

**PROGRAMME REGIONAL ENVIRONNEMENT COI/UE
COORDINATION NATIONALE DES COMORES**

**ANALYSE DES PHENOMENES D'EROSION COTIERE
AU NIVEAU DES SITES PILOTES DE LA GRANDE COMORE**

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*

SOMMAIRE

1/ INTRODUCTION.....	3
2/ METHODOLOGIE	4
3/ PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU MILIEU	6
3.1 GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE.....	6
3.2 SEDIMENTOLOGIE.....	6
3.2.1 <i>Les formations sédimentaires</i>	6
Les formations biogènes	6
Les formations terrigènes	7
3.2.2 <i>L'Érosion côtière</i>	7
3.3 METEOROLOGIE	7
3.4 PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES ET PLATEAU CONTINENTAL	8
4/ ECOSYSTEMES ET HABITATS LITTORAUX	9
4.1 LES RECIFS CORALLIENS	9
4.2 DES PLAGES DE SABLE BLANC OU VOLCANIQUE.....	9
4.3 LES HERBIERS.....	10
4.4 LES MANGROVES	10
4.5 LES COTES ROCHEUSES	10
5/ PROBLEMATIQUE DE L'EROSION COTIERE	11
5.1 NOTIONS DE BASE SUR LE LITTORAL	11
5.2 LES FACTEURS RESPONSABLES DE L'EROSION DES RIVAGES.....	12
5.2.1 <i>Phénomènes naturels majeurs</i>	12
Les paramètres hydrodynamiques : les vents, les houles, les vagues, les courants marins.....	12
Les facteurs géologiques et géomorphologiques.....	13
5.2.2 <i>Les actions anthropiques et leur impacts sur le littoral</i>	13
Extractions des matériaux dans la zone côtière	13
Urbanisme et aménagements (routes , digues , immeubles , ports ,)	15
Destruction de la couverture végétale pour les besoins en bois:.....	16
La pêche	16
Le tourisme	17
5.3 ÉTAT DE L'EROSION SUR LE LITTORAL DES SITES PILOTES DE LA GRANDE COMORE.....	17
5.3.1 <i>Le site pilote de Mitsamiouli</i>	17
Présentation synthétique	17
Utilisation des ressources et de l'espace.....	18
Les signes d'érosion sur le site de Mitsamiouli :	18
5.3.2 <i>Le site pilote d'Itsandra</i>	19
Présentation synthétique	19
Les signes d'érosion sur le site d'Itsandra	20

6/ MESURES DE LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE	21
6.1 LES REPONSES TECHNIQUES	21
6.1.1 <i>La végétalisation</i>	21
6.1.2 <i>Les ouvrages de défense de côte</i>	22
Les épis	22
les ouvrages longitudinaux.....	22
Les brises lames.....	23
6.2 LES MESURES PREVENTIVES ET PLANIFICATION	Erreur! Signet non défini.
6.2.1 <i>Schéma d'exploitation des matériaux côtiers</i>	23
6.2.2 <i>Plan d'aménagement du littoral</i>	24
6.2.3 <i>Réalisation d'Etudes d'Impact Environnementaux</i>	24
6.2.4 <i>Observatoire du littoral</i>	24
6.2.5 <i>Implication de tous les acteurs</i>	24
7/ CONCLUSION	26
8/ RECOMMANDATIONS : ACTIONS A FAIRE PAR LE PRE COI	27
BIBLIOGRAPHIE.....	28

1/ INTRODUCTION

Dans le cadre de la mise en oeuvre du Programme Régional Environnement COI/UE, les coordinations nationales des cinq pays de la région ont dégagé quatre axes thématiques reconnus comme prioritaires, parmi eux, « l'érosion côtière ».

Les phénomènes d'érosion côtière ont été ressentis comme un problème commun auquel des outils communs sont à développer. Les réponses que le programme se doit d'apporter concernent le suivi de la dynamique du littoral, la définition des mesures techniques appropriées et les actions préventives.

Cependant, un travail préalable d'audit est nécessaire afin d'analyser la situation actuelle, son origine naturelle et/ou anthropique.

Bien que la problématique soit généralisée au niveau de l'ensemble du pays, à des degrés variés selon les îles, voire les régions, dans le présent rapport, l'accent sera mis sur deux sites pilotes du PRE COI/UE, à savoir les régions d'Itsandra et de Mitsamiouli comme cela a été spécifié dans les termes de référence du contrat AIDE/PRE.

Avant d'étudier la problématique de l'érosion côtière, il est très important de faire un aperçu du milieu naturel et des phénomènes naturels qui régissent l'évolution du littoral, ainsi que les principaux écosystèmes côtiers.

Des recommandations au sujet de la suite à donner à la présente étude sont formulées au dernier chapitre. Elles concernent d'une part, les actions à entreprendre dans le contexte du programme régional comme actions propres (interventions du GREEN par exemple), et d'autre part comme actions initiées et reprises par la Direction Générale de l'Environnement (sensibilisation des décideurs politiques) avec des résultats escomptés à long terme.

2/ METHODOLOGIE

La méthodologie d'analyse des phénomènes d'érosion et régression du littoral consiste à la réalisation d'un diagnostic préalable sur le terrain pour identifier les signes d'érosion.

La zone côtière est la charnière entre le milieu terrestre et le milieu marin. Elle est soumise à différents facteurs du milieu, naturels et/ou anthropiques, qui provoquent son évolution. Ces facteurs peuvent être à l'origine des problèmes d'érosion.

Les visites de terrain ont porté uniquement sur les sites pilotes de la Grande Comore, bien que la situation est vécue parfois de manière très grave dans plusieurs sites sur l'ensemble du pays (Iconi, Mbachilé, région du Mbadjini...). Le constat de terrain a permis de révéler les conséquences de l'érosion littorale.

Un certain nombre de difficultés sont apparus pendant la réalisation de l'étude et nous oblige à considérer les observations de terrain avec réserve. Aucun support écrit nous permet de confirmer que les faits observés ne sont pas ponctuels et correspondent bien à une évolution régressive du littoral dans le temps. Il faut souligner en effet, qu'il existe des moyens permettant d'évaluer les vitesses approximatives de l'érosion et d'apprécier les dégâts. Il s'agit en plus des observations de l'état du milieu (signes d'érosion, tas de sable de mer déposés sur les bords de route) :

- des témoignages oraux sur les niveaux altimétriques (enquêtes)
- photographies au sol et rapports d'études.
- des photographies aériennes verticales anciennes comparées avec les plus récentes

L'équipe n'a pas disposé de temps suffisant pour enregistrer plusieurs témoignages particulièrement auprès des personnes âgées sur l'état du milieu. Des enquêtes auraient permis également de mesurer le niveau de conscience des populations par rapport à la problématique et les enjeux à venir compte tenu de l'évolution de l'occupation de l'espace littoral...

De plus, dans les études antérieures du PRE COI ou d'autres programmes, le sujet n'a pas vraiment été étudié, contrairement à d'autres comme « les pollutions », ou « l'érosion des sols en milieu terrestre ».

Les outils photographiques font également défaut. L'équipe a jugé nécessaire de réaliser des prises de vues au sol pouvant servir de référence dans le futur et constituer ainsi un point de repère d'observation. La réalisation récente (juin 98) des photographies aériennes sur financement de l'Union Européenne sera d'une grande utilité pour la réalisation d'études complémentaires.

Dans la procédure normale d'analyse des phénomènes d'érosion, le constat de terrain doit être suivi d'une évaluation des risques naturels dus à l'érosion et une estimation de la valeur économique des biens potentiellement dommageables (zones d'habitation, terrains agricoles...) afin de mieux justifier la mise en place d'un programme de surveillance (suivi permanent du trait de côte). La modélisation mathématique s'est avérée la méthode la plus performante et permet de dépasser le stade de la description et de la compréhension et de se situer à celui de la prédiction.

En définitive, concernant les éléments indispensables à la tenue d'une étude perspicace, peu d'éléments pouvant servir de références sont disponibles. Il est donc important dans le présent document d'éviter de tirer des conclusions hâtives compte tenu du niveau d'expérience de l'équipe de travail et des moyens dont elle dispose pour l'exécution du travail (temps, ...). La présente étude peut être vue comme porteuse de plus d'interrogations que de réponses à la problématique. On peut considérer qu'il s'agit ici d'un travail préliminaire.

3/ PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU MILIEU

3.1 GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE

L'île de la Grande Comore est de formation récente (à l'échelle géologique) et d'origine volcanique associée à une remontée de la croûte. L'île repose sur une croûte continentale granitique. Elle est affectée par un double système de fracturation de direction Nord-Ouest / Sud-Est. Des signes d'affaissement ou de subsidence sont observés de Fombouni à Malé et à l'île aux tortues.

De forme allongée Nord-Sud, la Grande Comore est constituée de trois ensembles volcaniques qui sont :

- le massif de la Grille (située au Nord) est formée par de nombreux petits cratères latéraux et il culmine à 1075m
- le massif de Karthala (culminant à 2364 m) est constitué par un volcan encore en activité dont les éruptions, de types Hawaïennes ou Stromboliennes, donnent naissance à des coulées basaltiques. Certaines de ces coulées ont atteint la mer.
- le massif de Mbadjini (650 m d'altitude) est le plus ancien des trois.

Le Karthala et la Grille sont reliés par l'ensellement du plateau de Diboini (550 à 600 m de hauteur).

Les côtes rocheuses de la Grande Comore sont en général peu élevées, sauf les deux cônes volcaniques dans la région d'Icôni. Ces côtes présentent des falaises et des grottes entrecoupées en certains points par des plages de sable blanc (témoins de la présence des récifs coralliens) : Mitsamiouli, Itsandra....

Dans certaines régions côtières (Hahaya, Chindini, région de Dimani) il existe des colluvions et des alluvions qui correspondent respectivement à des faibles transports et à des dépôts d'origine torrentielle constitués des galets, sable et d'argile.

3.2 SEDIMENTOLOGIE

Les côtes de la Grande Comore sont modelées par les phénomènes naturels d'érosion-sédimentation et par des actions anthropiques telles que l'extraction des matériaux et la déforestation provoquant l'envasement des écosystèmes côtiers.

3.2.1 Les formations sédimentaires

Parmi les formations sédimentaires récentes, on distingue celles d'origine biogène (récifs coralliens, plages de sables blancs et de grès induré) et celles d'origine terrigène (coulées volcaniques récentes, sables et galets marins).

Les formations biogènes

Les récifs coralliens de la Grande Comore 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 « beach-rocks » formés par percolation des eaux douces dans les dunes et cimentation du sable.

Les formations terrigènes

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

3.2.2 L'Érosion côtière

L'île de la Grande Comore présente en de nombreux endroits (*Iconi, Mbachili, Chindini,...*) des signes d'érosion côtière qui tirent leur origine dans les phénomènes d'évolution naturelle du milieu mais aussi et surtout dans les 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 faunistique et floristique sont graves et souvent irréversibles. La côte et les écosystèmes côtiers et marins sont fragilisés à certains endroits et détruits à d'autres. Des prélèvements abusifs ont provoqué la disparition de certaines plages comme à Bandamadji-Itsandra...

Dans la région de Mbadjini, des glissements de terrain s'observent entre Foubouni - Malé et Dimani (versant Est de Karthala) à cause de forte pente.

3.3 METEOROLOGIE

Le climat des Comores est défini comme étant de type tropical humide sous influence océanique. Ce climat est caractérisé par deux grandes saisons : une saison chaude et humide (été austral) et une saison sèche et fraîche (hiver austral). De grandes variations locales sont enregistrées en fonction du degré d'exposition aux vents dominants et de l'altitude.

L'été austral, de novembre à mars-avril, est une saison chaude et humide avec des températures moyennes variant entre 24 et 27,8°C. Elle est caractérisée par une pluviométrie importante voire maximale de décembre à mars. Des vents de mousson de secteur Nord à Nord-Ouest appelés « Kashkazi » soufflent en général de façon variable et faible avec plus de vigueur en janvier et en février.

L'hiver austral, d'avril-mai à octobre est une saison sèche et plus fraîche. Les températures moyennes varient entre 23,2°C et 27. Les alizés du Sud-Est appelés « kussi » sont localement orientés de secteur Sud-Ouest et viennent du canal de Mozambique. Ces vents forcent de mai à août.

La pluviométrie moyenne est comprise entre 1.500 mm et 5.000 mm. L'île de la Grande Comore est la plus arrosée des trois îles, à altitude égale. Les côtes et les versants ouest de l'île sont les plus arrosés avec une pluviométrie comprise entre 1500 mm/an et 2500 mm/an, par contre la région côtière orientale est sèche à localement très sèche. La pluviométrie annuelle peut varier de 600 mm à 7000 mm selon l'altitude et l'exposition des versants aux vents. Il existe plusieurs microclimats et variantes résultant de ces facteurs.

3.4 PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES ET PLATEAU CONTINENTAL

Les principaux paramètres hydrodynamiques sont les marées, les courants, les vagues,... associés à la morphologie du plateau continental ont une grande influence dans les dynamiques des côtes.

Aux Comores, les marées ont un régime semi-diurne en relation avec le cycle lunaire, ce cycle est caractérisé par de fortes marées pendant les nouvelles et les pleines lunes (3 à 4,5m) et de faibles marées pendant les quartiers de lunes (1m).

Le plateau continental de la Grande Comore est un plateau très étroit (200 à 1200 m de large) avec des fonds marins atteignant rapidement des grandes profondeurs (pente sous-marine très forte) Au delà , se trouvent une zone pélagique côtière (profondeur de 500 m) et une zone pélagique océanique dont les profondeurs sont supérieures à 3000m.

Cette étroitesse du plateau a comme corollaire un faible développement des récifs coralliens.

Il faut ajouter à cela les données bathymétriques comme la profondeur de l'eau et la pente du plateau continental décrites dans les paragraphes précédents.

L'étude des facteurs est d'apporter la connaissance du milieu physique et de son fonctionnement, ce qu'il fait en progressant depuis les échelles de temps les plus courts (heures, jours) jusqu'aux plus longues (mois, années).

4/ ECOSYSTEMES ET HABITATS LITTORAUX

Le milieu côtier de la Grande Comore est constitué par différents écosystèmes à savoir des récifs coralliens, des plages de sable, des côtes rocheuses, des mangroves limités en superficie, le lac salé, des îlots et des bancs coralliens,

Le milieu côtier présente une grande diversité dans sa morphologie (pointes rocheuses, îlots, platiers etc...) et dans sa nature (laves, plages, récifs...). Cette hétérogénéité se caractérise sous divers aspects : côtes rocheuses, plages à sable corallien ou de galets, récifs frangeants, marais côtiers etc... Il constitue un potentiel important, non seulement du point de vue biologique mais aussi en raison du rôle qu'il tient dans l'économie locale. En effet, il sert de réserve alimentaire pour les populations locales (pêche artisanale, ...). Mais ce potentiel est en danger à cause des modes d'exploitation irrationnelles qu'il subit.

4.1 LES RECIFS CORALLIENS

De type frangeants, les récifs coralliens de la Grande Comore occupent 60 % du littoral de la Grande Comore avec une largeur variable de 500 à 1500m.. Ces récifs généralement étroits, sont soit directement accolés à la côte soit séparés de celle-ci par un petit chenal ou une étendue peu profonde où peuvent se développer des herbiers sous-marins.

Les récifs coralliens sont plus développés à Chindini, Mbachilé et à Mitsamiouli, ils se dédoublent pour donner naissance à un embryon de récifs barrières (Latrille , 1975)

Les récifs coralliens constituent un atout pour la pêche artisanale qui concoure actuellement à un apport protidique vital pour les comoriens en général vivant dans une économie de subsistance. On estime qu'il existe au niveau des eaux comoriennes près de 820 espèces de poissons marins, côtiers et pélagiques. Malheureusement, ce milieu est menacé par les actions anthropiques.

4.2 DES PLAGES DE SABLE BLANC OU VOLCANIQUE

Les plages de sable blanc sont formées à partir de la destruction naturelle des récifs coralliens ces plages représentent des habitats indispensables pour certaines espèces de faune et de flore. De plus, elles constituent des débarcadères pour les pêcheurs. Plus de 90 % des plages sableuse de la Grande Comore ont disparu par suite d'une extraction intensive. En plusieurs points de la côte, ces formations littorales laissent place à des beach-rocks ou grès indurés. La disparition de ces plages a plusieurs conséquences autres que l'érosion côtière: destruction des digues, des routes, disparition des débarcadères sûres pour les pêcheurs, la montée des eaux, ...

En elle a comme effets, l'augmentation de la force des vagues à marée haute, la montée d'eau et une érosion destructrice de la côte. Des dégradations de la côte sont constatées dans plusieurs sites autrefois protégés par des plages

.Les plages d'origine volcaniques sont situées essentiellement à Itsoundzou, Singani et Salimani pour de sable noir et de Mirereni à Foubuzivouni pour du sable gris. Cette dernière zone correspond à d'anciennes plages de sable blanc dont on trouve les prolongements à plus grandes profondeurs.

4.3 LES HERBIERS

Les herbiers sont situés entre la côte et la partie émergente du récif . Ils existent le long du littoral nord de Mitsamiouli, à l'îlot de Ndroudé sur la côte Sud, de Malé à Chindini.

Cette flore sous-marine est intéressante sur le plan écologique car elle joue le rôle de support à de nombreux organismes fixés tels que les algues et les méduses. Ils servent également de nourriture et sont consommés par des espèces marines herbivores comme les dugongs, les tortues vertes, certains oursins et poissons.

Cet habitat a une importante fonction dans la stabilisation des côtes en consolidant les sédiments et en constituant une barrière naturelle contre les tempêtes et l'érosion marine.

4.4 LES MANGROVES

A la Grande Comore, les mangroves sont limitées en superficie et sont présentes sur le littoral de Domoni, de Voidjou, d'Iconi, de Ouroveni et au sud de Ntsaoueni. Celle de Sima à Mitsamiouli quant à elle, a presque totalement disparu.

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.

4.5 LES COTES ROCHEUSES

Les côtes rocheuses sont bien développées sur la région côtière au Sud-Ouest de la Grande Comore. Elles sont découpées, difficilement accessibles et possèdent des grottes et des cavernes. A ces côtes, s'associent des « microplages » qui se localisent sous l'eau à marée haute.

Ces habitats (récifs, herbiers, mangroves, plages de sable,...) jouent un rôle important dans la dynamique des côtes. Ils constituent des zones tampons terre-mer donc une zone de protection de littoral contre l'érosion marine en fixant les sédiments .

5/ PROBLEMATIQUE DE L'EROSION COTIERE

L'érosion côtière et la régression des plages peuvent être liées à des causes naturelles ou à l'action de l'homme sur le milieu. Aux Comores aucune étude (approfondie) n'est faite en la matière pour permettre d'affirmer la cause naturelle. Par contre, il est certain que l'action de l'homme est en partie à l'origine des déséquilibres constatés des écosystèmes littoraux.

En effet, l'extraction des matériaux côtiers, les aménagements mal conçus sur le littoral (hôtels, habitations, routes...) et la destruction du couvert végétal sont les principales sources de ces déséquilibres.

5.1 NOTIONS DE BASE SUR LE LITTORAL

Le milieu côtier comprend la partie peu étendue du continent soumise à l'influence de la mer et la région marine située dans la zone de balancement des marées .

L'érosion des falaises côtières est provoquée par l'action mécanique des vagues, celle des éléments météorologiques (infiltration des pluies , ...) et biologiques .

L'érosion des côtes rocheuses dépend des formations géologiques et des facteurs hydrodynamiques.

La plage est une zone d'accumulation et de remaniement de sédiments non consolidés (sables, gravier, galets). Elle subit fréquemment les phénomènes d'érosion-transport-dépôt. Les dunes sont de formes d'accumulation des sédiments assurant la stabilité des plages adjacentes . Ces formations littorales sont constituées de sable transporté par un vent régulier et fort de l'estran vers l'arrière-plage.

Les sédiments littoraux sont classés en fonction de leur comportement vis-à-vis des agents hydrodynamiques en :

- sédiments meubles (rudites, arenites) : l'action de la houle et des courants sur ces sédiments provoque un triage granulométrique.
- sédiments cohésifs (vaseux ou pélitiques) : ils ont un comportement spécifique sous l'action des agents hydrodynamiques .
- sédiments consolidés (beach-rocks, coraux) : (1) les beach-rocks sont des sables de plage cimentés par du carbonates de calcium , plus ou moins friable, (2) les coraux, formés par des algues et des organismes marins, constituent une barrière qui dissipe l'énergie de la houle.

Le transport des sédiments :

Les facteurs les plus importants dans le transport des sédiments littoraux sont le vent, les courants marins et la houle générés par le vent.

Les dunes sont la manifestation de transport éolien des sédiments.

Les courants responsables de transport des sédiments dans le domaine littoral et marin sont groupés en :

- courants généraux formés à partir de la circulation des masses d'eau,
- courants de marée,
- courants littoraux induits par la houle (voir transport par la houle).

Transport par la houle, c'est un processus très complexe. En fonction des caractéristiques de la houle (amplitude, période, longueur d'onde) et la profondeur d'eau, les sédiments de fond peuvent être mis en suspension et être transportés par les courants. Dans sa propagation vers le rivage, la houle engendre un courant de masse avec une composante dirigée vers le rivage en surface et au fond, et une composante opposée, dirigée vers le plage à mi-profondeur.

Causes de changement d'état du système littoral

Le littoral est un système stable, où des échanges des sédiments se font en permanence entre le littoral et le milieu ambiant (terre-mer) entraînant des modifications réversibles dans le temps de l'état du système. Des phénomènes naturels tels que la surélévation du niveau marin, les tempêtes, les surcôtes, les séismes... peuvent modifier d'une manière irréversible cet état d'équilibre du système « littoral ». Certaines activités anthropiques comme les extractions de matériaux, la pêche récifale... renforcent l'action des phénomènes naturels.

5.2 LES FACTEURS RESPONSABLES DE L'EROSION DES RIVAGES

Les facteurs qui influencent le littoral sont les facteurs naturels, mais aussi l'homme et ses activités, sans oublier le dynamique continentale des eaux de ruissellement, ...

5.2.1 Phénomènes naturels majeurs

Les paramètres naturels sont les facteurs hydrodynamiques, la nature géologique du trait de côte, la largeur du plateau continental...

Les paramètres hydrodynamiques : les vents, les houles, les vagues, les courants marins

Ces paramètres hydrodynamiques sont à l'origine du mouvement des sédiments et ils constituent les agents de l'érosion.

Les vents : Ils sont à l'origine d'importants mouvements de sable dans toutes les zones dunaires. Dans l'érosion des plages, les vents interviennent en créant et en propageant dans la mer des houles et des vagues.

Les vagues et les houles : Les vagues et les houles générées par le vent et les courants induits par les vagues sont les deux forces les plus importantes qui influencent et déterminent le comportement dynamique des plages (les vagues jouent un rôle dans le transport sédimentaire sur les plages)

Les courants littoraux : ce sont des courants induits par la houle. (voir transport par la houle).

Les courants de marée : Les marées sont de type sémi-diurne, aux Comores. Les marées semi-diurnes arrivants sur la côte peuvent provoquer la formation des courants. Ces courants (de marée) sont à l'origine d'un transport de sédiments vers le large donc les courants (ortes) contribuent à l'évolution du littoral en transportant les sédiments.

L'élévation eustatique du niveau de mer : La surélévation du niveau marin, renforcée par l'effet de serre, a déclenché une transgression progressive de la mer dont les conséquences sont une érosion avec un recul du trait de côte, inondation des zones côtières,

Les facteurs géologiques et géomorphologiques

Le relief côtier : Pour un relief peu élevé, toute élévation de la surface de la mer près de la côte provoque un transfert de l'eau vers la terre, transfert qui résulte en des submersions d'autant plus importantes que la pente et l'altitude des reliefs côtiers sont faibles.

La largeur du plateau continental : Un plateau continental étroit a comme conséquences :

- l'augmentation de la capacité de transport sédimentaire (transit littoral) par la houle et
- un transfert plus facile des sédiments arrachés au rivage par les courants dans les eaux plus profondes.

- La dynamique des eaux de ruissellement

Les paramètres qui entrent en jeu sont la pente, la végétation, la pluviométrie et le sol.

Un ruissellement des eaux sont à l'origine des transports des sédiments terrigènes vers les milieux côtier et marin.

La dynamique continentale des eaux dépend des paramètres suivants: la pente, la présence ou non de la végétation, la nature des sols, la pluviométrie,....

La couverture végétale: la présence des végétaux constitue une protection du milieu vis à vis des agents de l'érosion.

Le sol: le sol de la Grande Comore est instable et fragile. C'est un sol sensible à l'érosion.

La pluviométrie: elle est satisfaisante à la Grande Comore. Elle est plus forte en altitude et sur les versants Ouest de l'île et pendant les mois de Décembre à Mars.

La pente: plus la pente est forte, plus importante sera le phénomène de ruissellement.

A la Grande Comore, l'érosion est provoquée par les défrichements forestiers accentuée par un relief fort, un sol fragile et une importante pluviométrie.

5.2.2 Les actions anthropiques et leur impacts sur le littoral

Aux Comores les ressources naturelles se détériorent de plus en plus sous la pression anthropique mal dirigée, amputant la capacité de nutrition des populations et l'équilibre écologique des écosystèmes naturels.

Certains phénomènes naturels (décapage des sols fragiles dès que le relief est accidenté, cyclones, érosion côtière...) sévissant sur l'espace côtier et marin sont en effet fortement accentué par les actions humaines notamment par une absence de gestion et une utilisation non rationnelle de l'espace et surtout par des modes d'exploitation des ressources généralement inadaptées en ce qui concerne l'agriculture, la foresterie, la pêche...

Extractions des matériaux dans la zone côtière

L'activité d'extraction de matériaux naturels côtiers (sable, galets, graviers, coraux) est pratiquée pour les besoins de la construction sous la pression d'une urbanisation forte, anarchique et localisée essentiellement sur la côte.

Cette activité d'exploitation des matériaux provoque, la disparition des plages, potentiel touristique inestimable, et la diminution des débarcadères sûrs pour les pêcheurs, une perturbation du milieu marin, côtier et la destruction de sites de reproduction d'espèces marines et surtout une accélération de l'érosion.

Théoriquement, l'activité d'extraction du sable marin est réprimée par la loi. Pourtant, celle-ci est fortement pratiquée partout sans qu'aucune mesure concrète de répression ne soit prise. La faiblesse de production de matériaux de substitution ou l'absence totale dans certaines régions (Sud de la Grande Comore par exemple) entretient les pratiques de commercialisation des matériaux naturels.

L'extraction est une activité informelle qui crée des emplois pour des familles pauvres. Son développement est surtout lié au contexte de crise économique que connaît le pays et la nécessité pour de nombreux ménages défavorisés de compléter leurs revenus traditionnels issus de la pêche ou de l'agriculture. L'accès libre à une ressource gratuite permet d'obtenir des petits bénéfices essentiels à la survie.

Il convient de rappeler que la proportion des ménages vivant en situation de pauvreté est de l'ordre de 46,3% et le seuil total de pauvreté absolue est d'environ 457,33F/jour¹.

Cette situation est aggravée par une croissance démographique rapide évaluée à 2,7%.

Selon les études économiques réalisées par le PRE COI sur la filière « sable » en Grande Comore, la demande en sable est estimée à 121.953 m³ en 1997².

Les stations de concassages opérationnelles couvrent 52% de la demande soit 64.366 m³, le reste est fourni par les petits exploitants de sable de mer. Une analyse comparative des données de 1993 à 1997 montre une croissance de la demande (sauf cas exceptionnel). La capacité de production des deux stations de concassage existant étant limitée, cela laisse penser que le phénomène d'extraction s'amplifie progressivement.

Les enquêtes sociologiques montrent également que l'activité est plus intense au Sud qu'au Nord de la Grande Comore pour deux principales raisons :

- La Main d'oeuvre du Sud est constituée essentiellement de jeunes qui représentent une force de travail importante contrairement au nord où elle est composée de personnes âgées, essentiellement les femmes. Au sud, le coût de production est très important car les exploitants mobilisent beaucoup de moyens (vedettes...)
- Les deux stations de concassage opérationnelles sont localisées au nord.

En ce qui concerne corail, il est extrait pour la fabrication de la chaux ou pour la vente aux touristes comme objet décoratif. Selon les études citées ci-dessus, la tendance de l'exploitation du corail est à la baisse parce que l'offre et la demande décroissent progressivement. La baisse de la production est liée au fait que l'activité est très pénible (il faut plonger pour en extraire) et la transformation de la chaux nécessite de grosses quantités de bois.

De plus, les campagnes de sensibilisation des populations en général et des touristes en particulier, commencent à apporter des résultats.

¹ Enquête sur la consommation des ménages, Direction Générale des Statistiques, 1995

² Estimation à partir des besoins en ciment (importation)

Au niveau du secteur des travaux publics, on constate une prise de conscience progressive des autorités publiques qui se traduit par une interdiction d'utilisation des matériaux côtiers. Les entreprises de bâtiments et travaux publics qui utiliseraient des matériaux côtiers (sable de mer et galets à concasser) sont menacées de sanctions (rupture de contrat par exemple). Cette initiative est souvent prise sous l'impulsion des bailleurs de fonds qui financent les grands projets de construction (route, port...).

L'absence d'un plan national cohérent en matière de régulation de l'exploitation des ressources minérales naturelles (schéma directeur d'exploitation des carrières) reste cependant un grave problème.

La Politique Nationale de l'Environnement prône la promotion de matériaux de substitution et des activités alternatives, aucune mesure permettant de concrétiser ces déclarations d'intention n'es jusqu'à présent prise par les autorités publiques.

Urbanisme et aménagements (routes , digues , immeubles , ports ,)

Les digues sont créées pour protéger les aménagements (routes littorales, maisons...) situés en arrière de la plage contre l'invasion de la mer. Mais ils ne favorisent pas la protection des zones voisines, au contraire ils engendrent une érosion importante de la plage en provoquant un déficit d'alimentation. La construction des digues de protection perturbe les transits des matériaux.

A la Grande Comore l'urbanisme se caractérise par une construction des maisons d'habitation le long de la côte et par une urbanisation anarchique.

Dans les villages et villes côtiers, généralement les plages, le long du littoral et la mer servent de décharges publiques. Or les déchets constituent une source de pollutions littorale et marine et dégradent les écosystèmes côtiers (herbiers, récifs) qui ont une fonction importante dans le maintien des équilibres du milieu littoral.

Ainsi des pressions, telles que l'extraction des matériaux pour la construction, des déchets et d'eaux usées rejetés le long de la côte ou à la mer et la destruction du couvert végétal liée aux besoins des terrains pour la construction sont à l'origine d'une érosion du sol et des côtes.

Les aménagements non planifiés au niveau du littoral provoquent également des modifications, des déséquilibres du milieu.

Les routes sont essentiellement littorales et une grande partie de la population habite la zone côtière (plus de trois quart). Dans la plupart des villes et villages comme Bandamadji, Hantsambou, Mitsamiouli, les habitations sont localisées complètement au bord de la mer. En l'absence de plans d'aménagement, les habitations se développent sans aucune logique.

L'agriculture

L'agriculture est un secteur important du fait qu'il occupe plus de 70 % de la population active. Les techniques culturales sont rudimentaires. Les principales caractéristiques de cette activité sont:

- une agriculture vivrière d'autoconsommation où différentes cultures sont associés. Un embryon de culture maraîchère se constitue.

- une agriculture d'exportation comportant les types de cultures suivants la vanille, le girofle et l'ylang-ylang.

L'investissement en agriculture est très faible en comparaison de fort taux de population qui s'investissent dans le secteur. L'activité agricole produit différents impacts:

- au niveau de l'espace côtier : l'agriculture a des effets sur le foncier et sur l'habitat parce que les terres sont affectées à l'agriculture,
- sur les milieux terrestre et marin en provoquant des phénomènes d'érosion et en apportant des sédiments terrigènes, surtout dans les zones à fortes pentes,
- sur la forêt parce que la déforestation est due surtout au besoin en terre pour la culture.

Cette déboisement aggrave les problèmes d'érosion.

Destruction de la couverture végétale pour les besoins en bois:

Grâce au système racinaire, la végétation joue un rôle important dans la stabilisation des côtes. La destruction du couvert végétal sur le littoral fragilise l'écosystème côtier en entraînant une reprise des sables par le vent. Donc, elle est source d'érosion.

Ce problème ne semble pas être important au niveau national comparé à l'exploitation des matériaux côtiers ou les aménagements anarchiques sur la côte.

La déforestation touche indirectement le littoral car elle provoque une érosion sur les pentes. Conséquences: elle apporte des sédiment terrigènes sur le milieu marin et provoque un envasement des coraux .et à terme une érosion côtière. Ces dépôts terrigènes proviennent des zones déforestées dont la terre est emportée par les eaux de ruissellement le long des fortes pentes.

Donc en plus des causes marines (facteurs hydrodynamiques, ...), des agents dynamiques continentaux (les eaux d'infiltration, les eaux de ruissellement...) participent à l'érosion du littoral.

Outre leur rôle écologique dans la protection des sols contre l'érosion côtière, le captage des précipitations, la régularisation des débits des sources et des cours d'eau, le maintien des équilibres climatiques et pédologiques, les ressources forestières, et plus généralement arborées, les végétaux assurent également l'approvisionnement des populations en bois d'oeuvre (camphrier), en bois énergie (combustibles ligneux), en bois pour la distillation de l'ylang, en charbon de bois, en bois pour la production de chaux et en bois de service (perche pour la charpenterie).

La pêche

La pêche de type artisanale est pratiquée essentiellement par des embarcations traditionnelles locales en bois : les " Galawa ". Leur accès est limité sur le récif corallien. Les embarcations motorisées en fibre de verre ne sont pas très répandues. Il faut distinguer les pêcheurs professionnelle qui ne vivent que de la pêche (cette catégorie s'est développée grâce à l'implantation des embarcations en fibre de verre) aux pêcheurs occasionnelles qui pratiquent d'autres activités (extraction du sable par exemple) mais qui pratiquent la pêche sur le récif corallien pour des besoins alimentaires.

La pêche artisanale, est très concentrée sur un récif corallien très réduit autour des côtes. Les techniques utilisées sont destructrices, d'une façon irréversible, d'une grande partie du

récif. Elle provoque une accélération de l'érosion du littoral car la destruction du récif réduit la barrière protectrice.

Le tourisme

Le tourisme est une activité en pleine expansion aux Comores. L'industrie touristique est également concentrée sur la côte, surtout à Mitsamiouli. Elle constitue un grand potentiel pour le développement du pays. Cependant, elle peut générer des problèmes d'érosion si les aménagements sont mal conçus. En effet, l'absence d'étude environnementale préalable ne permet pas de prévenir des éventuelles perturbations du milieu et une déstabilisation possible des ouvrages.

Actuellement, à part dans les centres touristiques, les ressources touristiques ne sont pas respectées à la Grande Comore, elles sont exploitées d'une manière irrationnelle.

C'est dans un souci de minimiser les effets environnementaux néfastes et les coûts des projets d'aménagement que la loi cadre relative à l'environnement soumet obligatoirement ces projets à une évaluation préalable des impacts environnementaux.

La construction elle-même représente donc un élément de perturbation, mais la pollution induite peut provoquer des modifications des conditions du milieu. Il en résulte par conséquent des impacts sur les écosystèmes côtiers (dégradation des herbiers et des récifs coralliens) et à long terme sur le littoral.

5.3 ÉTAT DE L'ÉROSION SUR LE LITTORAL DES SITES PILOTES DE LA GRANDE COMORE

5.3.1 Le site pilote de Mitsamiouli

Présentation synthétique

La ville de Mitsamiouli est située au Nord-Ouest de la Grande Comore. Le linéaire côtier de Mitsamiouli mesure environ 6 Km. Le littoral est constitué de plusieurs plages de sable blanc fin, des côtes rocheuses et des récifs coralliens.

Mitsamiouli est caractérisée par la présence du plus grand complexe hôtelier des Comores: le Galawa Beach. En effet, les plus beaux des sites touristiques y sont concentrés.

- **le Trou de Prophète** : c'est une zone urbanisée (rejets des déchets et d'eaux usées à la mer) et de collecte des coraux et des coquillages à marée basse (83 % des coraux sont morts). La fréquentation touristique est importante,
- **la grande plage de Mitsamiouli** : des signes d'eutrophisation (présence d'algues sur la plage) due aux rejets importants des déchets sur la plage et à la mer sont visibles le long de la plage,
- **la planète plage** : elle présente des signes évidents d'érosion comme le montre les photos jointes au présent rapport.
- **les plages de l'hôtel Galawa et celle de l'hôtel Maloudja** sont en bon état de préservation. Cela s'explique par le fait que l'hôtel Galawa pratique une politique de conservation de son espace naturel littoral.

Utilisation des ressources et de l'espace

Les différentes activités économiques pratiquées dans la région sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

- **Activité extractive**

Il fut un temps où l'extraction de sable des plages et les prélèvements des coraux constituaient des activités très pratiquées sur le site pilote de Mitsamiouli : extraction de sable pour la construction et l'exploitation des coraux dans un but commercial. Ces phénomènes sont en très nette diminution à cause de la loi d'interdiction mais surtout grâce à la surveillance assurée par les associations de protection de l'environnement des villages. Il n'empêche que l'exploitation de sable marin se fait dans la clandestinité.

- **Urbanisation**

Les habitations sont essentiellement concentrées au bord de la mer. Dans un passé récent, les ordures ménagères, générées par la population, étaient déversées à la mer, sur la plage ou dans des bacs dépotoirs le long du littoral. Actuellement elles sont déposées à la décharge à ciel ouvert de Galawa qui est à proximité de la route principale et de la mer .

Des déchets hospitaliers tels que des seringues traînent le long de la plage. Aucune forme de traitement n'est faite au préalable.

La route principale et le marché de la ville sont implantés le long de la plage, et le marché ne possède pas un système d'évacuation des eaux usées de telle sorte que ces dernières sont drainées vers la mer.

- **Tourisme**

L'hôtel Galawa, qui possède 56 % de la capacité hôtelière des Comores, est implanté à Mitsamiouli. Ce complexe héberge la grande majorité des touristes qui débarquent aux Comores. De ce fait, il produit une très grande quantité des déchets qui sont jetés dans la décharge dites de Galawa sans traitement aucun. La décharge se trouve à proximité de la route et à 400 m de la mer.

- **Pêche**

Mitsamiouli est l'un des principaux villages de pêche de la Grande comore. En plus de la pêche aux poissons, les pêcheurs braconnent les tortues. La pêche se concentre surtout sur le récif coralliens.

- **Coupe de bois pour les besoins en énergie :**

Le besoin en bois de construction et de chauffe est à l'origine de la la dégradation presque totale de la mangrove de Sima (à côté de Maloudja).

La végétation xérophile au nord de Mwébaboini présente des risques de dégradation liés à la présence de la décharge de Galawa Beach.

Les signes d'érosion sur le site de Mitsamiouli :

- **Trou de Prophète**

la plage a pratiquement disparu à la suite d'une exploitation abusive. L'intervention des villageois pour limiter l'érosion qui a détruit la piste d'accès à la plage se limite à l'enrochement.

- La grande plage de la ville de Mitsamiouli

On constate la présence d'une digue de protection de la route contre l'érosion.

- La plage Fassi - Mitsamiouli

La plage de sable a entièrement disparu à la suite d'une exploitation abusive. Cela se traduit par la présence des « beachrocks » et le recul de la ligne de rivage.

- Mangrove de Sima

Cette mangrove est complètement dégradée et en voie de disparition. Il y a un abaissement du niveau altimétrique qui constitue souvent la phase initiale au recul du trait de côte.

5.3.2 Le site pilote d'Itsandra

Présentation synthétique

Le linéaire côtier d'Itsandra fait environ 3 Km. Il est formé par des côtes rocheuses, de 2 plages de sable blanc fin, des récifs coralliens.

Le site s'étend de l'hôtel Itsandra à la limite Nord de Beït Salama (résidence présidentielle) et comprend les trois villages suivants : Hantsambou, Bandamadji et Itsandra Mdjini.

Utilisation des ressources et de l'espace

- Extraction des matériaux

Malgré l'interdiction, l'extraction de sable des plages est pratiquée dans quelques sites tels que la zone littorale entre Bandamadji et Hantsambou. Des tas de sable sont visibles sur le bord de la route. Quant à la plage d'Itsandra, elle est protégée de l'exploitation grâce à une surveillance importante des associations locale et à la valorisation touristique.

- Urbanisation

Les villages constituant le site pilote, à savoir Itsandra Mdjini, Bandamadji et Hantsambou, sont localisés complètement au bord de la mer. Donc tous les déchets générés par la population sont jetés le long de la côte, dans la mer ou le long de la route.

- Tourisme

Itsandra fait partie des grands sites touristiques des Comores. Ce site attire des touristes d'affaires mais surtout la population résidente.

La plage de sable blanc est très bien entretenue par l'association Twamaya et le snack-bar « Maya Sun Beach ». Des activités sportives et touristiques sont pratiquées sur la plage.

L'hôtel Itsandra quant à lui est fréquenté, en grande majorité, par une clientèle d'affaire. Il possède une belle plage de sable blanc et une végétation à base de cocotier.

- La pêche

La pêche est l'un des principales activités dans le site d'Itsandra, surtout dans les villages de Hantsambou et d'Itsandra mais elle est moins importante à Bandamadji.

- Artisanat

C'est à Itsandra qu'a été implanté le Centre National d'Artisanat des Comores (CNA.C) pour la bonne raison que l'essentiel de l'activité y est concentré. Diverses productions locales telles que de la vannerie, des objets en bois ... sont présentes au centre. Le CNAC est largement dépendant de la fréquentation touristique qui est encore très modeste. Pour que le centre puisse jouer un rôle à la hauteur de ses ambitions, il faut développer le tourisme à Itsandra, sans oublier de faire impliquer davantage les artisans.

L'activité artisanale la plus pratiquée à Itsandra, est la vannerie. Mais il ne faut cependant pas négliger la menuiserie, l'ébénisterie et la broderie traditionnelle.

Les signes d'érosion sur le site d'Itsandra

Pendant la visite du terrain, l'équipe n'a pas observé des signes majeurs d'érosion : destructions d'habitations sur les côtes, d'inondation, des projections des matériaux sur la route ou au dessus des digues, déplacement de la ligne de rivage ou la mer qui envahit la terre. Par contre des digues sont présents à Itsandra Mdjini, Iko de Hantsambou et à l'hôtel Itsandra. Il est fort probable que ces digues sont construites dans l'objectif d'empêcher des inondations des habitations, des invasions de la route par la mer. La route bitumée est construite à proximité de la plage d'Itsandra et des côtes...

Ces aménagements urbains réalisés au plus près du rivage favorisent la rupture de l'équilibre sédimentaire de la côte.

Le long de la côte de Bandamadji jusqu'à Hantsambou et Itsandra hôtel, à cause d'une pente moyenne et une pluviométrie importante, il est probable que les eaux de ruissellements apportent des sédiments terrestres vers la mer.

Sur les deux sites, les impacts humains sont importants. Les activités anthropiques qui se font sur le littoral à savoir la pêche (présence d'importantes embarcations le long de la plage), extractions de sable marin et des coraux, des constructions (routes, digues, immeubles...) menacent fortement la côte. Ces phénomènes d'érosion côtière constituent un risque majeur pour les habitations installées près des côtes.

Des données sur l'hydrodynamique côtier et l'hydrodynamisme continental, des éléments d'études sur les actions anthropiques sur le littoral sont quasi-inexistants aux Comores. Donc des études scientifiques qui permettraient de mettre en place des programmes d'acquisition des données et de surveillance du littoral s'avèrent indispensables.

Tableau récapitulatif

Site	Longueur du linéaire côtier	Dominantes géomorphologiques en % du linéaire côtier	Erosion confirmée en %	Erosion principalement
Itsandra	2 Km	Côtes rocheuses : X%		
		Plage		
Mitsamiouli	6 Km	cotes rocheuse		
		plage		
		limono-vaseux		
		rivage artificialisé		

6/ MESURES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION COTIÈRE

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

Une technique simple comme la végétalisation est efficace dans de nombreuses situations. Des techniques plus complexes, faisant appel à des murs de retenue ou des gabions sont utilisées dans les cas les plus difficiles en raison de leur coût plus élevé.

On peut distinguer deux types d'intervention :

- une intervention directe pour arrêter l'érosion à travers la réalisation d'un ouvrage approprié
- une intervention indirecte au niveau des pratiques de production et habitudes des populations. Ce type de solution a des effets à moyens termes mais durables.

Les deux types de mesures sont à envisager simultanément.

6.1 LES REPONSES TECHNIQUES

6.1.1 La végétalisation

La végétalisation du littoral est l'opération la plus courante pour limiter les risques d'érosion et les problèmes de stabilité de la côte. Elle est entreprise avant que l'érosion ne devienne un réel problème. Les plantes sont sélectionnées pour répondre à une fonction technique spécifique. Parmi les fonctions techniques de la végétalisation, on note :

- retenir les matériaux se déplaçant en surface (rôle des tiges)
- protéger la surface pour éviter l'érosion en nappe et l'abrasion due aux pluies
- soutenir le talus en l'étayant depuis la base (racines d'arbres et d'arbrisseaux)
- renforcer le sol (en augmentant sa résistance au cisaillement)
- drainer le sol en faisant pénétrer l'eau sans en altérer les caractéristiques (rôle des racines); ceci permet par ailleurs de régénérer les nappes.

Les herbacées servent essentiellement à limiter l'érosion superficielle. Le gazonnement par des espèces de graminées est utilisé pour des surfaces plates.

Les arbrisseaux et arbres (plantes ligneuses) permettent d'empêcher l'érosion sur des talus à forte déclivité, par exemple plus de 30 à 40%.

Le choix des espèces est important car il doit répondre aux exigences écologiques comme cela est décrit précédemment mais aussi aux besoins réels des populations. Outre le rôle de frein à l'érosion des sols, les essences doivent répondre aux critères suivantes :

La production et/ou l'amélioration du sol (c'est là aussi le point essentiel recherché); la production de fourrage et un besoin de bois de feu et de construction.

Une expérience a été tentée au début de cette année à Mitsamiouli, où grâce à l'appui du PRE COI/UE, les associations ont planté du filao (*Casuarina equisetifolia*) sur une longueur de 4 Km de côte. Cette espèce est reconnue pour ses caractéristiques :

- C'est un arbre qui peut atteindre 15 à 30 m de hauteur avec un tronc de 20 à 50 cm de diamètre.
- Il tolère la sécheresse et pousse sur sol pauvre, dégradé ou légèrement salin.
- Il ne demande pas de véritables soins particuliers et sa croissance est rapide.

- Il stabilise le sol par son enracinement.
- Son bois peut être utilisé comme source d'énergie ou pour la construction.

Les résultats escomptés sont la stabilisation de la côte, la constitution d'un écran contre l'accès à la mer par les camions d'extracteurs, et un rôle de brise vent.

La dégradation de la mangrove de Sima-Mitsamiouli suite à la forte exploitation du bois a provoqué une avancée de la mer et par conséquent une menace pour les habitations, mais aussi une défiguration du paysage. Sa restauration constitue une expérience intéressante à tenter. Une demande de financement peut être formulée auprès du secrétariat de la Convention de Ramsar, dont le principal objectif est la conservation des zones humides.

6.1.2 Les ouvrages de défense de côte

Les ouvrages de défense sont conçus pour s'opposer à l'effet des vagues. Lorsque la houle dominante atteint le rivage avec une incidence oblique, il est recommandé d'envisager une protection avec des ouvrages transversaux. Dans le cas contraire, il y aura lieu de prévoir des ouvrages longitudinaux.

Ceci étant, il est important de noter que l'aménagement d'un ouvrage sur le rivage crée des perturbations dans l'équilibre naturel du transport sédimentaire. Les fonds proches et le rivage vont évoluer de manière à retrouver un nouvel état d'équilibre. C'est pour cette raison qu'il est indispensable de bien prévoir les effets induits. Le choix de ces techniques nécessite une étude préalable approfondie en courantologie.

Les épis

Ils servent pour arrêter le transport littoral. Lorsque le transit littoral est prédominant, ce type d'ouvrage est plus efficace. Le but est entre autres de stabiliser ou recharger une plage en piégeant le sable en transit, et maintenir un rechargement artificiel de l'estran. Cette expérience peut être menée sur les côtes sableuses érodées (comme la grande plage de Mitsamiouli et planète plage) par l'action des vagues en vue de leur régénération.

les ouvrages longitudinaux

La construction de tels ouvrages s'impose dans le cas de défense d'ouvrages de haut de plage fortement sollicités par des houles frontales.

Les ouvrages verticaux ou à fortes pentes sont susceptibles de provoquer des érosions importantes aux pieds, dues à la forte augmentation des vitesses du fluide. Ce cas de figure s'est déjà présenté à certains endroits sur l'île (déstabilisation de la digue d'Icni-Mbachilé). Les travaux de réhabilitation sont alors nécessaires pour renforcer le pied du talus contre l'érosion (sabot de protection ou mur à pentes plus faibles dans la partie basse du talus).

La mise en place de cordon d'enrochement de défense de côte est une technique moins coûteuse par rapport à la construction des murs.

Pour la lutte contre l'érosion, il existe un autre système dit « gabions » Il s'agit d'un enrochement renforcé par une toile grillagée en fil de fer très résistant. Les roches sont disposées en pente uniforme ou en forme étagée.

Il a comme propriété la stabilisation de la côte. Les avantages du système sont : la résistance à la corrosion, la résistance à la force des vagues et la flexibilité. Il est souvent renforcé par la plantation de filao le long du littoral. Il provoque une recolonisation de la côte par des herbes et un engraissement par le sable.

Les brises lames

Les brises lames ou brise mer sont conçus pour absorber une partie de l'énergie de la houle afin de diminuer l'attaque de la côte se trouvant à l'arrière. Il existe une distance et une profondeur d'implantation optimale. Des formules mathématiques permettent le calcul de la longueur et la distance de l'ouvrage par rapport à la côte, ainsi que l'espacement entre deux brises lames successifs.

MESURES PREVENTIVES ET PLANIFICATION

6.2.1 Schéma d'exploitation des matériaux côtiers

Le phénomène d'érosion côtière est un constat auquel toutes les observations de terrain aboutissent. Il est plus ou moins important selon la géomorphologie de l'île et les modes d'exploitation des ressources naturelles.

Cependant, jusqu'à présent, aucun travail scientifique n'a été menée pour mesurer le niveau et la vitesse de régression du littoral.

De plus, des données sur les **phénomènes hydrodynamiques** font défaut. C'est pour cette raison qu'une étude plus poussée dans ce domaine grâce à l'appui d'experts internationaux et l'acquisition d'outils performants permettant une approche globale tels les photographies aériennes les images satellites sont nécessaires.

L'étude de la dynamique du littoral sur l'ensemble des îles, la classification des sites selon leur degré de sensibilité, une analyse économique complète de la filière des matériaux de construction, et surtout l'établissement d'un schéma directeur d'exploitation constituent des étapes inévitables pour la définition d'un mode de gestion rationnelle des matériaux de construction. Ce schéma directeur doit désigner les sites sensibles qui nécessitent un aménagement concerté pour leur préservation, les sites dégradés qui nécessitent un aménagement et restauration, des sites conservées pour leur mise en valeur. Afin de garantir le respect collectif de ce plan directeur, son élaboration devra se faire de manière participative.

Ce schéma directeur d'exploitation doit également préciser les moyens à déployer pour la mise en oeuvre (institution de suivi, le coût induit, les moyens pour couvrir ce coût).

des actions d'accompagnement comme la recherche et la promotion des produits et des métiers de substitution.

La collaboration avec d'autres projets pour l'appui aux initiatives privées pour le développement des concasseurs et le renforcement des capacités de base pour la production des matériaux allégerait la pression anthropique sur le sable corallien et les galets.

Une participation de la population, particulièrement les familles concernées directement par l'activité suppose une conscientisation à travers l'information. La sensibilisation devrait cibler les acteurs aux différents niveaux de la filière, extracteurs individuels, utilisateurs privés, sociétés de bâtiment et travaux publics etc...

6.2.2 Plan d'aménagement du littoral

6.2.3 Réalisation d'Etudes d'Impact Environnementaux

Dans son chapitre 2, la loi cadre relative à l'environnement impose la soumission à une étude préalable d'impact à tous les projets de développement y compris les travaux et ouvrages de défense des côtes. Cependant, un décret d'application doit préciser les modalités de réalisation et validation.

Il a été démontré dans les paragraphes précédents que même des ouvrages réalisés à des fins de protection peuvent avoir des incidences négatives sur le milieu. Ainsi la finalisation du cadre légal et sa mise en application effective contribuera à la protection de la zone côtière.

6.2.4 Observatoire du littoral

programme de surveillance de la dynamique du littoral.

Cela dépend du degré de prise de conscience des décideurs (classe politique) de la définition du long terme., mais aussi du coût qui est souvent élevé. Mais le coût de la non planification est plus élevé à long terme.

Identifier la structure de mise en oeuvre, quelle sont les capacités actuellement pour le contrôle et le suivi

6.2.5 Implication de tous les acteurs

La protection contre l'érosion côtière concerne les propriétaires riverains, les communautés villageoises, les associations de défense de l'environnement et l'Etat. L'efficacité d'un plan de gestion de la zone côtière dépendra donc de l'engagement de tous les acteurs concernés. La loi n° 98-018 du 22 juin sur l'environnement précise que toute personne a le droit de vivre dans un environnement sain, mais il a également le devoir de contribuer à sa protection. Ainsi, la sensibilisation et la responsabilisation de tous ces acteurs reste une condition préliminaire à la gestion durable.

- Les politiques

- Les propriétaires riverains

- Les communautés villageoises
- Les associations de défense de l'environnement

7/ CONCLUSION

Mais évaluer , appréhender
a un prix à payer, comparer au dégâts possibles...

Le littoral, espace fragile et très convoité doit être gérer avec précaution et discernement
L'ensemble des facteurs naturels et humains qui peuvent agir séparément ou ensemble,
place le milieu littoral dans une situation instable ouvrant la voie à une évolution régressive.

agir est coûteux, ne pas agir est encore plus coûteux à long terme

8/ RECOMMANDATIONS : ACTIONS A FAIRE PAR LE PRE COI

Pour ce qui concerne la problématique spécifique des matériaux de construction, une analyse quantitative fine sur les besoins en matériaux, la localisation des carrières existantes et l'identification des acteurs potentiels de la filière économique (producteurs, intermédiaires et consommateurs) constitueront les éléments de base pour l'élaboration d'un schéma directeur d'exploitation. Les études existantes ont été réalisées de manière partielle sur l'aspect géographique. et doivent à l'échelle régionale.

Faire un Diagnostic technico-économique

1. Il faut des études complètes, notamment économiques sur les deux autres îles. Elles doivent inclure une analyse des outils économiques appropriés à développer (subventions...) pour promouvoir les matériaux de substitution.

Plan d'urgence pour les sites les plus touchés mais études approfondies nécessaires, prioriser selon, risque, importance économique, zone d'habitation (évaluation économique des dégâts prévisibles et du manque à gagner si recul du littoral

2. Sensibiliser les décideurs (parlementaires,) car on fait des campagnes de sensibilisation auprès des populations défavorisées et des autorités villageoises seulement alors que les grandes décisions reviennent aux autorités politiques. D'où organiser une conférence...au cours de laquelle exposer la problématique avec images à l'appui, exposer les solutions possibles et les décisions sages à prendre. et un calendrier de travail

3. Appui du GREEN pour des investigations complémentaires sur les phénomènes d'érosion (études courantologiques, hydrodynamiques...)

4. Identification des acteurs nationaux à impliquer dans le suivi permanent de la dynamique du littoral

5. Organisation d'un atelier d'échange régional en vue de la définition d'un plan de suivi au niveau régional et formation des cadres dans les techniques de suivi.

6. Enclencher un processus de définition des mesures visant à encourager la promotion des matériaux de substitution et activités alternatives (projet AIEB, priorité...

7. Schéma directeur d'exploitation des carrières et encourager les entreprises privées, exonération,

Perspective de mise en place d'un observatoire du littoral :
organe décisionnel, organe de contrôle et suivi...

BIBLIOGRAPHIE

- PRE COI, 1996, Enquêtes sur l'extraction du sable à Anjouan,
- MDRPE, 1993, Diagnostic de l'état de l'environnement aux Comores,
- Tabet Aoul, 1996, Aspects scientifiques et techniques dans la protection et défense des côtes
- PRE COI, 1997, Rapport national de pré-audit des Comores - Bilan socio-environnemental sur la gestion intégrée de la zone côtière
- SETRA, 1994, Routes et environnement : Guide pratique
- Le courrier ACP-UE N° 125, 1991, Les routes (dossier)
- Ahamadi Allaoui, 1989, L'utilisation d'espèces végétales dans la lutte anti-érosive à Anjouan, Memoire de fin d'étude, France
- Faouzia M. Abdoulhalik, 1998, Identification et analyse des options pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique aux Comores.
- Faouzia M. Abdoulhalik, Ahamada Mohamed Said, 1998, Dispositifs réglementaires et institutionnels pour l'évaluation des impacts environnementaux aux Comores.
- Ministère de l'environnement et de la faune du Québec, 1997, Directive sectorielle pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet routier.
- Suivi monitoring de l'état de santé de récifs coralliens aux Comores.
- Saïd Ahamada et Fouad Abdourabi, 1997.
- Projet P.N.U.E/ E.A.F 5 « protection et gestion des zones marines et côtières de l'Afrique Orientale » : Profil côtier de l'île de la Grande Comore R.F.I.C, 1996-
- Tilot De Grissac, 1994. Diagnostic de l'état de l'environnement marin et côtier de la RFIC
- Rapport GREEN sur les sites pilotes : Mitsamiouli et Itsandra.
- Aboubacar Tayffa Hassanali et Ahmed Abdoulkarim. Récifs coralliens des Comores, Communication présenté à l'atelier de travail II R C tenu aux Seychelles 29 Mars 1996
- La défense des côtes contre l'érosion marine pour une approche globale et environnementale Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement .
- Rapport de synthèse des enquêtes menés sur le littoral de Grande Comore

– Juin - Juillet 1996 PRE COI / FED CN Com Fouad Abdou Rabi