

de Gestion de l'érosion du aldu littoral de Mayotte



SOMMAIRE

P. 03

Avant-propos :

Le littoral mahorais,
un patrimoine commun à préserver

P. 04-06

1. — Présentation du littoral de Mayotte

P. 07-11

2. — L'érosion côtière à Mayotte

07-08 2.1 — Les « mécanismes » de l'érosion côtière

08-11 2.2 — Les différents types d'érosion côtière

08-09 2.2.1 — Le recul des falaises

09-10 2.2.2 — L'érosion des plages

10-11 2.2.3 — La réduction de superficie des mangroves

P. 12-21

3. — Gérer l'érosion côtière à Mayotte

12-13 3.1 — Comment agir ?

13-17 3.2 — Gérer l'érosion des falaises

14 3.2.1 — La gestion préventive

14-17 3.2.2 — Les méthodes douces de « restauration »

17 3.2.3 — Synthèse

17-21 3.3 — Gérer le recul des plages

18-19 3.3.1 — Une démarche de prévention

19-20 3.3.2 — Les méthodes douces de remédiation

20-21 3.3.3 — Synthèse

21 3.4 — Gérer le recul de la mangrove

P. 22

4. — En résumé : principes élémentaires

P. 23

5. — Pour en savoir plus



Le littoral mahorais, un patrimoine commun à préserver !

L'érosion du littoral est un phénomène mondial qui n'épargne ni les zones tempérées comme la métropole ni les zones tropicales comme Mayotte. Depuis les années 1950, la concentration des populations sur le littoral métropolitain a justifié de nombreuses tentatives de génie côtier afin de remédier au recul du rivage, parfois avec peu de réussite et des effets contraires à ce qui était attendu.

Aujourd'hui, dans un contexte de forte croissance économique et démographique, Mayotte connaît à son tour un développement des activités sur sa façade littorale. Or, si les littoraux de Mayotte sont riches et variés, ils sont par nature très changeants et fragiles. Ils représentent un patrimoine écologique, des enjeux socio-économiques et une protection naturelle contre les cyclones et les tempêtes

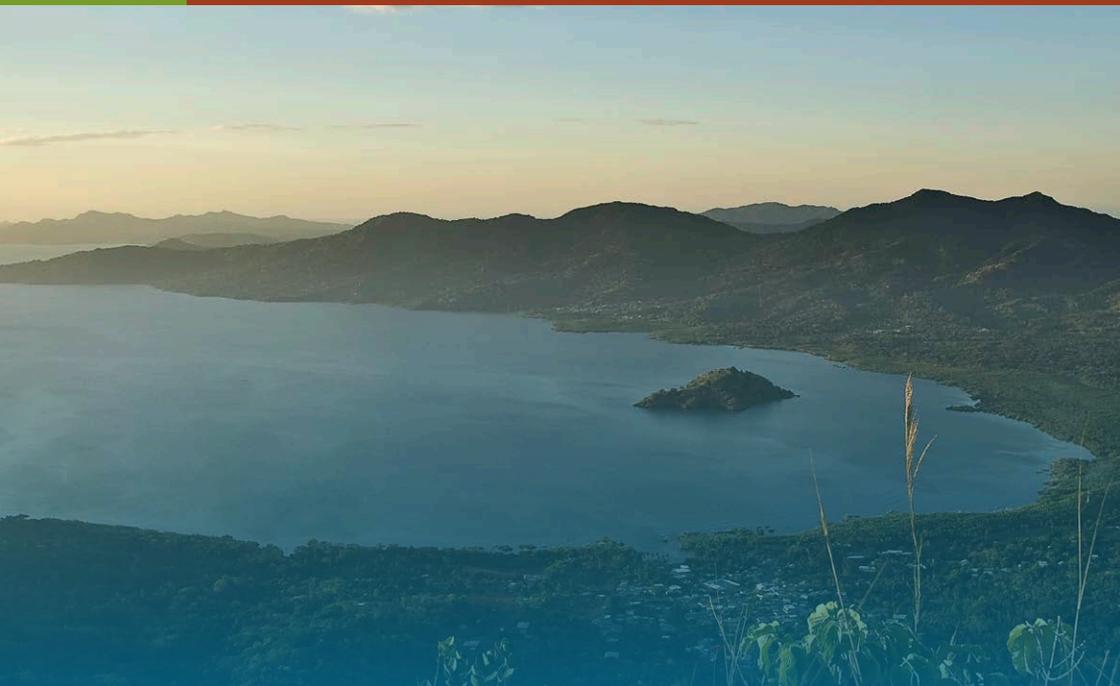
tropicales qui sévissent régulièrement dans cette région du globe.

Il s'avère donc nécessaire de ne pas reproduire à Mayotte certaines des erreurs réalisées en métropole et d'entreprendre, maintenant qu'il est encore temps, une gestion durable du littoral en conjuguant développement et urbanisation avec des méthodes « douces » de protection respectant les équilibres naturels.

Ce livret s'adresse aux décideurs, aux gestionnaires, aux associations de protection de la nature et à toute personne intéressée par la préservation du littoral. Son objectif est d'expliquer, dans un langage accessible, les problèmes d'érosion auxquels sont exposées les côtes mahoraises et de proposer des solutions adaptées à l'environnement caractéristique de Mayotte.

1

Le littoral de Mayotte



De manière générale, on peut définir le littoral comme l'espace situé à l'interface de la terre et de la mer. À Mayotte, les littoraux sont quasiment tous situés dans le lagon, à l'exception de la façade Est de Petite Terre qui est ouverte directement sur l'océan.

Arrière-plan : baie de Bouéni — De gauche à droite : mangrove occupant l'ancien cratère de Kawéni, falaise de ponce à Moya, trait de côte artificialisé sur la déviation de Mtsapéré.

On peut regrouper les littoraux mahorais au sein de quatre grandes familles, à savoir :

- **les falaises**
- **les plages**
- **les mangroves**
- **les côtes aménagées**

Les falaises et côtes rocheuses sont les plus présentes avec 53% de l'ensemble du linéaire côtier tandis que les plages (14%) et les mangroves (17%), situées en fonds de baies, sont moins étendues. Les zones côtières artificialisées concernent 16% du littoral de Mayotte.

Plusieurs types de falaises peuvent être observés à Mayotte. Leur taille est très variable, de plusieurs dizaines de mètres à moins d'un mètre (on parle alors de « microfalaise »). Elles peuvent être constituées de roches dures (par exemple le Rassi Douamounyo) ou de matériaux plus fragiles tels que des cendres (Moya) ou du « sol » (Baie de Soulou). Leur forme générale est variable selon la pente (douce à verticale) et la répartition de la végétation. Elles sont généralement prolongées à la base par une plateforme rocheuse sur laquelle

peuvent se trouver des galets ou des blocs.

Les plages mahoraises sont dans l'ensemble relativement petites (quelques centaines de mètres maximum), la majorité étant recouverte par la mer à marée haute. Elles sont le résultat des accumulations de sables entre les « rassis » (pointes rocheuses en shimaoré) et sont souvent prolongées en mer par un récif corallien (le « tombant »). La couleur du sable varie en fonction de son origine :

- **Sable « noir »** quand il vient des roches volcaniques (basaltes) : Trévani.
- **Sable « blond à blanc »** lorsqu'il est composé de débris de coquilles et de coraux : N'gouja.
- **Sable « ocre à marron »** lorsqu'il vient des ravines et du sol (altérites) : Musical plage.

Au contact de la mer, une dalle rocheuse appelée « grès de plage » peut parfois se former en « cimentant » naturellement le sable et les débris qui s'y trouvent. Le haut et l'arrière de la plage sont naturellement recouverts de végétation dont le rôle est primordial. En plus de leur

RÉPARTITION DES TYPES DE CÔTES À MAYOTTE

Types de côtes	Linéaire côtier (km)	Part du littoral (%)
Falaises et côtes rocheuses	158	53
Plages	42	14
Mangroves	51	17
Côtes artificialisées	46	16
Total	297	100

intérêt social et économique, les plages jouent notamment un rôle important dans la protection des villages contre les inondations de la mer pendant les cyclones et les tempêtes.

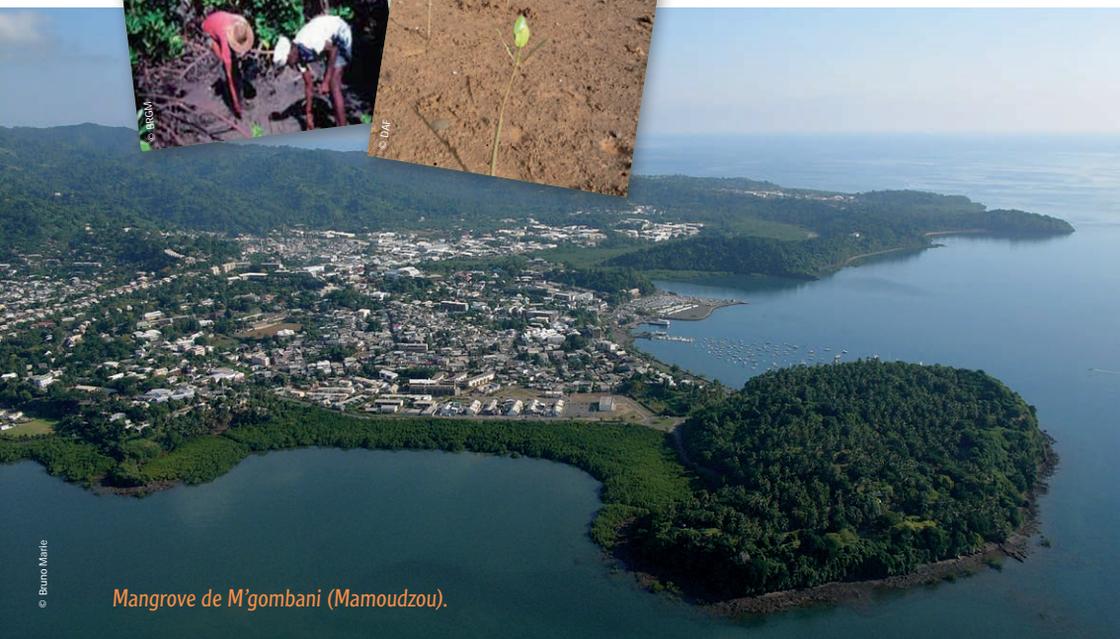
Les mangroves se développent essentiellement dans la vase au fond des baies qui présentent un abri favorable à leur développement. La plus importante est localisée en baie de Bouéni (181 ha sur 8 km de côte) mais certaines peuvent s'étendre sur moins d'un hectare. La végétation des mangroves varie depuis le lagon vers la terre en fonction de la capacité des différentes espèces à séjourner dans l'eau de mer (immersion plus ou moins longue à cause de la marée). Le palétuvier en est l'arbre caractéristique.

Les détritux végétaux produits permettent de « fertiliser » le lagon. La mangrove joue en outre un double rôle de filtre en épurant les eaux de rivières et de refuge pour de nombreuses espèces animales côtières (poissons, oiseaux, etc.).

En ce qui concerne les côtes aménagées, il faut distinguer les ouvrages ponctuels (de type muret, cale à bateau) des infrastructures « lourdes » telles que la déviation de Mtsapéré ou l'aéroport de Pamandzi qui, si elles sont nécessaires, artificialisent néanmoins l'ensemble du littoral sur lequel elles sont implantées. Suivant le type d'aménagement l'impact sur la dynamique naturelle peut être très variable.

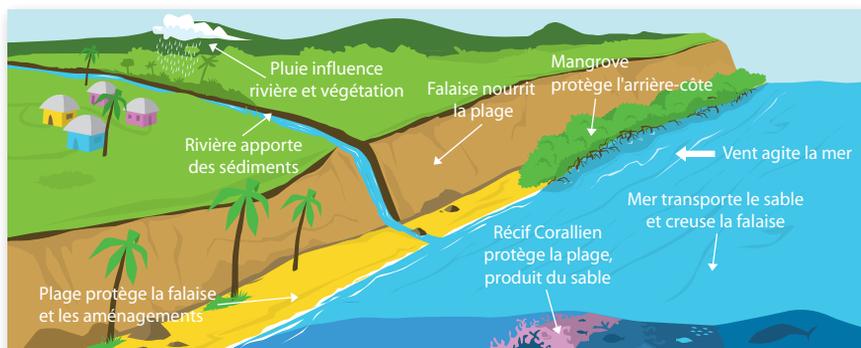
À gauche : Plantation de jeunes plants en arrière-mangrove

Ci-contre : Plantation d'Avicenia Marina à Chiconi (mars 2008)



Mangrove de M'gombani (Mamoudzou).

L'érosion côtière à Mayotte



Facteurs naturels régissant l'évolution du littoral mahorais.

2.1 Les mécanismes de l'érosion côtière

Les littoraux sont des milieux en constante évolution. C'est pourquoi, les concernant, il est préférable d'utiliser la notion « d'équilibre » plutôt que de « stabilité ». L'érosion côtière consiste en un déséquilibre qui se traduit par un retrait de la position du rivage et la perte de matériel rocheux pour une falaise ou sédimentaire (sable, vase) pour une plage ou une mangrove.

L'érosion est tout d'abord un phénomène naturel. En effet, les littoraux sont le résultat des actions de plusieurs agents et processus naturels :

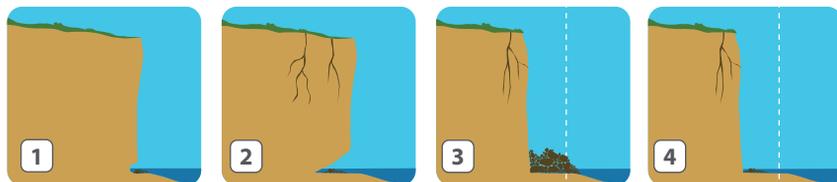
- **La mer** est responsable des vagues, des courants et de la marée qui modèlent la côte (creusement au pied de falaises, transport du sable des plages et de la vase présente dans les mangroves).
- **La terre** définit l'exposition de la côte (plus une baie est profonde et plus elle est abritée) ; la nature des roches (fragile ou pas) et l'apport potentiel des sédiments par les rivières. La subsidence accélérée, c'est-à-dire l'affaisse-

ment de l'île, en lien avec l'activité sismo-volcanique au large de la côte Est de Mayotte, va générer une accélération du phénomène d'érosion du littoral.

- **L'atmosphère** intervient essentiellement à travers le vent qui influence l'agitation de la mer ; et la pluie qui agit sur le régime des rivières (les rivières creusent les plages, apportent des sédiments) et le développement de la végétation.
- **Les organismes vivants** tels que les coraux ou la végétation littorale (la mangrove mais aussi la végétation des falaises et des hauts de plages) jouent un rôle de protection contre la mer mais aussi d'alimentation en matériaux sédimentaires (sables coralliens).

Outre ces différents éléments naturels, **l'intervention de l'Homme** joue un rôle essentiel dans l'évolution du littoral. L'implantation d'aménagement en front de mer ou des modifications du couvert végétal perturbent la dynamique côtière et contribuent souvent à aggraver les phénomènes d'érosion. Enfin, la montée du niveau marin liée au changement climatique va accentuer la vulnérabilité du territoire.

Étapes dans le recul d'une falaise par éboulement.



- 1 Apparition d'une encoche à la base de la falaise sous l'effet de l'érosion mécanique des vagues
- 2 Développement de l'encoche et fissuration du sommet de la falaise.
- 3 Effondrement de la partie de la falaise mise en porte-à-faux.
- 4 Reprise du sapement après amenuisement et enlèvement, par les vagues et les courants littoraux, des matériaux éboulés.

2.2 L'érosion côtière à Mayotte

À Mayotte, l'érosion côtière concerne essentiellement les falaises et les plages. On ne peut pas parler « d'érosion » à proprement dit pour les mangroves car se sont des formations végétales, mais la réduction de la superficie de certaines constitue néanmoins un phénomène inquiétant qui nécessite d'être abordé.

2.2.1 Le recul des falaises

Toutes les falaises sont par nature des formes d'érosion. Si on peut donc affirmer que toutes les falaises mahoraises sans exception sont en situation d'érosion, il faut cependant ajouter que l'importance du recul est très variable selon le type de falaise.

En effet, la plupart des falaises composées de roches dures et résistantes présentent des vitesses de recul très lentes et imperceptibles à l'échelle d'une vie humaine. Il peut s'agir de caps rocheux ou de falaises dont la pente est douce et végétalisée.

En revanche certaines falaises constituées de roches meubles et fragiles peuvent présen-

ter des vitesses de recul très importantes.

Ces falaises à recul rapide sont reconnaissables par leur pente raide, l'absence de végétation et souvent la présence de débris et/ou de « creux » au pied du versant.

Dans la baie de Soulou, la microfalaise affiche un recul record de plus de 100 m depuis 50 ans soit une érosion annuelle supérieure à 2 m/an. À Pamandzi, la falaise de cendre qui jouxte la piste



Traces du recul de la falaise à Pamandzi.

de l'aéroport enregistre un recul, certes moins spectaculaire mais important toutefois, de 15 à 20 m en 50 ans soit 30 à 40 cm par an. Compte tenu des aménagements qui se trouvent en amont

(aéroport, station de dessalement, lotissement en projet), ce recul doit être pris au sérieux.

Si le recul de la falaise de Pamandzi s'avère avant tout naturel, celui de Soulou serait en revanche à mettre sur le compte des actions humaines qui, en défrichant la mangrove qui se trouvait historiquement au fond de la baie, a privé de protection et exposé directement à la mer une portion de côte extrêmement fragile.



Baobab couché sur la plage marquant une érosion ancienne.

2.2.2 L'érosion des plages

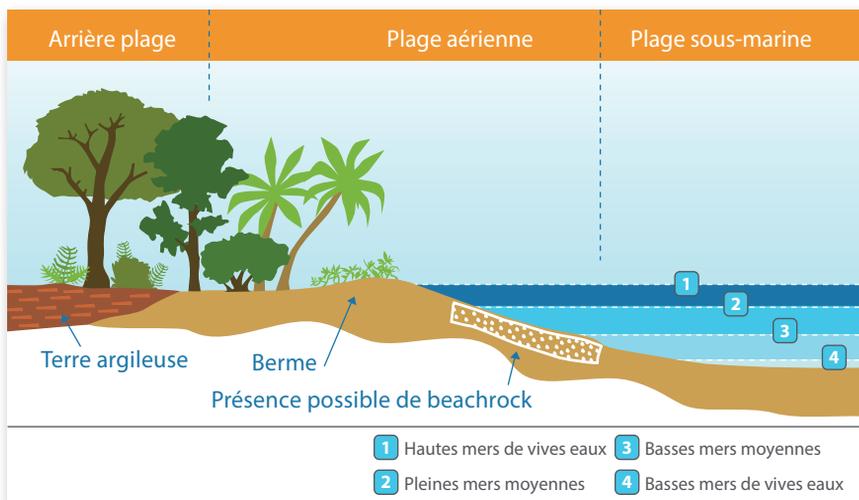
Composées d'un stock de sable facilement mobilisable, les plages constituent un environnement très sensible aux agents naturels et humains. La végétation du haut de plage, qui retient ce sable, est la clé d'un bon équilibre et d'une bonne conservation.

Contrairement aux falaises, toutes les plages ne sont pas en érosion. Certaines sont même en « accrétion » (plus de sable) en raison des

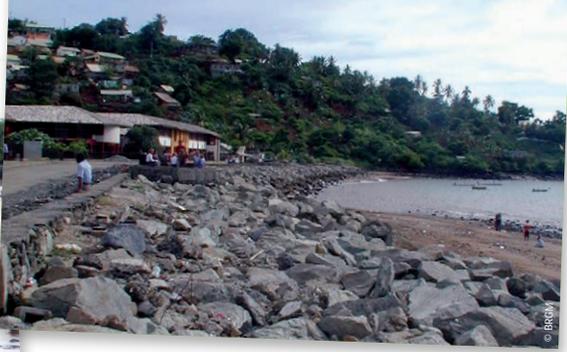
sédiments sablo-vaseux qui arrivent des ravines.

La plupart des plages connaissent très peu d'évolution compte tenu de la protection importante donnée par le récif barrière et le lagon. Les conditions de mer sont donc généralement peu agressives et l'érosion des plages est essentiellement liée à l'impact d'événements exceptionnels (tempêtes et cyclones) et/ou à l'action de l'homme.

Les plages peu aménagées de N'gouja et Trévani (présence d'un hôtel) ont par exemple



Morphologie et transits sédimentaires d'une plage.



Enrochement occupant la plage sud de Sada.

Mur déchaussé par l'érosion à Majicavo Koropa.

connu peu d'évolution depuis les 50 dernières années même si elles conservent les traces de tempêtes anciennes (ou cyclones) : arbres couchés, muret creusé à la base. Les cyclones et tempêtes sont en effet suffisamment rares (le dernier cyclone date de 2014) pour ne pas perturber durablement les plages qui reviennent naturellement à une situation d'équilibre. La végétation se développe à nouveau, à commencer par les plantes rampantes.

Ces plages ne sont pas pour autant « figées ». Les déplacements de sables s'opèrent davantage au rythme des saisons, le sable se déplaçant d'un côté à l'autre en fonction de la direction du vent et des vagues (Kashkasi et Miombéni globalement de secteur Nord pendant la saison humide et Kusi et Matoulai globalement de secteur Sud pendant la saison sèche). L'équilibre de la plage dépend donc de ce va-et-vient perpétuel du sable.

Les cas les plus caractéristiques d'érosion de plages sont donc liés à l'action de l'homme. Tout d'abord, jusqu'en 1982 (date d'un arrêté préfectoral interdisant cette pratique), le sable était directement prélevé sur la plage pour servir de matériau de construction.

En outre, certaines plages subissent les effets liés à leur aménagement. Le meilleur exemple est Sada où la plage a été remplacée au profit de l'urbanisation : là où il y avait du sable auparavant, s'étend aujourd'hui au Sud de la plage un enrochement protégeant une promenade de front de mer. Plus au Nord le trait de côte a reculé de 22 m en 50 ans, en raison du déboisement de l'arrière de la plage pour y installer les habitations, et du fort piétinement de la végétation de haut de plage. Cette dernière étant absente, le sable n'est plus retenu et peut donc être transporté au moment d'une tempête.

2.2.3 La réduction de superficie des mangroves

Les mangroves sont des formations végétales qui nécessitent des conditions de croissance très contraignantes (fond vaseux et sédiments en suspension, niveau de la mer, situation à l'abri des vagues). La moindre modification de ces conditions peut entraîner un déplacement ou une réduction de la superficie des palétuviers (arbres caractéristiques de la mangrove).

Si toutes les mangroves de Mayotte ne sont pas en situation de recul, certaines connaissent en revanche une réduction de leur superficie parfois très importante. À Dapani, la mangrove a connu un recul record en passant de 20,4 ha à 11,8 ha en un demi-siècle. L'origine de ce recul

EXEMPLES D'ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE (ha) DES MANGROVES

SOURCES : ATLAS DES MANGROVES, 2012 (DONNÉES ANNÉES 1949-2012) - PLAN D'AMÉNAGEMENT DES MANGROVES, 2019 (DONNÉES ANNÉE 2017)

	1 949	1 969	1 989	1 997	2 003	2 008	2 012	2 017
Dapani	20,4	15,6	12,8	10,3	17,6	13,4	12,91	11,77
Tsingoni	21,5	24,1	24,5	26	24,3	22,7	22,8	23,38
Soulou	8,3	9,8	9,4	9,5	11,1	11,25	10,74	11,09
Mronabéja	13,2	9,8	7,9	6,7	7,89	5,95	5,29	6,23
M'zouazia	6,3	6,3	5,5	5,4	4,3	4,56	4,09	3,5
Kani-Kéli	19,7	18,3	16,8	16	15	17,44	17,35	19,69

pourrait être indirectement liée à l'homme : l'ensablement de la baie qui serait responsable de la mortalité des palétuviers est à mettre en relation avec les pratiques agricoles en amont de la côte qui favorisent l'érosion des sols et l'apport de sédiment sableux par la ravine de M'roni Bé.

Le recul de certaines mangroves est, en outre, directement lié à l'homme quand il s'agit de déboisement pour des besoins d'aménagement. Entre autres exemples, la mangrove de Mtsapéré a été défrichée et remblayée sur 200 m afin de construire la déviation routière. À Longoni, le développement du port de commerce passe également par un défrichement de la mangrove située à proximité de la pointe. À Soulou, le déboisement de la mangrove en fond de baie serait à l'origine du recul de la falaise.

Nota Bene : des cartes d'aléas relatifs au recul du trait de côte sur le pourtour de Mayotte sont disponibles afin de connaître les zones exposées à ce phénomène d'érosion côtière.

Pointe de Longoni en 2007 : l'ancienne mangrove a été défrichée pour créer un espace de stockage de containers.



© Bureau Meré

3

Gérer l'érosion côtière à Mayotte



Exemple de côte entièrement protégée à Palavas-les-Flots en Méditerranée.

Nota Bene : les recommandations faites dans le cadre de ce guide sont par définition générales. Elles doivent nécessairement être adaptées à la particularité de chaque site afin d'être mises en œuvre correctement.

3.1 Comment agir ?

De manière générale, il existe 3 alternatives pour répondre à l'érosion côtière :

- **Implanter des ouvrages de défense.**
- **Mettre en place des solutions « douces ».**
- **Laisser faire la nature.**

Historiquement, la solution face à la « menace » que représente l'érosion littorale a été de construire des ouvrages de défense contre la mer comme des murs, des épis ou des brise-lames. Cette solution d'aménagements « lourds » a parfois conduit à des effets contraires à ceux attendus : les ouvrages stoppent l'érosion à un endroit mais l'accroissent à proximité, d'où la multiplication des ouvrages de défense et le « bétonnage » quasi-intégral du littoral en définitive.

Aujourd'hui, la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte recommande de privilégier des méthodes et des techniques douces afin d'éviter les effets pervers des ouvrages de défense. L'idée générale n'est plus de se « défendre » ou d'aller « contre » la mer qui n'est pas un ennemi mais d'accompagner et d'aller « avec » la mer et les processus littoraux afin d'utiliser leur protection naturelle. Comme nous le verrons plus précisément ci-dessous ces méthodes douces s'attachent essentiellement à Mayotte à la préservation de la végétation littorale.

Dans le contexte de Mayotte de faible « agressivité » de la mer, les ouvrages de défense de type mur ou enrochement ne se justifient que pour la protection d'aménagements « stratégiques » tels que les infrastructures de communication (piste d'aéroport, le port de commerce, déviation routière). Dans ces cas où ils s'avèrent indispensables, ils nécessitent une conception (dimensionnement) et une implantation par des spécialistes de génie côtier, sans quoi ils risquent d'être inefficaces et de se dégrader rapidement.

Dans les autres cas, les méthodes douces s'avèrent suffisantes pour assurer la protection des terrains littoraux de Mayotte. Ces méthodes, adaptées au contexte mahorais, sont présentées ci-dessous.

Dans la mesure du possible (peu de gêne pour les activités humaines), la solution la plus sage reste néanmoins de laisser l'érosion suivre son cours naturel. Dans le cas où des ouvrages de défense doivent être réalisés, une bonne connaissance du fonctionnement hydrosédimentaire du site est primordiale pour déterminer la ou les solutions les plus adaptées.

3.2 Gérer l'érosion des falaises ?

Comme il a été présenté ci-dessus, les falaises sont des formes d'érosion au recul inéluctable. S'engager à stopper ce recul n'est pas chose impossible mais cela revient dans la plupart des cas à implanter des aménagements très lourds présentant plusieurs inconvénients, à savoir :

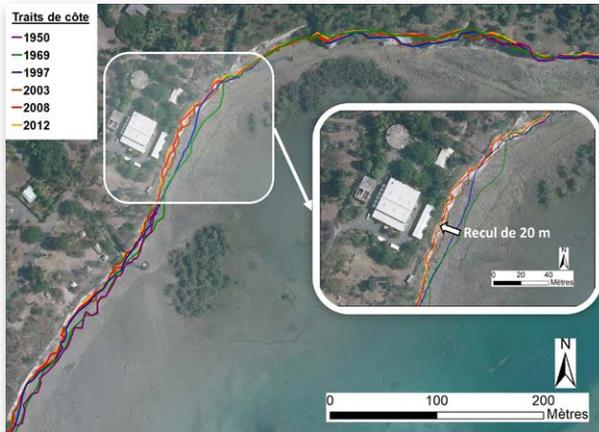
- **Un coût financier très élevé** variable suivant l'ampleur du site et des travaux, à titre d'exemple, 20k€ par mètre linéaire pour la falaise de la « Côte des Basques » (Aquitaine) sur 1 200 m soit 24 millions d'euros (coût de base de 1986) ; plus le coût de l'entretien des ouvrages indispensables à leur pérennité.
- **Une altération paysagère** profonde et souvent définitive des sites diminuant le pouvoir d'attraction touristique.
- **le risque important** de disparition de plages au pied de ces ouvrages et d'accélération de l'érosion sur les plages voisines.

La mise en œuvre de ce genre d'aménagements ne doit relever que de cas exceptionnels et peut être évitée globalement à Mayotte. Dans la plupart des cas, la gestion du recul des falaises à Mayotte peut s'appuyer sur ces deux principes :

- **La gestion préventive** basée sur le contrôle du foncier et la surveillance du recul.
- **Des méthodes douces** de « restauration » visant à ralentir le recul.



Exemple de falaise aménagée à la Côte des Basques à Biarritz.



Recul de la falaise de Pamandzi de 1950 à 2012.

3.2.1 La gestion préventive

La gestion préventive consiste à ne pas construire à proximité du haut de la falaise. La largeur de cette zone libre de construction dépend de la vitesse de recul de la falaise. La vitesse de recul peut être estimée par un organisme compétent sur la base, par exemple de l'analyse des photographies aériennes anciennes comme cela a été fait pour celles de Pamandzi et de Soulou.

Plusieurs moyens permettent la maîtrise du foncier: classer la zone exposée en « non constructible » sur le Plan Local d'Urbanisme; l'État ou la Collectivité peut devenir propriétaire du terrain en question. La mise en œuvre des Plans de Préventions des Risques Littoraux (PPRL) sont actuellement en cours de réalisation et permettront de définir une réglementation liée aux aménagements côtiers. Ces sites peuvent ensuite être mis en valeur comme des espaces verts à

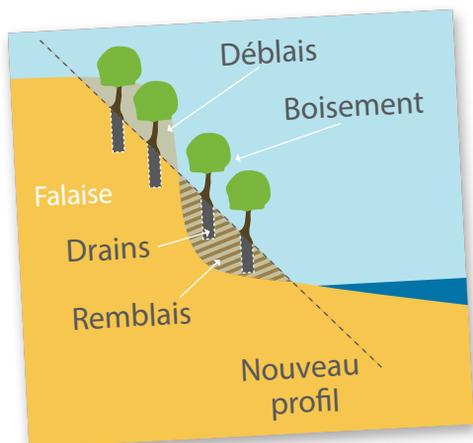
forte valeur touristique (point de vue, promenade). Une signalisation et/ou des aménagements légers doivent limiter l'accès à la proximité de la bordure et au pied de la falaise ou du moins informer les usagers des risques encourus.

La maîtrise du foncier doit s'accompagner en outre d'une surveillance du recul afin de s'assurer qu'il n'y a

pas d'accélération de l'érosion. Cette surveillance peut tout simplement se faire en mesurant régulièrement la distance du versant par rapport à un point fixe (mur, poteau, piquet, etc.) situé en arrière. L'occurrence de ce suivi dépend de la vitesse de recul mais on peut considérer qu'un contrôle par an est suffisant dans la plupart des cas. En complément, l'enregistrement des effondrements (localisation, conditions de mer et météorologiques) peut être réalisé.

3.2.2 Les méthodes douces de « restauration »

Sans s'engager dans des travaux lourds de confortement conduisant à l'artificialisation de la falaise, certaines méthodes douces tendent à stabiliser le versant et à ralentir son érosion. Ces méthodes peuvent être mises en œuvre simplement sur des petites falaises (quelques mètres). Au-delà les travaux doivent impérativement être adaptés et conduits par un organisme spécialisé.



Méthodes douces du recul des falaises.

Une falaise à « recul rapide » est une falaise généralement fragile (matériaux, fracturation) d'une part et d'autre part fortement attaquée par les agents météorologiques (pluies, infiltrations) et marins (vagues, marée). Le recul se

manifeste alors de manière « brutale » par le biais d'éboulements ou de glissements. Leur pente est raide et peu végétalisée.

L'objectif est donc de réduire la verticalité de la pente et l'agressivité de la mer. Pour cela, il est possible d'agir sur le reprofilage puis le boisement du versant.

Il existe plusieurs méthodes de reprofilage, à savoir : transférer le matériel depuis le sommet vers le pied de la falaise ; remblayer uniquement ; déblayer uniquement, la première solution étant la plus souvent la plus appropriée.

L'angle de la pente reprofilée dépend de plusieurs paramètres (type de roche, teneur en eau, structure de la falaise). À Mayotte, pour des matériaux meubles à forte teneur en eau, on estime à 40 % (22°) la pente nécessaire à la stabilité de la falaise. La pente peut être moins douce à mesure que la teneur en eau est plus faible.

EXEMPLES DE PLANTE ADAPTÉE AU LITTORAL MAHOAIS ET À LA STABILISATION DES TERRAINS DE BORD DE MER

Type	Nom	Caractéristiques
Herbacées	La patate à Durand (<i>Ipomea pes-caprae</i>)	Liane indigène, dont la croissance est rapide et qui a pour avantage de posséder un bon enracinement. Elle est très efficace pour la stabilisation des sables en haut de plage et pourrait être semée ou bouturée sur des remblais.
	Le gros chiendent (<i>Stenotaphrum dimidiatum</i>)	Herbacée rampante indigène. Plante de couverture elle peut être semée ou bouturée pour stabiliser les talus sablonneux
	Lepturus repens (nom vernaculaire ignoré)	Graminée. Elle occupe la bande côtière notamment les sables et les sites rocaillieux battus par les embruns.

EXEMPLES DE PLANTE ADAPTÉE AU LITTORAL MAHOAIS ET À LA STABILISATION DES TERRAINS DE BORD DE MER

Type	Nom	Caractéristiques
Arbustes	Le pignon d'Inde (<i>Atropha curcas</i>)	Arbuste à la croissance rapide. Cette espèce peut être utilisée en phase travaux, sur un long chantier, pour la stabilisation temporaire des terres
	Le gliricidia (<i>Gliricidia sepium</i>)	Arbuste introduit. Il peut être utile en association avec la patate à Durand.
	Le M'coutra (<i>Strychnos spinosa</i>)	Épineux indigène poussant spontanément sur les terres très dégradées.
Arbres	Le badamier (<i>Terminalia catappa</i>)	Arbre très commun qui a surtout l'avantage de stabiliser les sables
	L'Hibiscus bord de mer (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)	Arbre indigène dont les racines participent à la stabilisation des sables
	Le godzo (<i>Xylocarpus Moluccensis</i>)	Petit arbre indigène qui pousse naturellement sur les sites rocailloux du littoral.

Le reprofilage n'est jamais à envisager comme solution unique et doit nécessairement être accompagnée de solutions complémentaires de drainage afin de limiter les déstabilisations en profondeur. Cette solution s'avère d'autant nécessaire que la falaise est sensible aux infiltrations. Ces travaux nécessitent toutefois un certain niveau d'expertise et doivent être entrepris par une entreprise spécialisée.

En complément, il est important de procéder au boisement du talus afin de le stabiliser. Le choix des espèces végétales est important car il faut que

la plantation s'oppose au ravinement et contribue à l'ancrage des terrains superficiels au moyen des racines mais qu'elle ne favorise pas l'infiltration de l'eau de pluie et par voie de conséquence les glissements. Il faut en outre que les plantes soient adaptées au milieu littoral et soient résistantes au vent et au sel.

À Mayotte, différentes espèces locales peuvent jouer ce rôle (cf. tableau). En termes de plantations, il est important de procéder en phases successives afin de privilégier d'abord les herbacées, puis les arbustes et enfin les arbres.

Le meilleur moyen de limiter l'érosion au pied de la falaise par la mer est de favoriser la protection naturelle que constitue la plage située en contrebas. Plus le stock de sédiments au pied de la falaise est important et plus la base est protégée. Comme nous le verrons ci-dessous la préservation du stock sableux d'une plage est liée également à sa végétalisation.

Pour reprendre les exemples de Pamandzi et de Soulou, il convient de combiner les méthodes de prévoyant un « espace tampon » suffisant et libre de construction en haut de falaise et en diminuant l'action de la mer au pied de la falaise en favorisant le stockage des sédiments sableux ou vaseux grâce à la plantation d'espèces adaptées à ces environnements (voir gestion de l'érosion des plages et des mangroves).

3.2.3 Synthèse

En résumé, on peut retenir les points suivant :

- **Le confortement** d'une falaise relève d'aménagements lourds et très coûteux qui dénaturent le site et favorisent l'érosion de la plage voisine.
- **La gestion préventive** qui permet de « geler » les terrains exposés au recul est à préférer.
- **le reprofilage**, la pose de drains et le boisement sont des méthodes à privilégier dans le cas où une intervention est nécessaire.

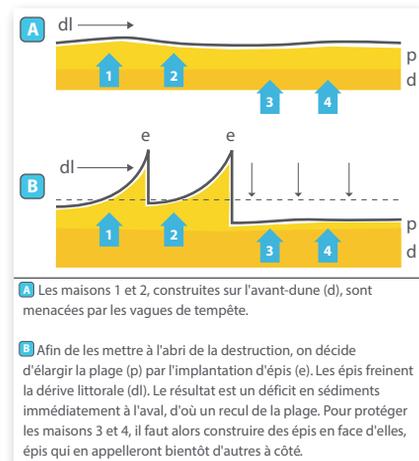
La gestion des falaises demande un minimum d'expertise et requiert le recours à un organisme compétent afin d'adapter les préconisations et/ou mettre en œuvre les travaux.

3.3 Gérer le recul des plages

Comme pour les falaises, les travaux d'ingénierie pour protéger les plages (enrochements, murs, épis, digues, brise-lames, etc.) font aujourd'hui l'objet d'une réévaluation critique car, outre leur prix important et la dénaturation du paysage qu'ils entraînent, leurs impacts sont à terme souvent néfastes.

En effet, les sables de la plage ayant une grande mobilité (perpendiculairement et parallèlement au rivage), tout aménagement qui bloque ce transit conduit à un déséquilibre se traduisant par une aggravation de l'érosion. L'effet des ouvrages de défense sur les plages est donc parfois à l'opposé de l'objectif qui leur est fixé.

À Mayotte, les ouvrages « lourds » de défense des plages se limitent à des enrochements (accompagnés de remblais et terrassement) de blocs comme sur la déviation de Mtsapéré et le front de mer



Érosion engendrée par l'implantation d'aménagements transversaux sur une plage.

de Sada, ou des tétrapodes comme pour la piste de l'aéroport de Pamandzi. Pour le reste, il s'agit d'ouvrages plus légers (sans remaniement important du terrain), essentiellement des murs de protection ou d'habitations plus ou moins importants implantés dans les villages côtiers.

Compte tenu du contexte de Mayotte, les ouvrages « lourds » ne se justifient que pour protéger les infrastructures importantes à l'échelle de l'île. En revanche, dans les villages, la multiplication de murs de protection et a fortiori d'enrochements doit être évitée sous peine de voir tout ou partie de la plage disparaître. Or, la plage constitue une richesse sur le plan économique et social et une protection en termes de risques côtiers (tempêtes et cyclones). Il prévaut donc d'adopter une démarche de prévention et des solutions douces visant à conserver la pérennité des plages.

3.3.1 Une démarche de prévention

Le principe de gestion préventive s'applique également aux plages. Pour évoluer normalement, les plages ont besoin d'un espace libre en haut et en arrière de la plage afin de pouvoir stocker le sable excédentaire grâce à la végétation.

Pendant les tempêtes et cyclones, le sable est prélevé par la mer au niveau de cet excédent en haut de plage, ce qui permet de conserver l'équilibre sédimentaire et la position du trait de côte. En période de beau temps, le sable revient naturellement en haut de plage avec la marée et le vent afin de reconstituer ce stock « tampon ». En métropole, ce stock de sable est représenté par des « dunes » qui sont naturellement associées aux plages. À Mayotte, où les sables sont moins abondants, ce stock est représenté par un cordon

A À l'origine existent une plage et une avant-dune en état d'équilibre dynamique.

B On édifie une maison sur l'avant-dune pour se trouver à proximité même de la plage.

C Le sort naturel d'une avant-dune est d'être partiellement érodée lors des tempêtes et restaurée pendant les périodes de beau temps. Pour mettre la maison à l'abri de l'action destructive des vagues, un mur de protection est érigé. En interdisant tout échange de matériaux entre la dune et la plage d'une part, en renforçant la turbulence de l'eau d'autre part, il déclenche un démaigrissement et un recul de la plage.

D Le mur de protection étant bientôt soumis à l'impact direct des vagues, il faut le renforcer tandis que la plage finit par disparaître.

Érosion engendrée par l'implantation d'aménagement en haut de plage.

sableux de plus petite envergure appelé « berme de haut de plage ».

Or, l'intensification des activités humaines sur le littoral mahorais depuis un demi-siècle se traduit souvent par l'implantation de constructions à proximité de la plage, c'est-à-dire directement sur la berme de haut de plage. Dans ce cas, la berme ne peut plus jouer son stock compensatoire, ce qui conduit à un démaigrissement de la plage et un recul du trait de côte à la prochaine tempête.

Quand les aménagements ont été directement implantés sur la plage, comme la promenade de front de mer à Sada, la plage a tout bonnement été remblayée et l'enrochement qui accompagne les aménagements contribue à faire disparaître le sable restant. Des répercussions en termes



Disparition de la plage au Sud de Sada en raison de l'encrochement.

d'érosion sur le reste de plage sont alors à prévoir.

C'est pourquoi, il est impératif dans tout plan d'aménagement urbain ou touristique de conserver un espace suffisant en haut et en arrière de la plage afin de laisser la végétation se développer et piéger naturellement le sable. Investir ces terrains revient de manière inéluctable à s'exposer aux risques côtiers d'érosion et d'inondation par la mer et à favoriser la disparition du sable et de la plage. Pour les mêmes raisons, il est également primordial de ne pas céder à la tentation, forte sur une île, de laisser l'urbanisation gagner du terrain sur la mer.

Il arrive, par ailleurs, que les pertes de sable et de terrain encourus suite à des tempêtes ou cyclones ne puissent pas être naturellement compensées. Il s'agit donc d'un recul naturel du trait de côte. Comme pour les falaises ce recul peut être estimé et une zone « tampon » libre de construction doit être envisagée.

3.3.2 Les méthodes douces de remédiation

En métropole comme de par le monde, plusieurs solutions alternatives aux ouvrages de défenses ont été testées avec succès pour remédier à l'érosion des plages : le rechargement artificiel en sable (de loin le plus efficace mais aussi le plus coûteux), la pose de drains, de gabions, de géotextiles, etc.

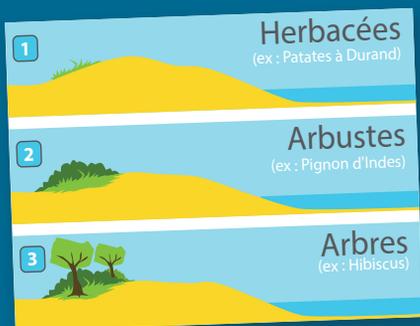


La Patate à Durand (*popo mtsanga - Ipomea pes caprae*) : plante rampante stabilisant le sable en haut de plage.

Mais la faible ampleur de l'érosion des plages de Mayotte ne nécessite pas de tels travaux. La revégétalisation des hauts de plage suffit dans la plupart des cas à garantir l'équilibre des plages.

La végétalisation du haut de plage

La végétation littorale de haut de plage est le point clé d'une bonne conservation. Elle s'établit directement sur le sable au niveau de la berme et plus en arrière là où le sol peut se développer. Cette végétation est adaptée aux contraintes particulières de vent, de sel, de mouvement du sable, de sécheresse et de chaleur. La végétation littorale (cf. tableau ci-dessus) de Mayotte est



Étapes de plantations à respecter.

notamment caractérisée par des plantes rampantes comme la patate à Durand (*Ipomea pes-caprae* – « Popo mtsanga » en shimaoré) et certaines graminées. On trouve également des arbres caractéristiques tels que les badamiers (*Terminalia catappa*), l'hibiscus de bord de mer (*Hibiscus tiliaceus*) et le bois de rose (*Thespesia populnea*).

Lorsqu'elles sont encore présentes sur les plages, ces plantes doivent faire l'objet de mesures de protection. Des accès limités pour les usagers doivent être aménagés afin d'éviter que le piétinement ne les dégrade et empêche la croissance des jeunes pousses. Il convient également d'empêcher les voitures de franchir le haut de plage et délimiter des parkings suffisamment en arrière de la plage et à l'écart des grands arbres afin de ne pas les déchausser. Il faut enfin proscrire l'arrachage ou le brûlage de l'*Ipomea* comme cela a pu parfois être observé. Ces plantes rampantes ne sont en aucun cas une nuisance et outre, leur aspect esthétique à la floraison, leur important réseau racinaire est la meilleure façon de stocker le sable des plages à Mayotte.

Les communes procèdent parfois à un nettoyage manuel. Cette initiative est tout à fait louable mais il est nécessaire de respecter certaines précautions afin de préserver la végétation littorale. Tout d'abord, tout ne doit pas être ramassé/ratissé. Il est conseillé de ne retirer que les macrodéchets d'origine humaine et de laisser les déchets verts qui contribuent à l'équilibre de la plage et la régénération de la végétation littorale (préservation des graines et jeunes plants).

Sur les plages où la végétation littorale a disparu, il est possible de procéder à une revégétalisation du site. Comme pour les falaises reprofilées, il est nécessaire de procéder par étapes : d'abord planter des herbacées comme l'*Ipomea*, puis des espèces arbustives et enfin des arbres.

Cas particulier : la vidange des eaux stagnantes

Suite à des pluies importantes, une étendue d'eau vient parfois se créer sur la plage au droit du cours d'eau sans qu'elle puisse se vider en mer. Cette étendue d'eau stagnante est parfois jugée dangereuse pour la sécurité des enfants et insalubre par la Commune.

Dans le cas où les eaux stagnantes ne présentent aucune pollution particulière, un moyen simple de s'affranchir de cette étendue d'eau est simplement d'ouvrir un accès à la mer dans le sable au moyen d'un bulldozer afin de faciliter la vidange et étaler le sable creusé sur la plage (dans la zone de battement de la marée). Le recours à des gabions ou une canalisation comme cela a pu être proposé par le passé est absolument à exclure car cela provoquerait des perturbations dans le transit des sédiments de la plage.

Principe de vidange des eaux stagnantes.



3.3.3 Synthèse

En résumé, on peut retenir les points suivant :

Les ouvrages de défenses (murs, enrochements) peuvent occasionner des effets néfastes sur les plages.

- **Il convient** plutôt de laisser libre de construction l'espace à proximité immédiate de la plage.
- **La végétation** de la plage et en particulier les ipomées (Popo mtsanga) doit être préservée et replantée lorsque celle-ci a disparu.
- **Des dispositions particulières** doivent être prises pour le nettoyage des plages afin de ne pas empêcher la régénération naturelle de la végétation.

3.4 Gérer le recul de la mangrove

Nous avons vu que le recul des mangroves est principalement lié à l'action de l'Homme :

- **Soit de manière indirecte** avec un changement des conditions naturelles, comme pour l'ensablement de la baie de Dapani en raison de pratiques agricoles en amont.
- **Soit de manière directe** par le défrichement réalisé en de nombreux endroits de Mayotte (Kawéni, Longoni, Soulou, Mtsa-péré, etc.).

Or l'importance de la mangrove en termes de biodiversité, de protection des terres et du lagon n'est plus à rappeler. Dans les cas où les conditions locales ont été modifiées, il est nécessaire d'agir à l'origine du phénomène afin d'enrayer le recul.

Dans le cas de Dapani, il s'agit de limiter l'érosion des terres sur le bassin-versant en adoptant des pratiques agricoles moins agressives pour les sols et en végétalisant avec des espèces indigènes les zones où il n'y a plus de couvert végétal (padzas). Dans le cadre du projet LESELAM (Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du Lagon de Mayotte) des essais de revégétalisation des padzas avec des plants adaptés à ce milieu sont actuellement en cours.

En ce qui concerne les zones où l'environnement est resté semblable, comme dans la baie de Soulou, la plantation de mangrove peut être envisagée.

Plusieurs initiatives de plantation de mangroves ont été menées à Mayotte, notamment à Bandrélé ou Ironi Bé. Les retours d'expérience font état d'un bon taux de réussite pour les plantations de la zone centrale (*Avicennia marina* et *Rhizophora mucronata*) mais plus difficile pour les plantations de front de mangrove (*Sonneratia alba*).

La restauration de l'arrière mangrove est également à prévoir pour limiter les apports en sédiments trop importants qui asphyxient la mangrove. Des tests de plantation d'arrière-mangrove pourraient être effectués avec *Ipomea pes-caprea*, *Heritiera littoralis*, *Thespesia populnea*, *Hibiscus tiliaceus* ou encore *Colubrina asiatica*. Les principes élémentaires de régénération des mangroves à Mayotte concernent, tout d'abord, le choix des espèces. Il est donc conseillé de se concentrer sur les espèces de mangroves centrales (*avicennia* et *rhizophoracées*) qui semblent mieux se régénérer. La période de plantation la plus favorable est ensuite la saison des pluies. Enfin, les propagules (graines germées) des palétuviers peuvent être récoltées sur le site même, sur le sable au niveau de la laisse de mer (déchets naturels marquant la limite de la marée haute) ou sur l'arbre.

4

En résumé : principes élémentaires

Préserver la « naturalité » du littoral Mahorais. Les littoraux de Mayotte sont des espaces naturels particulièrement importants sur le plan écologique (biodiversité) et socio-économique (tourisme, pêche, etc.) et jouent un rôle de protection face aux tempêtes et cyclones

Réduire l'impact de l'homme sur l'érosion côtière. Tous les types de littoraux de Mayotte (falaises, plages, mangroves) connaissent des problèmes d'érosion. Cette érosion peut être d'origine naturelle mais elle est de plus en plus liée à l'impact des activités humaines : prélèvements de sable, dégradation et défrichement de la végétation littorale, impact des aménagements sur la mobilité des sédiments, etc.

Éviter le recours systématique aux ouvrages de défense. Les ouvrages de défense sont efficaces pour protéger les activités humaines mais ont trop

souvent des conséquences néfastes sur les milieux naturels littoraux. À Mayotte, comme en métropole, ils ne se justifient que pour la protection d'aménagements stratégiques.

Adopter une démarche de prévention et d'adaptation. Il est préférable, autant que faire se peut, de laisser agir la nature. C'est pourquoi il est recommandé de laisser un espace non construit suffisant en arrière des falaises et des plages (principe de « zone tampon »).

Privilégier les méthodes douces de protection. Dans le cas où une intervention est nécessaire, des méthodes dites douces et des recommandations simples sont suffisantes dans la plupart des cas et adaptées au contexte de Mayotte (cf. tableau de synthèse).

Type de littoral	Méthodes douces	Assistance technique	Recommandations
Falaise	<ul style="list-style-type: none"> - Reprofilage. - Pose de drains. - Végétalisation. 	Oui (expertise géotechnique).	- Préférer le « recul stratégique » aux travaux de protection.
Plage	<ul style="list-style-type: none"> - Préservation et plantation de végétation littorale (notamment Ipomea). 	Non.	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas bloquer le transit sédimentaire par des aménagements. - Adapter le nettoyage de l'arrière plage. - Limiter le piétinement des plantes rampantes.
Mangrove	<ul style="list-style-type: none"> - Plantation de palétuviers. 	Oui (expertise de génie écologique).	<ul style="list-style-type: none"> - Bien choisir les espèces et les zones où les planter.

DAF — 2006

Atlas des mangroves de Mayotte,
Service Environnement, 145 p.

De la Torre Y., Dolique F. et Jeanson M. — 2006

Morphodynamique
des littoraux de Mayotte.

Phase 2 : mise en place d'un réseau de
quantification de l'érosion côtière, Rapport
BRGM/RP54832-FR, 71 p.

De la Torre Y. et Laulan P. — 2006

Atlas des plages de Mayotte,
DAF, BRGM, 119 p.

De la Torre Y. et Aubié S. — 2003

Étude de la morphodynamique
des littoraux de Mayotte.

Phase 1 : synthèse,
typologie et tendances d'évolution,
Rapport BRGM/RP-52320-FR, 43 p.

ONF

Aménagement des mangroves publiques de
Mayotte 2019-2028

Fromard F. — 2000

Les mangroves de Mayotte
et leur restauration,
Laboratoire d'Écologie
Terrestre de l'Université de Toulouse.

Laulan P. — 2006

Guide technique de l'érosion à Mayotte,
DAF, 16 p.

Ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement — 1997

La défense des côtes contre
l'érosion marine,
pour une approche globale
et environnementale,
127 p.

Paskoff R. — 1993

Côtes en danger,
Ed. Masson, 247 p.

CEREMA — 2019

Dynamiques et évolution du littoral
Fascicule 16 : Synthèse des connaissances de
l'archipel de Mayotte
Collection : Connaissances.
ISBN : 978-2-37180-311-4

Rédaction : Ywenn De La Torre, Ingénieur Littoral au BRGM,
Service Géologique Régional de La Réunion

Avec la collaboration de Caroline Cremades
Chargée de mission Éducation à l'environnement DAF, Service Environnement et Forêt

Conception graphique : Archipel
Direction Artistique, création & illustration : Jérôme Lemée © Archipel - 2008

Gestion de l'érosion du littoral de Mayotte

Le littoral de Mayotte constitue un patrimoine riche mais fragile. Ce guide a pour objectif d'expliquer l'évolution des côtes mahoraises et de proposer des méthodes « douces » de gestion de l'érosion des falaises, des plages et des mangroves de Mayotte. Il s'adresse aux décideurs, aux gestionnaires, aux associations de protection de la nature et à toute personne intéressée par la préservation du littoral de Mayotte.

