



Guide

Gestion de l'érosion du littoral de La Réunion



Union • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



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

REUNION



REGION REUNION

www.regionreunion.com



Géosciences pour une Terre durable

brgm



Sommaire

Avant-propos :

De la défense contre la mer
à la gestion du trait de côte 3

1 **Présentation des littoraux de La Réunion 4**

2 **L'érosion côtière à La Réunion**

a. Les mécanismes de l'érosion côtière 7
b. Les différents types d'érosion côtière 8

3 **Observer pour mieux gérer**

a. Les suivis simples 13
b. Les mesures instrumentées 15

4 **Gérer l'érosion côtière à La Réunion**

a. Comment agir ? 18
b. Gérer le recul des falaises 20
c. Gérer l'érosion des cordons sédimentaires 23

5 **Les acteurs du littoral 26**

6 **En résumé : principes élémentaires 28**

7 **Lexique 30**

8 **Pour en savoir plus 31**



Avant-propos

De la défense contre la mer à la gestion du trait de côte.

L'érosion côtière est un phénomène global d'origine naturelle qui concerne aussi bien les littoraux tempérés que tropicaux. Depuis le XX^{ème} siècle, la concentration de la population sur la frange littorale a conduit à de nombreuses tentatives de génie côtier afin de se défendre contre l'action de la mer et maintenir ces espaces souvent chèrement « conquis », avec parfois peu de réussite voire des effets inverses à ceux attendus.

L'île de La Réunion n'échappe pas aux phénomènes d'érosion côtière et voit les activités et les aménagements se développer sur ses façades littorales. Or, si les littoraux de La Réunion sont riches et variés, ils sont également très dynamiques et fragiles. Comme la création en 2007 de la Réserve Marine

est venue le rappeler, ils représentent un patrimoine naturel exceptionnel, mais également des enjeux socio-économiques structurants à l'échelle de l'île ainsi qu'une protection naturelle contre les cyclones et tempêtes qui sévissent chaque année.

Il s'avère donc indispensable de considérer le littoral comme un territoire à « gérer » durablement en conjuguant développement et urbanisation dans le respect des équilibres naturels.

Ce guide s'adresse aux décideurs, aux gestionnaires, aux associations de protection de l'environnement et à toute personne intéressée par la préservation du littoral. Son objectif est d'expliquer, de manière accessible au non spécialiste, les problèmes d'érosion auxquelles sont exposées les côtes réunionnaises et de proposer des solutions adaptées au contexte spécifique de l'île.



Présentation des littoraux de La Réunion

De manière générale, on peut définir le littoral comme l'espace situé à l'interface entre la terre et la mer. A La Réunion, il s'étend sur les 250 km du pourtour de l'île et prend différentes formes que l'on peut rassembler en quatre grandes familles :

- + les côtes rocheuses qui regroupent falaises et plateformes rocheuses
- + les côtes alluvionnaires avec les cordons de galets et plages de sable «noir»
- + les côtes coralliennes représentées par les plages de sable «blanc»
- + les côtes aménagées combinant différents stades d'artificialisation

Répartition des types de côte à La Réunion

Types de côtes	Linéaire côtier (Km)	Part du littoral (%)
Côtes rocheuses	107	43
Côtes alluvionnaires	80	32
Côtes coralliennes	18	7
Côtes artificialisées intégralement	45	18
Total	250	100

Source BRGM, 2004

Les côtes rocheuses sont les plus représentées sur l'île avec 43% du linéaire côtier. Présentes essentiellement sous la forme de falaises (Cap La Houssaye, Cap Méchant, etc.), certaines formations basses peuvent également être observées. Elles correspondent à des deltas de laves* comme celui de la Pointe de la Table dont les tunnels produisent les célèbres « souffleurs* » ou à des plateformes d'abrasion* qui témoignent de l'ancienne position de la falaise. Le plus souvent basaltiques*, ces côtes rocheuses peuvent aussi être mixtes (Pointe du Diable, Falaise de Ste Suzanne) et composées de matériaux plus tendres comme des scories*, lahars*, coulées de débris, etc.



Delta de lave avec Souffleur à St-Leu

Les côtes alluvionnaires* concernent 32% des littoraux de l'île et sont constituées des sédiments (plage de sables « noirs » et cordons de galets) produits par l'érosion des massifs volcaniques de La Fournaise et du Piton des Neiges et transportés sur le littoral par les rivières et ravines. Le remaniement de ces sédiments par la mer a amené la formation de cordons parfois éloignés de leur source d'origine. Par exemple, les sables de la baie de St Paul proviennent de la Rivière des Galets qui a drainé vers la mer les matériaux érodés suite au creusement du cirque de Mafate. Des dunes à l'image de celles de l'Etang-Salé se sont également formées lorsque les particules les plus fines ont été soulevées par le vent.



Falaise basaltique du «Sud Sauvage»



Falaise mixte de la Pointe du Diable



Plage et dunes de sable volcanique à Etang Salé les bains



Falaise mixte de Ste-Suzanne



Cordon de galets de St-Denis

* Les termes suivis d'un astérisque sont définis dans le lexique en fin de guide.

Les côtes coralliennes (7% du linéaire côtier) se caractérisent par la présence d'un récif frangeant* accolé à une plage faite de sable « blanc » d'origine biodétritique*. On appelle communément « lagon », la dépression d'arrière-récif de l'Hermitage-La Saline bien que ce terme devrait être réservé aux vastes espaces immergés en arrière des récifs barrières* plus anciens tels que l'on peut les rencontrer à Maurice ou Mayotte. Les récifs se développent essentiellement à l'Ouest sur le versant « Sous le vent » de l'île où les faibles précipitations favorisent leur croissance. Des formations moins développées que l'on peut qualifier de plateformes ou de bancs récifaux, selon leur extension, se développent toutefois dans des environnements moins propices comme à la Pointe Corail à St Rose. Le sable des plages est composé de débris coralliens et coquillers. A l'Hermitage ce sable recouvre de vastes espaces à l'intérieur des terres qui, aujourd'hui aménagés, formaient autrefois des dunes. On rencontre souvent au contact entre la plage aérienne et sous-marine des dalles rocheuses, appelées grès de plage* (beach rock), composées de sables consolidés.



Plage corallienne de l'Hermitage



Sable Biodétritique vue à la loupe binoculaire

Enfin, les **côtes aménagées** se caractérisent par l'artificialisation des types de côtes précitées par des constructions (bâti, ouvrages de défense, etc.). L'aménagement peut être soit ponctuel comme un mur en haut de plage ou une cale à bateau sur un cordon de galets soit intégral et recouvrir tous les étages du littoral (18% du linéaire côtier). A titre d'exemple, les enrochements des grandes infrastructures côtières (ports, aéroports, routes à quatre voies) sont directement au contact de la mer.



Artificialisation de la falaise de la Montagne (Route du Littoral)



Front de mer aménagé au Barachois, Saint-Denis



Beachrock de Grande Anse



L'érosion côtière à La Réunion

a - 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 la perte de matériel (roche, sable, galet) voire par un recul de la position du rivage.

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

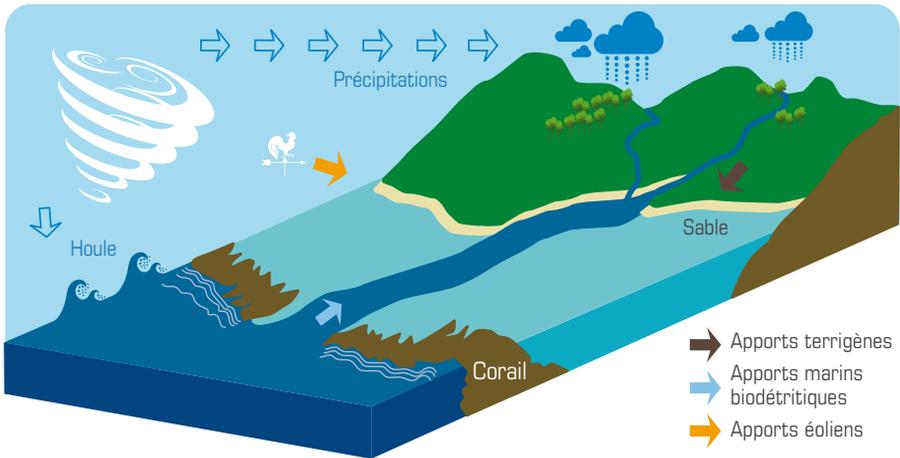
La mer est responsable des vagues, des courants et de la marée ; facteurs qui modelent la côte (creusement au pied de falaises, transport du sable et des galets, bris des coraux). Son niveau moyen est dans une phase de remontée naturelle depuis 20 000 ans, phénomène qui est accéléré par l'effet de serre*.

La terre se caractérise par l'exposition de la côte (plus une baie est profonde et plus elle est abritée) ; la nature des roches (fragiles ou résistantes) et l'apport potentiel des sédiments par les rivières.

L'atmosphère intervient essentiellement à travers le vent qui influence l'agitation de la mer ; et par la pluie qui agit sur le débit des rivières et le développement de la végétation.

Les organismes vivants tels que les coraux ou la végétation littorale (végétation des falaises, des hauts de plage et cordons de galets) jouent un rôle de protection contre la mer mais parfois aussi dans l'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'équipements en front de mer ou des modifications du couvert végétal perturbent la dynamique côtière et contribuent souvent à aggraver les phénomènes d'érosion.



Facteurs intervenant dans le fonctionnement du système littoral réunionnais

b - Les différents types d'érosion côtière

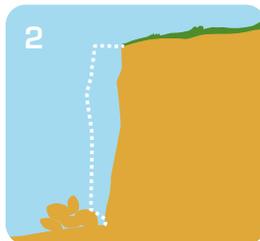
À La Réunion, la moitié du linéaire côtier est considéré en érosion. Cette érosion affecte essentiellement le lent recul des falaises basaltiques mais elle est plus prononcée sur les plages et les micro-falaises* meubles qui surmontent les cordons de galets.

b-1 - Le recul des falaises

Les falaises constituent des formes littorales d'ablation. Elles sont issues de l'action mécanique des vagues qui, en activant le mitraillage du pied de falaise par les galets et les phénomènes de compression et décompression, sont responsables d'un

sous-cavage*. Ainsi se crée un surplomb qui provoque des éboulements massifs par à-coup. Le haut du versant évolue également sous l'action des infiltrations qui peuvent créer des glissements ou des effondrements.

La vitesse de recul de la falaise dépend de l'érodabilité de ses matériaux, de la violence de la houle et du rôle de l'eau douce d'origine météorique* (infiltration de la pluie, ruissellement...) et continentale (nappes souterraines éventuelles). L'impact anthropique peut être notable en favorisant les infiltrations (par exemple par la fuite des réseaux d'assainissement) ou l'érosion d'un cordon sédimentaire en pied de falaise qui constitue une protection naturelle lorsqu'il est présent.



Recul classique d'une falaise

Le site de la **Pointe du Diable** est constitué de falaises hautes (15m) et tendres (tufs ponceux) exposées aux fréquentes et intenses houles australes. Sa partie Sud, la plus concernée par l'érosion côtière affiche un fort recul atteignant 26m entre 1966 et 2003. Depuis, le recul est moins marqué, car le matériel éboulé en pied de falaise la protège momentanément de l'attaque des vagues.

Sous-cavage et éboulement en pied à la Pointe du Diable à St-Pierre



Source BRCM, 2009

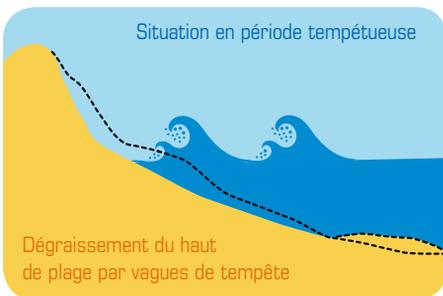
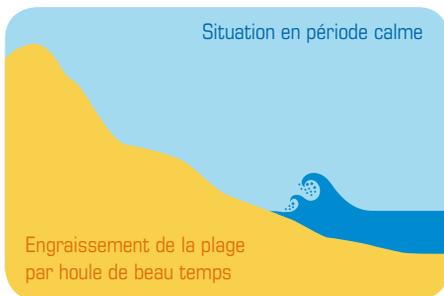
b-2 - L'érosion des cordons sédimentaires

Les cordons sédimentaires (plages ou cordons de galets) sont des formes littorales d'accumulation.

Le recul du trait de côte sur ces cordons résulte d'un déficit sédimentaire temporaire ou permanent. En effet la pérennité d'un cordon dépend de l'équilibre de son budget sédimentaire*. Cet équilibre résulte du bilan entre les apports de sédiments venant des alentours (transport de sédiments par la dérive littorale, par les rivières) et des pertes issues principalement de l'action des vagues et du vent.

Au sein d'une même cellule hydrosédimentaire*, le sable transite principalement sous l'effet de la houle créatrice de mouvements associés :

- > la dérive littorale, générée par l'obliquité de la houle par rapport à la côte, transporte les sédiments le long de la côte ;
- > des échanges transversaux se produisent lorsque les houles dites destructives (houle cyclonique ; tempête australe) prélèvent du matériel en haut de cordon et le dépose dans la partie immergée sous forme de barres sous-marines et lorsque les houles constructives (houles australes ou d'alizés moins énergétiques) ramènent le sédiment sur la partie aérienne du cordon.



Variation du profil des plages en fonction de l'intensité des houles (adapté de Paskoff, 1998)

Une érosion apparente de la partie émergée du cordon n'est donc pas forcément irréversible car sauf cas particulier (récif corallien, artificialisation du cordon), un phénomène de résilience permet naturellement un retour à l'équilibre. Des perturbations anthropiques de ces transits sont illustrées dans les exemples ci-dessous.

L'érosion des plages coralliennes

Le fonctionnement sédimentaire des plages coralliennes est principalement conditionné par la construction récifale, qui non seulement les alimente en sable, mais les protège aussi des houles.

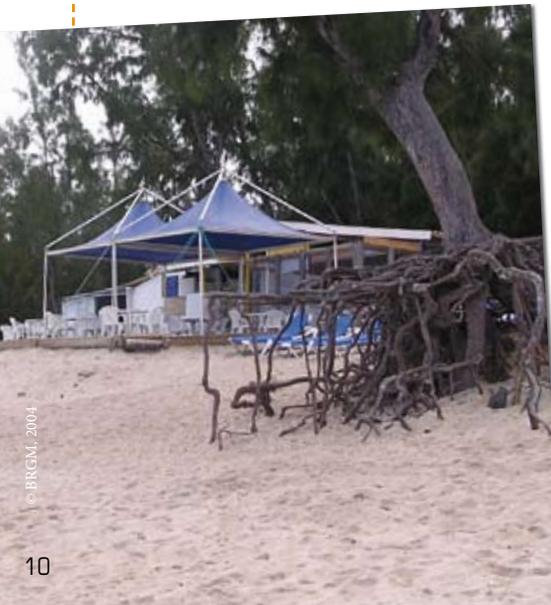
Pour la plage de l'Hermitage, lors des événements exceptionnels (tempête, cyclone), les vagues peuvent passer au-dessus du récif et déferler directement sur la plage. Il en résulte une érosion naturelle importante qui se manifeste par le départ du sable au large par la passe du même nom. Une fois déposé au large, il ne peut pas revenir sur la plage car l'épaisseur du relief récifal l'en empêche. Dans ce cas, il n'y a pas de résilience du système sédimentaire.

En 2010, il est estimé que 76% des plages coralliennes entre Boucan Canot (Cap Champagne) et Saint-Leu (plage du cimetière) affichait une tendance érosive (source Université de La Réunion/Réserve Naturelle Marine de La Réunion). Cet état des lieux inquiétant est à mettre en relation avec les actions anthropiques qui n'ont cessé de s'accroître ces dernières décennies et qui nuisent au fonctionnement naturel sédimentaire :

- en empêchant les organismes vivants (coraux, végétation) de se développer et de jouer leur rôle de protection. Les coraux qui ont mis des années à pousser, sont détruits par piétinement. Sur les bassins versants, l'urbanisation et l'agriculture génèrent pollutions de l'eau et érosion des sols. Aux embouchures ces phénomènes contraignent la croissance des organismes coralliens. La forte fréquentation, voire l'artificialisation, du haut de plage empêche le développement de la végétation naturelle qui a un effet de piège à sédiment de par son tissu racinaire. Cependant, la plantation d'arbres d'espèces exotiques là où ne poussaient naturellement que plantes rampantes et buissons peut avoir un effet négatif sur la stabilité du haut de plage.

- en perturbant la dynamique hydrosédimentaire par l'implantation d'aménagements sur le littoral ou le bassin-versant. Un exemple très explicite est donné à St-Pierre où les aménagements côtiers réalisés en haut de plage bloquent la mobilité transversale du stock sédimentaire et empêche la résilience de la plage. Aujourd'hui, l'impact est tel que la plage a localement disparu intégralement au-devant des murs de protection.

Érosion à proximité de la passe visible par la mise à nu des racines de filaos sur la plage de l'Hermitage





© BRGM, 2004

Érosion sédimentaire à St-Pierre liée à la présence des habitations sur la plage.



© R. Troadec, 2007

La végétation marquant la limite du talus de haut de plage a été arrachée suite aux attaques des houles extrêmes. Ces dernières ayant creusé le pied du talus (Gamède 2007) – baie de St-Paul

L'érosion des cordons alluvionnaires

L'érosion des côtes alluvionnaires affecte les plages et micro-falaises meubles surmontant les cordons de galets. Elle est due principalement à l'impact des houles de tempêtes et des aménagements anthropiques perturbant les transits sédimentaires et accentuant ainsi les phénomènes érosifs.

À titre d'exemple, l'impact de la houle cyclonique de Gamède en février 2007 a été particulièrement important sur le littoral de la baie de Saint Paul où la plage a reculé d'environ 15 m engendrant une micro-falaise sur les secteurs végétalisés et la destruction des habitations et du mobilier urbain dans les zones aménagées. Grâce à sa bonne résilience, la plage s'est en partie reconstruite suite aux houles australes de mai 2007 qui ont remonté le sable disponible dans la partie sous-marine.



© BRGM, 2007

Destruction de la piste d'atterrissage d'hélicoptère Gamède (2007), centre de St-Paul

Les formations superficielles* situées en haut de cordon ne jouissent pas de la mobilité des sédiments et sont entaillées en micro-falaises qui restent souvent visibles même lorsque le cordon sédimentaire est revenu à un profil d'équilibre (Champ Borne à Saint André ; Boulevard Lancaster à Saint Denis par exemple). Il est donc important de faire la distinction entre le recul de formations superficielles (irréversible) et celui du cordon sédimentaire (réversible).

Au même titre que les plages coralliennes, l'impact anthropique est important à La Réunion sur les cordons alluvionnaires, notamment en termes de blocage de la dérive littorale. Au Port, la Pointe des Galets connaît une érosion record de 230 m en 50 ans en raison du blocage des sédiments provenant de la Rivière des Galets par la jetée sud du Port-Ouest. Le front de mer de Saint-Benoit est également sujet à un recul accéléré du fait de la digue du Butor.



Evolution du trait de côte de la Pointe des Galets

© BRGM, 2009

Digue bloquant le transit sédimentaire
Port du Butor- St-Benoit



© BRGM, 2004

b-3 -Bilan de l'érosion sur le littoral Réunionnais

Evolution	Part	Typologie de littoral concerné
Engraissement*	7 %	Embouchures de rivières et ravines
Stabilité	22 %	Littoral stabilisé par des aménagements ou de la végétation
Equilibre	21 %	Littoral en équilibre dynamique (présentant une bonne résilience)
Erosion modérée	38 %	Falaises basaltiques
Erosion prononcée	12 %	Plage et micro-falaises meubles surmontant les cordons de galets

Source BRGM, 2004

Hormis dans les embouchures de cours d'eau, l'érosion affecte tous les types de côtes. Résultant de facteurs naturels comme les houles cycloniques et les tempêtes

australes, elle est aggravée par les actions anthropiques (aménagements principalement) qui perturbent la dynamique naturelle.



Observer pour mieux gérer

Afin de mieux gérer les littoraux de La Réunion, il convient de mieux comprendre leur fonctionnement et pour cela de les observer. Un suivi de la morphodynamique* côtière permet en effet d'appréhender les rythmes d'évolution du littoral et de prévenir des situations à risque en termes de conservation du milieu naturel mais aussi de vulnérabilité des biens et des personnes.

a - Les suivis naturalistes

La simple observation du paysage littoral permet de relever des indicateurs morphologiques qui traduisent des tendances d'évolution du littoral. Il convient toutefois d'être prudent dans leur interprétation

car des indicateurs contradictoires peuvent coexister et témoigner d'évènements passés, présents ou à venir.

Quelques exemples typiques des côtes réunionnaises sont donnés ci-dessous :

Indices d'érosion visibles sur les falaises



© BRGM, 2006

Fracturation de pans de falaise à la Mer Cassée à St-Philippe



© BRGM, 2008

Sous-cavage des falaises basaltiques de La Possession



Coulée à Langevin (due à l'infiltration des eaux de pluies)

Indices d'érosion visibles sur les cordons sédimentaires

Observer pour mieux gérer

RACINES D'ARBRES MISES À NUES EN HAUT DE PLAGE

© Yie Océane, 2010



Déracinement des Filaos de l'Hermitage

DEMANTELEMENT DE LA DALLE DE BEACH ROCK

© Yie Océane, 2010



Mise à nu et démantèlement de la dalle de Beach rock à St Leu (plage face au cimetière)

PROFIL SUBVERTICAL DE LA MICRO-FALAISE ET CHUTE DES PLANTATIONS

© BRGM, 2004



Micro-falaise vive au Sud de Grande-Anse et chute de cocotier

PROFIL SUBVERTICAL DES PLAGES

© BRGM, 2004



Profil subvertical du haut de plage à St-Paul suite à la houle cyclonique de février 2004

AFFOUILLEMENT ET/OU DESTRUCTION DES MURS DE PROTECTION



Déchaussement du mur de protection à Etang Salé

© BRGM, 2006

b - Les mesures instrumentées

Levés topographiques et bathymétriques

Les levés topographiques* et bathymétriques* permettent de suivre quantitativement l'évolution des formes littorales en réalisant soit des levés le long de profils (permet de suivre les évolutions de la pente) soit des levés surfaciques (semis de points) afin de constituer un Modèle Numérique de Terrain.

GPS

Différents instruments permettent de réaliser des mesures topographiques. Le GPS en mode différentiel est celui qui s'est le plus généralisé pour des levés terrestres. En lien avec une station fixe qui assure une précision centimétrique, une station mobile effectue les mesures sur la portion littorale concernée.



Station fixe (à gauche) et mobile (à droite) du système DGPS pour la topographie



Couplage sondeur/GPS embarqué pour la bathymétrie

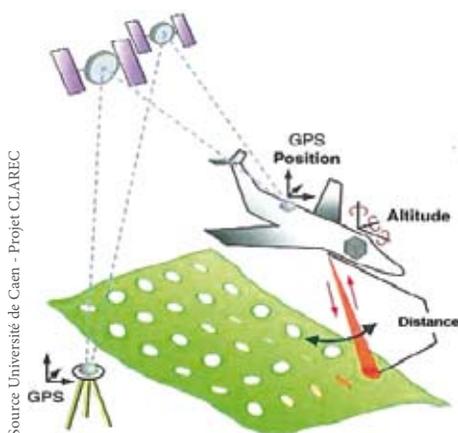
Sondeur bathymétrique

En mer, dans les zones profondes, un sondeur bathymétrique couplé à un GPS permet de mesurer la profondeur en calculant le temps de parcours de l'écho d'un signal sonore émis vers le fond.

Sur le littoral réunionnais, des profils des plages coralliennes sont opérés par l'Université de La Réunion (laboratoire Géosciences Réunion) depuis 1991 et des profils topo-bathymétriques par le BRGM depuis 2006 sur 12 sites sensibles (falaises, plages, cordons de galets) à la fois sur la partie aérienne et sous-marine de la côte afin de pouvoir observer le devenir des sédiments en mer.

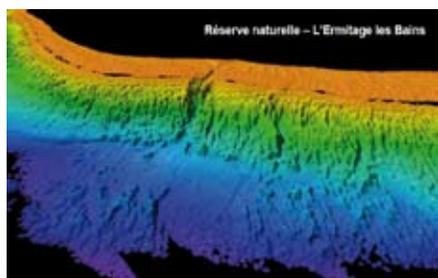


Levé topographique des zones arrières récifales peu profondes au DGPS



Source Université de Caen - Projet CLAREC

Schématisation du principe de mesure au Lidar topographique



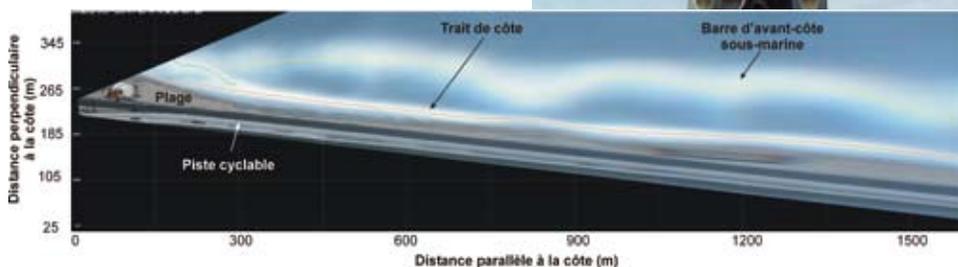
Source IGN-SHOM

Extrait du futur Modèle Numérique de Terrain (MNT) terre-mer issu du projet lidar « Litto3D »

Lidar* aéroporté

Des levés aériens de plus grande échelle sont également rendus possibles grâce à la technologie de scannographie laser aéroportée. Ils ont pour objectif de produire un modèle numérique altimétrique continu de l'interface terre-mer de résolution métrique (avec

Système vidéo opérationnel sur le lido de Sète



© Casagrec, 2011

une précision de l'ordre de 20 cm pour la topographie et 50 cm pour la bathymétrie) à l'aide de lasers aéroportés. L'apport essentiel de cette technologie très coûteuse est de couvrir des zones très importantes tout en ayant une très bonne précision. Des levés ont été réalisés à La Réunion et la constitution des MNT est en cours.

Suivi vidéo

L'usage de caméra vidéo a pour intérêt majeur d'assurer un suivi quasi-continu du littoral, ce qui revêt un apport particulier pendant les zones de tempête qui sont les plus impactantes en termes d'évolution et les moins connues d'un point de vue scientifique. Les images acquises font l'objet de traitements (orthorectification, moyennes d'images, etc.) qui permettent de déterminer les variations de la position du trait de côte, des barres sous-marines mais aussi de caractériser les conditions de mer, la fréquentation d'un site, etc. Ce système aujourd'hui de plus en plus utilisé sur les littoraux du monde entier, notamment de métropole, n'est pas encore mis en œuvre à La Réunion. Des applications sur les zones littorales où des aménagements sont prévus sont particulièrement adaptées pour suivre les effets des travaux sur le milieu.





Gérer l'érosion côtière
à La Réunion

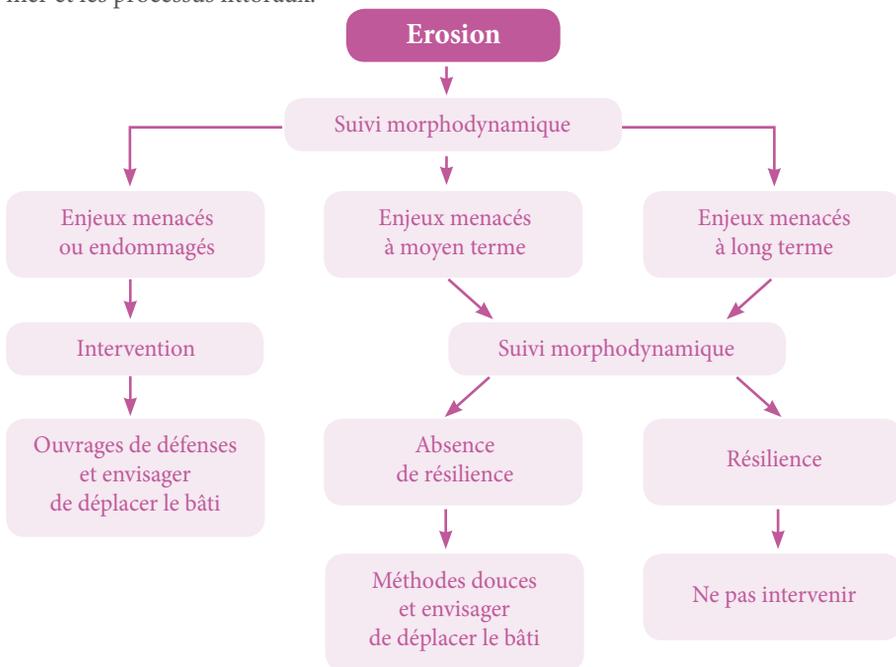
a - Comment agir ?

Historiquement, face à la « menace » que représente l'érosion côtière, la solution a été de construire des ouvrages de défense contre la mer (mur, épis...). Cette solution d'aménagements « lourds » a parfois conduit à des effets contraires à ceux attendus : les ouvrages stoppent l'érosion à cet endroit mais l'accroissent à proximité (par exemple, la digue du port du Butor à St Benoit provoque une accumulation importante de galets au Sud et une érosion importante au Nord).

Aujourd'hui des solutions alternatives « souples » parfois dites « douces », peuvent selon les cas être préconisées 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 mais d'accompagner et d'aller « avec » la mer et les processus littoraux.

Lorsque le phénomène ne génère que peu ou pas de gêne pour les activités humaines, la solution la plus sage consiste à laisser l'érosion suivre son cours naturel en maîtrisant le foncier (réduction des enjeux actuels ou à venir). Lorsque les enjeux sont présents, un recul stratégique* (ou réaligement) peut être envisagé et lorsqu'ils ne sont pas encore implantés, une gestion préventive peut être mise en œuvre en conservant un espace-tampon entre l'urbanisation et la mer.

Dans tous les cas, une bonne gestion du littoral, passe par une bonne connaissance du fonctionnement naturel de la zone (phénomènes naturels extrêmes passés, morphodynamique du littoral, écosystèmes) combinée à l'appréciation des enjeux (sociaux, économiques, préservation de l'environnement).



Arbre de décision simplifié pour la gestion de l'érosion côtière (modifié d'après Cazes-Duvat et Paskoff, 2004)



En outre, un des outils qui peut guider le choix en matière de politiques publiques de protection du littoral est l'analyse coût-bénéfice (coût de la protection en comparaison du coût des enjeux) qui, à côté d'autres indicateurs mesurant les impacts sociaux et environnementaux, est un critère important de la pertinence d'un projet.

L'implantation d'ouvrages de défense fait appel à des méthodes de géotechnique et de génie côtier qui sont largement connues des bureaux d'études spécialisés. Compte tenu des effets contraires précités, ce guide s'attache à présenter essentiellement les méthodes et techniques souples ainsi que la gestion préventive des littoraux dont les applications restent peu répandues à La Réunion.

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.

b - Gérer le recul des falaises

La gestion préventive

La gestion préventive consiste à maintenir un espace « tampon » entre le haut de falaise et les infrastructures. La largeur de cette zone libre de construction dépend de la vitesse de recul de la falaise. Cette dernière est estimée dans le cadre de la mise en place des Plans de Prévention des Risques naturels Littoraux (PPR-L).

Plusieurs moyens permettent la maîtrise de l'urbanisation : classement de la zone exposée en « non constructible » (Plan Local d'Urbanisme et/ou PPR), et/ou maîtrise foncière publique des terrains exposés. 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 falaise ou au 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 ait pas d'accélération de l'érosion. Le suivi est à adapter à la vitesse de recul de la falaise (depuis le suivi vidéo pour les falaises à recul rapide jusqu'à la simple mesure de la distance entre un point fixe et le versant pour les cas moins sensibles par exemple).

Les méthodes souples

Si elles ne peuvent empêcher les mouvements de masse (glissement de terrain par exemple), certaines méthodes souples participent à la stabilisation du versant et ralentissent l'érosion superficielle. Ces méthodes peuvent être mises en œuvre simplement sur des petites falaises (quelques mètres).

Reprofilage

Il s'agit de modifier la pente du versant par des terrassements afin d'augmenter sa stabilité, en tenant compte de plusieurs facteurs (type de roche, structure de la falaise, teneur en eau). Cette technique qui suppose un espace suffisant au pied du versant, ne peut être appliquée à tous les types de falaises. Elle suppose une bonne connaissance de la structure géologique de la falaise et des conditions d'infiltrations d'eau.

Drainage

Le reprofilage n'est jamais envisagé comme solution unique et doit nécessairement être accompagné de solutions complémentaires de drainage.

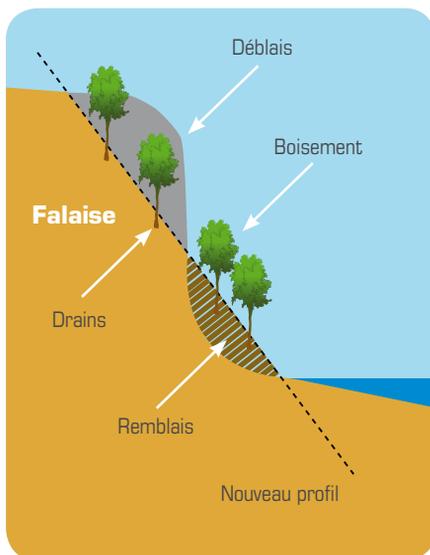
La technique consiste à éliminer les ruissellements et les infiltrations superficielles dans la falaise. La mise en place de tranchées drainantes horizontales contribue à la stabilisation des falaises sujettes au glissement des couches supérieures constituées de matériaux meubles. Pour les formations présentant des nappes aquifères, la mise en place de drains subverticaux et de drains verticaux permet de capter les eaux des nappes profondes.

Végétalisation et génie écologique

En complément, il est important de procéder à la végétalisation du talus afin de le stabiliser. Le choix des espèces végétales

est primordial 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 de glissements. Il faut en outre que les plantes soient adaptées au milieu littoral et soient résistantes au vent et au sel. Les végétaux à fort développement (arbres) génèrent un risque de déstabilisation, en vieillissant, par basculement dans la pente et déchaussement du système racinaire. Ils sont donc à éviter.

Les espèces naturelles en place doivent être privilégiées. Elles représentent en général un système racinaire puissant et bien ancré, et un système aérien d'un développement adapté et acceptable au regard de l'objectif recherché. Le contrôle de l'implantation d'espèce indésirables sur le plan écologique et à développement excessif est indispensable dans le suivi de telles zones.



Exemple de reprofilage de falaise

D'autres techniques relativement économiques de génie écologique existent afin de protéger le talus de l'érosion de surface. La technique consiste à préserver et à encourager la couverture végétale de la falaise, principalement en partie sommitale, par la mise en place d'une couverture en matériaux protecteurs de type fibre, géotextile ou jute, de fascines et tunages.

De même, de petits ouvrages caractérisés par leur perméabilité permettent de freiner efficacement la vitesse de ruissellement des eaux pluviales et de favoriser l'accumulation des matériaux fins mis en mouvements.

Prenons un exemple réalisé en métropole :

> Sur les terrains inclinés, les fascines, poteaux de châtaigniers et branches de saule tressées, sont disposés perpendiculairement aux écoulements. Leur répartition est fonction des ruptures de pente et de la puissance d'érosion des eaux de ruissellement. Elles ont pour finalité de stabiliser temporairement un terrain pendant la reconquête végétale et ont donc pour vocation de disparaître, la végétation prenant au final le relais.

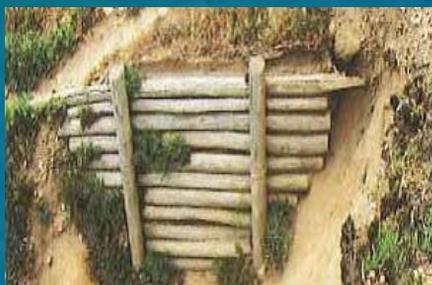
> En travers des ravines d'érosion, derrière une rangée de pieux verticaux, sont ajustés horizontalement des rondins. Le remplissage du fond de la ravine est ensuite effectué avec des matériaux grossiers pour garantir la circulation de l'eau.



Couverture de protection de la partie sommitale de la falaise



Protection par fascines, St-Pierre-Quiberon(56), 2006



Protection par tunages, Guidel(56), 2006

Source MEDDM, 2010

c - Gérer l'érosion des cordons sédimentaires

La gestion préventive

Les plages, dunes et cordons de galets nécessitent un espace de « respiration » permettant de constituer le stock sédimentaire nécessaire à une bonne résilience (retour à l'équilibre suite à une tempête). La non-constructibilité ainsi que la maîtrise foncière publique sur un espace suffisant en arrière de l'estran* restent la meilleure solution afin de conserver les plages et autres cordons littoraux.

Les modalités de mise en œuvre de cette gestion préventive sont globalement similaires à celles présentées pour les falaises. En outre, une attention particulière doit être apportée à l'entretien des plages coralliennes : les débris de coraux ne doivent pas être retirés du système car en tant qu'apports biodétritiques, ils contribuent au budget sédimentaire de la plage. Sur les littoraux très fréquentés, la canalisation des flux de piétons permet en outre de limiter le piétinement de la végétation en haut de cordon qui participe à lutter contre l'érosion en piégeant les sédiments (des cheminements au moyen de petits plots peuvent être installés à cet effet, comme sur le site de la Pointe du Raz en métropole).

Les méthodes souples

Réhabilitation du haut de cordon

Comme cela a été décrit précédemment, les formations superficielles qui surmontent le haut du cordon sédimentaire sont le plus souvent entaillées en micro-falaises car elles n'ont pas la capacité de résilience des formations sédimentaires. Pour être efficace, un rechargement doit être effectué avec des matériaux adaptés (respect de la granulométrie) et présentant un impact

Protection du haut de plage par la Patate à Durand (Ipomea Pes-Caprae)

environnemental minimal (tri préalable des matériaux à déposer) sur une pente douce reprofilée et revégétalisée. Enfin, il ne doit pas gagner sur le cordon sédimentaire en aval qui joue naturellement un rôle de protection par dissipation de la houle.

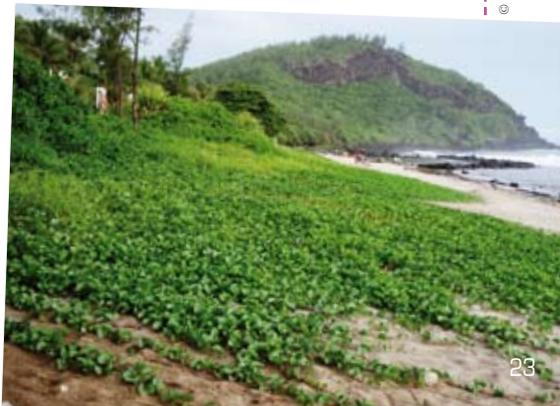
Suite à un recul important, le remblayage (souvent au moyen de « tout-venant ») est pratiqué à La Réunion de manière peu adaptée afin de regagner les superficies perdues.

Exemple de remblayage



© BRGM, 2009

Le maintien d'une végétation adaptée et la végétalisation raisonnée du haut de plage constituent un moyen de protection active à ne pas négliger (maintien relatif du sable et par voie de conséquence meilleure dissipation de la houle). A titre d'exemple, les habitations du quartier de Grand Fond à St Gilles les bains dont le front de mer est végétalisé ont été moins impactées par le cyclone Gamède que les autres.



© BRGM, 2009

Les espèces à planter doivent être adaptées au littoral de La Réunion et respecter une organisation transversale allant des plantes rampantes au contact de la plage (sensu stricto) jusqu'aux formations arbustives sur l'arrière-plage, proches de celles ayant existé à l'état naturel avant l'implantation de l'homme sur l'île. Les plantations arborées de Filao sont à évi-

ter car elles limitent le développement de la végétation rampante et protectrice du haut de plage. Signalons, au passage, que la reconstitution des formations végétales littorales serait de nature à favoriser la ponte des tortues marines sur le littoral réunionnais (site en expérimentation en cours d'aménagement).

Liste des espèces adaptées au littoral de La Réunion

1 : groupe d'espèces devant être majoritaire ; 2 : espèces à caractère facultatif (source ONF)

		Priorité
Supra et ad littoral sous l'influence embruns zone sèche 7 espèces	Latanier rouge (<i>Latania lontaroides</i>) si >1500 mm d'eau	1
	Mahot bord de mer (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)	1
	Manioc marron du bord de mer (<i>Scaevola taccada</i>)	1
	Patate à Durand (<i>Ipomoea pes-caprae</i>)	2
	Patate cochon (<i>Canavalia rosea</i>)	2
	Porcher (<i>Thespesia populnea</i>)	2
	Veloutier bord de mer (<i>Heliotropium foertherianum</i>)	2
Bord d'étang zone littorale 7 espèces	Mahot bord de mer (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)	1
	Porcher (jeune feuille cuivré, rare) (<i>Thespesia populneoides</i>)	1
	Toto margot (<i>Heritiera littoralis</i>)	1
	Porcher (<i>Thespesia populnea</i>)	2
Littoral humide sous l'influence embruns 4 espèces	Manioc marron du bord de mer (<i>Scaevola taccada</i>)	1
	Vacoa bord de mer (<i>Pandanus utilis</i>)	1
	Veloutier bord de mer (<i>Heliotropium foertherianum</i>)	1

Réengraissement de l'estran

Plusieurs techniques permettent d'accompagner les processus naturels afin de lutter contre l'érosion et réengraisser l'estran.

Les systèmes de drainage, l'implantation de boudins géotextiles émergés ou immergés (récifs artificiels) de la plage interviennent sur les échanges sédimentaires transversaux en favorisant la dissipation de la houle soit en mer (rôle de brise-lame) soit sur l'estran (drains et géotextiles qui accentuent les infiltrations

du jet de rive). Ces techniques encore expérimentales ont peu été développées à La Réunion (boudin géotextile posé sous l'esplanade en centre-ville de Saint-Paul aujourd'hui totalement ensablé).

La reconstitution du transit sédimentaire longitudinal (dérive littorale) suite à un blocage par un ouvrage transversal peut être réalisée au moyen d'un système hydraulique de by-passing* qui pompe les sables en amont-dérive de l'ouvrage et les rejette en aval-dérive.

Récifs artificiels (boudins géotextiles) à Narrowneck, Australie

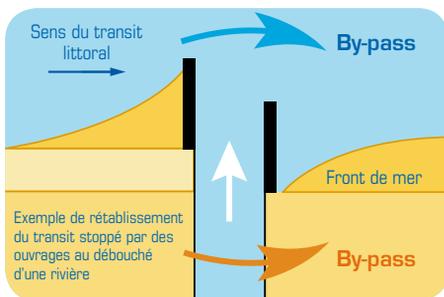
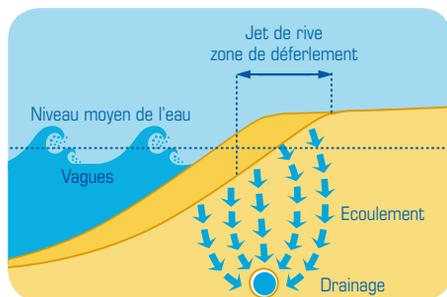
Enfin, les rechargements artificiels restent la méthode souple la plus largement utilisée. Les sédiments peuvent être prélevés soit à proximité lorsqu'une accumulation est provoquée par un ouvrage soit en dehors de la cellule hydrosédimentaire, en particulier dans les fonds marins où d'importants stocks fossiles existent. Dans ce contexte, la mise en place d'un « Plan de gestion des sédiments » permet d'identifier les ressources et les besoins potentiels en respectant les transits en action, les modalités de rechargement et les écosystèmes marins. En effet, pour que le rechargement soit efficace, il faut que le type de sédiment (nature, granulométrie) soit compatible et que son extraction ne soit pas génératrice de déséquilibres pour les fonds marins (ex. risque d'écotoxicité). Le profil d'équilibre de la plage devra être respecté. Les rechargements peuvent être opérés à terre par camion ou en mer par clapage*.

Dans le cas particulier de gestion des débordements de cours d'eau liés au blocage de l'embouchure de la ravine par le

cordons littoral (dérive littorale), il est à noter qu'il n'est pas nécessaire d'endiguer systématiquement l'embouchure et que percer le cordon (tant que possible de manière manuelle) en conservant les sédiments à proximité au sein de la cellule sédimentaire et faciliter l'écoulement de la ravine s'avère le plus souvent suffisant. Dans le cas où les enjeux potentiellement vulnérables sont importants, une étude hydraulique appropriée doit être engagée afin de déterminer précisément le moyen le plus adapté.



Rechargement par voie terrestre



Drainage et By-Pass



Les acteurs du littoral

a - La propriété de l'espace littoral

Le Domaine Public Maritime (DPM) est défini à l'article L2111-4 du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques (CGPPP). Il comprend notamment le sol et le sous-sol de la mer entre la limite extérieure de la mer territoriale (12 miles marins) et, côté terre, le rivage de la mer. A terre, le DPM s'étend en France métropolitaine jusqu'à 100 m à l'intérieur des terres sous réserve du droit des tiers au 5 janvier 1986 (date de mise en application de la Loi Littoral). A La Réunion, cette bande est limitée par la zone dite des «50 pas géométriques» qui a été bornée en 1876. Le levé, conservé au service des domaines, fait foi sous réserve du droit des tiers au 5 janvier 1986.

Le DPM est :

- Inaliénable : il ne peut être transmis au profit d'une personne privée ;
- Imprescriptible : il ne peut se voir déclassé par une occupation continue (contrairement aux règles du Code Civil).

L'État veille à la conservation du domaine public maritime, et le maintien de son caractère naturel. A ce titre, il n'appartient pas à l'État, en tant que propriétaire du DPM, d'intervenir pour la protection des espaces vulnérables aux risques d'érosion. Ces ouvrages de protection peuvent relever de la compétence du particulier (loi du 16 septembre 1807), d'un groupement

de particuliers ou des collectivités territoriales (si le projet présente un caractère d'intérêt général, cf. L.211-7 du Code de l'Environnement).

La gestion du DPM peut éventuellement faire l'objet d'une convention de gestion à une personne publique, dans les conditions définies par l'article L.2123-2 du CGPPP.

A l'exception de l'État, la personne publique ou privée qui souhaite intervenir sur le domaine public maritime doit faire une demande d'autorisation d'occupation du DPM, qu'il s'agisse de travaux à réaliser, d'aménagements ou d'interventions ponctuelles.

b - La gestion du trait de côte

La mise en place d'une stratégie de gestion du trait de côte et des espaces littoraux doit nécessairement intégrer l'analyse des mécanismes à l'œuvre à une échelle hydro-sédimentaire adaptée, l'identification des pressions actuelles et futures d'origine naturelle ou anthropique, les options envisagées et la justification du parti finalement retenu pour la gestion de ce trait de côte ainsi que les modalités de mise en œuvre et de suivi de la démarche.

La définition et la mise en œuvre de cette stratégie de gestion impose la mobilisation de multiples acteurs :

Acteur	Principales responsabilités et compétences
Collectivités locales, éventuellement regroupées en structure intercommunale en fonction de l'échelle	<ul style="list-style-type: none"> - Maîtrise d'ouvrage des travaux de défense contre la mer - Urbanisme - Sécurité des populations - Propriétaire de certains espaces (éventuellement)
Etat	<ul style="list-style-type: none"> - Propriétaire et gestionnaire du domaine public maritime - Procédures réglementaires (loi sur l'eau, études d'impacts) - Élaboration des plans de prévention des risques
Établissements publics et organismes techniques (BRGM, Université,...)	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance des milieux et des mécanismes littoraux
Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres Office National des Forêts	<ul style="list-style-type: none"> - Attribution ou affectation de certaines parties du DPM (pour le Conservatoire du Littoral) - Gestion du domanial (pour l'ONF) - Connaissance des milieux littoraux
Population Associations	<ul style="list-style-type: none"> - Occupation et fréquentation du littoral - Propriétaires de certaines portions - Concertation sur les projets

L'exemple du littoral Aquitain

Le littoral aquitain s'étend sur 270 km entre la Gironde au nord et la Bidassoa (frontière avec l'Espagne). Essentiellement sableux (230 km) mais présentant également des falaises rocheuses (40 km), les différents espaces côtiers de ce littoral sont interdépendants et très mobiles. Pour répondre aux enjeux liés à la gestion de ce littoral, les acteurs concernés ont mis progressivement en place l'organisation suivante :

> Un Observatoire de la Côte Aquitaine (regroupant le BRGM et l'ONF), avec un portage commun État, Région, Conseils Généraux de la Gironde, des Landes, des Pyrénées Atlantiques et Syndicat Mixte du Bassin d'Arcachon (le financement de cet observatoire est assuré par le contrat de projet État/Région et le PO FEDER) chargé depuis 1996 du suivi du littoral, du partage de l'information et des données relatives à cet espace et d'expertises ;

> Un Groupement d'Intérêt Public Littoral Aquitain depuis 2006 (regroupant les com-

munautés de communes, les communautés d'agglomérations, les conseils généraux, le conseil régional et l'État) qui est un outil de gouvernance chargé d'alimenter les réflexions, de coordonner les actions et d'assister techniquement les collectivités locales dans leurs projets sur ces espaces littoraux (ex. Plan de développement durable, schémas vélos, plan-plage, stratégie de gestion du trait de côte...). L'Observatoire intervient en support technique du GIP.

> Un Réseau de Recherche Littoral Aquitain depuis 2005, composé des équipes scientifiques et des laboratoires de recherche en Aquitaine, conduisant des recherches sur les systèmes côtiers et les milieux d'interface (estuaires et lagunes) dans le but de promouvoir de grands projets de recherche, favoriser les échanges avec les décideurs et de faire connaître les résultats de ces recherches.

En savoir plus sur : <http://www.littoral-aquitain.fr>

6+

En résumé : principes élémentaires

Type de littoral		Méthodes souples	Recommandations
Dans tous les cas, préférer une gestion préventive (conserver ou libérer un espace tampon) plutôt qu'une démarche de protection et assurer un suivi de la dynamique côtière.			
Falaise		Reprofilage Drainage Végétalisation	Solutions mixtes « souples » et géotechniques possibles Distinction entre mouvements de masse et érosion superficielle
Cordon sédimentaire	Haut de cordon	Rechargement Reprofilage Végétalisation	Eviter le remblayage de tout-venant et ne pas gagner d'espace sur la mer (micro-falaises) Limiter le piétinement de la végétation Bien choisir les espèces et les zones où planter ; respecter les séquences végétales
	Estran alluvionnaire ou corallien	Drainage Boudins géotextiles By-Passing Rechargement	Ne pas bloquer les transits sédimentaires par des aménagements Mettre en place un « Plan de gestion des sédiments » Adapter le nettoyage de plage Ouvrir le cordon aux embouchures de ravines en laissant les sédiments sur place

Préserver la « naturalité » du littoral de La Réunion. Les littoraux réunionnais sont des espaces naturels particulièrement importants sur le plan écologique (biodiversité) et socio-économique (tourisme, protection face aux tempêtes et cyclones).

Réduire l'impact de l'homme sur l'érosion côtière. Tous les types de littoraux naturels de La Réunion (falaises, cordons alluvionnaires et coralliens) 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 : impact des aménagements sur la mobilité des sédiments, forte fréquentation et dégradation de la végétation littorale, 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 adjacents. À La Réunion, 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 nécessaire de maîtriser l'urbanisation (PPR, PLU) et le foncier là où c'est encore possible en laissant un espace non construit suffisant en arrière des falaises et des plages (principe de « zone tampon »).

Privilégier les méthodes souples de protection. Dans le cas où une intervention est nécessaire, des méthodes dites souples et des recommandations simples sont souvent suffisantes et adaptées au contexte de La Réunion (cf. tableau de synthèse).

Assurer un suivi de la dynamique côtière. Le suivi morphodynamique permet de mieux comprendre le fonctionnement littoral afin d'adapter au contexte local les solutions de remédiation de l'érosion. Le suivi permet également d'appréhender les effets des aménagements ou des méthodes de protection mises en œuvre.

Lexique

Alluvionnaire : relatif aux alluvions, sédiments transportés par les cours d'eau.

Avalanche de débris : coulée boueuse ou avalanche de glissement de pente contenant des débris rocheux hétérogènes, hétérométriques et plus ou moins consolidés (voir aussi lahar).

Bathymétrie : mesure des profondeurs pour déterminer la topographie des fonds de la mer.

Basaltique : de basalte, roche volcanique.

Berme : corps sédimentaire sableux de plage située sur une zone supérieure de battement de la houle. Créé lors des épisodes d'engraissement de plage par des houles calmes et régulières.

Biodétritique : produit de l'érosion d'origine biologique (corail, coquilles, etc.).

Budget sédimentaire : (*syn. bilan sédimentaire*) rapport entre les apports et les pertes de sédiments au sein d'une cellule hydrosédimentaire.

Cellule hydrosédimentaire : (*syn. cellule sédimentaire*) zone côtière au sein de laquelle les sédiments circulent sans échanges majeurs avec l'extérieur.

Clapage : rejet en mer de matériaux, généralement de produit de dragage.

Delta de lave : coulée de lave ayant formé une plateforme rocheuse en arrivant en mer.

Effet de serre : phénomène naturel de réchauffement de la Terre en raison de la présence de gaz dans l'atmosphère. Ce phénomène est intensifié par l'Homme par le rejet de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, ce qui contribue à l'accélération du réchauffement climatique (phénomène d'origine naturelle).

Engraissement : désigne dans ce contexte, un apport sédimentaire à la côte (phénomène inverse de l'érosion).

Erodabilité : sensibilité à l'érosion.

Estran : est la partie du littoral située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus

basses marées. À La Réunion où les marées sont réduites, concerne la zone balayée par les houles influentes.

Formations superficielles : dépôt meuble, généralement peu épais, recouvrant la roche-mère.

Grès de plage (*beachrock*) : banc de dalles rocheuses situé à l'interface terre-mer, issu de la cimentation en profondeur du sable de la plage en raison de conditions physiques et biochimiques actives au niveau de la zone de balancement des marées. Son dégagement synonyme d'érosion peut être ancien ou actuel.

Jet de rive (*swash*) : zone de flux et reflux des vagues sur la plage

Lahar : coulée boueuse d'origine volcanique dont les matériaux meubles constituent certaines falaises de La Réunion (ex : Pointe du Diable).

Lidar ou **Light Detection And Ranging** : technique de mesure aéroportée par balayage laser assurant une modélisation du relief avec une précision sub-décimétrique

Météorique : « *qui vient de l'atmosphère* ». Les eaux météoriques concernent les eaux de pluie.

Meuble [roche meuble] : roche non cohérente constituée de particules mobiles les unes par rapport aux autres (ex. sable).

Micro-falaise : falaise de hauteur décimétrique située généralement en haut d'un cordon sédimentaire.

Morphodynamique [côtière] : étude de l'évolution des formes, dans le cas présent, du littoral.

Plateforme d'abrasion : plateforme rocheuse située au pied de la falaise et marquant sa position ancienne.

Récif barrière : voir Récif frangeant

Récif frangeant : récif corallien qui borde la côte, contrairement au récif « barrière » situé plus au large et qui possède un véritable lagon.



Scories : projections volcaniques de taille variable et de faible densité qui constituent notamment les couches tendres des falaises réunionnaises.

Souffleur : terme local désignant une cavité dans un delta de lave à l'intérieur de laquelle se brisent les vagues et qui provoque des projections d'eau verticales (souffle).

Sous-cavage : creusement par les vagues et les galets d'une cavité en pied de falaise.

Topographie : technique de représentation graphique d'un terrain et de son relief.

Pour en savoir plus

Références

Ouvrages généraux

MEDDM (2010) – La gestion du trait de côte. Editions Quae. 290 p.

PASKOFF R. (2010) - Les littoraux : Impact des aménagements sur leur évolution. Armand Colin ; 264 p.

RIVAGES DE FRANCE (2011) – Guide sur le nettoyage raisonné des plages. Téléchargeable sur www.rivagesdefrance.org

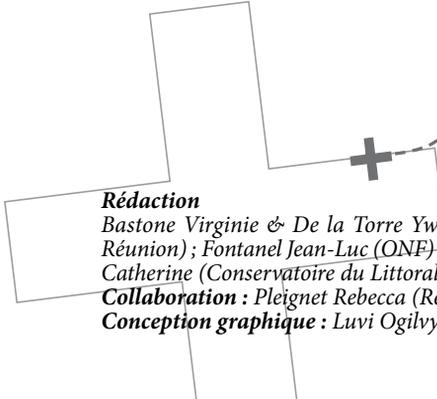
Rapports sur La Réunion

BRGM (2004 ; 2006 ; 2009) – Morphodynamique des littoraux de La Réunion – phases 1 ; 2 & 3 – Rapports RP-57431-FR ; RP-55014-FR ; RP-52320-FR (disponibles sur www.brgm.fr).

CORDIER E. (2007) - Dynamique hydrosédimentaire du récif frangeant de l'Hermitage / La Saline (La Réunion) : Processus physiques et flux sédimentaires. Thèse de l'Université de La Réunion – 208 p.

LABORATOIRE GÉOSCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION : MESPOULHE R. et TROADEC R., 1994 ; GAUSSET M., 1997 ; FOURCADE J.N., 1999 ; TROADEC R. et al., 2002.

ONF (2003) – L'entretien des plages coralliennes à La Réunion – Guide technique.



Rédaction

Bastone Virginie & De la Torre Ywenn (BRGM) ; Troadec Roland (Vie Océane – Géosciences Réunion) ; Fontanel Jean-Luc (ONF) ; Hardouin Emmanuel & Lombard Karine (DEAL) ; Latreille Catherine (Conservatoire du Littoral)

Collaboration : Pleïgnet Rebecca (Région Réunion) ; Cassai Cyril (DEAL)

Conception graphique : Luvi Ogilvy

Gestion de l'érosion du littoral de La Réunion

Le littoral de La Réunion représente un patrimoine riche mais fragile. Ce guide a pour objectif d'expliquer l'évolution des côtes réunionnaises et de proposer des méthodes souples de gestion de leur érosion. 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 La Réunion.



Géosciences pour une Terre durable

brgm



Direction
de l'Aménagement,
de l'Urbanisme
et du Logement

REUNION