue un rôle important sur le dynamisme, car elle ralentit la force des vagues. Nous pouvons constater que le relief actuel de la plage est complexe résulte de la dégradation naturelle et anthropique, un des éléments à prendre en compte pour justifier la cause de la diminution du sable blanc dans notre zone d'étude.

I.3. FORMATION GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION.

L'histoire géologique des Comores est considérée comme récente. Elle est à l'origine de plusieurs phases volcaniques associées à une remontée de la croûte terrestre. (L'île de la grande Comores est affectée par un double système de fracturation de direction Nord-Ouest /Sud-Est et Nord-Sud,(Bachelery P., J. Coudray, 1993. Carte géologique des Comores). Ces deux systèmes de fracturation ont ensuite façonné l'érosion différentielle dans cette région. Les roches tendres (les argiles,..) et les sables caractérisent la plage. Ce phénomène est remarquable dans la région de Mbadjini, notamment à Fombouni et à Malé situé au Sud-est de l'île. La répartition du sol est étroitement liée au modelé lui-même dicté par l'origine volcanique du substratum et par la tectonique. Des phénomènes d'érosion et de décapage plus ou moins intenses ont contrarié, à des degrés divers, leur formation.



Source : BD, COZEP, Comores arrangé par l'auteur.

Croquis n° 2 : carte géologique.

La carte géologique de cette zone d'étude illustre la diversité structurale du sol, qui est la cause principale du changement de couleurs du sable.

En effet, les facteurs géologiques sont déterminants en raison de leur formation. Ils fournissent des matériaux d'érosion sous diverses formes sur la plage d'Ouroveni (argiles sableuses, gravier, galets).

I.4. FORMATION SÉDIMENTAIRE

La formation sédimentaire est caractérisée par la dynamique naturelle de sédimentation et d'érosion. A la grande Comores ce phénomène est fragilisé par la double agression de prélèvement de sable des plages et de dépôts terrigènes provoquant la pollution de certaines plages et la mort des écosystèmes côtiers (coraux, mangroves, herbiers...). Les différents dépôts terrigènes proviennent des zones montagneuses où la déforestation est très importante beaucoup de leurs matériaux sont emportés par les eaux de ruissellement le long des fortes pentes. Certaines formations sont d'origine, soit biogène et soit terrigène.

. La formation biogène

Les récifs coralliens de la Grande Comores sont de type frangeant occupant 60% du littoral et leur croissance est très lente. Les plages de sable blanc sont le résultat du démantèlement des récifs coralliens. En de nombreux points, les seuls vestiges de ces formations sont les grès indurés ou « beachrocks » formés par la percolation des eaux douces dans les dunes et la cimentation du sable. En ce qui concerne la plage d'Ouroveni, la présence du sable blanc est moins remarquable en raison de l'érosion que subit la côte Sud-Ouest.

.Les formations terrigènes

Les plages de sable noir et de galets présents sur la côte Sud-Ouest résultent de l'activité de la mer qui a transporté, façonné et déposé ces matériaux d'origine volcanique. Ces galets et sables noirs sont issus des phénomènes de transports et de dépôts de sédiments marins sur le littoral.

Particulièrement sur cette plage, il est observé une couleur rougeâtre issue des argiles qui proviennent à l'altération des roches sédimentaires.

Le transport de matières terrigènes en relation avec l'érosion marine de la zone donne ces différents types de dépôt. La côte se trouve fortement menacée par l'exploitation des mangroves et les prélèvements de sable marin servant à la construction plus précisément sur les côtes Sud-ouest Sud-Est. À Ouroveni, par exemple, la mer a envahi une grande partie du littoral et nous remarquons que la route (N2) est menacée par ce phénomène d'érosion. Le déséquilibre et la disparition de plage observée au niveau des habitats côtiers ont provoqué des modifications considérables, tant de la structure de la côte que de celle du sable en divers aspects de couleurs.

Il est distingué du sable noir provenant de matériaux volcaniques de la phase récente (Quaternaire) et une minorité de sable blanc. Ce dernier est formé de véritables dunes à la partie Nord-Est du littoral. Les vestiges de ces formations sont les grès indurés nommés beach-rocks formés par percolation des eaux douces dans les dunes et cimentation du sable. Une forte teneur en matière organique provenant de la destruction naturelle et artificielle de mangroves et également des matériaux provenant des eaux de ruissèlements.

Tableau n° 6:classification des dépôts.

	Nature	Origine	caractéristique	couleurs
<u>Dépôt meuble</u>	<u>Grès de sable</u>	des récifs coralliens formés par la cimentation du sable marin	Caractérisée par de sable plus ou moins fin	blanc
	galets et blocs de roche	des matériaux d'origine volcanique	Caractérisée par des cailloux polis par le frottement des eaux	Noir
	argiles	De l'altération de roche volcanique	Caractérisée par de particules très fines avec un aspect collant au contact de l'eau	rouge
	Sable de multi mélange	Origine de l'érosion	Caractérisée par de galets, de grés, des argiles et de cristaux de quartz, coraux	
Dépôts de matériaux organiques	Débris de matériaux végétaux et animaux	D'origine terrestre et maritime	Bois, feuilles de mangroves et matériaux issus de diverses natures apportées par les eaux de ruissèlement	multi couleur
Dépôts de matériaux non organiques	métaux, plastiques et sable	anthropique	Caractérisé par de boîte de conserve, Sachet des morceaux de vedette en résine et de sable de divers nature	

Source : réalisé par l'auteur

Dans divers endroits, nous avons observé des sols ferralitiques jaunâtres de l'argile. Le caractère naturellement fragile et la sensibilité des sols à l'érosion se conjuguent avec déforestation souvent pratiquée sans mesure d'accompagnement et relief très accidenté. Cette double action naturelle et anthropique est à l'origine du décapage massif de nombreux versants, ayant pour conséquence un milieu instable constitué dans de nombreux endroits par une dominance de sols jeunes et peu évolués.

II. LES CONDITIONS CLIMATIQUES.

II.1. PRÉCIPITATIONS MOYENNE ANNUELLES

La topographie de l'île de la Grande Comores et la position des reliefs par rapport aux vents dominants, entraînent une inégale répartition des précipitations. Les précipitations aux Comores varient d'une région à l'autre pour un même mois d'une année donnée.

Ainsi, elles sont conditionnées par leur position géographique et leur altitude. Les côtes de Ngazidja (grandes Comores), tournées vers le nord-Est et le Nord-Ouest, reçoivent les vents de Kaskazi.

Le tableau ci-dessous représente les moyennes annuelles de précipitation sur la période de 1991 à 2000 aux Comores, particulièrement dans la région de Mbadjini. Nous allons procéder à l'analyse climatique de dix ans pour mieux comprendre l'évolution du climat dans cette région face à l'érosion côtière.

Tableau n° 7: précipitations moyennes annuelles 1991-2000.

Mois	<i>Jan</i>	<i>Fév</i>	<i>Mar</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Moyenne	243,5,2	251,8,2	253,6,1	278,9,7	1368,575	105,6,1	130,3	903,55	638,502,778	970,565,278	1161,52,917	1715,31,458

Source : station météorologique de Moroni 2016.

En analysant ce tableau, il convient de noter que la région de Mbadjini connaît deux saisons pluvieuses : Une de forte pluie allant de janvier à avril, avec une moyenne supérieure à Mille millimètres et une autre courte période de pluies de deux mois, de novembre à décembre, la moyenne est inférieure à deux cents millimètres.

L'étude porte sur les dix ans de mesure de la moyenne de précipitation, il s'agit de montrer que les précipitations contribuent à la dynamique de l'érosion dans cette région. D'après nos enquêtes, c'est à partir de décembre jusqu'à avril qu'il existe une forte érosion dans ce site.

Les eaux de ruissellement peuvent barrer la route nationale elles peuvent atteindre 30 cm de hauteur vers le rivage. C'est une des raisons qui explique le changement de couleurs de cette plage. Les eaux d'écoulement sont efficaces au transport des matériaux sur la côte dans la mesure où la couverture végétale est peu dense en amont de la montagne et à l'espace littoral, cette faible couverture contribue à accentuer les phénomènes d'érosion. Ensuite, en présence de porosité des roches, les eaux d'infiltration élargissent les cavités notamment dans les sols volcaniques et argileux en amont et dans le sédiment qui se forment sur les rives du littoral.

Les eaux évacuées en direction de la mer creusent le sol de 50 cm à 1m. Au moment de forte pluie, elles peuvent atteindre 34 cm à 50 cm sur l'estran.



Photo n°11, lit du cours d'eau, prise en direction Ouest.

Ces deux images sont prises à différentes périodes, l'une en saison de pluie et l'autre à une période displuviale. Il s'agit ici d'un pont-canal qui se situe à l'Ouest de la plage à 50 mètres de la plage. Ce pont-canal est conçu pour protéger la route nationale en cas de fortes pluies, il permet aux cours d'eaux de se diriger vers la plage. Qui, en revanche, en subit leur influence.

II.2. TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLES

Tableau n° 8 : Température moyenne annuelles 1991-2000.

Mois	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyenne	28,08	28,16	28,1	27,67	26,68	25,53	24,71	24,21	24,77	25,67	26,88	27,8

Source : station météorologique de Moroni 2016.

D'après ce tableau, les moyennes mensuelles varient de 28°C à 24°C. Nous remarquons une augmentation de températures de janvier à mars qui explique la saison pluvieuse aux

Comores. Nous pouvons noter les mois de juillet à septembre où les moyennes sont modestes aux environs de 24°C, cela peut être dû aux vents frais marins Le Matulay qui soufflent du sud-est vers l'Ouest de la grande Comores. Le rôle de la température dans l'érosion sur ce littoral est secondaire, mais il est important de savoir les mois les plus secs et les plus humides dans une telle étude.

La moyenne des températures de la région est égale à 25°C, mais elle varie en fonction du relief, de la position géographique et des saisons.

Exemple : Moroni se situe à 0 mètre d'altitude ses températures moyennes annuelles varient de 23 à 25°C. Mvouni situé à 400 mètres d'altitude, une température moyenne annuelle de 21°C. Mais, Kartala à 2361 mètres d'altitude, enregistre une température annuelle de 10°C. On distingue trois grandes zones d'action de la masse d'air :

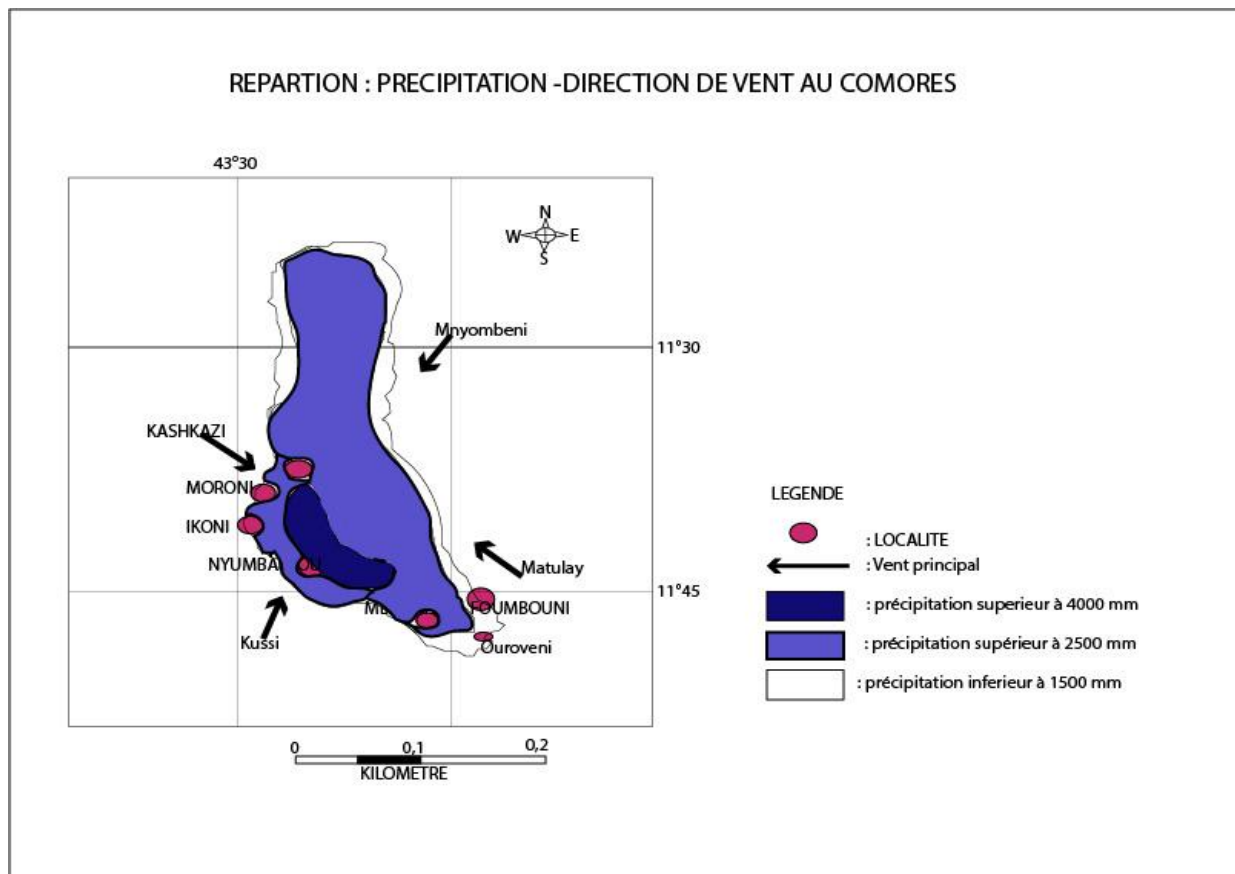
- La zone de convergence intertropicale

- La basse pression du canal de Mozambique et du continent Africain

- Les hautes pressions de Mascareignes, les masses d'aires (mousson et alizés) déterminent de temps aux Comores.

Au nord de la Grande Comores, ils reçoivent les vents secs des alizés du sud et du sud Est. Cette période, permet d'assister à des fortes pluies et à des vents violents, parfois se forme des cyclones entraîna des dégâts humains, économiques et matériels, exemple le cyclone de 1952 où les Comores se trouvaient dans une zone d'instabilités atmosphériques.

Cependant, les tempêtes sont une cause majeure de l'érosion des littoraux meubles. Leur passage, le volume de sédiments déplacés dépasse celui mis en mouvement lors des temps normaux. Lors des tempêtes il provoque une modification importante de la plage, des pointes sablonneuses et des mangroves, cela peut éventuellement favoriser l'érosion dans cette zone.



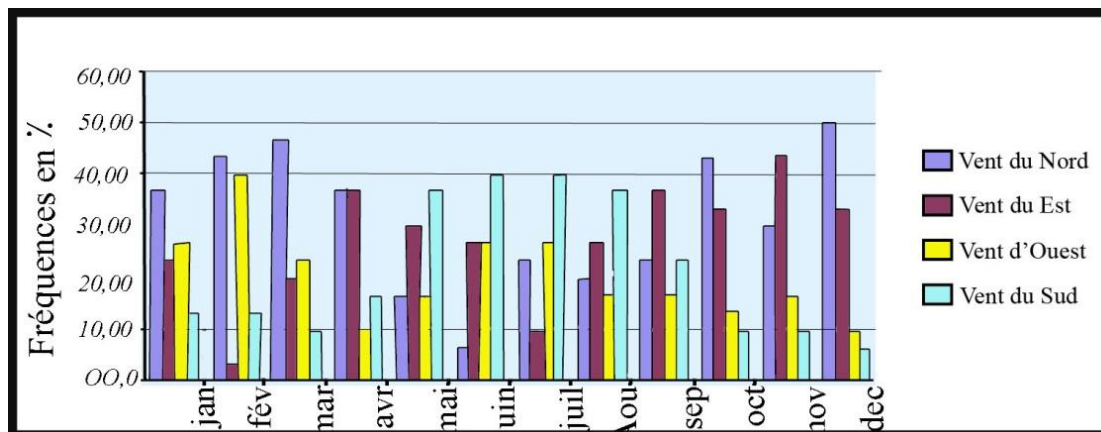
Source : Ministère de l'environnement (Comores) 2016).

Carte n°5 : Répartition des vents principaux au Comores.

En général, l'archipel de Comores jouit d'un climat chaud et pluvieux. Le Kashkazi correspond à l'été, une saison humide également, il constitue à la mousson une période de vents humides soufflant de novembre jusqu'à avril. Le Koussi qui correspond à l'hiver austral, avec des vents secs qui soufflent de l'Est vers l'Ouest. On peut noter deux saisons intermédiaires : le Mnyombéni et le Matulay. À cette période, les vents soufflent du nord et nord-est des îles des Comores. Le Matulay souffle du sud-Est vers l'Ouest tandis que le Kashkazi souffle du nord-Ouest et de l'Ouest vers l'Est.

II.3.LES VENTS

L'action du vent face à l'érosion côtière est un processus généralement négligeable si le vent souffle dans le sens opposé des vagues car il ralentit les vagues et permet obtenir des dépôts plus importants. Dans le cas contraire, nous obtenons une courbure plus importante et un démaigrissement de la plage, dans la mesure où l'eau retire les dépôts. Dans ce cas, on dit que le vent agit par balayage.



Source : Station de Moroni

Figure n°2 : Direction des vents maxi de 1991-2000

Le vent est toujours modéré avec une vitesse comprise entre 54 et 148 km/h, parfois il est remplacé par d'autres vents de direction Sud-est sud-ouest. Son action du vent sur la zone du sud-Est de la grande Comores se traduit par une migration des sédiments vers le rivage. Les vents dominants en direction Ouest s'opposent à ceux du Nord-Ouest et ainsi à la force du déferlement des vagues. En ce sens, nous pouvons noter que leur action est peu négligeable dans la mesure où elle diminue la puissance des jets de rive. Mais en revanche elle a une grande influence sur la migration du sable sur le littoral. Cette migration résulte d'une érosion éolienne différentielle. Lorsque le vent est suffisamment puissant, les particules les plus fines vont pouvoir être arrachées de leurs lieux de production et transportées plus loin, attendant que le vent soit suffisamment faible pour se déposer. Donc, elle reste piéger dans les mangroves, accumulées par les eaux de ruissèlements, pour y devenir une véritable zone d'altération physique et chimique, car il s'agit d'une convergence de sédiments.

Par la présence de couverture végétale et des mangroves également dans cette zone très humide, ces deux paramètres participent à l'altération rapide des roches sédimentaires.

En effet, l'éolisation y contribue au transfert des sédiments. Elle joue un rôle sur l'action de vagues mais aussi intensément sur l'érosion. Elle participe également à la disparition du sable blanc en le transportant dans une zone de formation meuble.



Photo n°12 : côte sud-est de la plage, côte rocheuse et d'accumulation de sable

C'est dans cette zone que se trouvent des traces de sable totalement blanc sans fraction terrigène, c'est à dire sans mélange d'argiles ni de sable produit par les eaux de ruissèlement. Les particules noires présentes sont d'origine endogène issue du volcan. Une grande partie de sable fin est emportée par le vent et les marées vers l'arrière- côte, il ne reste que les grosses particules. L'image qui suit représente la zone ou ce sable migre par la suite.



Photo n°13 : Zone de formation meuble, prise en direction Nord-Ouest 26/09/2017.

C'est une zone d'accrétion des alluvions et de colluvion, d'altération et d'acumination de divers types de sédiments apportés, d'une part, par les eaux de ruissèlement et d'autre part, par le courant de marées et les vagues. Elle reçoit tous les types de matériaux de récifs coralliens, de déchets ménagers, des eaux usées et toutes les particules emportées par les eaux de pluie. À marée basse, tous ces matériaux se déposent le long de la plage.

II.4. EAUX DE RUISSELEMENT

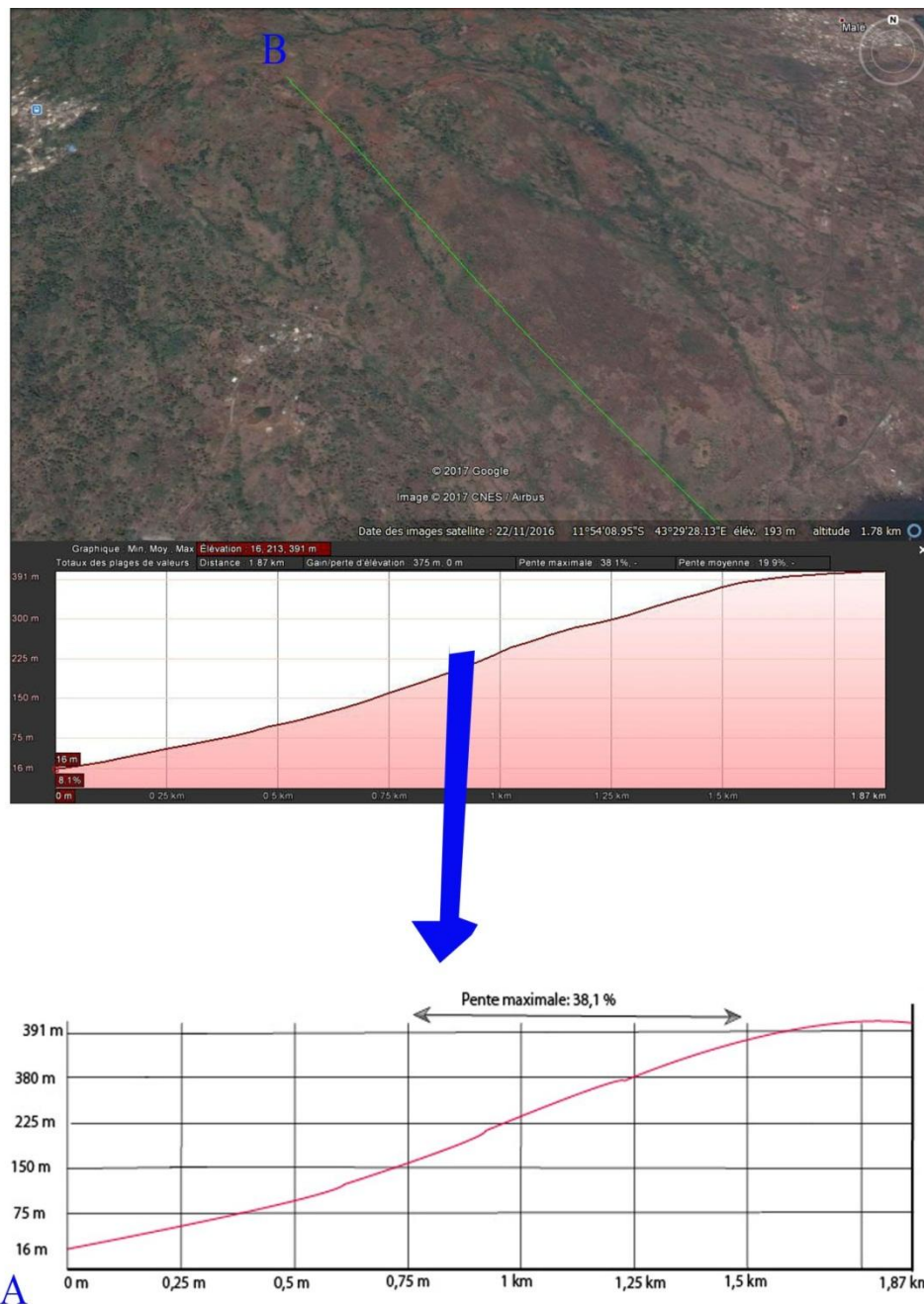
Le ruissellement est un des moteurs de l'érosion : l'eau qui s'écoule entraîne avec elle des particules plus ou moins grosses en fonction de la quantité d'eau en mouvement et de la pente, ce qui peut avoir un effet abrasif sur le terrain soumis au ruissellement. Il peut causer une perte en terre et d'infrastructures considérables.

Il est également un phénomène pris en compte lors de l'aménagement urbain, car la généralisation des sols imperméabilisés (routes, stationnement automobiles, zones bâties, etc.) augmente le ruissellement aux dépens de l'infiltration, ce qui peut conduire à des crues violentes et augmenter les risques de saturation des collecteurs d'eau et d'inondation en aval.

En effet, Ouroveni se situe en aval du massif de Mbadjini qui s'élève à 392 mètres avec une pente moyenne de 20%. Cette montagne a deux cours d'eau qui alimentent la plage en période pluvieuse, de janvier, décembre à février. Les ruissellements sont conditionnés par la texture du sol, l'inclinaison de la pente et la déforestation.

. Sur cette montagne, certains sols résistent bien à l'érosion, d'autres beaucoup moins.

Nous constatons que la texture du sol est composée généralement d'argile et de roches volcaniques noirâtres avec trop peu de sable à faible cohésion et donc à faible stabilité structurale.



Source Google eaerth et arrangé par l'auteur

Figure n°3: Profil de la pente de la montagne Le Mbadjini.

Nous pouvons noter que l'inclinaison de la pente augmente puisqu'elle dépasse les 15%, l'énergie cinétique des pluies reste constante, favorisée par la déforestation ayant entraîné l'érosion et la modification des conditions environnementales dans cette zone.

Les eaux des ruissellements sont conditionnés par l'importance de l'érosion hydrique qui est une fonction érosive de la pluie, de l'infiltration et de la destruction du sol, de la pente du terrain, de l'occupation des sols (couverture végétale, pratiques culturales).

Ainsi, l'inclinaison de la pente est sûrement l'aspect topographique le plus important favorisé par la déforestation en amont et en aval de la montagne.

La déforestation est liée à l'érosion des sols, la déstabilisation provoque d'une part des inondations et de la sécheresse et, d'autre part, des facteurs humains.

- Facteurs naturels : l'éruption volcanique (à la formation des îles Comores et aux activités sismiques dus au volcan actif Kartala) et les effets climatiques de la sécheresse favorisent le développement des incendies.

- Facteurs humains : Pour l'agriculture, l'exploitation de bois (fagots et bois de construction), La déforestation a des conséquences sur le milieu naturel.

Le sol laissé à nu subit un lessivage par les pluies torrentielles, inutilisées et non freinées par la végétation. Par conséquent, tous les ans, il y a une importante dégradation du sol due aux fortes pluies. Les eaux de ruissellements amènent avec elle, beaucoup de matériaux parfois grossiers. La mosquée ancienne située au bord de la plage est victime de l'inondation produite par les eaux de pluies. Aujourd'hui abandonnée, cette mosquée est en cours de rénovation sans aucune garantie d'une autre éventualité. Ces matériaux dévalent ensuite jusqu'au rivage, en majorité de sables volcaniques noirs, de blocs de pierre, des galets, de graviers et des argiles venant du sommet de la montagne. D'après nos enquêtes, la plage a une apparence de couleur noirâtre quand il pleut beaucoup. L'apparence rougeâtre de la plage est à l'origine de plusieurs types de sable apportés par les eaux de ruissellement mais également, les conditions océanographiques y participent pour une grande part.



Photo n°14 : Mosquée au bord de la plage, prise en direction Ouest.

Cette mosquée est abandonnée après avoir été détruite par les eaux de ruissellement. D'après nos informateurs, elle se situait environ à 120 mètres derrière la dune. Aujourd'hui, elle se trouve sur la dune. Voyons ces déchets qui sont des dépôts déposés par la marée.



Photo n°15, Mosquée en construction, prise en direction Sud.

L'aménagement sur le bord de la plage d'Ouroveni est loin de s'arrêter cette image, il s'agit de la mosquée de vendredi en construction aujourd'hui, après avoir été détruite par l'érosion, au même endroit.

III.CONDITIONS OCEANOGRAPHIQUES

III.1. L'ACTION DES VAGUES

L'action des vagues se forme par un processus de transfert d'énergie du vent à la surface de l'eau. La masse d'eau est alors poussée dans la direction du vent formant des vagues qui provoquent les différentes formations des côtes. Cette action est progressive lors d'une forte tempête, elle survient en même temps qu'une grande marée. L'action des vagues continue à ronger les littoraux depuis plusieurs années. Dans le cas de la plage d'Ouroveni, elle a un impact lors d'une tempête et quand elle est chargée de sédiments et de débris qui provoquent une dégradation au pied des dunes. On obtient alors des galets de formes particulières, polis et émoussés, caractéristiques d'un transport par eau marine.

III.2. LES HOULES

La houle est un mouvement ondulatoire qui se manifeste à la surface de la mer sous l'influence des vents. Généralement, elle joue un rôle important dans le comportement dynamique des plages.

On distingue :

- a. les houles maximales normales dues aux alizés,
- b. les houles longues en provenance du Sud-est Africain,
- c. les houles exceptionnelles liées à des phénomènes dépressionnaires, de probabilité d'apparition faible, mais non négligeable. Elles peuvent atteindre une amplitude maximale de 4 mètres avec une période de retour en 10 ans et, parfois, une amplitude maximale de 5 mètres et plus avec, dans ce cas, une période de retour quasi centennale.

III.3. LES COURANTS DE MARÉES

Ils sont conditionnés par l'attraction des corps célestes sur les masses océaniques, principalement la lune et le soleil. La marée est un phénomène d'abaissement ou d'élévation du niveau de la mer. Les courants de marée sont les seuls, avec la dérive littorale, capables d'une érosion des fonds et d'un important transfert de sédiments. Leur action morphodynamique est alternative.

Tableau n° 9: variation moyenne annuelle des marées aux Comores en 2000

Mois	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octb	Nov	Dec
Marées minimum	0,4	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4	0,5	0,1	0,35	0,02	0,5	0,5
Marée maximum	3,7	3,5	3,9	4	3,6	3	3,5	3,4	3,5	3,8	3	3,5

Source Ministère de l'environnement (gd Comores).

Les Comores se situent sur le trajet du Courant Sud-équatorial. Ce courant se divise en deux branches : une Nord et une autre Sud, qui forment un tourbillon cyclonique autour de l'archipel. L'existence de ce tourbillon est liée aussi au fait que les eaux plus au Sud - eaux tropicales de surface venant du sud et mélangées aux eaux du Canal de Mozambique - forment un barrage en raison de leurs propriétés physico-chimiques différentes. Pendant la saison des pluies, la vitesse du flux s'établit entre 1,30 et 1,45 nœud. En saison fraîche, cette

vitesse varie entre 0,5 et 2 nœuds, soit 0,25m/s. Ce courant de surface peut être freiné ou accéléré par le régime des vents ou par la morphologie sous-marine et côtière.

Au niveau des marées, aux Comores généralement, les marées varient au cours d'un mois lunaire de (28 jours), cela signifie qu'en pleine lune et nouvelle lune, l'amplitude est grande (vive eau) dans le cas contraire, c'est la marée morte eau.

Les variations journalières de marées relevées dans l'annuaire de (2000) sont les suivantes :

Morte eau : niveau minimum 0,02 m

Niveau maximum 0,6 m

Vive eau : niveau minimum 3 m

Niveau maximum 4 m

D'après notre observation, l'action de courants marins sur le littoral d'Ouroveni participe à deux actions différentes à deux endroits différents :

- A marée montante, une accumulation des différents dépôts, de sédiments et d'autres matériaux organiques dont une bonne partie est déposée au rivage dans les dunes sableuses et une autre sur la côte rocheuse.
- Une action de transport et de mélange de sédiments dans la mesure où en période de marées basses, il en résulte, dans tous les cas, des érosions dans le sens du littoral.

C'est au moment de marée basse que les processus des transferts et du mélange de différents sédiments se produisent, une grande partie de sédiments déposés par les eaux des pluies sur la côte subit un phénomène de mélange de sédiments, lequel résulte du changement de couleur du sable.

L'action de transport participe aux cycles sédimentaires et également à la pollution du sable, car la migration de sédiment conditionne le changement sur la côte, donc, une érosion constante de plage d'Ouroveni de type pollution, dégradation et extraction. Nous pouvons noter également que la dérive littorale contribue aussi à ce phénomène.

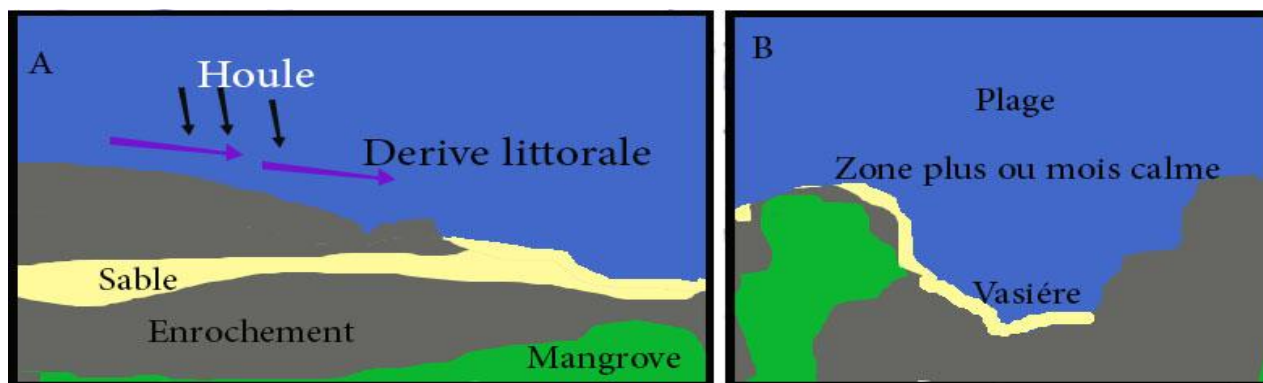
III.4. DÉRIVE LITTORALE.

Elle est le déplacement le long d'un littoral de matières (sédiments, sable) déposées par les vagues, le vent et/ou les courants. La dérive littorale contribue à long terme à modeler la forme de la plage, elle est fonction de sa vitesse. Les houles obliques, les courants de marée, les vents et le déferlement des vagues causent un courant parallèle à la côte qui déplace les sédiments côtiers (sable, gravier, galets...) le long du littoral. Cependant, il est important de signaler qu'à Ouroveni l'action morpho dynamique de la dérive littorale se trouve gênée par la

formation topographique de la zone, puisque le littoral constitue une partie rocheuse (a) et une partie sableuse (b), les courants qui s'orientent du Nord au Sud retiennent une part importante des sédiments vers le long du littoral. Cette quantité du sédiment est ensuite divisée par la dérive littorale selon la structure de la côte. Une partie n'est pas récupérée, elle est perdue définitivement. Et une grande partie est arrachée par les vagues vers le large et ensuite récupérée par la dérive littorale vers la plage. La partie rocheuse de ce littoral constitue un barrage naturel qui empêche les agressions des vagues. L'accumulation des sédiments dans cette partie est très dynamique donc il existe plus de sable au pied de la côte rocheuse, un sable instable.

Ce sable qui reste est soulevé par le vent vers l'intérieur pour former les dunes qui sont ensuite stoppées par la végétation de mangroves. Cette partie (a) protège évidemment la côte, mais, en revanche, l'autre partie (b) de la plage en question est davantage agressée. Une partie de ce sable est récupérée par la dérive pour alimenter la plage qui par conséquent recule.

En effet, l'origine du sable blanc vient de la dérive littorale, son lieu de production vient de la plage de Chindini un village situé au nord d'Ouroveni.



Source : réalisé par l'auteur

Schéma n°3 : Dérive littorale.

IV. FACTEURS ANTROPIQUES

Les facteurs anthropiques c'est-à-dire l'intervention de l'homme sur l'environnement naturel, peut générer des impacts négatifs sur son équilibre. Même si l'influence de cette facture est peu significative, il convient de signaler que les prélèvements de sable faits par les jeunes et les femmes de la ville finissent par contribuer au déficit de la plage.

IV.1. L'EXTRACTION DU SABLE

Aux Comores, l'exploitation des domaines marins et côtiers existait depuis longtemps.

L'extraction de corail a de multiples objectifs, pour la construction (photo) ou pour des usages

Traditionnels et culturels entre autre. :

. Pierre de construction, transformation de chaux de construction ou à peindre.

. Pierre à poudre de Santal ou (Bwelamsinzano) masque de beauté et de protection.

. Chaux à mâcher le bétel, chaux médicale, corail calciné pour écriture sur planchette bois école coranique, recouvrement de maison.

. L'extraction de sable est réalisée uniquement pour la construction et elle a déjà conduit à la disparition totale de certaines plages qui sont pourtant potentielles de revenus touristiques.

En effet, actuellement certaines pratiques de l'utilisation de corail sont abandonnées comme l'utilisation de Chaux à mâcher le bétel, chaux médicale, corail calciné pour écrire sur planchette de bois à l'école coranique, recouvrement de maison. Par contre, son utilisation comme le Bwelamsinzano masque de beauté et de protection existe encore.

D'après nos enquêtes, il existe une association nommée MPUMBATSI qui lutte contre toute agression du littoral, extraction de sable, exploitation du corail et pollution. Mais, malgré ses efforts, l'extraction de matériel sableux persiste pour couvrir les besoins sans cesse croissants des grands travaux publics et de construction. Cette pratique est courante sur les plages, entame sérieusement le stock sédimentaire. Ce faisant a, bien entendu, aggravé l'action néfaste des barrages. Les extractions se sont encore intensifiées récemment et bien au-delà des quantités déclarées. Elles persistent toujours aujourd'hui, malgré une disposition de la loi sur le littoral qui les interdit strictement. Les dragages de sédiments sur les avant-plages ne seraient pas du tout moins dangereux si des précautions n'étaient pas prises (photos n°16).



Photo n°16 : tas de sable marin. Sud-est de la plage.

Sable franchement arraché de divers endroits du littoral prêt à être emporté ensuite vendu clandestinement. La cause de changement de comportement de la plage ne provient pas

uniquement de l'érosion marine et terrestre mais, également de l'extraction massive du sable Coralliens, pratiquée depuis des siècles, partout dans l'archipel. Certaines plages ont disparu d'autre ont changé d'apparence en fonction de la structure géologique de la zone.



Photo n°17 : signe d'extraction sur la haute plage, prise en direction Sud-Ouest

Selon nos sources, ce prélèvement se produit dans la nuit pour se dérober du responsable de l'association MPUMBATSI.



Photos n°18 : Maison construites par le sable corallien, prise en direction Sud.

La construction des maisons à partir des récifs coralliens est pratiquée depuis bien longtemps, soit pour cimenter soit pour peindre. Les maisons ci-dessus étaient bâties depuis 1980 (a), et 1930 (b). Nous avons recensé 40 maisons anciennes construites à partir du sable corallien dont 15 sont habitées.

Actuellement, le ciment vient de remplacer le récif corallien, cette pratique est abandonnée pour la construction. Il reste l'utilisation du sable en masse partout aux Comores. Toutes les mesures de protection de ce littoral sont mises en place sans que les habitants en prennent

compte. En effet, l'extraction du sable participe à la disparition du sable blanc, non pas uniquement par les processus naturels qui dégradent les côtes par l'anthropisation y accélère ce phénomène de manière exponentielle.

IV.2. L'EXPLOITATION DE MANGROVES

D'après la (A.I.D.E) *Association d'Intervention pour le Développement et l'Environnement*, les mangroves aux Comores sont limitées en superficie et sont présentes sur le littoral de Domoni, de Voidjou, d'Iconi, de Ouroveni et au sud de Ntsaoueni. Celles de Sima à Mitsamiouli quant à elles sont presque totalement disparues. Ces mangroves ont un rôle écologique majeur par leur biodiversité particulière, d'une part et d'autre part, par leur rôle de zone tampon entre les écotones eau douce/eau salée.

Celles d'Ouroveni jouent un rôle protecteur de la côte, elles empêchent non seulement l'érosion du littoral, mais également une grande partie du sable de s'éloigner vers l'extérieur. Nous avons remarqué que la seule défense de ce littoral repose sur l'implantation de mangroves. Mais, malgré toutes les dispositions prises par les villageois pour protéger l'écosystème marin, l'exploitation de mangroves et la pollution présentent un risque pour la survie côtière, cette exploitation des mangroves réside dans les utilisations domestiques. Aux Comores 90% de la population comorienne se servent des bois NKUNI (fagots) comme énergie culinaire. Dans l'ensemble, le facteur anthropique contribue au processus d'érosion sur la plage d'Ouroveni, accentuant ce déficit en sable blanc sur le littoral. Outre, les sables coralliens dans la construction, servent de gravier à béton, ou d'allées dans la cour des maisons à Ouroveni il est frappant de constater que certaines maisons sont construites à partir du ramassage journalier de sable arraché sur la plage. En finissant par détruire le cordon littoral, où quelques témoins subsistent encore. Ce phénomène anthropique, même tout à fait secondaire par rapport aux facteurs naturels, est non négligeable. L'érosion n'est pas le seul fléau observable sur le littoral, la pollution en est un autre, nous allons analyser aussi ces facteurs.

IV.3.L A POLLUTION

La pollution sur ce littoral est plus importante et présente sur toute sa longueur du où elle regroupe l'essentiel des déchets solides et liquides en provenance des ménages et une partie vient de nulle part emportée par les courants. Les déchets liquides se caractérisent par les eaux usées qui ne sont pas toxiques, donc ne présentant aucun danger sur le littoral. Les déchets

solides ont une composition hétérogène, on y rencontre des rejets biodégradables et non biodégradables. Les photographies qui vont suivre, témoignent de l'état de cette pollution.



Photo n°19 : dépôt de déchet au pied de la dune.

La plage d'Ouroveni, les ordures sont entassées sur toute la longueur du littoral, Ces déchets comportent du bois, du papier, des matières plastiques et fermentescibles, très toxiques. Certains ne posent guère de problème, car ils peuvent être libérés et naturellement détruits par les micro-organismes. Par contre, d'autre non biodégradables ne périssent pas de manière naturelle, Ils peuvent rester intacts dans le sol pendant plusieurs années: tel est le cas des plastiques.



Photo n°20 : dépôts de vedettes de pêche.

Les déchets solides constituent les premiers facteurs de détérioration de l'environnement sur la plage. Leur production est un des résultats de l'activité humaine, mais aussi des activités commerciales souvent désignées sous le vocable d'ordures ménagères. Ici, nous observons des déchets majoritairement en plastique. Cette situation induit comme attitude au niveau de

la population d'utiliser les terrains vague, surtout la plage, comme étant les principaux dépotoirs d'ordures.



Photo n°21 : pollution sur les mangroves.

Comme nous l'avons évoquée à plusieurs fois, la pollution du littoral est présente dans toutes les parties de la côte. Même les mangroves n'en sont pas épargnées. Toutes sortes de déchets ménagers, plastiques voire métalliques constituent des dépôts qui ont un impact au dynamisme de la plage elles participent à l'érosion de la plage, car elles déstabilisent l'écosystème marin.



Photo n°22 : la plage d'Ouroveni, prise en direction Est.

Ici, c'est la vue en face de la plage, avec les ordures entassées sur toute sa longueur, dans cette partie complètement dégradé par l'érosion, la dune est remplacée par des déchets polluants et toxique .En cas de forte pluie ou de tempête, ces matériaux vont ensuite être emportés vers l'estran.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

En bref, le changement de comportement de la plage d'Ouroveni est lié au phénomène naturel et anthropique. L'origine de la modification de la plage est l'extraction massive de sable blanc depuis des années. Par conséquent, la disparition de ce sable blanc accélère l'érosion. La plage d'Ouroveni est soumise à un cycle naturel d'érosion et d'accumulation. Elle réagit aux forces naturelles auxquelles elle est exposée et cela lui donne un double visage (rougeâtre et blanchâtre).

Les observations et les analyses de ce phénomène vont nous permettre d'expliquer les mécanismes de ce changement de couleurs de la plage. Pour ce faire, nous allons traiter les questions suivantes :

Quels sont les rôles et les caractéristiques du trait de la côte ? Quels sont les principaux phénomènes du changement de comportement de la plage ? Quelles sont l'origine et les principales caractéristiques du sable ? Que vont être les conséquences de l'évolution du trait de la côte ?

La troisième partie de notre travail sera axée sur les réponses à ces questions.

TROISIEME PARTIE

LA DYNAMIQUE ACTUELLE ET SES CONSEQUENCES

Cette partie va se focaliser sur les conséquences de la dynamique actuelle de la plage en suggérant quelques solutions pour lutter contre la dégradation de l'environnement sur les plages.

CHAPITRE V

CONSEQUENCES MORPHODYNAMIQUES

Ce chapitre va expliquer les différentes conséquences de la dynamique, l'évolution du trait de la côte et ses conséquences.

I.DYNAMIQUE ACTUELLE

I.1.EVOLUTION DU TRAIT DE LA CÔTE

L'évolution du trait de la côte est liée à l'action des agents d'érosion et se fonde sur la pratique d'extraction du sable.

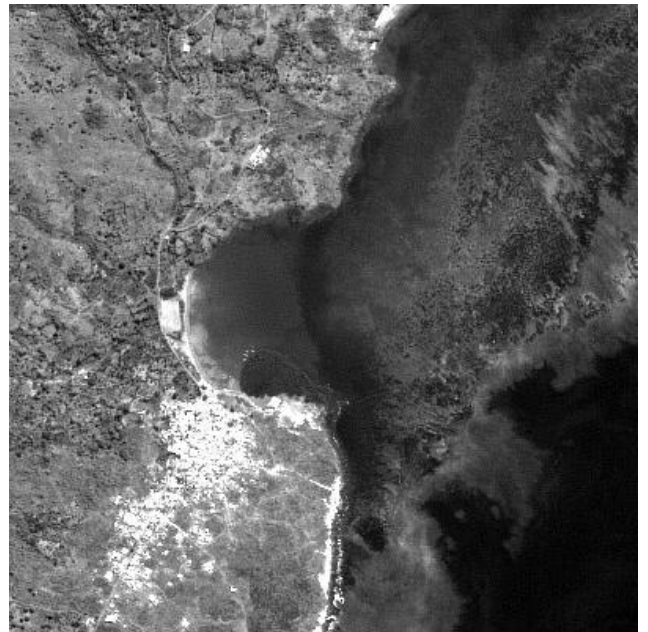
L'analyse de l'évolution du trait de la côte part sur les résultats de la superposition de deux images satellitaires (Images landsat) de 2000 et de 2015, afin d'évaluer la tendance de l'évolution côtier affectant la plage d'Ouroveni.

Figure n°4 : plage d'Ouroveni 2015.



Source : <https://earthexplorer.usgs.gov>

Figure n°5: plage d'Ouroveni 2000.



La superposition deux à deux de ces images satellitaires, prises à quinze ans d'intervalle en moyenne, permet la mise en évidence de la tendance de recul ou d'avancée de la plage entre ces deux dates. L'analyse de ces clichés permet de distinguer deux tendances :

L'évolution de l'érosion depuis 2000 à 2015.

L'évolution du trait de côte depuis 2000 à 2015.

Dans l'ensemble, la plage est en érosion. Elle montre une avancée moyenne de 70 cm en 15 ans d'intervalle selon nos estimations. Ces valeurs du trait de la côte l'augmentent essentiellement. Cette vitesse y est constante sur l'ensemble de la plage, permettant donc de conclure que l'érosion est le responsable du retrait de la côte, facilité par la structure géologique du milieu et, également, par l'intervention de l'homme directe. Cette érosion affecte surtout la partie orientale de cette plage.

La vitesse de l'érosion est due à une forte accélération d'extraction du sable depuis fort longtemps. Les aménagements anciens la témoignent, (photo n°14 et 18).

Par contre, cette évolution n'atteint pas la partie Sud (photo n°1), laquelle est armée d'un enrochement issu du volcan qui protège la côte.

L'Ouest jusqu'au centre de la plage présente une avancée du trait de côte par rapport à sa position de 2000.

II. CONSEQUENCES DE LA DYNAMIQUE DE LA PLAGE

II.1. CONSÉQUENCE DE L'ÉROSION

L'érosion côtière a de graves conséquences socio-économiques et environnementales aux Comores. La zone du littoral comorien, comme dans la plupart des îles, est menacée par la montée des océans et entraîne une dégradation massive des activités économiques comme la pêche et les activités touristiques. Ce sont ces activités que menace l'érosion en plus de la destruction des infrastructures de base : routes, écoles et habitations. Les conséquences de l'érosion s'évaluent selon l'espace au quelle elle est exposée et elles sont souvent catastrophiques. La plage d'Ouroveni connaît une transformation du paysage, cela s'explique par l'hétérogénéité du sol et l'intensité des conditions hydrodynamiques qui règnent dans la zone (Photo n°9). Sur le bord de la plage, dépourvu d'ouvrage de défense ou de solution de dépôts de sédiments (Photo n°22), les conséquences peuvent être critiques à l'avenir :

- Disparition complète de la plage,
- Salinisation complète de la plage,
- Dégradation des habitats en fond de mer,
- Disparition des mangroves,
- Altération de la route, des maisons et des chemins.

En effet, l'érosion côtière aux Comores se traduit par la montée du niveau des océans vers la terre ferme. Sur des études réalisées aux Comores par (CN-COM-DG-T), la disparition des

plages est évalué à 60 à 80% d'avancé. La DG-T signale en 10 ans la perte de 11 plages sur 25 à Ngazidja et 7 sur 18 à Anjouan. A Mohéli, Ce phénomène semble plus limité.

II.2.CONSEQUENCE ENVIRONNEMENTALE

Tous ces effets auront des conséquences désastreuses sur le plan écologique, les plans d'eau, le plan socio-économique. Ces risques naturels entraîneront une modification du littoral.

II.3.CONSEQUENCES ÉCOLOGIQUES

L'élévation du niveau de la mer va amplifier l'érosion côtière, multiplier les inondations sur la côte comorienne. Les eaux vont envahir exagérément les mangroves et les marécages. L'élévation du niveau de la mer provoquera un changement des régimes hydrologiques des fleuves et un accroissement du transit sédimentaire. Cette situation aura un impact sur les pêcheries, les trafics maritimes, les activités récréatives et la diversité biologique. Les paramètres naturels ne sont pas les seuls responsables de la dégradation de l'environnement sur la plage mais aussi les effets de la pollution.

II.4. CONSEQUENCES DE LA POLLUTION

La pollution génère des incidents néfastes dans tous les milieux de vie auxquels elle les exposée. La plupart des côtes comoriennes constituent des véritables dépotoirs des déchets de toutes sortes. En effet, le littoral d'Ouroveni est un dépotoir de déchets ménagers, aujourd'hui devenu un milieu menacé. En effet, leur présence sur la côte risque de tuer les écosystèmes marins tels les mangroves qui sont la seule barrière protectrice de la côte existante et ainsi un de développer des microbes propices à la prolifération de certaines maladies menaçant la santé de la population.

III.CONSEQUENCES SOCIOECONOMIQUES

Dans la région de M'badjini la mer attaque et détruit toutes les installations en bordure de la mer, notamment à Chindini, une ville proche d'Ouroveni qui y a connu des dégâts, destruction de la digue par une forte tempête en 2013.la ville d'Ouroveni se trouve un peu éloignée de la mer à 350 mètres que chindini, mais n'a pas pu échapper aux forces dévastatrices des vagues. En effet, une mosquée est victime d'une double action érosive des vagues et des eaux de ruissèlement. Le paysage actuel de la plage montre une forte dégradation de l'érosion marine.

Ce phénomène est remarquable sur tous les bords de la plage avec une progression d'érosions risquant d'atteindre la route nationale. Ce qui a incité certains jeunes à envisager de créer une association avec pour objectif de protéger le littoral face aux phénomènes d'extraction de corail, à l'exploitation de mangroves et à la pollution, un moyen de ralentir l'érosion. Mais dommage, tel n'est pas le cas, nous avons remarqué des signes d'extraction dans les deux parties du littoral, un tas de sable dunaire récemment arraché (photo 16). La solution à ce problème passerait donc nécessairement par une protection efficace du littoral.

IV. CONSEQUENCES EXCEPTIONNELLES

Ouroveni n'est pas seul à subir les phénomènes d'érosion. Plusieurs villes côtières aux Comores ont été touchées à des degrés différents. Sur la côte de Mbadjini Est, l'érosion s'est manifestée notamment au niveau continental par l'effondrement d'habitations et des digues protectrices de la côte. Ouroveni, la mosquée de vendredi était complètement détruite suite à une double force : fortes vagues et fortes inondations. C'est ce qui est appelé des phénomènes d'érosion exceptionnelle. Nous avons deux types d'érosion, tout d'abord l'érosion mécanique, permanente. Chaque année le long du littoral, la mer gratte et elle dépose peu de sable. Comme elle a tendance à gratter beaucoup plus qu'elle ne dépose, nous assistons à une érosion côtière. La mer fait reculer le sable et puisque le sable recule, c'est la mer qui avance. Dans les autres îles des Comores (Anjouan, Mohéli) et la Grande Comores, Bambao jusqu'à Mbadjini, nous assistons à une érosion qui peut causer la disparition de quelques centimètres, voire quelques mètres de plage. Ensuite, nous avons des phénomènes exceptionnels assez rares. Aux Comores, des cyclones et des inondations passent sans cesse, en 2007, 2008, 2012 et en 2016. Ces dates ont marqué des érosions et des inondations avec des dégâts aussi importants que ceux que nous évoquons.



Photo 23: Evènement exceptionnelle des inondations aux Comores en 2012 et 2016.

Les images ci-dessus représentent des événements exceptionnels la montée du niveau de la mer du matin caractérisée par des vents torrentiels, image (d), et des inondations qui ont causé des dégâts considérables, image (a) et (b) des maisons et des routes ont été détruites. En effet, selon des estimations globales, la montée du niveau de la mer sur les côtes comoriennes est presque le double de la moyenne, à environ 6 à 7 millimètres par an (le sud de Madagascar est un des endroits où le taux de la montée du niveau de la mer est le plus élevé). A cela, s'ajoutent beaucoup de villes et de villages et des infrastructures routières et aéroportuaires se trouvaient dans des zones à haut risque. Les phénomènes des inondations concernent quasiment l'intégralité des côtes de l'île et peuvent provoquer de nombreux dégâts. Sur Ngazidja, il n'y a pas ni rivière permanente, ni réseau de collecte des eaux pluviales réellement structuré. Globalement, la collecte des eaux pluviales est assurée par des ravines dans les espaces ruraux et naturels et par ruissellement diffus (voiries, caniveau, talus...) dans le cas des espaces aménagés. Parfois, les eaux pluviales sont collectées par des caniveaux et des canalisations en assurent leur recueil partiel pour les rejeter vers le littoral. Selon les études menées au niveau de la première Communication Nationale (2002), le niveau de la mer devrait augmenter de 4mm par an au cours des cinquante prochaines années. Cette augmentation correspond à une hausse moyenne potentielle de 20 cm. Il s'agit d'une élévation de deux fois plus importante que celle observée au cours des cent dernières années (10 à 25 cm). Une élévation de la température de 0,5°C par an, 57,5% de 110 000 hectares de terres cultivables aux Comores sont dégradés. Selon certaines études, la plupart des infrastructures côtières seront détruites d'ici 2025, avec des dommages économiques de 400 millions de dollars, cela est trois fois plus élevé que le PIB des Comores. La montée du niveau des océans causera un déplacement de 10% de la population, c'est-à-dire 60.000 personnes, qui seront probablement forcés d'immigrer. Un rapport en décembre 2002 nous confirme une élévation de la température de 1°C par an ce qui conduit à une élévation du niveau de mer de 4 mm par an, qui atteindra entre 20 et 22 cm d'ici 2050. La projection dans l'avenir, en partant sur 10 ans avec 11 plages qui disparaissent par année, cela montre qu'en 70 ans les 25 plages de la Grande Comores vont disparaître. Si nous subissons en plus deux ou trois érosions exceptionnelles comme celle de 2012, les villages Ngoumazdaha, Vouvouni les plus touchés par les inondations et certaines villes côtières comme Mbachilé dans le Nord et Foubouni, Ouroveni, Chindini au Sud des digues de protection seront détruits. Si nous allons plus loin, dans 50 ans, en conservant ces hypothèses d'érosion naturelle et exceptionnelle, c'est toute la plage de la Grande Comores qui peut disparaître.

CHAPITRE VI

LUTTE CONTRE L'EROSION ET CONTRE LA POLLUTION

Dans ce dernier chapitre, nous allons tenter d'apporter nos suggestions pour réduire ou diminuer l'érosion sur la plage et des solutions pour lutter contre la pollution.

I. LUTTE CONTRE L'EROSION

Il existe une large gamme de techniques développées pour réduire les risques de dégradation sur les plages ou pour freiner les processus d'érosion.

I.1.PLANTATION DES MANGROVES

La végétalisation est efficace dans des nombreuses situations. La plantation des mangroves sur ce littoral est un moyen courant pour limiter les risques d'érosion et les problèmes de stabilité de la plage. Il serait nécessaire de renforcer la végétation de mangroves avant que l'érosion ne devienne un réel problème. Les plantes devraient être sélectionnées selon la partie du littoral, la partie Sud-Est par exemple où l'érosion travaille de plus en plus. La partie Nord-Est est protégée par l'enrochement et il y existe une forte concentration de mangroves, (croquis 2). Parmi les fonctions techniques de la végétalisation, il convient de noter de :

- protéger la surface pour éviter l'érosion en nappe et l'abrasion due aux eaux de ruissèlements,
- soutenir la dune en l'étayant depuis la base avec les racines d'arbres,
- renforcer le sol en augmentant sa résistance au cisaillement,
- drainer le sol en faisant pénétrer l'eau sans en altérer les caractéristiques. L'idée serait de limiter essentiellement l'érosion superficielle. La végétation des mangroves sur la plage est utilisée généralement pour des surfaces plates.

La plantation d'arbrisseaux et de mangroves sur le littoral, permet d'empêcher l'érosion en cas de fortes vagues ou de tempêtes.

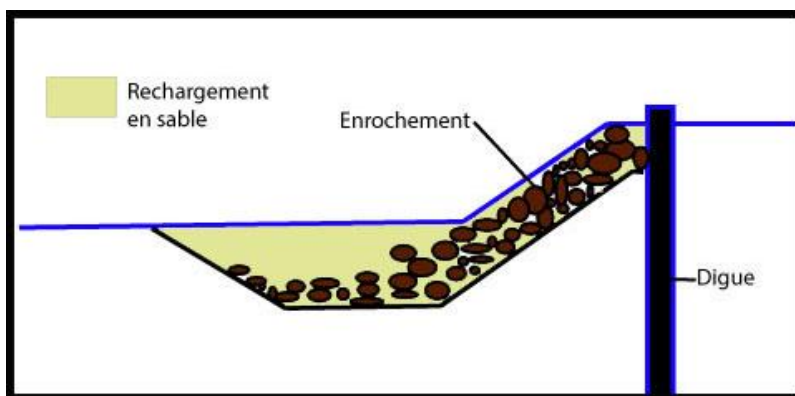
I.2. CONSTRUCTION D'UNE DIGUE.

Afin de protéger les côtes des effets destructeurs de la houle, l'homme construit des dispositifs capables de dissiper l'énergie des vagues. L'idéal serait d'obtenir une dissipation aussi progressive que possible, afin d'éviter une trop grande turbulence, par exemple, faire diminuer

les vagues sur un plan incliné de pente très douce ou sur des surfaces planes. Intéressons-nous donc aux principaux phénomènes physiques qui apparaissent lors de la rencontre de la houle sur un obstacle, qui sont la réflexion et la diffraction. Ensuite, notre travail présente un moyen traditionnel principal de protection des côtes. Et nous proposons de construire une digue pour limiter les agressions de la mer contre tout phénomène météorologique tels les exemples de Chindini et de Foubouni villes de la même région qui subissent les mêmes phénomènes. L'énergie transportée par la houle se fractionne à la rencontre d'un obstacle selon le principe suivant :

- le déferlement dissipe une partie de l'énergie par turbulence ;
- la rugosité de la paroi rencontrée crée des frottements dissipateurs d'énergie ;
- une partie se transmet soit à travers l'obstacle s'il est perméable, soit au-dessus de lui s'il est franchissable ;
- enfin, l'obstacle réfléchit une partie de l'énergie qui se propage en sens inverse de la houle incidente en se superposant à celle-ci ;
- Une orientation efficace des eaux de ruissèlements ;

Nous allons examiner la réflexion dans le cas tantôt d'une paroi verticale, tantôt d'un plan incliné.



Source : proposé par l'auteur

Schéma n°4 : Digue de proposition.

II.IMPLICATION DE TOUS LES ACTEURS

La qualité de la pollution est un enjeu majeur pour la santé et l'environnement. La politique en faveur de la qualité de l'air nécessite des actions ambitieuses, au niveau international comme

au niveau local, dans tous les secteurs d'activités. L'État, les collectivités territoriales, les entreprises, les citoyens et les organisations non gouvernementales devraient conjuguer leurs efforts pour garantir à chacun le droit de vivre dans des milieux qui ne nuisent pas à sa santé. Cette politique est engagée, elle s'inscrit dans la durée et ses effets sont progressifs. La protection contre l'érosion côtière concerne les propriétaires riverains, les communautés villageoises, les associations de défense de l'environnement et l'état. L'efficacité d'un plan de gestion de la zone côtière dépendra donc de l'engagement de tous les acteurs concernés.

Le décret N°94/100/PR), de la loi cadre sur l'environnement et de quelques textes d'application portant notamment sur la création du parc marin de Mohéli, la protection des espèces et les études d'impacts environnementaux (EIE). Prend en compte le développement durable, les études d'impacts, la diversité biologique, la protection de l'environnement terrestre et marin et les aires protégées. Cela signifie que toute personne a le droit de vivre dans un environnement sain, mais elle a également le devoir de contribuer à sa protection. Ainsi, la sensibilisation et la responsabilisation de tous ces secteurs restent une condition préliminaire à la gestion durable. Dès lors, des solutions s'imposent dans l'immédiat, ainsi nous souhaitons proposer :

- d'informer ou d'éduquer les populations sur l'environnement littoral
- de respecter les normes sanitaires fixées
- de mettre en œuvre des plans d'action dans les zones pour lesquelles des dépassements des normes sur l'environnement qu'elles soient respectées
- de renforcer et de procéder à des ouvrages de protection
- d'éloigner toutes les installations côtières qu'impliquerait un recul de la cote.
- l'interdiction formelle de l'exploitation du sable marin
- de faire des recherches scientifiques permettant la maîtrise complète de tous les paramètres de l'érosion. Ceci aiderait à mieux comprendre la dynamique et les activités humaines sur le littoral, à maîtriser les phénomènes morphogéniques et, enfin, à connaître les voies et moyens permettant une lutte efficace contre ce fléau

III. LALUTE CONTRE LA POLLUTION

Les résultats obtenus lors des enquêtes démontrent une nette prise de conscience de la population locale sur l'état de la plage et du littoral en général. Elles considèrent leur environnement comme étant un milieu confronté à n'importe quelle activité. L'association

villageoise MPUMBATSI a pour mission de protéger le littoral contre la pollution et l'extraction du sable et l'exploitation des mangroves. Mais dommage pour leurs efforts. Des mesures d'installation de poubelles publiques et d'un dépotoir de déchets seraient nécessaires. Beaucoup de personnes s'inquiètent, le cas des touristes, des sportifs, des pêcheurs, des promeneurs, se plaignent de la pollution. Sa réhabilitation et sa protection est une nécessité qui demande la participation de tous.

En effet, plusieurs structures contribuent à l'amélioration du littoral. Nous pouvons noter le cas des mouvements associatifs culturels et sportifs qui peuvent s'organiser pour lutter contre ces phénomènes en menant des opérations d'investissement humain, de filtrage des déchets sur le littoral.

L'action du mouvement associatif à la gestion du littoral, reste une des principales préoccupations des autorités administratives. Mais ce secteur connaît beaucoup de difficultés liées à la morphologie du milieu. Et les problèmes financiers, s'y ajoutent également donc les autorités ont pris l'initiative de lancer un programme d'urgence pour la gestion des déchets. Devant ces énormes difficultés, elles se sont orientées vers la mise en place d'un projet de Professionnalisation de l'écotourisme pour la résilience des communautés locales face aux effets du réchauffement climatique dans les localités de Hantsindzi et de Ourovéni, avec l'accompagnement de l'initiative Objectif 2030, c'est une initiative mise en place par l'OIF à travers son organe subsidiaire, (IFDD) et sa Représentation permanente auprès des Nations unies à New York pour soutenir la mise en œuvre des Objectifs de développement durable.²

En bref, nous pouvons dire que la protection et la réhabilitation du littoral sont devenues une nécessité pour le bien être de toute la population locale. Mais il est clair que beaucoup restent encore à faire. Ainsi, nous souhaiterons proposer les quelques suggestions ci-après.

IV. SUGGESTIONS.

Dans le domaine du dynamisme sur la plage, pour des recherches beaucoup plus approfondies, nous envisagerions:

- D'étudier l'évolution du trait de la cote à travers des dates différentes de comprendre ce phénomène,

²LA Gazette de Comores 21/11/2017.

- de réaliser une étude approfondie de la formation superficielle de la zone afin de confirmer l'hypothèse que la plage était bien recouverte du sable blanc,
- de mettre en place une équipe pluridisciplinaire du domaine marin et littoral,
- d'étude l'évolution des profils de plage pour le suivi des littoraux, à compléter par la bathymétrie pour comprendre les phénomènes d'échange entre la plage et le fond marin.
- d'étudier l'évolution de grains de sable, afin d'évaluer les types de sables pour mieux en comprendre le phénomène,
- De plus, les limites de cette étude s'expliquent par la durée courte du suivi de l'évolution. Il serait donc nécessaire de la suivre toute l'année, voire plusieurs années, afin de mieux appréhender le phénomène. Ceci permettrait dans une certaine mesure de comparer les profils en fonction de saisons, d'autant plus que la direction des vents et celle de la houle subissent des variations avec les saisons. Enfin, cette étude de la dynamique de plage aurait atteint son objectif si les autorités et surtout nous les géographes prenions conscience de ce phénomène, et sentions la nécessité de protéger ce milieu déjà fragilisé, en nous donnant pour priorité son aménagement.

Quant aux activités anthropiques, il serait plus que nécessaire d'élaborer un plan d'interventions ou d'actions sur le littoral pour stopper la pollution et l'extraction de sable.

- Pour les ordures ménagères: il faudrait maintenir la propreté, pour empêcher la propagation des vecteurs pathogènes. Mais aussi il faudrait assurer la Santé publique contre tout risque consécutif à l'insalubrité et surtout à la protection de mangroves.

Pour parvenir à ces objectifs, il conviendrait de chercher un moyen efficace et durable pour assurer la collecte et l'évacuation des déchets. Puis, le recyclage des ordures ménagères serait aussi envisageable. Ainsi, les populations devraient-elles en être informées. Et autant par la création d'emplois vers ces filières.

- Le milieu marin: il faudrait envisager un plan pour arrêter l'extraction de sable marin et l'exploitation des récifs coralliens. Il serait indispensable d'éliminer les sources de contamination.

-Convier les utilisateurs à restreindre la pollution.

Les méthodes développées passent par un contrôle des polluants et d'extraction de sable. Donc, face au péril écologique déjà déclenché sur le littoral d'Ouroveni, la mise en place d'un plan de secours s'imposait en urgence. Sa gestion saine et durable nécessiterait de prendre en Compte toutes les dimensions d'une éthique de développement durable. Plusieurs actions pourraient être déployées pour renforcer les moyens de lutte contre toute agression sur le

littoral. L'éducation et la sensibilisation pourraient contribuer à agir participer sur les attitudes et les comportements vis-à-vis de l'environnement.

L'éducation environnementale devrait occuper une place importante, en tenant compte des spécificités de chaque région. Sa vulgarisation serait sur tout en milieu côtier, où ces problèmes environnementaux se résument essentiellement à la pollution et à l'extraction de sable.

Quant à la sensibilisation, tout comme l'éducation, elle est importante en ce sens qu'elle suscite l'adhésion et la participation, en vue d'une dynamique humaine. Elle serait le moyen approprié principal utilisé dans la gestion de l'environnement, bien que restant limitée dans le temps. Elle devrait être accomplie par des formateurs avisés en la matière, puisque destinée aussi bien à la masse analphabète qu'aux intellectuels.

.La sensibilisation devrait informer sur ce qui se passe en matière-de pollution, ou en actes destructeurs des milieux. Elle devrait engager une large diffusion des causes de la pollution, comme l'érosion et ses conséquences. Elle devrait être le vecteur de bonnes initiatives et le promoteur de la technologie propre, dont les principaux acteurs seraient :

-L'Etat qui pourrait le mieux contribuer à la résolution des problèmes de ce littoral possèderait par l'information et l'expertise, les moyens permettant une meilleure compréhension des processus de dégradation de la plage. Par cette approche, les structures concernées seraient le ministère de l'environnement. Sa compétence serait requise dans la gestion de l'environnement pour se charger d'établir les priorités en matière de politique environnementale.

De même le ministère de l'éducation nationale, il pourrait disposer de moyens humains et scientifiques pour satisfaire les besoins en évaluation.

- L'état et ses différentes structures ministérielles, à l'instar des autorités locales les plus concernées, reçoivent souvent les réclamations des populations, et vivent également dans le site. Leur appui surtout politique et leur action sur le terrain, procurer une voie de solution.

- Les médias de par leur vocation pourraient informer, éduquer, et sensibiliser puis jouer un grand rôle dans les relations entre l'homme et son environnement.

- La coopération internationale pourrait intervenir doublement dans cette démarche, d'abord, par la diffusion des connaissances sur les risques éventuels de la pollution et de l'érosion, puis par des moyens appropriés pour lutter contre ces fléaux. Et, enfin, l'octroi d'experts, mais aussi de financement pour lutter contre toutes formes de dégradation, L'ensemble de tous ces acteurs devrait pouvoir assurer une bonne Coordination des moyens, pour conduire des actions efficaces.

CONCLUSION GENERALE

Aux Comores, la mobilité du trait de la côte est naturelle. Les vagues, le vent, les courants marins et la nature géologique et morphologique des plages sont autant de paramètres qui expliquent ce phénomène du changement de couleurs du sable.

Cependant, les activités humaines peuvent venir bouleverser les grands équilibres naturels et, ainsi, avoir un impact sur la mobilité de cette plage. L'extraction du sable, la pollution sur le littoral et les aménagements sur la berge influencent les courants marins et les transports de sédiments. Par ailleurs le cours d'eaux a un impact positif sur la plage, ils contribuent à l'apport tellurique de sables, de galets et de limons. Ce littoral est un endroit très dynamique avec de sa nature géologique et sa position géographique. Il dispose, d'ailleurs, d'une grande richesse écologique avec, par exemple, une zone humide majeure, une végétation de mangrove. Le littoral d'Ouroveni est celui qui en dispose beaucoup aux Comores.

L'analyse de l'érosion naturelle, et autant celle de la pollution ne concrétisent pas vers une connaissance approfondie du domaine littoral, mais aussi une proposition de solutions pour leur contrôle. Cette étude nous a permis de constater que notre zone est soumise à un ensemble de dynamismes liés aux facteurs naturels et aux facteurs anthropiques. Il nous a permis de relever que :

- les facteurs de l'érosion tels les vagues, les houles et les courants marins qui agissent sur la côte. Ils présentent les principaux agents de déstabilisation de la plage,
- les facteurs de ruissèlement de chaque année qui déversent sur la plage d'Ouroveni une quantité importante des matériaux apportés par les eaux de pluie,
- La structure pédologique du sol qui facilite l'érosion dans le secteur Sud où le sol est plus ou moins argileux.
- Les facteurs anthropiques caractérisés par la pollution et l'extraction du sable,
- Le mode de transport de sédiments traduit par la dérive littorale au Nord-Est et par les ruissèlements au Sud-Ouest.

En effet, l'analyse de l'ensemble de ces facteurs nous permet de conclure que le changement de couleurs de la plage est lié à ces facteurs.

L'étude sur l'érosion, confirmé une dégradation sélective du littoral qui avait commencé depuis très longtemps et souligne l'homogénéité du sol et l'inégalité du trait de la côte. Le secteur Nord-Est de la côte (photo n°1), ne comporte pas d'érosion mais par contre, une accumulation du sable blanc déposée par les courants de la dérive. Dans la partie du Sud-Est se manifestent les processus d'érosion et d'accumulation des dépôts terrigènes. Des processus

mécaniques se révèlent dans cette zone. Il s'agit de la dégradation du sol, du ruissèlement et de l'accumulation des sédiments.

Les conséquences de l'érosion sont beaucoup plus visibles par l'aspect structural de la plage en forme d'arc, par son changement de couleurs, mais aussi par la destruction des installations côtières (Mosquée de vendredi).

Le changement de couleurs du sable est lié à la structure géologique et pédologique du milieu, les eaux de ruissèlement agissent sur un sol fragile, caractérisé généralement des argiles qui favorisent l'érosion, d'où la couleur rougeâtre venant des argiles arrachées par les eaux d'écoulement, d'une part, et par la force de la mer, d'autre part. C'est ce qui explique ce changement temporaire de couleurs rougeâtre et blanchâtre de la plage, une fois que le sable est mouillé, les argiles apparaissent, donnant une couleur rougeâtre. Au contraire, quand le sable est sec, les coraux sont plus visibles, la plage prend une apparence blanchâtre.

Quant aux facteurs anthropiques, nous avons retenu qu'ils sont en fonction de l'ensemble des activités économiques et domestiques et de leurs rejets dans le milieu. Mais à signaler, toutefois, l'extraction du sable y reste la plus importante. Cette pratique a commencé depuis la fondation du village selon nos sources, avec pour conséquence la disparition complète de la plage blanche.

Tandis que, la pollution regroupe l'essentiel des déchets solides et liquides en provenance des foyers qui souffrent d'un manque de collecte et d'évacuation. Ces déchets exercent des conséquences non négligeables sur le milieu où ils sont déversés et sur les mangroves, ils risquent de tuer les habitats faunistique et floristique de cette zone. Leurs nuisances seront sérieuses pour l'avenir et pourraient constituer des risques énormes de maladies d'origines diverses.

En effet, nos enquêtes menées au sein des ménages soulèvent beaucoup d'inquiétudes chez les habitants, certains craignent des cas d'épidémies telles le choléra, d'autres sont convaincus du danger, mais n'ont pas le choix avancent-ils. L'absence d'un système d'évacuation ou d'un dépotoir pour les déchets est une des causes de cette négligence.

Parmi nos suggestions pour lutter contre ces fléaux, nous souhaiterons souligner l'éducation et la sensibilisation qui pourrait contribuer à changer les attitudes et les comportements de tout en chacun sans exception. D'ailleurs, l'état et ses différentes structures ministérielles et les organismes non gouvernementaux le pourraient par leur volonté politique contributive à résoudre ces problèmes de la pollution de la plage.

BIBLIOGRAPHIE

I. OUVRAGES GENERAUX

- 1- ALAIN (H), 2013 : Risque côtière d'érosion et de submersion, 37p.
- 2- BACAR M, 1990. « Contribution à l'étude du climat de l'archipel des Comores: données générales, risques cycloniques et leurs conséquences socio-économiques. Mémoire de maîtrise en géographie. Université du Maine, 91p.
- 3- BAPTISTE MÉLÈS, 20 septembre 2014, « Méthodologie du mémoire de Master », 10 pages.
- 4- BATTISTINI R., P. Verin, 1984. *Géographie des Comores*. Éditions Nathan. 142pp.
- 5- BÉATRICE PERSON, Juin 1993 : lutte contre l'érosion à l'échelle régionale, École Pratique des Hautes Études laboratoire de géomorphologie de Dinard, 72 pages.
- 6- CHARTIER (D) et RODARY (E) : 2007, « Géographie de l'environnement, écologie politique et cosmopolitiques », p 65.
- 7- DAVID, G., MIRAULT, E, QUOD, J, THAMASSIN, A., 2006. « Les concordances territoriales autour de la gestion intégrée des zones côtières : les cas de la Réunion », La Baule, 6 p.
- 8- DE SAINT OURS, 1960 : Étude géographique dans l'extrême Nord de Madagascar et dans l'archipel des Comores, Service Géologique, Antananarivo, 262 p.
- 9- DESSE, M. 2013, « Les difficultés d'un littoral de suivi à Haïti » Cahier de Géographie du Québec, n°44, p 63-83.
- 10- JEAN- NOEL SALOMON, 2009, L'accrétion littoral sur la côte Ouest de Madagascar, p.35-59.
- 11- MIOSSEC, A. 1994, « La gestion du trait de côte du littoral des États-Unis pratiques exemplaires ? » p. 271-277
- 12- PAUL LE BOURDIEC, Matériaux pour l'étude géographique de la façade orientale africaine de Madagascar et des îles de l'océan Indien, In: Annales de Géographie. 1987, t. 96, n°533. pp. 115-128.
- 13- PIERRE J.H. RICHARD, 2004 ; Édition : les Presses de l'université de Montréal : Bilan de connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien, P. 45-71.
- 14- PIRAZOLLI ? P (A). 1993 : les littoraux : impacte sa ménagements sur leur évolution. Coll. « Géographie d'aujourd'hui ». Paris 37 -49.

15- STÉPHANIE FRIESINGER, décembre 2009 « Géorgique côtière : adaptation et perception des communautés côtières dans le golfe du Saint-Laurent. d, L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, 168 pages.

II. OUVRAGES SPECIFIQUES.

16- BERNATCHEZ, P, DUBOIS J.MM.2014 « Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des cote du Québec maritime laurentien. Géographie physique et quaternaire, vol 58, p 45-71.

17- GERARD, Y. 2006, Transformations urbaines et dynamiques résidentielles dans l'archipel des Comores, Thèse de doctorat de géographie, Université de La Rochelle, 391 p.

18- MAMADOU M'BODJ ; Année Universitaire 2011-2012, Master : Géographie STAR

19- MC SWEENEY, C. et al. 2008, Climate Change Country Profiles: Comoros, UNDP, 26 p.

20- MOHAMED (M).2003 : « Etude sédimentologie du remplissage de la guinée Sidi Moussa (côte Atlantique Marocaine) caractéristique granulométrique, minéralogique et géochimique, 133p.

Normandie, 71 pages.

21- PATY FREDERIC, 2002, Étude du littoral de la réserve de biosphère de Mananara :

22- PEERSAND, S., 2008, Évaluation de l'érosion côtière et formulation de quelques propositions

23- PIERRE J.H. RICHARD, 2004 ; Edition : les Presses de l'université de Montréal : Bilan de connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien, P45-71.

24- RAZAFIMELO (M). MANDIMBIARISON (A) RAJAONA (R), RASOLOMANANA (E).2013 : Problème de l'érosion du littorale de Morondava ; Madamines, ISSN 222060681, vol 5.

Spécialité : Aménagement et Gestion Intégrée des Ressources Environnementales ; Méthodes

25- Union économique et monétaire Ouest Africaine (UEMOA), 2005, Étude portant sur l'élaboration d'un programme régional de lutte contre l'érosion côtière, vol 1, p102.

III. REVUES, ARTICLES ET RAPPORTS

- 26- BATTI (A), DEPRAETERE (C) ; 2007 Panorama des méthodes d'analyse de l'érosion dans un contexte insulaire. R,p28.
- 26- CLUS-AUBY (C). PASKOFF (R), et VERGER (F),2004 « Impacte du changement climatique sur le patrimoine du conservatoire du littoral : scénario d'érosion et de submersion à l'horizon 2100, Synthèse, p44.
- 27- FAOUZIA M. ABDOULHALIK Mohamed HAMIDOU ALI; AOUT 1998
Générale de l'Environnement, Ministère du Développement rural, de la Pêche et de
humain, Programme des Nations Unies pour le Développement, Moroni (Comores) 76 p.
L'Environnement. Projet PNUD-UNESCO-UICN-COI/91/006. Appui à la
programmation nationale en matière d'environnement ,100p.
- 28- Le Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires (PAP/CAR) du Plan
d'action pour la Méditerranée (PAM/PNUE): L'île de Grande Comores: Profil côtier
stratégie de planification. Série de rapports techniques des Mers régionales de l'Afrique de
l'Est No.4. Split, Croatie, PNUE/FAO/PAP. 1998. pp viii+136. 128p
- 29- Ministère du développement rural de la pêche, de l'artisanat et de l'environnement 2003,
objectifs du millénaire pour le développement, Programme des Nations Unies pour le
Développement, Moroni (Comores), 51 p.
- 30- PRE-COI/UE, 1997, *Rapport national pré-audit des Comores : bilan socio-économique
de la zone côtière des Comores*, Programme Régional Environnemental Commission de
l'Océan Indien /Fond Européen pour le Développement, 213 p.
- Programme d'action nationale d'adaptation aux changements climatiques (PANA), 92 p.
- 31- Programme des Nations Unies pour le Développement, 2003, *Rapport national sur les*
- 32- **Piton B., L. Kasang, F. Marsac, R. Plante**, 1990. *L'habitat du cœlacanthe aux Comores:
quelques données d'environnement physique (novembre-décembre 1989)*. ORSTOM Brest 58:
1-36.
- 33- PNUE, 2000. *L'impact potentiel des activités socio-économiques sur l'environnement
marin et côtier de la région de l'Afrique de l'Est: rapports et études des mers régionales N°51*.
279p.
- 34- PNUD, 1993a. Diagnostic de l'Etat de l'Environnement aux Comores. Direction
*Association d'Intervention pour le Développement et l'Environnement (A.I.D.E B.P. 1292 -
Mini Z.I. Mavouna Moroni-Comores - Tel : (269) 73.55.03 p29. Analyse de
Phénomènes d'érosion côtière au niveau des sites pilotes de la grande Comores*.
- 35- Programmes des Nations Unies pour le Développement, 2006, *Genre et développement*

36-Rapport : Ministère du développement des infrastructures du poste et télécommunication et des transports internationaux décembre 2009, Direction de l'environnement. Communication Nationale initiale de comores.p57 ; *Convention-cadre des nations-unies sur le changement climatique*.

IV. WEBOGRAPHIE

37- www.zipcng.org, Document d'information, *L'érosion côtière et les impacts des méthodes déstabilisation sur l'environnement*, comité Zip cote-Nord du golfe, 406 avenue brochur, bureau104 Sept-Iles (Québec), 32p

38- www.peda.ac-martinique.fr/svt/lor5.htm ;;Brice 15 avril 2014 , Les différentes types de côtes, consulté le 28/03/2015 à 05 :46.

39- www.fao.org/fo), AOUT 2005 Département des forêts ; Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, évolution des ressources forestier mondiales, études thématique sur les mangroves version préliminaire, consulté le (14/09/2015 à 15 :11.

40- <https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-00662087>; Jan 2012 ; Divers site géodynamique de l'outre-mer français Pol Guennoc, Pierre Nehlig, Walter Roest , consulté le 26/03/2015 à 09 :28

41-<http://www.jle.com/>; Septembre 2001, Impact des activités humaines sur l'érosion hydrique des sols dans la région côtière montagneuse du Liban Volume Rania Bou Kheir, Amin Shaban, Mohamad Khawlie, Michel-Claude Girard

Centre national de télédétection/Conseil national de la recherche scientifique, BP 11-8281, Beyrouth, Liban. Consulté le 02/04/2015 à 09 :49

42- <http://fr.wikipedia.org> , Érosion du littoral, consulté le 28/03/2015 à 05 :41

V. FILMOGRAPHIE

43- Battiau-Oueney (Y) et Bazin (P) : l'érosion des côtes est-elle inéluctable ?

Date de sortie : mercredi 13 mai 2015, 19h30.

Participation de : Maison des océans

Tout public

Langue : Français

Rayon : Conférence 5

Durée : 58 min et 12 seconde

Site de téléchargement : www.youtube.com/watch?v=3jIXskwvCn8

44- Paul Fatta : Un littoral sous pression

Date de sortie : 27 novembre 2014

Participation de : Université de Nantes

Langue : Français

Rayon : conférence

Public : Tout public

Durée : 46 min et 8 seconde

Site de téléchargement : www.youtube.com/watch?v=BDFyNtR0XhY

ANNEXE
ANNEXE 1
I- QUESTIONNAIRE

Thème: Enquête: Sur la population riveraine et à la gestion de la plage.

N°	Élément d'identification	Nom	Questions
1	Identité	Nom et prénom : Statut : Age : Sexe :	1) Pourriez-vous vous présenter ? 2) Quelles sont vos situations familiale et personnelle ?
2	résidence	Adresse	L'endroit où vous habitez en ce moment est-il votre adresse principale ? Avez-vous une adresse secondaire ?
3	activité	Pêcheur : Agriculteur : Autre :	Quel est votre activité principale ?
4	politique	Association/ONG	Savez-vous qu'il y a des politiques municipales spécifiques pour la protection de la côte d'Ouroveni ?
5	Position GPS	Latitude /longitude	

II –LA RELATION : POPULATIONS /PLAGE.

1. Selon vous qu'est-ce que la pollution?
2. A quelles fins utilisez-vous la plage?
3. Selon vous quels sont les agents polluant les plages?
4. Produisez-vous des déchets? Desquelles nature?
5. Où évacuez-vous ces déchets?
6. Etes-vous raccordés à un système d'évacuation quelconque?
7. Connaissez-vous des maladies liées à la présence des déchets?
8. La pollution a-t-elle des incidences sur vos activités?

III- DANS LE CADRE PHYSIQUE DE LA PLAGE

- 1- Y'a-t-il du trait du cote oui ou non ?
- 2- Y'a-t-il de la couverture sédimentaire oui ou non ?
- 3- Quand aviez-vous vu la plage tout blanche ?
- 4- Quand avez-vous remarqué de signe d'érosion pour la dernière fois ?
- 5- Quel plan d'action les villageois mènent pour stopper l'érosion pour qu'il n'atteigne pas la route nationale ?
- 6- Quels objectifs vous exploitez les mangroves?
- 7- Quelles sont les mesures que les villageois prennent pour la lutte contre la pollution et L'extraction du sable ?
- 8- Selon vous quelle est la cause du changement de couleur du sable ?

IV –IMPACTE ENVIRONNEMENTALE

1. Quelles peuvent être selon vous, les formes de nuisances causées par les déchets?
2. Existe-t-il des maladies résultant des déchets? Si oui lesquelles?
 1. Pourquoi intéressez-vous à la gestion des déchets?
 2. Comment gérez-vous ces déchets?

3. Avez-vous des sites de décharge?
5. Valorisez-vous les déchets? Si oui comment?
6. Connaissez-vous d'autres intervenants dans la gestion des ordures?
7. Quels sont vos problèmes dans la gestion de la plage?
8. Qu'attendez-vous des pouvoirs publics?

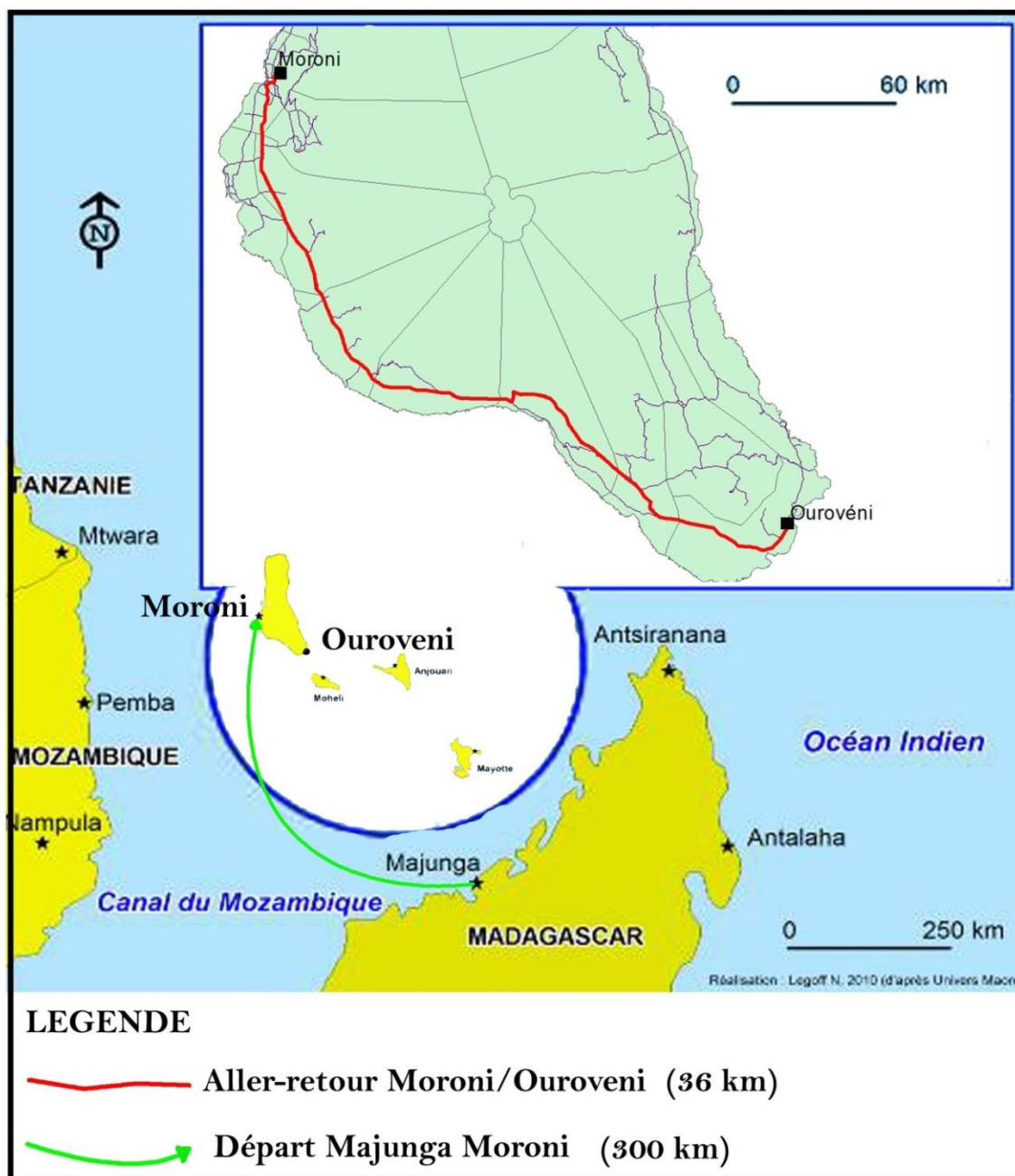
ANNEXE 2

I - Tableau des méthodes utilisées

Équipement		Possédé	Emprunt/Location	Achat envisagé Échéance
Télédétection	Photographies aérien			
	Autres			
Logiciels	SIG			
	Modélisation			
Traceurs sédimentaires	Naturels (minéraux argileux, minéraux lourds,			
	Artificiels			
Topographie	Carte géologique			
	Repères de terrains			
	Carte topographique			
Divers	Stations météorologiques			
	Analyse sédimentologie			
	Moyens à la mer			
	Autres			

Source : arrangé par l'auteur

CARTE D'ITINERAIRE

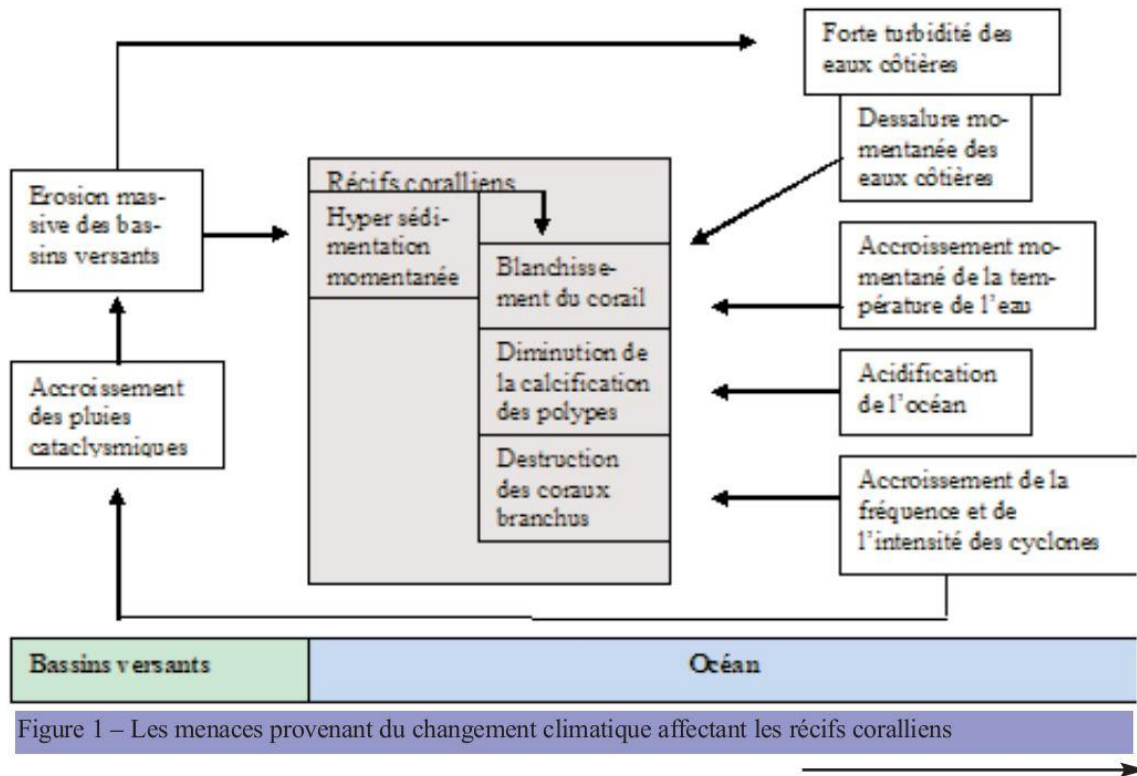


Source : BD, Comores, arrangé par l'auteur

Pour arriver à nos objectifs un travail de terrain était nécessaire, donc cette carte représente l'itinéraire sur le terrain. Départ de Majunga à Moroni en bateau (3 jours) avec une distance de 300 km. Avec 35 jours de séjours, nous avons effectué notre terrain pendant 25 jours, dont 10 jours de vas et vient Moroni-Ouroveni pour des enquêtes et des discussions et 15 jours d'observation pour le suivi du littoral. Et 10 jours de préparation du retour à Madagascar.

ANNEXE 4

Les menaces provoquant du changement climatique affectant les récifs coralliens aux Comores

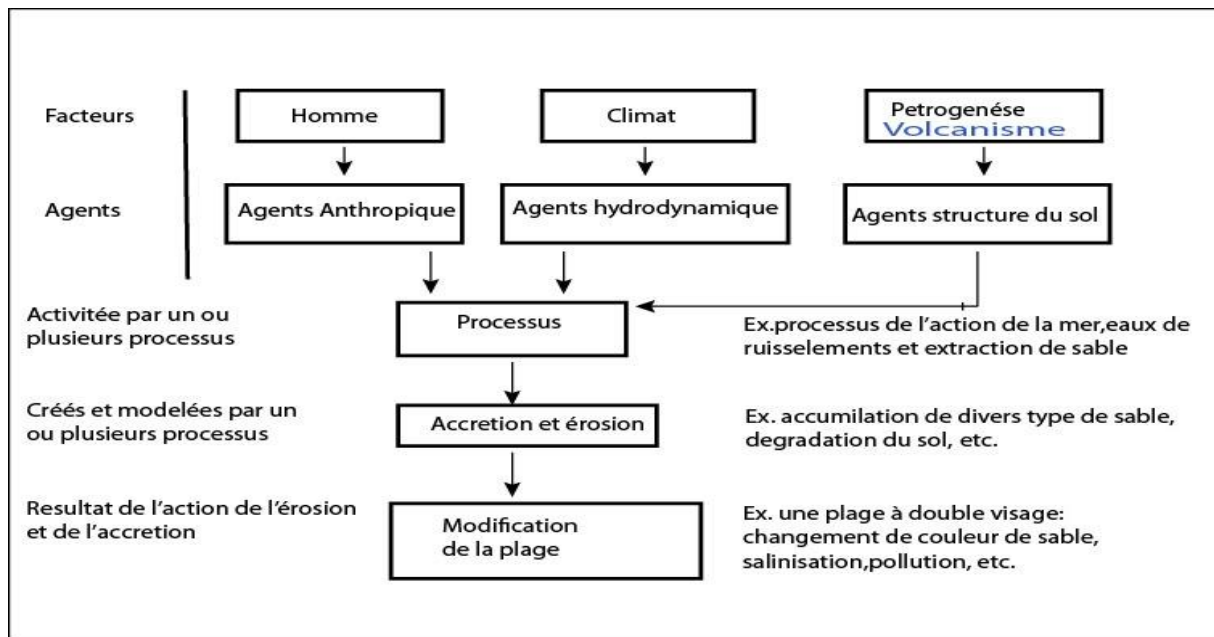


Ces menaces portant sur trois secteurs : l'exploitation des ressources naturelles, les infrastructures et l'habitat. Les perturbations climatiques qui s'annoncent - accroissement des sécheresses dans les zones déjà sèches, des fortes pluies dans les zones déjà bien arrosées et de l'intensité des cyclones

- vont bien sur affecter l'agriculture des îles et compliquer un peu plus la tâche des petits paysans. La sécurité alimentaire des populations insulaires sous contrainte du changement climatique devrait donc être une priorité pour l'ensemble des pays de la partie occidentale de l'océan Indien.

ANNEXE 5

Figure : les facteurs influençant la morphologie de la plage d'Ouroveni



Source : arrangé par l'auteur

ANNEXE 6

Figure : Schéma du biseau salé

Outre l'augmentation du ruissellement, l'imperméabilisation du sol a également pour conséquence de réduire sensiblement l'infiltration. Ainsi, les nappes sont moins alimentées en eau douce.

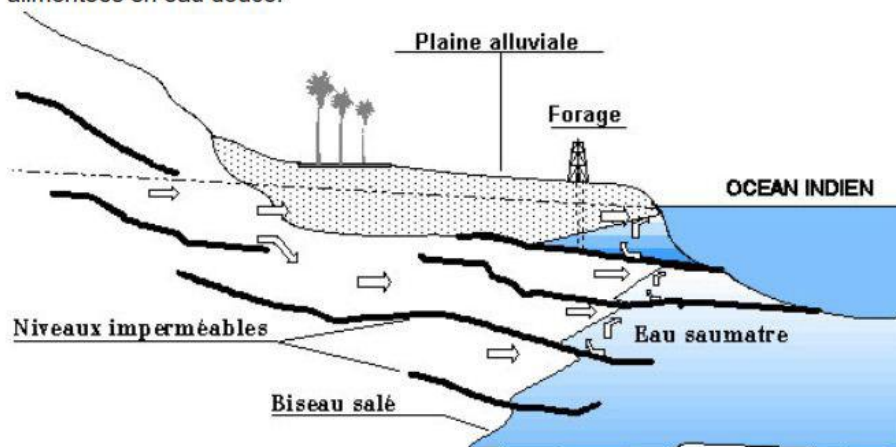
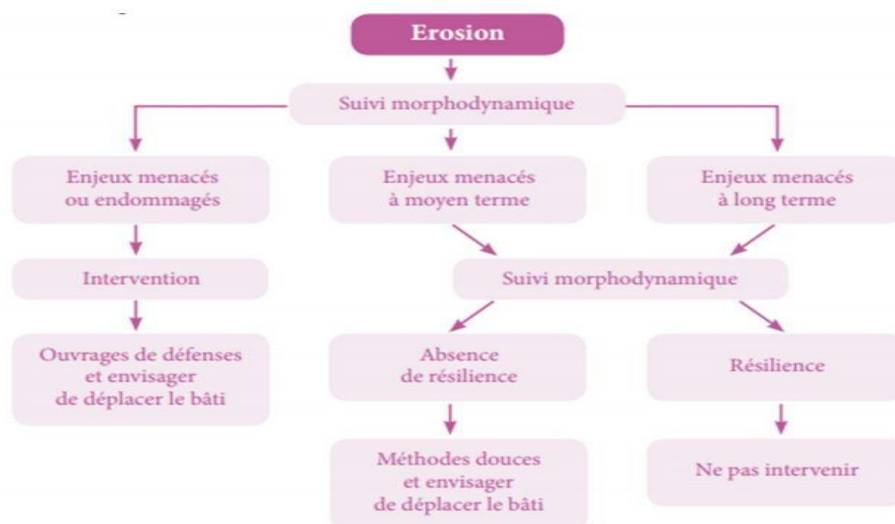


Figure - Schéma du biseau salé
Données Office de l'Eau de la Réunion

ANNEXE 7

Arbre de décision simplifié pour la gestion de l'érosion côtière. Source : Cazes-Duvat et Paskoff, 2004



Source : Cazes-Duvat et Paskoff, 2004

ANNEXE 8

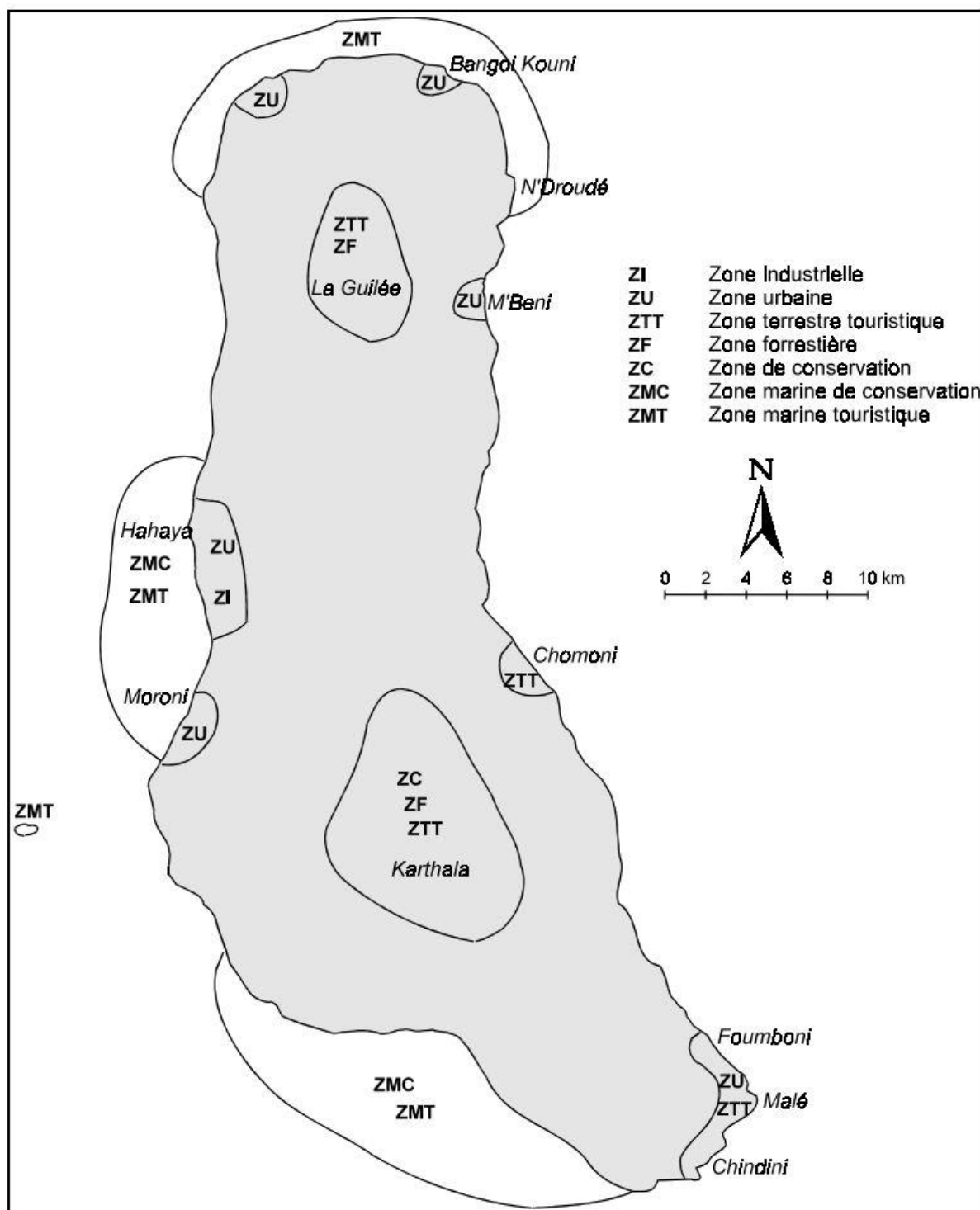
Tableau : les principales plages des Comores

	Grande Comores	Anjouan	Moheli
Plage	.Bouni	Mirontsi	Domoni
	.Chomoni	Hajoho	Hoani
	.Ndoudé	Ongoni	Itsamia
	.Trou du prophete	Chironi	Sambia
	.Galawa	Moya	Nioumachioi
	.Maloudja	Pomoni	Ilot de Nioumachioi
	.Planette plage	Bimbini	Ndrodoni
	.Mitsamihouli ville		Ouallah
	.Itsandra		Djoiezi
	.Itsadra hotel		Moihani
	.Malé		
	.Chindini		

Source : Ministère de l'environnement, 2007

ANNEXE 9

Carte de proportionnalité des zones à la Grande Comores



Source : Ministère de l'environnement, 2007

ANNEXE 10

Carte général de la grande Comores



Source : Ministère de l'environnement, 2016

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
RESUME.....	ii
SOMMAIRE.....	iii
LISTE DE TABLEAUX.....	iv
LISTE DE CROQUIS.....	iv
LISTE DE FIGURES.....	vi
Figure n° 1 : Nature superficielle de la plage	vii
LISTE DES SCHEMA.....	viii
Schéma n° 1: Démarche de l'étude	v
LISTE DES PHOTOS.....	v
LISTE DES ANNEXES	vi
LEXIQUES.....	vi
INTRODUCTION GENERALE	1
 PREMIERE : PARTIE La plage d'Ouroveni : une plage à double visage	
 CHAPITRE I: CONTEXTE GENERALITE DE L'ETUDE ET FONCTIONEMENT DU SITE.....	 3
I.LIMITE SPATIALE ET CONTEXTE DE L'ETUDE	3
I.1. localisation de la zone d'étude	3
I.2.Limites spatiales et contraintes.....	4
I .3.CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE	5
I.4. JUSTIFICATION DU CHOIX DE SUJET.....	6
II. PROBLEMATIQUE	7
II.1. Hypothèses de l'étude	8
II.2. objectifs de l'étude	9

II.3. La définition des terminologies utilisées	9
CHAPITRE II APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	10
I. Démarche de réalisation de la recherche	11
I.1. recherche documentaire.....	11
I.2. REVUE LITTERAIRE	11
II. Travaux de terrain	15
II.1. outils de collectes des données.....	16
II.2. enquêtes de terrain.	17
III. LE TRAITEMENT, L'ANALYSE DES DONNÉES ET LA RÉDACTION DU MÉMOIRE.....	19
DEUXIEME PARTIE : LA MORPHOLOGIE ET LES FACTEURS INFLUENCANT L'ASPECT DE LA PLAGE D'OUROVENI	
CHAPITRE III : DIFFERENTES PARTIES DU LITTORAL D'OUROVENI.....	21
I.1. côte rocheuse nord-est.	21
I.2. côte meuble sableuse DU sud-est.	23
I.3. sédiments en place.....	26
I.4. Typologie des sédiments	27
I.5.Dynamique du trait de côte	28
I.6. Dynamique sédimentaire.....	30
III.1. Modes de transport des SEDIMENTS.....	33
III.2. TRANSITS DES APPORTS SEDIMENTAIRES	37
III.3. ASPECT MORPHOLOGIQUE DU MILIEU	38
CHAPITRE IV LES PHENOMENES INFLUENCANT LA PLAGE D'OUROVENI ..	40
I.1. Morphologie terrestre	40
I.2. Morphologie marine	40
I.3. Formation géologique de la région.....	41

I.4. formation sédimentaire.....	43
II. LES CONDITIONS CLIMATIQUES.	45
II.1. précipitations MOYENNE ANNUELLES	45
II.2. température MOYENNE ANNUELLES	46
II.3.LES VENTS.....	48
II.4. EAUX DE RUISSELEMENT	51
III.CONDITIONS OCEANOGRAPHIQUES	54
III.1. L'action des vagues	54
III.2. Les houles	55
III.3. Les courants de marées.....	55
III.4. dérive littorale.....	56
IV.1. L'extraction du sable	57
IV.2. L'exploitation de mangroves.....	60
IV.3.L A POLLUTION	60
CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE.....	63
 TROISIEME : PARTIE LA DYNAMIQUE ACTUELLE ET SES CONSEQUENCES	
CHAPITRE V	65
CONSEQUENCES MORPHODYNAMIQUES	65
I.DYNAMIQUE ACTUELLE.....	65
I.1.Evolution du trait de LA côte	65
II. CONSEQUENCES DE LA DYNAMIQUE DE LA PLAGE	66
II.1. Conséquence de l'érosion	66
II.2.Conséquence environnementale.....	67
II.3.consequences écologiques.....	67
II.4. CONSEQUENCES DE LA POLLUTION	67

III.CONSEQUENCES SOCIOECONOMIQUES	67
IV.CONSEQUENCES EXCEPTIONELLES.....	68
CHAPITRE VI LUTTE CONTRE L'EROSION ET CONTRE LA POLLUTION	70
I. LUTTE CONTRE L'EROSION.....	70
I.1.PLANTATION DES MANGROVES.....	70
I.2. CONSTRUCTION D'UNE DIGUE.	70
III. LALUTE CONTRE LA POLLUTION	72
IV. SUGGESTIONS.	73
CONCLUSION GENERALE	76
BIBLIOGRAPHIE	78
I .OUVRAGES GENERAUX.....	78
II. OUVRAGES SPECIFIQUES.	79
III. REVUES, ARTICLES ET RAPORTS	80
IV. WEBOGRAPHIE	81
V. FILMOGRAPHIE.....	82
ANNEXE	83
TABLE DES MATIERES	92