



Guide

pour la gestion
de l'érosion littorale
en Martinique

Avant -propos

L'érosion du littoral s'observe à l'échelle mondiale. Ce phénomène d'origine naturelle est fortement accentué par les activités humaines et atteint aussi bien les côtes continentales que les îles. À cela s'ajoute l'élévation du niveau des mers, qui, d'après le **GIEC**, devrait affecter **70 %** des façades littorales avec un impact particulièrement fort dans certaines régions du globe d'ici 2100. Dans les Antilles, on estime que l'élévation du niveau de la mer à l'horizon **2100** pourrait atteindre **+0,76 m** (*estimation régionalisée réalisée par le BRGM dans le cadre du projet C3AF*).

Située dans la Caraïbe, sur l'arc des Petites Antilles, la Martinique est l'un des **36 points chauds de la Biodiversité mondiale**. Les façades littorales de l'île constituent des zones à enjeux environnementaux forts et leur patrimoine écologique et paysager doit être préservé. Le littoral constitue également un espace très exposé aux aléas climatiques face auxquels l'île doit s'adapter. Cette interface terre-mer est très fragile et son évolution est contrastée à l'échelle de l'île. Ayant subi un important essor démographique notamment au cours du 19^e et 20^e siècle, les **27 communes littorales de l'île accueillent 95 % de la population** ainsi que la quasi-totalité des activités économiques (**SOES, 2017**). Cette dynamique fait de cette interface une zone à forts enjeux écologiques et socio-économiques très concernée par les risques liés à l'érosion du littoral et au recul du trait de côte. Les conséquences de cet essor sur le littoral se font



déjà sentir et des mesures de gestion ont déjà été mises en place en Martinique.

Tant qu'il est encore temps, il est donc désormais essentiel de **pouvoir identifier les causes de ce phénomène pour y remédier dans une démarche d'aménagement durable conciliant le développement économique, l'urbanisation et la préservation des milieux naturels.**

Ce guide s'adresse aux élus, aux gestionnaires du littoral, aux acteurs de l'environnement et de l'aménagement du littoral ainsi qu'à tout autre public

concerné et intéressé par l'érosion des côtes et la préservation des milieux naturels. Son objectif est de présenter les formes que prennent l'érosion du littoral et le recul du trait de côte en Martinique pour que chacun puisse comprendre les enjeux, communiquer de manière appropriée et identifier les réponses adaptées.

Les stratégies de gestion et de préservation du trait de côte de la Martinique peuvent être renforcées en partageant les bonnes pratiques de chacun.

CE DOCUMENT
A ÉTÉ RÉDIGÉ PAR
LE BRGM, L'ONF
ET LA DEAL.

Les acteurs du littoral

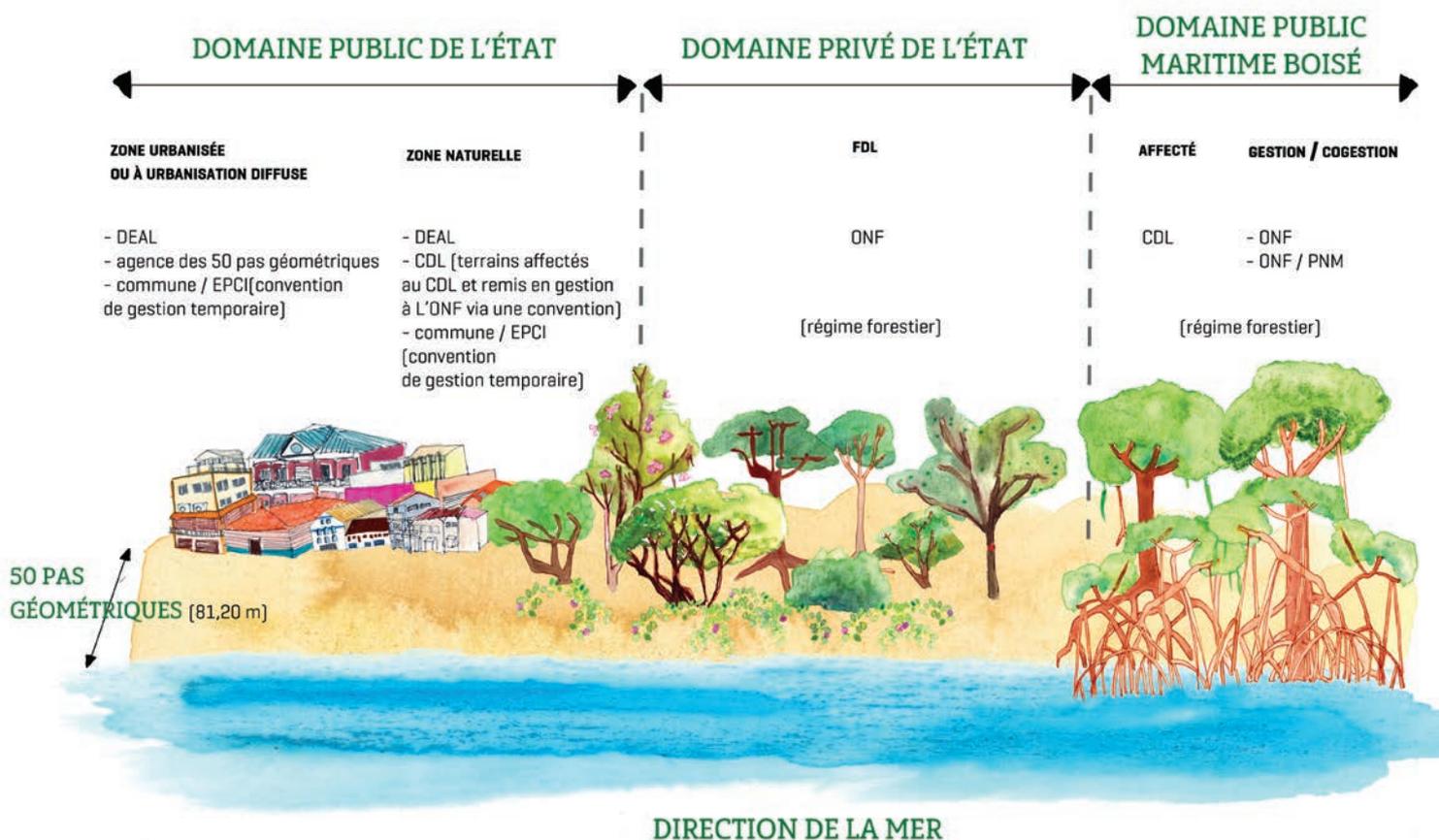


Table des matières

.1

PRÉSENTATION DU LITTORAL MARTINICAIS	4
Les côtes de Martinique	6
L'érosion du littoral	8
La gestion de l'érosion côtière en Martinique ...	9

.2

LES MANGROVES	12
Description & rôles de la mangrove	14
Constat & causes de la dégradation	16
Les mesures de prévention & techniques de restauration	18

.3

LES PLAGES	22
Description des plages	24
Rôle des plages	25
La dynamique naturelle des plages	26
Constat & causes de l'érosion	28
Les mesures de prévention & les techniques de restauration	34

.4

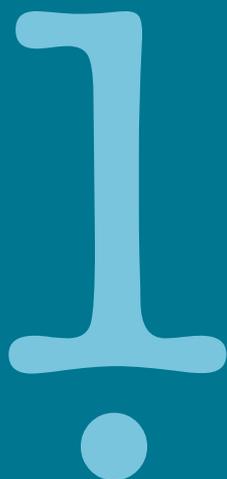
LES FALAISES	44
Description des falaises	46
Rôle des falaises.....	47
La dynamique des falaises	47
Constat & causes de l'érosion	48
Les mesures de prévention & les techniques de restauration	49

GESTION DU TRAIT DE CÔTE	52
LEXIQUE	54
SIGLES	55
BIBLIOGRAPHIE	55



Photo aérienne de Cap-Chevalier © ONF

Présentation du littoral martiniquais



Les côtes de Martinique

Le littoral correspond à l'espace situé à l'interface entre la terre et de la mer. C'est une zone de transition entre les écosystèmes terrestres et le milieu marin, caractérisée par divers milieux naturels complexes.

Le littoral martiniquais totalise un linéaire de 450 km (490 km en considérant les îlets) répartis en 4 grandes catégories de morphologie. Ainsi, les falaises sont les plus présentes, bordant presque la moitié du littoral tandis que les mangroves et les plages sont moins étendues. Les côtes artificialisées par l'homme totalisent environ 13 % du littoral.

CATÉGORIES	LONGUEUR (KM)	% DE LITTORAL
MANGROVE	116	26
PLAGES	67	15
FALAISES (=CÔTES ROCHEUSES)	210	47
CÔTES ARTIFICIALISÉES	57	13





▲ Mangrove des Trois-Îlets © ONF



▲ Falaises du Nord Caraïbe © BRGM

L'érosion du littoral

L'érosion est d'abord un phénomène naturel. Le littoral n'est pas une entité figée, mais mobile, en constante évolution qui tend à se maintenir en équilibre par rapport aux processus naturels auxquels il est soumis. L'érosion correspond à un état de déséquilibre qui se définit par un phénomène de dégradation et de transformation du relief. En zone littorale, l'érosion côtière se traduit par un recul du rivage résultant d'une perte de sédiments.

C'est un phénomène naturel provoqué par l'action de facteurs environnementaux, localement accentués par les interventions de l'homme.

Différents facteurs sont à l'origine de l'érosion des côtes en Martinique. Contrairement à d'autres territoires, il est considéré que l'influence de la marée est négligeable en Martinique.

FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX		DESCRIPTION
NATURE DU SUBSTRAT GÉOLOGIQUE		TYPE DE MATÉRIAUX ET PROPRIÉTÉS GÉOTECHNIQUES
FACTEURS CLIMATIQUES	L'ÉTAT DE MER	Action de la houle et des marées qui façonnent les côtes en creusant le pied des falaises et en transportant les sédiments issus des mangroves
	LE NIVEAU MARIN	Agit indirectement dans le phénomène d'érosion en influençant l'intensité de la houle et en structurant la végétation littorale
	LA PLUVIOMÉTRIE	Augmente le débit des rivières et accentue leur pouvoir érosif par ruissellement
	LA VÉGÉTATION	Bande littorale végétalisée qui retient les sédiments et constitue aussi une protection naturelle contre la houle sur le haut de plage
FACTEURS BIOLOGIQUES	LES CORAUX ET COQUILLAGES	Leur dégradation naturelle alimente les plages en sédiments. Les barrières de corail représentent une protection naturelle qui dissipe l'énergie de la houle
	LES HERBIERS	Atténuation des houles et rétention du sable dans le domaine proche côtier
INTERVENTIONS HUMAINES	OUVRAGES DE PROTECTION ET AMÉNAGEMENTS PORTUAIRES. BARRAGES ET PRÉLÈVEMENT DE SÉDIMENTS. ARTIFICIALISATION DU TRAIT DE CÔTE ET DESTRUCTION DES MILIEUX NATURELS	Certains aménagements modifient les équilibres sédimentaires et peuvent provoquer ou accentuer localement les processus d'érosion (<i>perte de sédiments, modification des courants, blocage des transits sédimentaires, artificialisation du trait de côte, etc.</i>)

La gestion de l'érosion côtière en Martinique

En Martinique, l'érosion côtière se traduit principalement par :

- Le recul du front des mangroves,
- L'érosion des plages (pertes et transports de sédiments),
- Le recul des falaises (mouvement de terrain et perte de matériel rocheux).

Bien que l'érosion du littoral tende à s'accroître en raison des interventions humaines et de l'élévation du niveau de la mer, **il est souvent possible d'agir pour limiter et contenir ce processus**. De manière générale, quatre approches sont possibles.

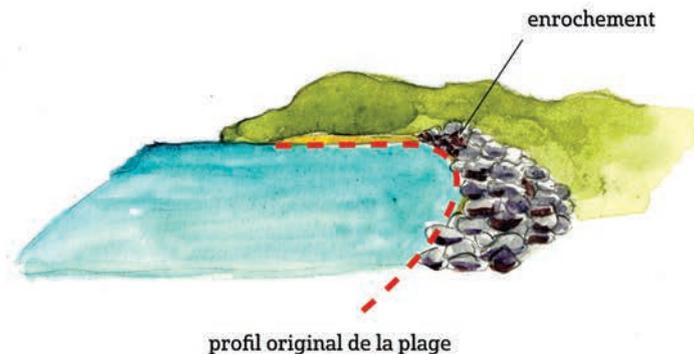
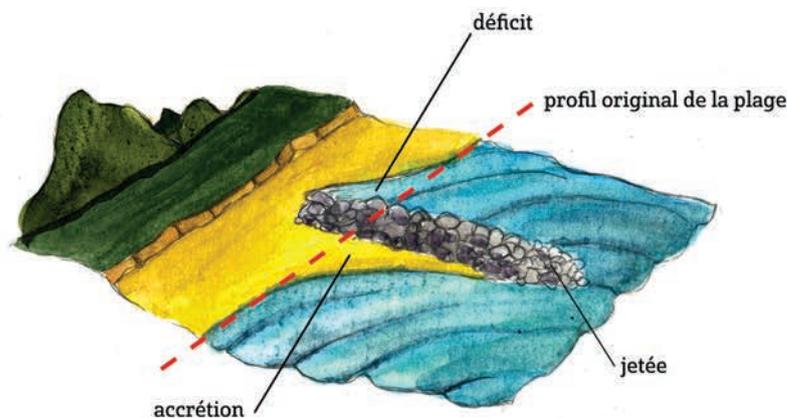
I. L'implantation d'ouvrages de défense

La mise en place d'ouvrages de défense a pour objectif de **protéger la côte en contrant les actions de la mer** de différente manière :

Certains ouvrages visent à figer le trait de côte (*ouvrage longitudinal comme les enrochements, les murs verticaux ou les perrés maçonnés*) ; d'autres ont pour objectif d'agir sur le transport des sédiments (*comme les épis transversaux*).

Certains visent à atténuer l'action de la houle à la côte, comme les brise-lames ou les atténuateurs de houle (*cf. encadré*).

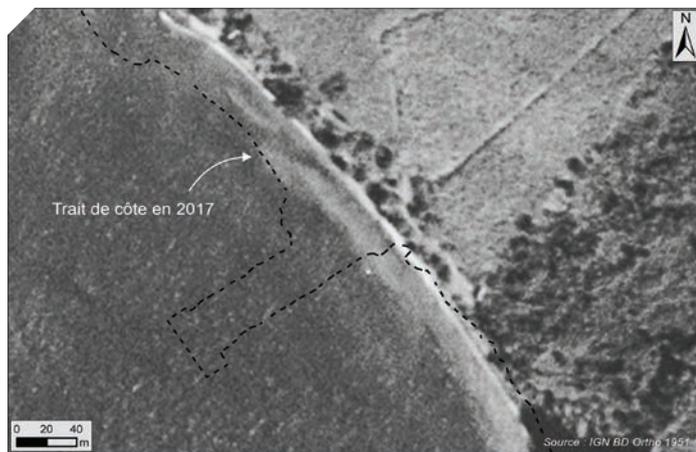
Au-delà des importants impacts paysagers et environnementaux qu'elles génèrent, ces solutions techniques, généralement lourdes et coûteuses



▲ Exemple d'ouvrage de défense implanté sur le littoral pour lutter contre l'érosion : l'épi (à gauche) a une action sur le transport des sédiments et l'enrochement (à droite) sur la fixation du trait de côte.

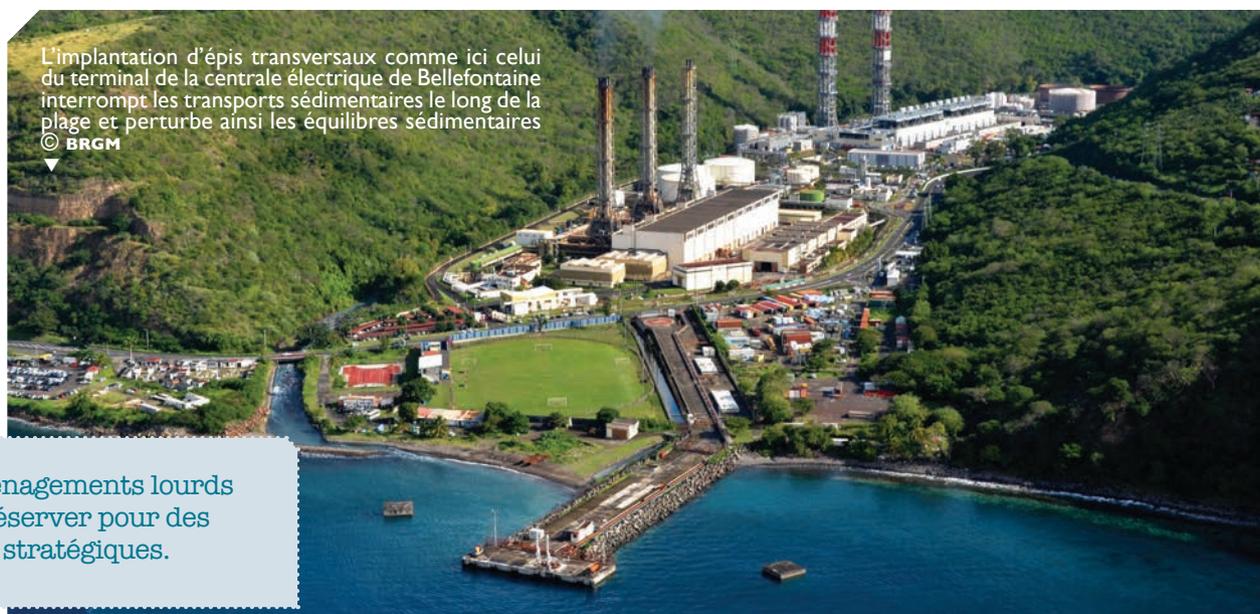
(mise en œuvre et entretien), offrent généralement une bonne protection localement, mais provoquent souvent des effets secondaires néfastes, tels que l'abaissement de la plage voire sa disparition au droit de l'ouvrage longitudinal et l'accélération de l'érosion sur les parties adjacentes. Dans les cas où ces aménagements

s'avèrent indispensables pour la protection d'enjeux stratégiques, ils nécessitent une conception par des spécialistes du génie côtier pour un dimensionnement approprié afin de limiter l'impact de ces ouvrages sur le littoral. Ces techniques relevant du génie civil ne seront pas développées dans ce guide.



▲ Incidence de l'implantation d'un épi transversal sur le blocage du transit sédimentaire sur la commune de Bellefontaine. © BRGM

▲ Vue aérienne 1995, droite : vue aérienne 2017 © BRGM



L'implantation d'épis transversaux comme ici celui du terminal de la centrale électrique de Bellefontaine interrompt les transports sédimentaires le long de la plage et perturbe ainsi les équilibres sédimentaires © BRGM

Les aménagements lourds sont à réserver pour des enjeux stratégiques.

LES ATTÉNUATEURS DE HOULE

Ils ont pour objectif de dissiper l'énergie des vagues qui arrivent à la plage au moyen d'un obstacle favorisant le déferlement au large et non sur la plage.

En Martinique, la plage de l'Anse Figuier a fait l'objet d'un dispositif de ce type en 2011.

Les effets de cet atténuateur de houle restent très limités pour cette plage peu exposée aux fortes houles : le dispositif actuel ne permet pas d'améliorer la situation sédimentaire sur la plage (cf. **BRGM**, 2018).

Un effet indésirable est l'ensablement voire la disparition des herbiers dans l'axe de la passe.

2. Mise en place de solutions dites « douces »

Les solutions alternatives dites « douces » sont souvent plus adaptées. Ainsi, il ne s'agit plus de constituer une défense passive, mais d'intervenir en amont, sur les causes de l'érosion (*protection dite active*). **L'intention est donc d'accompagner la nature en s'appuyant sur les processus naturels.** Ces méthodes douces impliquent une souplesse d'intervention et répondent à une gestion durable du trait de côte. Elles ont l'avantage de tenir compte des équilibres sédimentaires et peuvent se révéler aussi efficaces que les ouvrages de génie civil à des coûts comparables sur le long terme.

Ces méthodes seront détaillées dans ce guide.

3. La non-intervention (laisser libre cours à l'évolution naturelle)

Dans un objectif de conservation d'un milieu à l'équilibre, il est parfois préférable de ne pas agir. Dans ce cas, un suivi régulier de l'évolution du littoral peut être préconisé.

4. La relocalisation

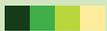
Dans d'autres cas de figure, pour la sécurité et la protection des biens et des personnes, la relocalisation des biens et/ou des infrastructures s'impose. **La relocalisation est un dispositif d'adaptation aux risques côtiers et au changement climatique** qui consiste à déplacer ou reculer préventivement certains enjeux afin de les mettre à l'abri des risques qu'ils peuvent encourir face à la mer, à court ou à long terme.

Pour chaque intervention, il est nécessaire d'évaluer ces quatre options dans l'élaboration des stratégies de gestion du trait de côte en tenant compte des contraintes techniques et économiques, des enjeux de sécurité des populations et patrimoniaux (*naturels et culturels*) afin de sélectionner l'approche la plus adaptée à chaque situation qui reste unique. Parfois, ces approches peuvent être combinées à différentes échelles spatiales et temporelles afin de tenir compte de ces contraintes.

Souvent les solutions douces existent et fonctionnent sur le long terme



Les mangroves



Description & rôles de la mangrove

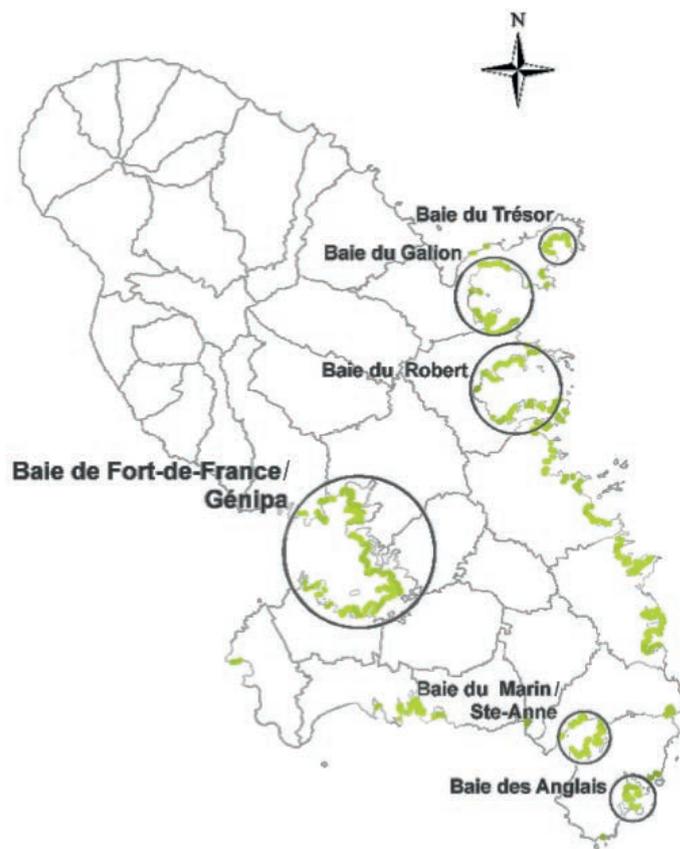
Les mangroves sont des formations forestières uniques, adaptées au milieu faisant interface entre la terre et la mer, intégrant des conditions particulières de salinité et une dynamique océanique spécifique liée aux marées. Les conditions de croissance des mangroves sont alors très contraignantes (*fond vaseux, sédiments en suspension, zone immergée temporairement ou en permanence*). Les arbres constitutifs des forêts de mangroves sont les palétuviers.

Il existe deux types de mangroves en Martinique :

La mangrove alluvionnaire : formation forestière basse (~10 m) typique des sols vaseux et inondés des estuaires et culs de sacs marins abrités de l'île. **Quatre espèces de palétuviers y sont présents** : les palétuviers rouges, blancs, gris et noirs.

Mangrove colluvionnaire : formation alimentée par les apports terrigènes (*colluvions*) provenant des reliefs avoisinants et amenés par ruissellement. Ce type de mangrove est simplement constitué d'un front pionnier de palétuviers rouges et concerne surtout les petites baies de la côte atlantique.

La végétation des mangroves se caractérise par une succession végétale structurée par les différentes espèces de palétuviers depuis le front de mer vers l'intérieur des terres selon la capacité des différentes essences à séjourner dans l'eau salée.



▲ Répartition des Mangroves en Martinique

Palétuviers constitutifs de la mangrove



Palétivier rouge
(front pionnier)
Rhizophora mangle



Palétivier blanc
(Arrière mangrove)
Conocarpus erectus



Palétivier gris
(Arrière mangrove)
Laguncularia racemosa



Palétivier noir
(Arrière mangrove)
Avicennia germinans



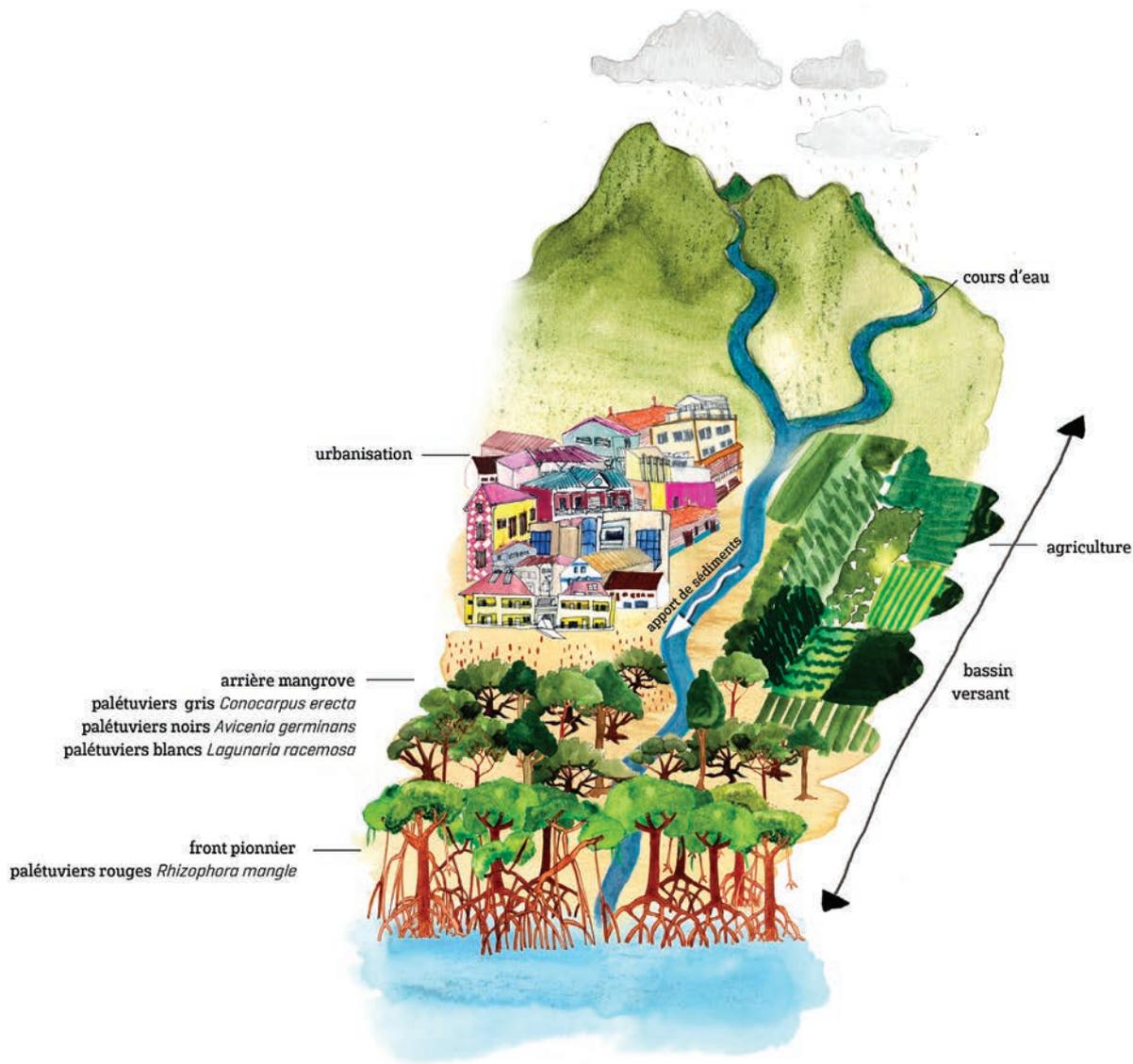
LE MANGLE MÉDAILLE

(*PTEROCARPUS OFFICINALIS*)

Appelé également sang du dragon est l'arbre constitutif des forêts marécageuses d'arrière mangrove. Ces formations sont rares en Martinique, restreintes et confinées à la région de Trinité avec le massif du Galion et la Vierge des marins. Ces massifs doivent donc être préservés des pressions foncières qui s'exercent sur eux.

FONCTIONS ÉCOLOGIQUES	Atténuation de l'énergie de la houle en cas de cyclone ou de tsunami Filtration des eaux des rivières Constitue un réservoir de biodiversité permettant la reproduction de nombreuses espèces réalisant tout ou partie de leur cycle de vie en milieu aquatique (<i>rôle de nurserie</i>) Élément fort du patrimoine paysager de l'île
ENJEUX SOCIAUX ET CULTURELS	Rôle de protection naturelle contre l'aléa de submersion marine Accueil du public pour la découverte et la sensibilisation
ENJEUX ÉCONOMIQUES	Activité de pêche nécessitant le maintien de la qualité du milieu Projets d'agrosylviculture, d'écotourisme

Constat & causes de la dégradation

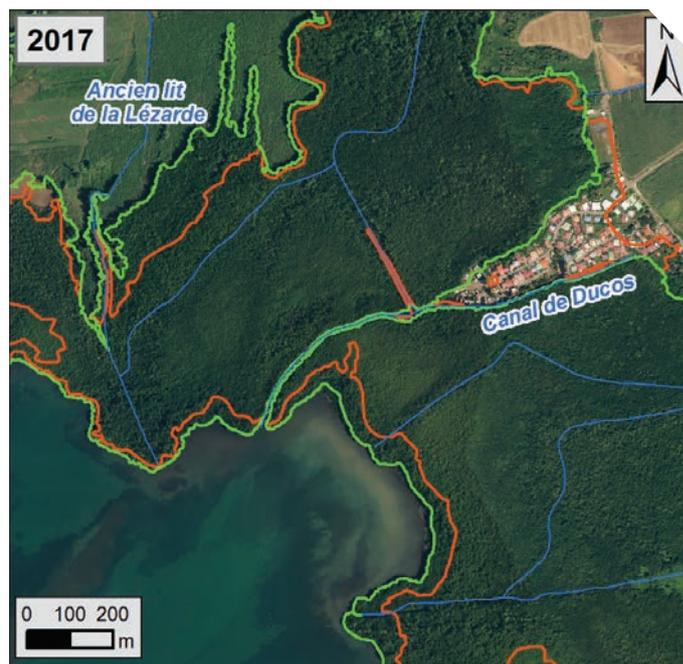
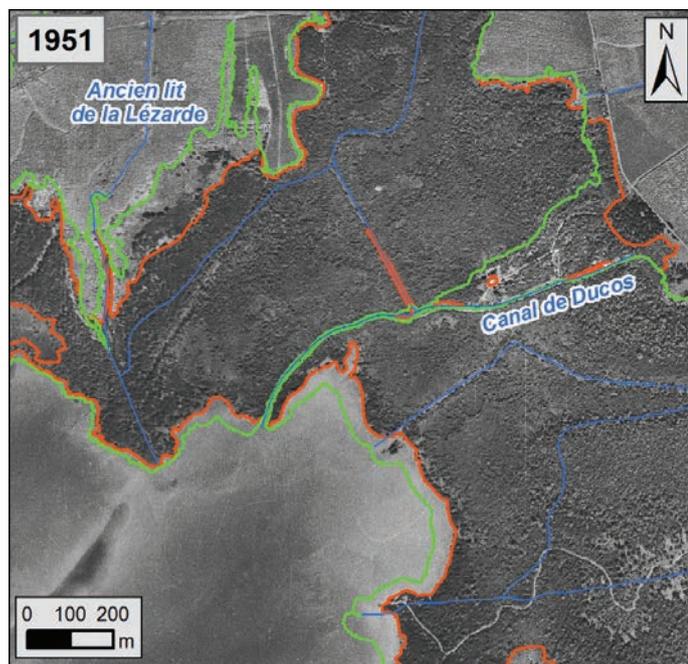


▲ Les causes de la réduction de la superficie et de la dégradation des mangroves.

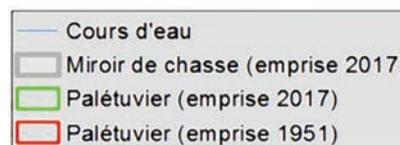
Les paramètres qui témoignent de l'évolution et de la qualité des mangroves sont la superficie et la composition du cortège d'espèces végétales.

❖ **Un recul de l'arrière mangrove est souvent constaté côté terre.** Les modifications d'occupation du sol en arrière mangrove via la déforestation pour l'agriculture et l'urbanisation et plus généralement d'une réduction des surfaces naturelles en Martinique (20 % en 50 ans) sont aussi à l'origine d'une dégradation et d'un déséquilibre de la structure des peuplements de palétuviers.

❖ **Entre 1951 et 2004, la superficie des mangroves a globalement augmenté de 20 % avec une avancée significative de son emprise côté mer,** notamment, dans la baie de Fort-de-France et celle de Génipa. Cette avancée est due au développement du front pionnier de palétuviers rouges (*Rhizophora mangle*) compte tenu des apports terrigènes amenés par les exutoires côtiers issus du ruissellement de la pluie sur les sols. Ce genre de manifestation ne témoigne pas d'une bonne qualité des milieux, mais plus d'un déséquilibre écologique lié à l'anthropisation.



▲ Évolution de la superficie des mangroves de la baie de Génipa près du canal de Ducos entre 1951 et 2017. On observe bien la destruction côté terre de la mangrove liée à l'urbanisation et sa progression côté mer liée aux apports terrigènes.



Les mesures de prévention & techniques de restauration

En prévention

Il est indispensable de conserver la totalité des peuplements constitutifs de la mangrove allant du front colonisateur de palétuviers rouges jusqu'à la mangrove arbustive.

En effet, la déforestation ne peut empiéter sur l'un de ces milieux sans impacter globalement la mangrove.

– Le zonage réglementaire vient en appui à la conservation des mangroves (*Zones Humides d'Intérêt Écologique Prioritaire, du SDAGE, Espaces Boisés Classés, du PLU, des Sites Inscrits et Classés, Réserves Naturelles, Arrêtés de Protection de Biotopes*)

– La mangrove relève du régime forestier (*gestion ONF*) et toute destruction de l'état boisé y est proscrite.

– La prévention passe aussi par la sensibilisation auprès du grand public pour encourager les populations à la protection des milieux naturels. Des actions d'éducation à l'environnement et au développement durable auprès des enfants sont nécessaires pour une prise de conscience efficace des générations futures.

– La gestion des eaux des zones urbaines à proximité doit être cohérente avec les enjeux de conservation des mangroves. En effet, les rejets des eaux usées peuvent relâcher des polluants conduisant à une altération du milieu. **Ces rejets peuvent aussi augmenter le taux de sédimentation et entraîner ainsi un déséquilibre des peuplements de palétuviers.** De plus, la canalisation des cours d'eau induit un régime torrentiel expulsant les sédiments directement à l'exutoire sans qu'ils ne puissent se déposer le long du cours d'eau.



Techniques de restauration

Dans un objectif de restauration, des plantations de palétuviers peuvent être mises en place et ce en conservant la structure des peuplements originels.

INVESTIGATION PRÉPARATOIRE

- Historique du site
- Zonage du site
- État de dégradation
- Typologie de la mangrove
- Conditions écologiques

Sols propices aux plantations

Sol nécessitant une restauration de son fonctionnement hydraulique pour une bonne circulation des eaux nécessaire à la croissance des palétuviers

Installation des enclos de régénération

ENCLOS DE RÉGÉNÉRATION DE L'ARRIÈRE MANGROVE (PALÉTUVIER GRIS-BLANC-NOIR)

1. Croissance en pépinière des plants à partir de graines, de semis ou de boutures selon les espèces de palétuviers.
2. Plantations des jeunes plants dans les enclos

- Enclos de régénération du front pionnier de palétuvier rouge
- Régénération directement sur place à partir de jeunes plantules de palétuviers rouges repiquées directement dans la vase pour faciliter leur enracinement.



◀ Essai de régénération du front pionnier de palétuviers rouges à Cap Chevalier (Sainte-Anne)
© ONF



Restauration de la Mangrove Cap Chevalier (Saint-Anne)
© ONF

La superficie de la mangrove près du parking de Cap Chevalier a significativement diminué compte tenu des aménagements et des activités humaines à proximité (*parking, cheminements d'accès à la plage*). Un platelage a donc été aménagé pour canaliser

la fréquentation et permettre la reconstitution de la végétation. L'ONF a ensuite réalisé des essais de plantations de palétuviers rouges (*Rhizophora mangle*) le long de ce platelage afin de reconstituer une frange de mangrove.





Les
plages

3



Description des plages

Une plage est une formation d'accumulation constituée de sédiments meubles composés de sables ou de galets généralement rencontrés dans les zones basses du littoral.

Plus d'une centaine de plages composent le littoral martiniquais dont les trois quarts sont des plages dites « de poche ». Il s'agit de plages situées

en fond de baie encadrées par des côtes rocheuses et généralement alimentées par une ravine.

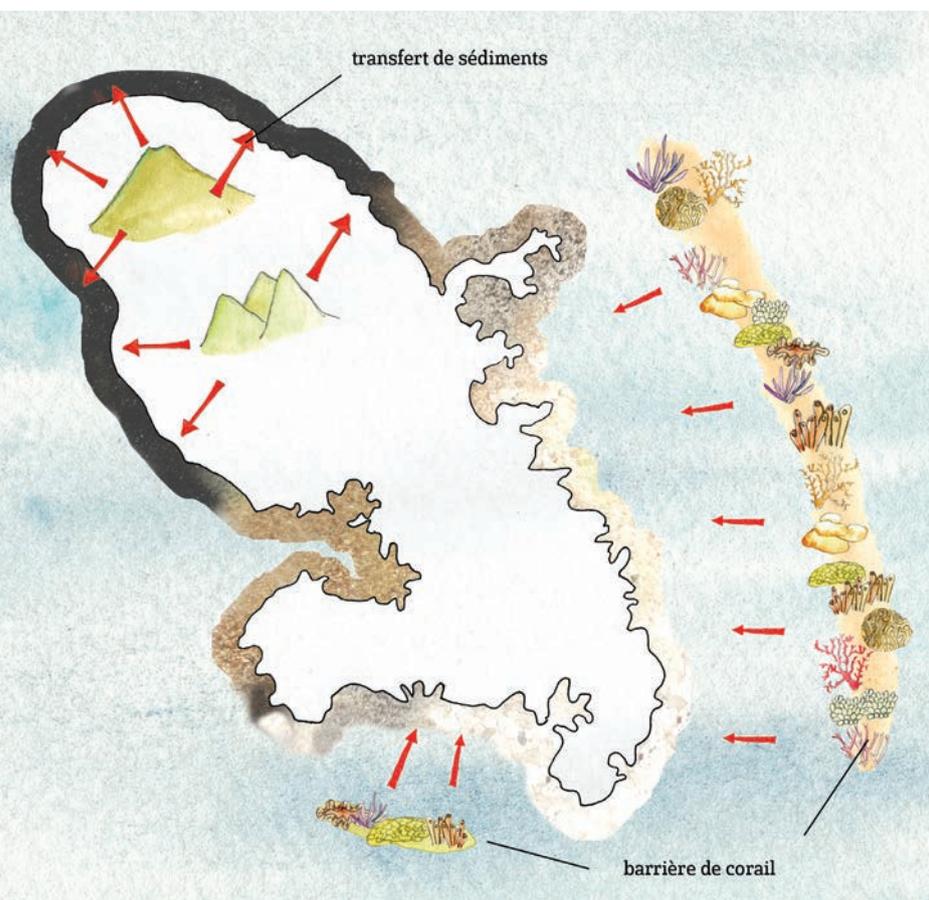
Une trentaine de plages seulement sont dites « ouvertes » comme celle du Carbet ou du Diamant; elles occupent généralement un grand linéaire côtier. La couleur du sable varie selon son origine :

1• **l'érosion de roches volcaniques** apporte du sable « noir/gris » par les ravines.

2• **l'érosion des coraux** ou des débris de coquillages apporte du sable « blanc » par la mer. La présence de la barrière récifale au sud et à l'est de l'île explique la répartition des plages de sable blanc sur l'île.

3• **Les mélanges sédimentaires** liés aux facteurs climatiques laissent apparaître des sables de couleurs intermédiaires « bruns/blonds ».

La présence de galets sur certaines plages est issue de la chute de blocs des falaises en arrière-plage ou de blocs rocheux apportés par les ravines.



▲ Répartition des différentes couleurs de sable et origine des apports sédimentaires.

Rôle des plages

FONCTIONS ÉCOLOGIQUES	Les plages abritent des habitats d'espèces protégées ou d'intérêt écologique important et emblématiques du territoire (<i>sites de ponte des tortues marines, oiseaux...</i>)
ENJEUX SOCIAUX ET CULTURELS	Les plages sont très fréquentées par les locaux et les touristes Lieux de détente et de nombreuses activités de loisirs (<i>camping, activités nautiques, pêche, randonnées</i>)
ENJEUX ÉCONOMIQUES	De nombreuses activités récréatives, sportives et festives s'y développent (<i>tourisme balnéaire, croisières, grande plaisance, restauration, commerce, location de matériel nautique</i>) participant à l'attractivité du territoire

DALLE ROCHEUSE

(BEACH-ROCK)

Sur certaines plages, une dalle rocheuse plus ou moins épaisse appelée grès de plage (en anglais *beach-rock*) s'est formée par cimentation naturelle du sable et des débris coquilliers ou coralliens. Ce *beach-rock* se rencontre fréquemment sur les plages du Sud-est martiniquais.

Ces grès de plage révèlent la position d'anciens niveaux de plage selon l'érosion et la variation relative du niveau de la mer.



Plage de Macabou. © ONF



Plage du bourg des Anses d'Arlet
durant le Tour des Yoles 2018

© L. NACIMENTO

CONSÉQUENCES DE LA SURFRÉQUENTATION DES SITES LITTORAUX

La surfréquentation des sites littoraux au travers de grandes manifestations (*telles que le tour des yoles, les grands raids...*) peut créer une érosion du littoral ainsi qu'une dégradation de la végétation par le piétinement.

La dynamique naturelle des plages



Les plages se forment et évoluent grâce aux sédiments acheminés par la mer et les cours d'eau au sein des cellules sédimentaires. Leur stabilité dépend donc de l'équilibre entre l'apport de ces sédiments et leur redistribution par les courants côtiers. Lorsque la perte en sédiment est plus importante que l'apport, la plage subit un phénomène d'érosion : le trait de côte recule.

Dans le cas contraire, la plage est dite en accrétion : le trait de côte progresse vers la mer.

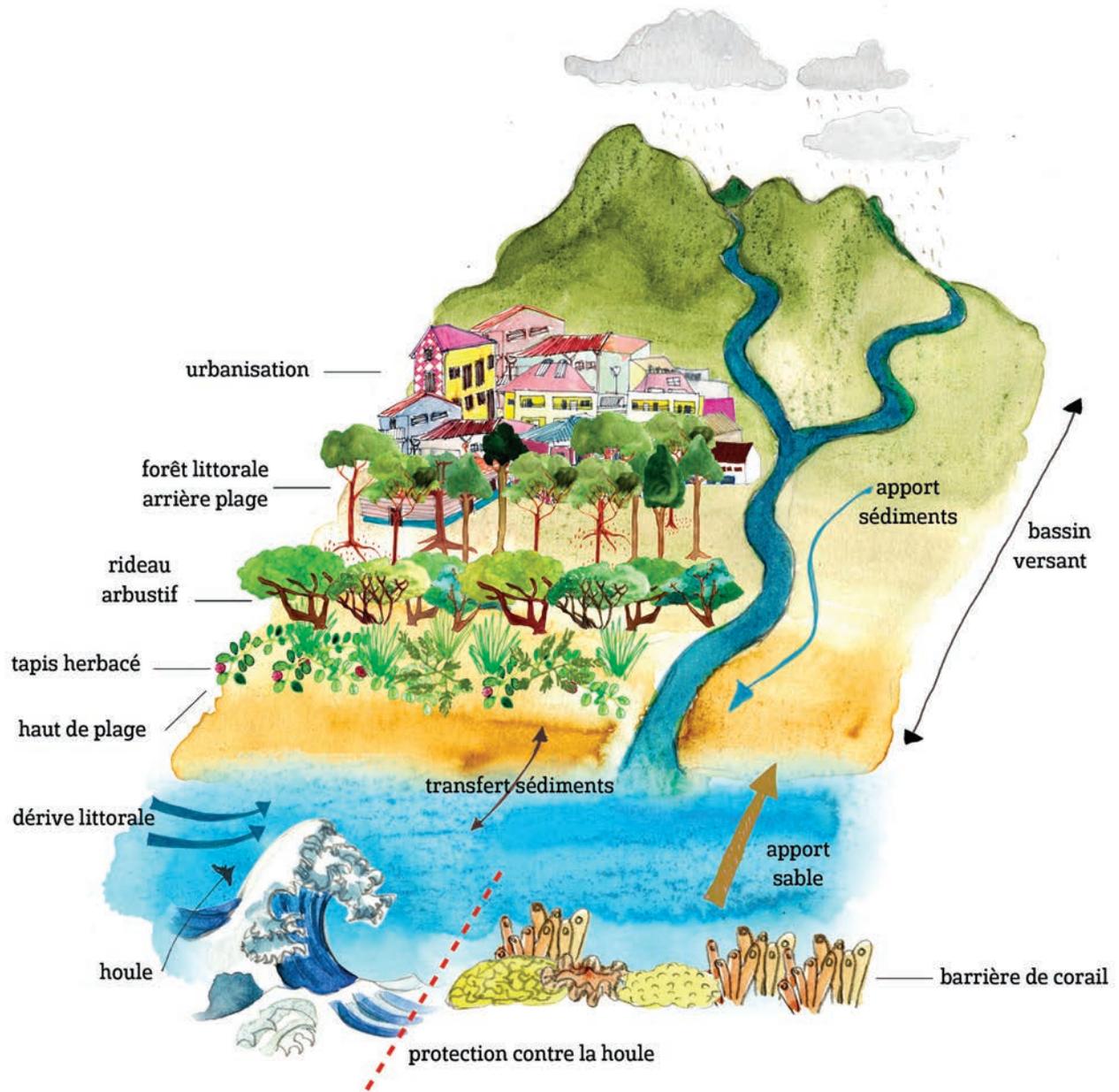
Au sein d'une cellule sédimentaire, le sable se déplace à la fois latéralement, transporté par le courant de dérive littorale et perpendiculairement à la plage. En effet, une partie du sable transféré vers le bas de plage en période de fortes houles est ensuite réacheminé vers le haut de plage en période de conditions plus calmes. Ces échanges de sable naturel expliquent la forte dynamique observée sur les plages au cours d'une année, mais garantissent

la plupart du temps, sans perturbation extérieure, un équilibre dynamique durable.

À l'état naturel, le haut et l'arrière des cordons sableux sont recouverts de végétation (*constituant la forêt littorale*) présentant une succession particulière (*stratification de la végétation*).

Sur le haut de plage, un tapis herbacé (typiquement les patates bord de mer) est souvent présent auquel s'ajoutent en arrière plage, un rideau arbustif et une forêt d'arrière-plage.

Les essences végétales du littoral ont développé des adaptations pour se maintenir sur un sol sableux, perméable, salin et instable ainsi que pour résister à la houle et aux embruns. La végétation rampante ainsi que les systèmes racinaires de la végétation arbustive et arborée retiennent le sable garantissant le stockage des sédiments pour limiter l'érosion et atténuer les effets de la houle.



▲ Structuration et dynamique des plages à l'échelle de la cellule sédimentaire.

Constat & causes de l'érosion

Entre 1951 et 2010, selon une étude du **BRGM** à partir de photos aériennes, 25 plages sur 117 connaissent un phénomène d'érosion avec un recul compris entre 15 et 60 m sur 60 ans. Ces plages se localisent surtout vers le sud-est de l'île. Une dizaine est en accrétion. En revanche, près de la moitié des

plages a peu évolué. Pour ces plages en équilibre sur le long terme, une grande partie peut présenter des mobilités saisonnières marquées comme des reculs d'une dizaine de mètres suite à un événement particulièrement intense (*tempête tropicale et cyclone*).

Il existe plusieurs facteurs à l'origine du recul des plages :

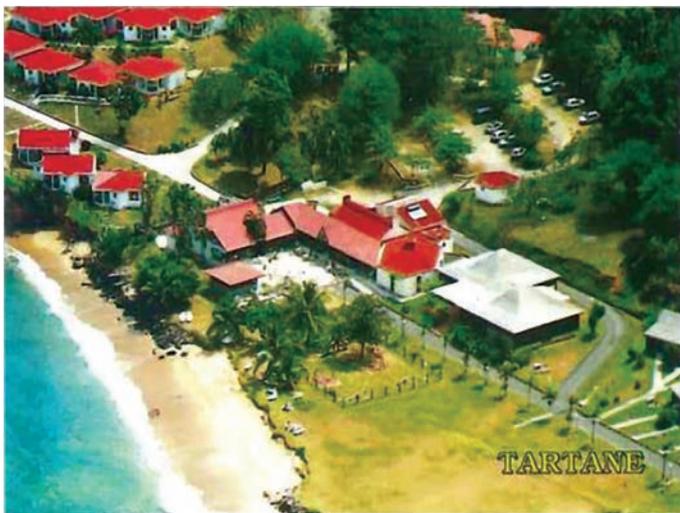
EXPOSITION À LA HOULE	Les plages abritent des habitats d'espèces protégées ou d'intérêt écologiques importants et emblématiques du territoire (<i>sites de ponte des tortues marines, oiseaux...</i>)
APPORT SÉDIMENTAIRE	Les plages sont très fréquentées par les locaux et les touristes Lieux de détente et de nombreuses activités de loisirs (<i>camping, activités nautiques, pêche, randonnées</i>)
DISPARITION DU COUVERT VÉGÉTAL	De nombreuses activités récréatives, sportives et festives s'y développent (<i>tourisme balnéaire, croisières, grande plaisance, restauration, commerce, location de matériel nautique</i>) participant à l'attractivité du territoire
FACTEURS ANTHROPIQUES AGGRAVANTS	Les ouvrages de protection en haut de plage qui accentuent la réflexion des vagues et entravent les échanges sédimentaires avec l'arrière-plage Les ouvrages et aménagements transversaux qui bloquent le transport des sédiments au sein d'une cellule sédimentaire L'imperméabilisation du haut de plage accentue le ruissellement qui emporte par ravinement une grande quantité de sable vers le large Techniques de collecte de débris végétaux (<i>type sargasses</i>) non adaptées



▲
Évolution d'une plage du Carbet avant et après le passage de l'ouragan Maria (18/09/2017) © BRGM



▲ Facteurs anthropiques aggravants : murets de haut de plage contre lesquels la houle vient se réfléchir et emporte du sable vers le large (*gauche*) et artificialisation du haut de plage réduisant les échanges sédimentaires avec l'arrière-plage (*droite*) © **BRGM**



▲ Sud de l'Anse l'Étang. Plage au droit du village-vacances VVF ayant quasi intégralement disparue aujourd'hui en partie à cause de l'effet de l'enrochement mis en place dans les années 1990 © Tartane VVF et **BRGM**

Certains aménagements lourds modifient irréversiblement la dynamique des plages.

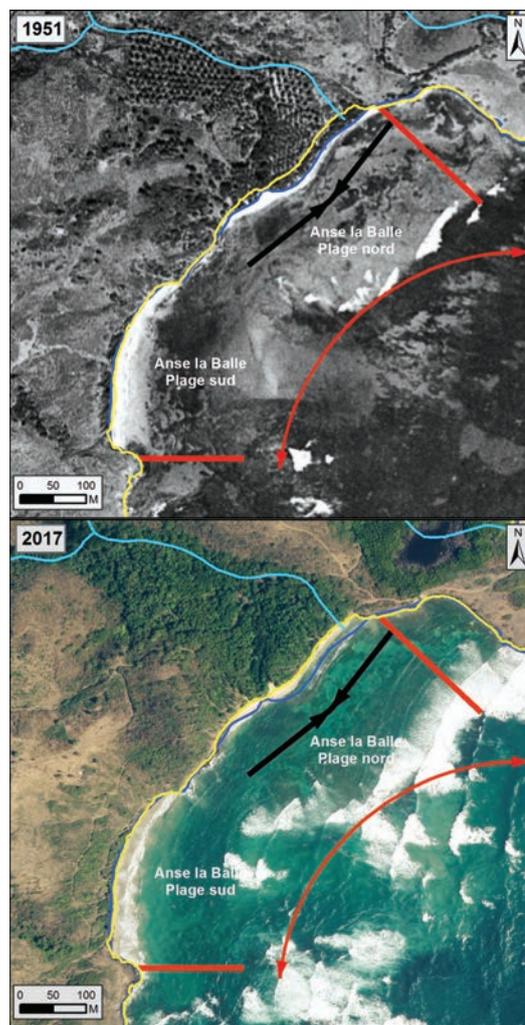
Exemple d'une plage en érosion naturelle

Érosion chronique : l'exemple d'Anse la Balle

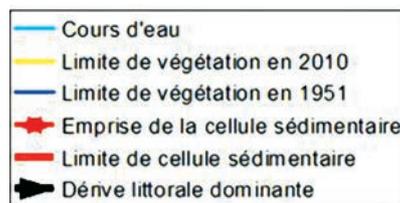
L'Anse la Balle est située sur le territoire de la commune de Sainte-Anne, près du Cap Ferré. La cellule sédimentaire est constituée de deux plages sableuses s'étendant sur un linéaire de 400 m et séparées par une falaise rocheuse. Les sédiments sont apportés à la fois par la mer, en provenance notamment de la barrière récifale située à 250 m au large et par le cours d'eau intermittent dont l'exutoire se situe dans la partie nord du cordon sableux.

Sur la moitié nord de la plage d'Anse la Balle, la végétation a reculé de 15 à 20 m dans les terres entre 1951 et 2010 alors qu'elle n'a pas ou peu évolué sur la moitié sud. Pourtant, la forêt littorale d'arrière-plage s'est largement étendue et le couvert végétal du proche-côtier s'est densifié depuis 1951.

L'érosion constatée sur la plage nord s'explique par la direction des houles qui converge majoritairement vers cette partie par réfraction des vagues sur la barrière récifale ; la plage sud est, dès lors, relativement protégée. La morphologie en « flèche sableuse » témoigne de l'orientation convergente des dérivés littorales. Dépourvue de toute influence anthropique, cette plage présente une dynamique d'érosion complètement naturelle.



Sources : IGN BD Ortho 2017 - BRGM 2014 et 2015



▲
Recul de la limite de végétation entre 1951
et 2010 : marqueur d'érosion

Exemple d'une plage en accrétion naturelle

Accrétion chronique : l'exemple de Grande Anse Macabou

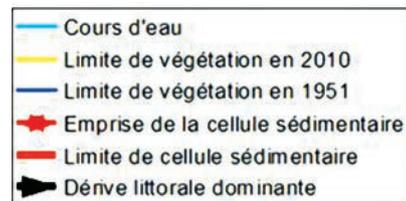
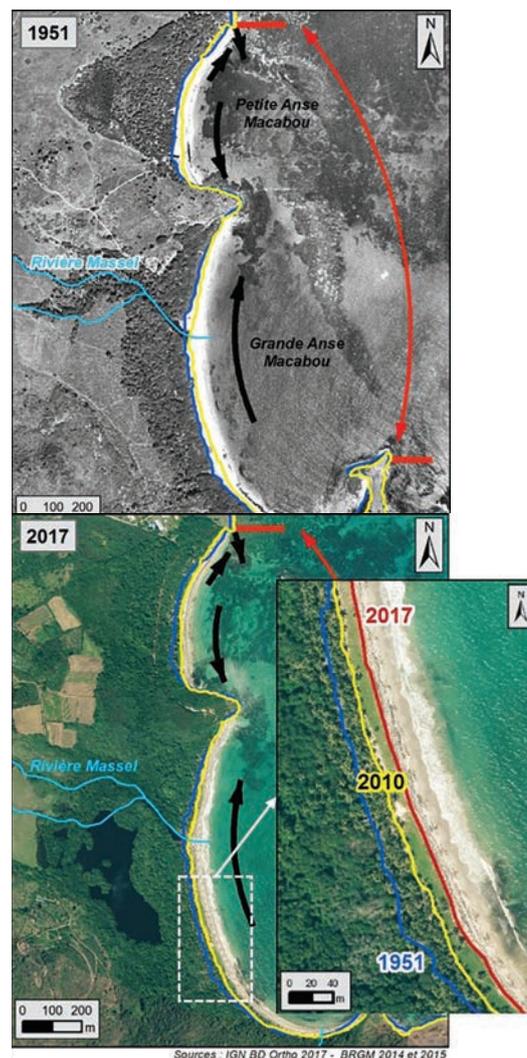
Les plages de Petite Anse et Grande Anse Macabou sont des plages « de poche » qui forment une même cellule sédimentaire de 2 km de long sur la commune du Marin au sud-est de la Martinique.

Les sédiments qui s'accumulent sur la plage de Grande Anse Macabou sont, à la fois d'origine marine, notamment en provenance de la barrière récifale située au large et d'origine fluviale (*transportés par la rivière Massel*).

Soumis à une extraction intensive de sable jusqu'en 1985 (*correspondant aux espaces lacustres actuels*), le site de Grand Macabou est aujourd'hui protégé. Le Conservatoire du Littoral a confié la gestion du domaine à l'**ONF** et à la **CAESM**. La forêt littorale s'étend aujourd'hui jusqu'à 500 m dans les terres alors qu'elle se limitait aux 200 premiers mètres en 1951 (*parcelles agricoles*).

Hormis un recul localisé de la végétation depuis 1951 aux extrémités nord et sud de la cellule sédimentaire, la grande majorité de la plage voit la végétation arborée et arbustive en forte avancée entre 1951 et 2010 (*de 15 à 40 m*), tendance qui se poursuit avec une avancée d'une dizaine de mètres de la végétation rampante (*tapis herbacé*) entre 2010 et 2017.

Ainsi, l'écosystème d'arrière-plage qui s'est développé après l'arrêt de l'extraction (*faune lacustre, réensemencement de l'ONF...*) et l'absence d'aménagement urbain ont significativement favorisé le développement de la forêt littorale permettant de retenir le stock de sable.



Le Maintien de la végétation littorale assure le stockage des sédiments et limite l'érosion

▲ Évolution de la végétation entre 1951, 2010 et 2017 sur le site de Grand Macabou

Exemple d'aggravation de l'érosion par des interventions humaines : impacts des enrochements, mauvaise gestion des eaux, ramassage mécanisé des sargasses.

occupée, depuis au moins une vingtaine d'années, par des habitations et des équipements à vocation sportive et touristique.

Ravinement



La Pointe Faula est une plage « ouverte » qui constitue une cellule sédimentaire de 400 m de longueur située sur la commune du Vauclin au sud-est de la Martinique. La végétation située sur le haut de la plage a reculé de 25 m entre 1951 et 2017 et le couvert de végétation basse (*herbacée ou rampante*) a même totalement disparu sur certaines zones sous l'effet du piétinement notamment. Un abaissement de l'altitude du haut de plage a été constaté entre 2010 et 2017.

D'une largeur de plus de 150 m en 1951, la forêt littorale d'arrière-plage a entièrement disparu et est

Ramassage des sargasses



Les facteurs d'évolution de la plage sont d'une part la houle et d'autre part les effets du vent. En effet, sur les secteurs ayant des profondeurs d'eau très faibles, l'effet du vent en surface peut générer un courant susceptible de transporter les sédiments.

Cependant, plusieurs facteurs anthropiques accentuent largement l'érosion de cette plage :

- des enrochements installés dans la partie nord du site aggravent, par le phénomène de réflexion des vagues, le départ du sable vers la pointe sableuse et l'abaissement de la plage.
- l'absence de système de gestion des eaux de



Facteurs anthropiques aggravant l'érosion de la plage de Pointe Faula (Sources : BRGM octobre 2017 et Espace Sud septembre 2014)

ruissellement entraîne un lessivage de sable vers l'avant-côte lors des fortes pluies ;

– le ramassage mécanisé des sargasses évacue avec les algues, une importante quantité de sable ;

Enrochements



– le piétinement des usagers et le stockage massif des sargasses dégradent la végétation basse sur le haut de plage.

Dépôt d'algues



Les mesures de prévention & les techniques de restauration



Prévention

Il est nécessaire de maintenir une végétation littorale naturelle suffisamment abondante pour conserver une bonne capacité de stockage des sédiments au niveau du haut de plage et assurer une protection naturelle contre la houle en cas d'évènement de forte intensité.

L'attractivité des côtes basses sableuses conduit régulièrement à une artificialisation du haut de plage qui impacte son rôle de régulation dans les

transferts de sable. La plage perd ainsi en résilience et se décharge en sable sans pour autant pouvoir en stocker. Il en résulte un abaissement de la plage et un fort recul du trait de côte qui peut mettre en péril par affouillements, certains aménagements situés sur le haut de plage.

La préservation de ces milieux passe aussi par la sensibilisation auprès du grand public de manière à enrayer certaines mauvaises pratiques individuelles et

OUTILS RÉGLEMENTAIRES

Le **PLU**, le **PPRN** et le zonage réglementaire peuvent orienter les décisions vers une conservation de l'état naturel des hauts de plage.

La forêt littorale bénéficie du régime forestier et tout défrichement doit passer par une demande auprès de l'**ONF** et de la **DAAF**.

Des missions de police peuvent venir assurer le respect des bonnes conduites.

collectives. La circulation automobile, le piétinement de la végétation, la mauvaise gestion des eaux pluviales et usées, l'arrachage de la végétation rampante et les prélèvements de végétation ou de sable accentuent l'érosion. Les murets de protection doivent quant à eux, être remplacés par des aménagements « transparents » (*c'est-à-dire qui ne perturbent pas les échanges sédimentaires comme les structures légères sur pilotis*).

Une gestion concertée à l'échelle des bassins versants est donc nécessaire pour éviter la canalisation des cours d'eau, l'endiguement et l'enrochement des berges et empêcher la perte en sédiments aux exutoires au détriment des plages. Pour cela, des outils opérationnels tels que les contrats de milieux permettent une gestion locale et durable de l'eau à l'échelle des bassins versants. Ils fixent des objectifs de qualité de l'eau, de gestion équilibrée des ressources en eau et de valorisation des milieux aquatiques. Ces contrats sont signés par l'ensemble des acteurs concernés. À cela doit s'ajouter la collecte des eaux de ruissellement jusqu'à un exutoire naturel pour éviter les phénomènes de ravinement de la plage.

Actuellement, la Martinique est concernée par 5 contrats de milieux :

CACEM	Contrat de baie de Fort-de-France
CAP NORD	Contrat de rivière du bassin versant du Galion
CAESM	Contrat de baie du Marin / Sainte-Anne Contrat de littoral Sud
COMMUNE DU ROBERT	GIZC (<i>Gestion Intégrée des Zones Côtières</i>) du Robert

Restauration

La restauration des plages peut faire intervenir des « techniques douces » qui s'appuient sur les processus naturels visant à traiter les causes et non se prémunir des effets (*fixation du trait de côte, ralentissement du transport sédimentaire ou atténuation des houles*). Ces techniques consistent par exemple à faire appel au génie écologique afin de restaurer les milieux dégradés, à améliorer la gestion de la fréquentation du public afin de préserver le développement de la végétation

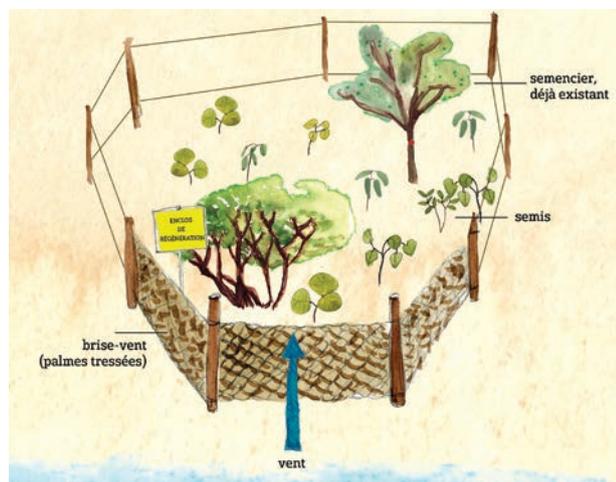
sur le haut de plage ou encore, à entreprendre un rechargement de plage afin de reconstituer le stock sédimentaire permettant de recréer ainsi un espace tampon.

Dans certains cas on peut également envisager le retrait de certains ouvrages afin de restaurer les équilibres à l'échelle d'une cellule sédimentaire.

Quelques exemples de techniques douces :

TECHNIQUES	ÉTAT D'ÉROSION DES PLAGES	EFFICACITÉ DANS LE TEMPS	FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE
Techniques s'appuyant sur du génie écologique			
1. RÉALISATION D'ENCLOS DE RÉGÉNÉRATION	Dégradation de la végétation Plages peu érodées (<i>sol toujours existant</i>)	Moyen et long terme	Aisée (<i>nécessite une étape en pépinière le cas échéant</i>)
2. FASCINAGE PAR PEIGNE VÉGÉTAL	Plages moyennement érodées	Court terme	Moyennement aisée
3. TUNAGE PAR TRESSAGE VÉGÉTAL	Plages moyennement érodées	Court terme	Moyennement aisée
4. RECONSTITUTION DES PLAGES PAR UNE BANQUETTE GRILLAGÉE	Plages très érodées dans les zones peu exposées à la houle (<i>fond de baie par exemple</i>)	Moyen terme	Peu aisée, nécessite des compétences techniques et des matériaux adaptés
5. CONFORTEMENT PAR GABION BOIS VÉGÉTAL	Plages très érodées, reconstitution de zones de talus ou d'arrière-plage	Court et moyen terme	Peu aisée, nécessite des compétences techniques et des matériaux adaptés
Autres techniques douces			
6. RECHARGEMENT EN SABLE DES PLAGES	Plages peu érodées à fortement érodées	Court et long terme si des rechargements d'entretien réguliers sont réalisés	Nécessite d'identifier une zone de prélèvement adaptée. Les sédiments doivent présenter les mêmes caractéristiques que celles de la plage.
7. NETTOYAGE RAISONNÉ : RAMASSAGE ET STOCKAGE DES DÉBRIS VÉGÉTAUX	Tout type de plage concernée par des ramassages	Court terme	Nécessite de la main-d'œuvre ou du matériel adapté*
8. GESTION DE LA FRÉQUENTATION (CANALISATION DES PIÉTONS ET DU STATIONNEMENT)	Dégradation de la végétation littorale	Moyen terme	Très aisée

1. Mise en place d'enclos de régénération



Cette technique a déjà été mise en place en forêt littorale. L'objectif est de restituer le caractère naturel des plages en érosion en maintenant une continuité de la végétation en haut de plage.

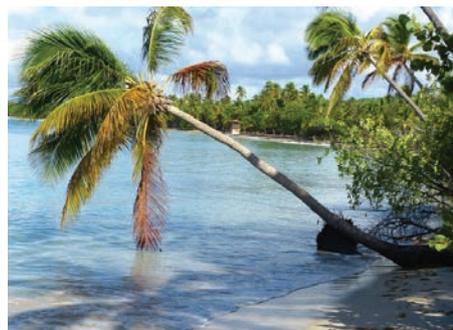
Les enclos peuvent être localisés à différents niveaux de la plage latéralement et en profondeur pour combler les trouées, tout en conservant la succession de la végétation originelle depuis le tapis herbacé jusqu'à la végétation arborée d'arrière-plage.

Les plants doivent être mis en production en pépinière et le choix des essences devra être orienté vers des espèces autochtones adaptées au milieu, au cas par cas selon la pente et la taille de la plage.

Ces enclos vont tout d'abord protéger les plages érodées et favoriser la reconstitution de la forêt naturelle. Un suivi de la croissance des plants et de la régénération naturelle est nécessaire pour s'assurer du succès de l'opération.

Bien que les cocotiers fassent habituellement partie des paysages littoraux, *Coco nucifera* est une espèce introduite naturalisée dont le système racinaire est bien moins développé que celui des espèces autochtones. Leur capacité à retenir les sédiments est moindre et il n'est pas recommandé de favoriser leur régénération et de les inclure dans les plantations de ces enclos.

De plus, les noix de coco au sol doivent être ramassées régulièrement afin d'éviter la mise en place de peuplements monospécifiques de cocotiers ainsi que la perte en abondance et en diversité d'espèces allochtones. Les cocotiers représentent également un problème de sécurité vis-à-vis des visiteurs. Les chutes de noix de coco peuvent générer de graves accidents.



Exemples d'essences à planter dans les enclos de régénération

Tapis herbacé



Patate bord de mer
(liane herbacée)
Ipomea pes-caprae



Pois bord de mer
(liane herbacée)
Canavalia rosea



Amarante bord de mer
(herbacée)
Blutaparon vermiculare



Pourpier bord de mer
(liane herbacée)
Trianthema portulacastrum

Rideau arbustif



Raisinier bord de mer
(arbuste)
Coccoloba uvifera



Amourette
Volkameria aculeata



Haricot bâtard
(arbuste)
Sophora tomentosa



Olivier bord de mer
(arbuste)
Bontia daphnoides

Forêt d'arrière-plage



Poirier pays
(arbre)
Tabebuia heterophylla



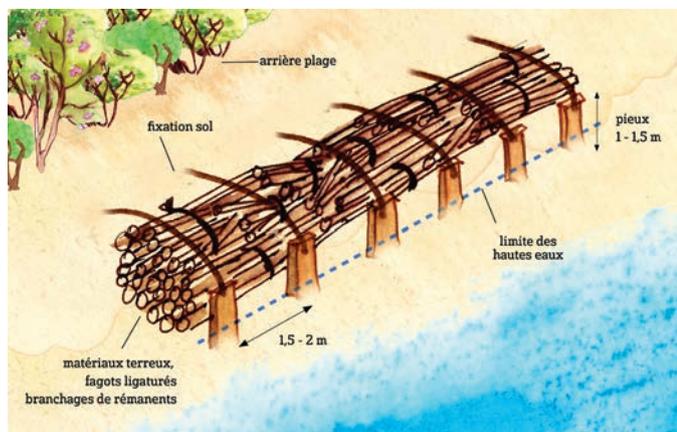
Catalpa
Thespesia populnea



2. Fascinage par peigne végétal (au niveau des hauts de plages)

L'objectif de cette technique est de constituer un piège à sédiments le long du haut de plage.

L'opération consiste à implanter des pieux verticalement et à combler l'espace en arrière de ces pieux avec du matériel végétal (*fagots ligaturés*) et minéral (*terre ou sable*) notamment dans les secteurs en fonds de baie et proches des zones estuariennes.



Cette méthode permet de protéger le haut des plages dans des zones peu érodées et exposées au phénomène de houle. De plus, à terme ces ouvrages reconstituent un cordon sableux protecteur de l'arrière-plage en piégeant le sable.

En Martinique, cette technique a surtout été utilisée pour la restauration des berges de rivières et peut être appliquée aux plages sableuses.

La Martinique est affectée par une invasion massive d'algues Sargasses depuis 2011 et de façon quasi chronique depuis 2014. Traditionnellement ces algues sont localisées dans l'Atlantique Nord (*Mer des Sargasses*) et dans le Golfe du Mexique. Depuis moins de dix ans, elles se concentrent entre l'embouchure de l'Amazone et le fleuve Congo dans l'Atlantique équatorial.

Lorsque les sargasses s'accumulent sur les plages, elles sèchent puis se compactent participant ainsi



à la protection de la plage contre le déferlement des vagues et indirectement à la rétention du sable. Sur l'Anse Frégré (*commune du Vauclin*), ce dépôt d'algues aurait favorisé l'avancée du trait de côte entre 2014 et 2017 d'une dizaine de mètres (*BRGM, 2018*). Les sargasses ont déjà été utilisées de façon similaire pour lutter contre l'érosion aux États-Unis. À l'image du bienfait des peignes végétaux, lorsqu'il n'y a pas d'enjeu sanitaire, cette couverture naturelle mérite d'être conservée.

3. Tunage par tressage végétal (au niveau des hauts de plages)

L'objectif de cette technique est également de constituer un piège à sédiments le long du haut de plage parallèlement au trait de côte.

L'opération consiste à implanter des pieux verticalement et tresser entre ces pieux des branches de bois souple en vue de créer des « palissades » végétales.

Cette méthode permet de protéger le haut des plages dans des zones peu érodées et exposées au phénomène de houle. De plus, à terme ces ouvrages reconstituent un cordon sableux protecteur de l'arrière-plage en piégeant le sable et autres matériaux.

En Martinique, cette technique a été principalement utilisée pour la restauration des berges de rivières et peut être appliquée aux plages sableuses.



4. Maintien & reconstitution des sols par banquette grillagée (interface plage & forêt littorale dégradée)

Cette technique consiste à mettre en place un ouvrage linéaire qui longe le littoral et qui se positionne au niveau des premiers sols fortement érodés voir nus.

Ce système se compose à l'instar du tunage végétal de pieux verticaux cette fois-ci métalliques, sur lesquelles deux types grillages à mailles différentes sont apposés (*voir même un géotextile le cas échéant*). Cette « ceinture » grillagée une fois remplie de matériaux (*terre, pierres, sable*), permet ainsi de reconstituer un sol propice à la végétalisation.

L'objectif est double :

1• Maintien et reconstitution d'un sol, en vue de sa végétalisation pour une meilleure protection du littoral

2• Rôle de filtre à matériaux essentiel pour ralentir la perte en sédiment (*sable et terre*) issu de l'arrière-plage

La protection de cette zone a été effective, méthode efficace et conservation du cimetière des Arawaks par maintien du sol.





▲
Mise en place de banquettes grillagées sur la plage de Sainte-Luce 2013 © ONF

5. Soutènement de talus par gabion végétal au niveau du haut de plage

Tout comme la banquette grillagée, il s'agit d'un système qui longe le littoral et qui se positionne au niveau des premiers sols littoraux érodés.

Ce système permet le confortement et le soutènement de façades littorales érodées par la mise en place de gabions en bois (*caisson végétal à double paroi*). Cette protection littorale par génie végétal permet de contenir le recul du trait de côte tout en maintenant une forêt littorale nécessaire au maintien des sols. Ce gabion autobloquant par son poids est rempli de matériaux grossiers (*blocs rocheux, pierres, terre et sable*).

L'objectif est double :

- 1• Soutènement et confortement de zones littorales dont le trait de côte recule
- 2• Maintien et reconstitution d'un sol, en vue de sa végétalisation pour une meilleure protection du littoral (*voir photos p. 44*).

6. Le rechargement en sable des plages

Les pratiques de rechargement nécessitent d'être encadrées et réalisées à l'échelle de la cellule sédimentaire. Dans tous les cas, il est nécessaire de s'assurer que le rechargement n'aura pas d'impact significatif sur la sensibilité des milieux et s'assurer également que la qualité des sédiments est compatible (*granulométrie, nature et qualité sanitaire*).



▲
Mise en place d'un confortement à l'aide de gabion végétal sur l'îlet Sainte-Marie 2014 © ONF

Généralement, on précède par un rechargement massif puis des rechargements d'entretien plus modestes afin de préserver un profil de plage suffisant. Selon les objectifs recherchés et la configuration du site, plusieurs modalités de rechargement sont possibles. **Un suivi régulier du rechargement est nécessaire** pour s'assurer du succès de l'opération et calibrer au mieux les rechargements d'entretien à réaliser périodiquement selon la fréquence des événements de fortes intensités et les vitesses de transport des sédiments (2 à 5 ans en moyenne).

Dans le cas des opérations de rechargement, il est nécessaire d'identifier une zone source de prélèvement assez proche du secteur à recharger afin de limiter les coûts de transport. Cette source peut être située au sein même de la cellule sédimentaire, dans un secteur en accrétion. Il s'agit alors d'un rééquilibrage au sein même de la cellule. Ou bien à partir de sédiments prélevés en mer dans des zones de petits fonds (*inférieur à 20 m généralement*). Enfin, sous réserve d'une compatibilité sanitaire pour cet usage, les sédiments de dragage portuaires peuvent également être réutilisés.



Anse Baleine, plage du sud de la Martinique © DEAL



Les falaises



4.



Description des falaises



▲ Façade littorale de 40 m de hauteurs sur Macouba (*quartier des Cinquante Pas, à l'est de la Pointe Lahoussaye*) sujette à des déstabilisations du haut de falaise comme en témoignent les éboulis présents en pied, menaçant les enjeux implantés au sommet
© BRGM

Le linéaire de côtes à falaises escarpées est de 98 km soit 22 % du littoral de la Martinique.

La nature et l'ancienneté des roches composant les falaises déterminent leur mode de dégradation donc leur forme et leur pente.

En Martinique, les falaises hautes et abruptes issues des épisodes volcaniques récents des Pitons du Carbet et de la Montagne Pelée se concentrent sur le littoral nord de la Martinique, entre les communes de Schœlcher et de Sainte Marie; tandis qu'au sud, les falaises présentent une hauteur plus limitée.

Rôle des falaises

Les falaises sont aussi des formations complexes sujettes à une érosion côtière, plus ou moins rapide, mais inéluctable sur le long terme.

Bien qu'une grande part du linéaire de falaises littorales en Martinique ne soit pas urbanisée (*notamment entre le bourg de Grand-Rivière et du Prêcheur, au niveau du Carbet et des Anses d'Arlet*), certains bourgs sont construits sur de hautes falaises littorales et exposés à leur recul (*Basse-Pointe et Macouba*).

Les falaises présentent aussi un attrait touristique et certaines portions du sentier littoral longent ces falaises (*entre Le Lorrain et Basse-Pointe par exemple*). Certaines routes offrent aussi des points de vue imprenables sur ces paysages.

Les matériaux éboulés peuvent jouer un rôle de pied stabilisateur de falaise et constituent une source de sédiments remobilisables pouvant contribuer au rechargement des plages voisines. Mais bien souvent l'action de la mer tend à évacuer les éboulis et à maintenir le risque d'éboulement.



Falaises du nord Caraïbes © BRGM

La dynamique des falaises

L'érosion des falaises se présente sous la forme d'une perte de matériaux rocheux et entraîne un recul irréversible du trait de côte. **La fragilité et la vitesse d'érosion d'une falaise sont essentiellement liées à sa nature géologique** et s'apprécient en observant la présence de niches d'arrachement, de fissures ou d'éboulis en pied.

Les falaises composées de roches dures (*comme les falaises de Texaco à Fort-de-France*) présentent des vitesses de recul très lentes et imperceptibles à l'échelle d'une vie humaine.

En revanche, certaines géologies peuvent présenter des vitesses de recul plus importantes. Sur des falaises subverticales, le recul se manifeste globalement de manière « brutale » par le biais d'éboulements pouvant être spectaculaires. Ainsi, les falaises de la Pointe Lahoussaye sur la commune de Macouba sont sujettes, épisodiquement, à des éboulements d'ampleur (*exemple de l'éboulement de plusieurs centaines de mètres cubes de matériaux ayant emporté le dispensaire de Macouba en 1971*).

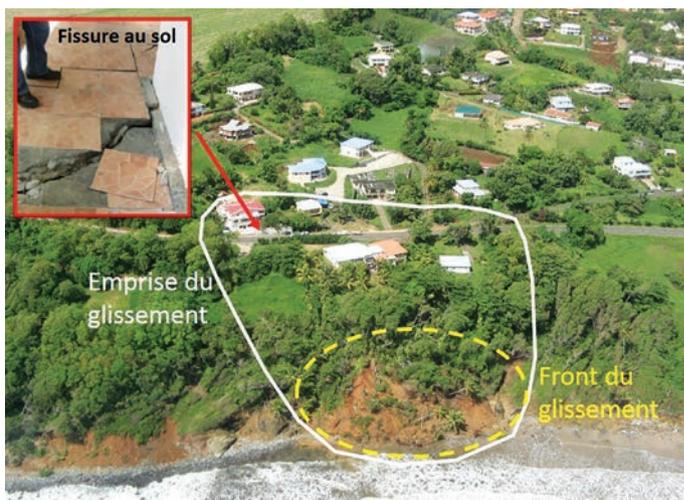
Des roches plus tendres donnent lieu à d'autres types de mouvement de terrain. Par exemple, la falaise littorale du quartier de Fond Saint-Jacques dans la commune de Sainte-Marie a été touchée par un spectaculaire glissement de terrain en mai 2009 qui a entraîné la déformation de la chaussée de la RN 1 et l'apparition de menaces sur plusieurs maisons du quartier.

Constat & causes de l'érosion

Les falaises par définition sont bordées par la mer. Leur évolution est la conjonction entre :

- les processus marins (*action mécanique des vagues et des courants*) qui entraînent une érosion du pied de falaise et créent des sous-cavages qui déstabilisent ensuite la falaise;
- les processus continentaux (*précipitations, infiltrations et altération des roches*) qui agissent sur la paroi et le sommet de la falaise en déclenchant des chutes de blocs, éboulements ou glissements.

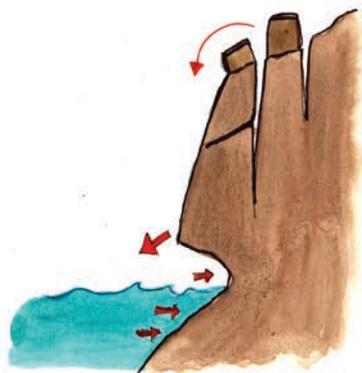
À ces processus naturels peuvent s'ajouter des facteurs anthropiques comme les rejets incontrôlés d'eaux usées ou pluviales induits par l'urbanisation en haut de falaise. Le piétinement sur les sentiers littoraux perturbe le maintien du couvert végétal ce qui accentue l'infiltration des eaux et l'érosion des sols.



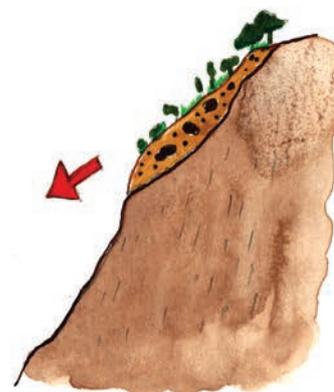
▲ Falaise présentant des sous-cavages en pied (Le Lorrain, Pointe Chateaugué)
© BRGM



chute de blocs / éboulement



sous-cavage et sapement de pied de falaise



glissement par sapement de pied

▲ Trois types de déstabilisations gravitaires sur les falaises littorales

Les mesures de prévention & les techniques de restauration

Les reculs des falaises littorales sont susceptibles de menacer les enjeux implantés au sommet, typiquement des habitations ou des routes.

Les parades géotechniques visant à conforter les falaises rocheuses sont des aménagements lourds et coûteux pouvant avoir un impact paysager important.

La mise en œuvre de ce genre d'aménagements ne peut relever que de cas exceptionnels. Dans tous les cas, ces parades nécessitent une expertise technique d'un organisme compétent pour la conception des ouvrages.



Prévention

La spécificité de l'érosion des falaises est qu'elle représente souvent une menace grave pour les vies humaines, que cela soit pour les enjeux situés en tête de falaise ou en pied. Comme le confortement de ces versants rocheux est souvent hors de portée, l'unique solution consiste alors en la relocalisation des enjeux.

Pour prévenir ces situations dangereuses, la gestion préventive passe aussi par **le contrôle du foncier en interdisant la construction sur les terrains exposés au recul des falaises** et par le déploiement de dispositions de réduction de l'aléa, telles que le drainage des terrains, les purges de roches instables et la gestion des eaux d'écoulement.



Un arrêté municipal de péril imminent a ainsi été pris pour la crèche municipale de Basse-Pointe le 27 mars 2018. Situé en bordure immédiate d'une falaise littorale abrupte de 40 m de hauteur, l'établissement présentait des dommages suggérant qu'une instabilité d'ampleur puisse mettre en danger les occupants de l'établissement.



Emplacement de la crèche municipale de Basse-Pointe, fermée par arrêté municipal de péril imminent en 2018 © BRGM



Vue aérienne du port de Case-Pilote © DEAL

Gestion du trait de côte

Les niveaux d'interventions

STRUCTURES		OUTILS & MOYENS MIS EN ŒUVRE	ACTIONS DE GESTION
ÉTAT	PRÉFET DEAL	Mise en œuvre d'action de protection & de restauration du littoral Coordination des services de l'État & élaboration du PPRN Politique de gestion du littoral en lien avec le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. Financement de projets de conservation & de protection du littoral Mise en œuvre d'actions de protection & de conservation	Mise en place d'une Commission Risques Naturels Appui technique, logistique & financier aux collectivités locales & communes Soutien technique & financier aux collectivités
ORGANISMES SCIENTIFIQUES	BRGM UA IFREMER	Projets de recherche & de développement & sensibilisation au niveau local Expertises auprès des décideurs & des gestionnaires du littoral Recherche & développement sur les problématiques d'érosion	Études & cartographies sur le recul du trait de côte en Martinique Participation à la réalisation d'un guide sur l'érosion littorale en Martinique
GESTIONNAIRES D'ESPACES NATURELS	ONF CDL PNM PARC MARIN	Réalisation de documents de gestion & de suivi Mise en œuvre d'action de protection & de restauration du littoral Sensibilisation du public aux problématiques locales Valorisation des espaces littoraux	Gestion de la Forêt Domaniale du Littoral Participation à la réalisation d'un guide sur l'érosion littorale en Martinique Acquisition foncière en vue de la préservation du littoral Gestion des espaces littoraux naturels & des Réserves Nationales & Régionales Gestion des aires marines protégées
COLLECTIVITÉS LOCALES	CTM AGENCE DES 50 PAS	Politique locale de gestion du territoire & du littoral Service instructeur des financements européens	Planification de l'aménagement littoral & développement du territoire (SAR, SMVM) Aménagement des zones littorales urbanisées
COMMUNAUTÉS DE COMMUNES (EPCI)	CACEM CAESM CAP NORD	Compétence GEMAPI Gestion du littoral au niveau intercommunal Mise en place de contrats de milieu (contrat de baie, de rivière...)	Contrat de Baie de Fort-de-France Contrat de Baie Marin / Sainte-Anne, Contrat du Littoral Sud Contrat de Rivière du Galion
COMMUNES		Aménagement & entretien du littoral Sensibilisation & formation des services techniques à la gestion du littoral	Prise en compte de l'érosion littorale dans les documents d'urbanisme Gestion des plages & du littoral communal par le services technique Sensibilisation à la population sur les problématiques littorales
ASSOCIATIONS		Éducation sensibilisation à la protection du littoral	Actions de sensibilisation du public aux problématiques littorales
PRIVÉS /RIVERAINS		Prise en compte de l'érosion littorale & du risque de submersion dans l'aménagement de leur terrain Avoir de bonnes pratiques	Aménagement protection du littoral à l'échelle locale Maintiens de la végétation littorale, Éviter l'imperméabilisation des terrains & les défrichements



Depuis le 1^{er} janvier 2018, l'État a confié la compétence "*Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations*" (**GEMAPI**) a été confiée aux **EPCI (CAP NORD MARTINIQUE, ESPACE SUD et CACEM)** à travers la loi **NOTRE**.

La compétence **GEMAPI** est composée de diverses missions (*article L.211-7 du code de l'environnement*). Parmi ces missions, la défense contre la mer doit être interprété comme englobant, notamment pour les côtes basses, les opérations de gestion intégrée du trait de côte contribuant à la prévention de l'érosion du littoral, **par des techniques dites « souples » mobilisant les milieux naturels**, ainsi que des techniques dites « dures » qui contribuent à fixer le trait de côte ou tout du moins à ralentir son évolution.

Par ailleurs, une des autres missions de cette compétence **vise la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides, ainsi que des formations boisées riveraines**. Les actions de gestion du trait de côte peuvent donc porter également sur les actions en lien avec la gestion de ces milieux qui contribuent à maintenir les équilibres sédimentaires et à atténuer les effets de l'érosion du littoral.

De plus, face au recul d'une partie des côtes, accentué par l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique et les interventions humaines, la France s'est dotée d'une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte qui a pour ambition, d'une part, d'améliorer et de mieux partager la connaissance sur les évolutions en cours et, d'autre part, de définir des stratégies à l'échelle des territoires pour favoriser leur adaptation.

Lexique

Anthropisation : Processus par lequel les populations humaines modifient ou transforment l'environnement naturel. La déforestation, l'élevage, l'urbanisation et l'activité industrielle sont parmi les principaux facteurs d'anthropisation.

Bassin versant : portion de territoire dont l'ensemble des eaux converge vers un même point de sortie appelé exutoire. Le bassin versant est limité par des frontières naturelles : lignes de crêtes ou ligne de partage des eaux.

Cellule sédimentaire : La cellule sédimentaire est une portion du littoral ayant un fonctionnement sédimentaire relativement autonome par rapport aux portions voisines. Ses limites sont, soit des ouvrages maritimes, soit des obstacles naturels importants (*caps, embouchures*) qui bloquent ou modifient le déplacement du sable sous l'action des houles (*dérive littorale*).

Courant de dérive littorale : Déplacement de matières (sédiments) le long du littoral sous l'effet des courants générés par le déferlement des vagues et le vent.

Espèce autochtone : appelée également indigène, désigne le caractère local d'une espèce.

Espèce introduite naturalisée : espèce non autochtone bien établie dans un biotope.

Estran ou zone intertidale est la partie du littoral située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus basses marées. Il constitue un biotope spécifique, qui peut abriter de nombreux sous-habitats naturels.

Marnage : amplitude entre la basse marée et la haute marée.

Tombolo : cordon littoral de sédiments reliant une île à un continent ou plus généralement deux étendues terrestres. C'est un terme géomorphologique caractérisant un cordon littoral reliant une île ou un îlot à la côte (*continent ou une autre île*). Le dépôt sédimentaire (*sableux ou graveleux*) est généralement mis en place par la réfraction du train de vagues due à l'île : celle-ci protège la zone située entre elle et l'autre étendue terrestre, provoquant le dépôt des sédiments où les vagues se rencontrent. Dans ce contexte, l'isthme est la partie la plus étroite du tombolo.

Trait de côte : limite matérialisant l'interface entre le domaine terrestre et le domaine marin. C'est une entité mobile en constante évolution qui peut prendre différentes définitions. Pour les plages, le trait de côte peut être défini comme la limite supérieure atteinte par la mer lors des plus fortes marées (*SHOM*), la limite de la végétation de haut de plage ou de déferlement des vagues (jet de rive) par exemple.

Végétation psammophile, sabulicole ou arénophile désigne des espèces végétales qui effectuent tout ou partie de leur cycle de vie dans un substrat sableux et par extension des espèces vivant dans d'autres substrats fins (*cendres, schlamms...*) ou s'en contentant comme habitat de substitution.

Sigles

ADUAM : Agence Urbanisme Aménagement Martinique

APB : Arrêté de Protection de Biotope

BRGM : Bureau de Recherche Géologie Minière

CACEM : Centre d'Agglomération du Centre de la Martinique

CAESM : Communauté d'Agglomération Espace Sud Martinique

CDL : Conservatoire Du Littoral

CTM : Collectivité Territoriale de Martinique

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DAAF : Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

EBC : Espace Boisé Classé

EPCI : Établissement Public de Coopération intercommunale

FDL : Forêt Domaniale Littorale

GEMAPI : Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

ONF : Office National des Forêts

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNM : Parc Naturel de Martinique

PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturels

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

ZHIEP : Zone Humide d'Intérêt Environnemental Particulier

UA : Université des Antilles

Bibliographie

▲ BALOUIN, Y., NACHBAUR, A. ET LOMBARD, M. (2018)

Expertise et recommandations pour gérer l'érosion des plages de la Pointe Faula, l'Anse Figuier et Grande Anse d'Arlet.

Rapport final. BRGM/RP-68186-FR, 73 p., 59 ill., 2 annexes.

▲ NACHBAUR A., PAULINEAU M., LE ROY M. (2015).

Évolution multidéennale (1951-2010) et décennale (2004-2010) du trait de côte de la Martinique.

Rapport final. BRGM/RP-63238-FR, p. 95, 66 illustrations, 2 annexes

▲ LEMOINGNE B., PAULINEAU M., NACHBAUR A., STÉPHANIAN A., (2013).

Établissement d'un état de référence du trait de côte de la Martinique : situation en 2010 et évolution historique depuis 1951.

Rapport final. BRGM/RP- 61686-FR150 p. 85, 31 illustrations, 2 annexes

▲ NACHBAUR A., BALOUIN Y., NICOLAE LERMA A., DOURIS L., PEDREROS R. (2015)

Définition des cellules sédimentaires du littoral martiniquais.

Rapport final. BRGM/RP-64499 — FR, p 95, 46 ill., 2 annexes, CD.

▲ GIEC (2014) — *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer].

GIEC, Genève, Suisse, 161 p.

▲ *Impact mer (2011) — Évolution spatiale des mangroves de Martinique depuis 1951.*

Rapport d'étude, pour : DEAL Martinique, 109 pp (+ 3 pp annexes).

▲ P. SAFFACHE, M. DESSE (1999),

L'évolution contrastée du littoral de l'île de la Martinique

Mappemonde 55 (1999.3), 24-27.

▲ MEEDDM (2009)

À l'interface entre terre et mer : la gestion du trait de côte. 29 p.



Directeur de la publication : **DEAL** © Mai 2019

Comité de rédaction : Clara Singh (**ONF**), Alban Gillet (**ONF**),
Aude Nachbaur (**BRGM**), Maeva Lombard (**BRGM**)

Comité de relecture : Yvonne Rémy (**ONF**), Clara Singh (**ONF**),
Alban Gillet (**ONF**), Aude Nachbaur (**BRGM**), Maeva Lombard (**BRGM**),
Benoît Vittecoq (**BRGM**), Michel Haully (**DEAL**), Gisèle Mondesir (**DEAL**)

Conception et univers graphique : © Kno972 et Kiron Key

Illustration : Raphaëlle Jacquemin

Crédits photos de couverture © **ONF**

Imprimeur : **Carib Ediprint**

*Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour
tous pays.*



