Les 8èmes JST - Brest - 8 et 9 décembre 2010 Réunion des clubs le 10 décembre

Réseaux d'observation et aide à la gestion du trait de côte en outre-mer : La Réunion et Mayotte

De la Torre Ywenn
BRGM
1039, rue de Pinville – 34000 Montpellier
Tel : 03 44 92 60 30
y.delatorre@brgm.fr

Résumé

En partenariat avec les Services déconcentrés de l'Etat et les Collectivités de La Réunion et Mayotte, le BRGM a développé depuis 2003 des réseaux d'observation de la dynamique côtière dans le but d'apporter une expertise sur la gestion du trait de côte de ces territoires.
A La Réunion comme à Mayotte, la démarche a été initiée par un état des lieux de la morphodynamique de l'île basée sur une expertise naturaliste. Cette synthèse qualitative a permis d'identifier sur le terrain les secteurs à risque présentant à la fois des indicateurs d'érosion et des enjeux potentiellement menacés.

La mise en place des réseaux d'observation s'est donc appuyée sur ces « sites sensibles » (12 à La Réunion et 10 à Mayotte) avec un souci de représentativité de chacun des types morphologiques présents, à savoir des falaises, plages alluviales, plages coralliennes et mangroves.

La méthode s'attache de manière classique à caractériser la dynamique à l'échelle pluri-décennale via l'analyse de l'évolution du trait de côte à partir des photographies aériennes de l'IGN et à l'échelle interannuelle au moyen de levés de profils topo-bathymétriques en collaboration avec les Universités de La Réunion et de Dunkerque.
Ces travaux ont mis en évidence l'intensité des processus d'érosion sur les littoraux tropicaux soumis à des évènements cycloniques d'une part et à des impacts anthropiques d'autre part, comme à la Pointe des Galets à La Réunion ou la baie de Soulou à Mayotte où des reculs de la ligne de rivage de 100 à 200 m ont été constatés en un demi-siècle.
Ces résultats ont permis de proposer des méthodes de remédiation de l'érosion adaptées aux spécificités locales et favorisant le recours aux solutions douces (végétalisation notamment). Des applications sont également mises en œuvre dans le cadre des PPR Littoraux et de l'impact du changement climatique.

Mots clés

Observation, Réseaux, Morphodynamique, Trait de côte, La Réunion, Mayotte, Gestion, Cyclones, Risques, Tropical.

1. Introduction

Les îles de La Réunion et Mayotte constituent les principaux territoires français du sud-ouest de l'océan Indien (Figure 1). Devant l'érosion apparente de leurs littoraux et la pression importante exercée par les activités anthropiques, les décideurs et gestionnaires ont souhaité mettre en place une démarche de suivi de la dynamique côtière afin de mieux comprendre et gérer ces espaces sensibles.

Le BRGM, en partenariat[1] avec les services déconcentrés de l'État et les Collectivités territoriales de La Réunion et Mayotte, a donc initié dès 2003 la mise en œuvre de réseaux d'observation accompagnés d'une expertise en matière d'évolution morphodynamique des littoraux et d'une aide à la gestion des sites concernés.

Après un bref rappel du contexte littoral de La Réunion et Mayotte, cet article présente la mise en œuvre ainsi que les résultats et applications des réseaux d'observation. La démarche est enfin discutée et les perspectives d'évolution abordées.

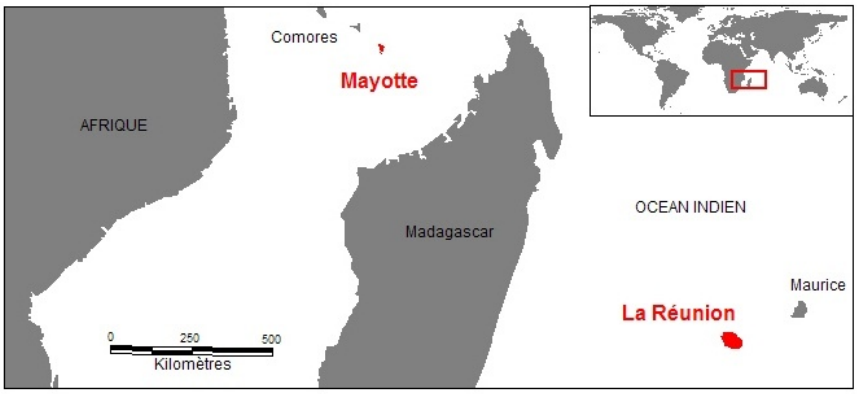


Figure 1. Localisation de La Réunion et Mayotte dans le bassin sud-ouest de l'océan Indien

2. Contexte des littoraux de La Réunion et Mayotte

Bien que La Réunion et Mayotte soient deux îles tropicales d'origine volcanique, elles présentent des caractéristiques géomorphologiques bien distinctes, en particulier du fait de leurs âges géologiques respectifs (5 millions d'années pour La Réunion et 8 millions pour Mayotte). Les principales conséquences consistent dans le relief très vif à La Réunion (Piton des Neiges culminant à plus de 3000 m) et la formation d'un large lagon à Mayotte. La morphologie d'ensemble est relativement ovoïde pour La Réunion avec un littoral « ouvert » vers l'océan tandis qu'à Mayotte, le littoral, très échancré, se constitue d'une succession de baies et de caps (Figure 2).

[1] Partenariats tripartites BRGM – DIREN – Conseil Régional à La Réunion et BRGM – DAF – Conseil Général à Mayotte.

Dans ces contextes, si les deux îles possèdent toutes deux de nombreuses falaises basaltiques et des plages coralliennes (sédiment d'origine biodétritique), elles se distinguent par l'importance des accumulations alluviales à La Réunion (cordons de galets, plages et dunes de sables d'origine volcanique) ; des formations récifales (récif-barrière notamment) et de mangroves à Mayotte.
Sur plan hydrodynamique, les deux îles affichent également une situation contrastée car La Réunion est très exposée aux houles cycloniques alors que Mayotte bénéficie à la fois d'une localisation un peu à l'écart des trajectoires principales des cyclones et de la protection du récif-barrière.

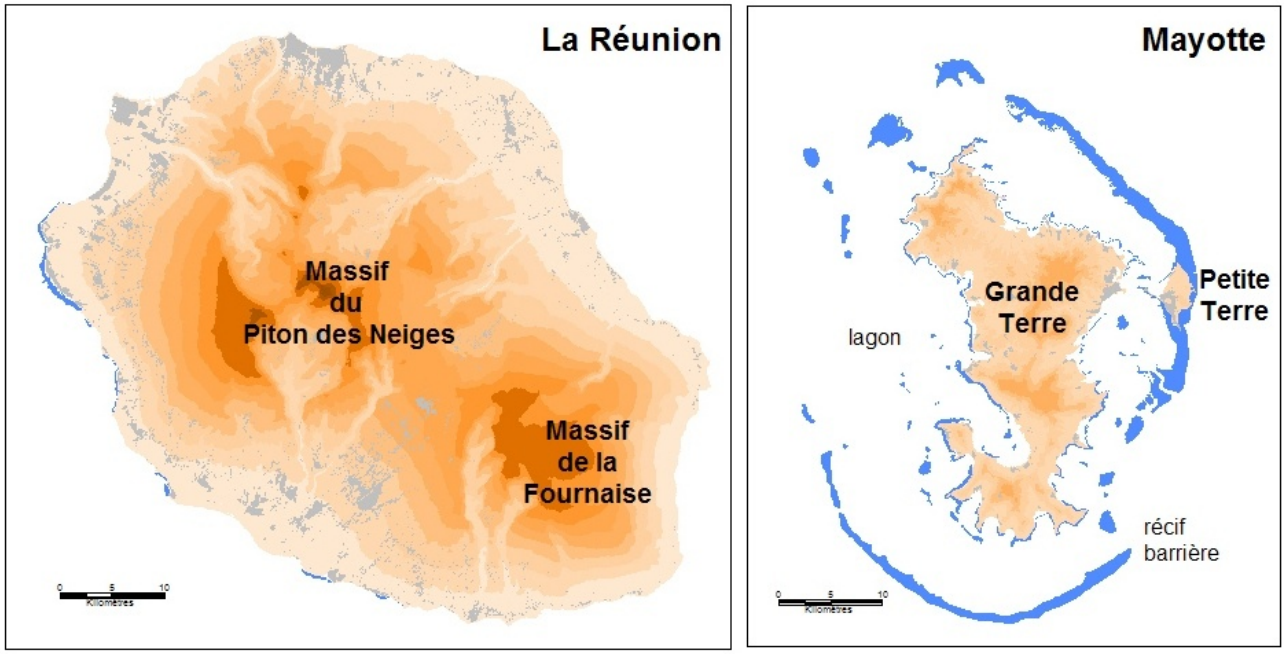


Figure 2. Morphologies d'ensemble de La Réunion et Mayotte (en bleu les récifs coralliens)

Enfin, les îles sont caractérisées par des degrés d'anthropisation différents. A La Réunion, l'urbanisation se développe sur le littoral depuis les années 1970 et s'étend aujourd'hui sur la majeure partie du linéaire côtier alors que le phénomène est en cours à Mayotte qui jouit à ce jour d'un littoral encore peu artificialisé.

3. Mise en œuvre des réseaux d'observation

3. 1 Une phase préliminaire d'état des lieux

A La Réunion comme à Mayotte la mise en place des réseaux d'observation a été précédé d'une phase préliminaire permettant de réaliser un état des lieux de la situation en termes d'érosion côtière à l'échelle de chaque île (De la Torre & Aubié, 2003 ; De la Torre, 2004).
Cette synthèse morphodynamique s'attache tout d'abord à caractériser les différents morphotypes présents sur l'île et leurs tendances d'évolution à partir de la bibliographie existante (Robert, 1974 ; Troadec, 1991 ; Thomassin et al., 1999 ; Fromard, 2000) d'une part et d'observations de terrain d'autre part.

Une campagne systématique sur l'ensemble du territoire est facilitée par le recours à des survols aériens en ULM qui, à la différence de l'avion ou de l'hélicoptère, permettent à moindre coût une reconnaissance à faible vitesse et faible altitude. Une base de données photographique (clichés obliques) est ainsi réalisée et restitue les paysages littoraux de l'époque.
Sur les sites affichant des signes manifestes d'érosion et une menace apparente pour des enjeux situés à proximité, une visite à terre est conduite. La campagne « sur sites » s'appuie de manière qualitative sur une expertise naturaliste à l'aide d'un formulaire dont l'intérêt est de lister de manière homogène les indicateurs d'érosion (microfalaises, racines à nues, ouvrages affouillés, etc.) suivant les morphotypes et les causes potentielles (naturelles et/ou anthropiques).

Sur cette base, une cartographie du linéaire côtier est effectuée suivant une typologie des tendances d'évolution (érosion prononcée ou modérée, stabilité ou équilibre dynamique, engraissement) et commentée par cellule hydrosédimentaire.

Une liste de sites définis comme « sensibles », c'est-à-dire présentant un risque d'érosion côtière (conjonction de l'aléa et d'enjeux), est enfin proposée.

3. 2 Un suivi à moyen et court termes

Suite à cet état des lieux, un réseau d'observation des sites sensibles est donc mis en place à La Réunion et à Mayotte (De la Torre, 2006 ; De la Torre et al., 2006).
A La Réunion une douzaine de sites sensibles sont ainsi retenus pour une dizaine à Mayotte. Ces sites présentent l'avantage de couvrir l'ensemble des morphotypes présents sur chacune des îles (falaises, cordons de galets, plages, mangroves), ce qui permet au réseau d'observation d'apporter une meilleure compréhension du fonctionnement global des littoraux de l'île ainsi qu'une surveillance des phénomènes érosifs.

3.2.1 Evolution pluri-décennale du trait de côte

Le réseau d'observation s'attache de prime abord à caractériser l'évolution pluri-décennale des sites au moyen de l'analyse diachronique de l'évolution du trait de côte (Figure 3). Basée de manière classique sur l'utilisation des photographies aériennes de l'IGN, l'analyse consiste en premier lieu à orthorectifier (correction de la parallaxe, des déformations de l'optique et géoréférencement) les images anciennes, la BD Ortho IGN n'étant disponible qu'à partir de 1997. Un trait de côte propre à chaque site (limite de microfalaise, de végétation de haut de plage, etc.) est ensuite défini et digitalisé sous SIG pour chacune des campagnes. Pour rappel, le contact terre-mer ne peut être systématiquement défini comme « trait de côte » en raison des variations de la ligne d'eau d'une campagne à l'autre sous l'effet de la marée (Mayotte) ou de la houle (La Réunion).

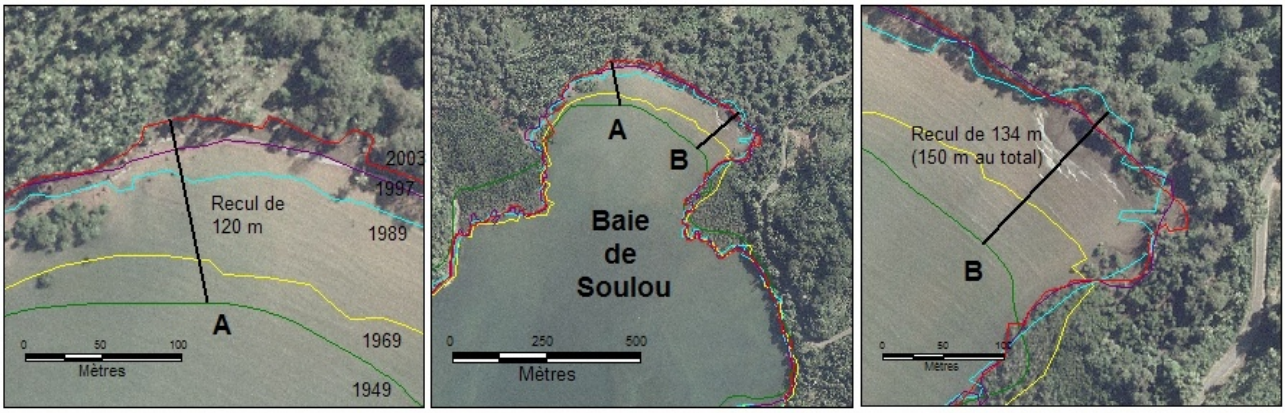


Figure 3. Exemple d'analyse de l'évolution du trait de côte de 1949 à 2003 dans la baie de Soulou à Mayotte (modifié d'après De la Torre et. al, 2006)

Ce type d'analyse permet de dégager les grandes tendances avec une marge d'erreur estimée à environ 10 m en fonction des incertitudes liées à la qualité variable des clichés et des orthorectifications suivant les dates ainsi qu'à l'interprétation parfois subjective du trait de côte.
Pour les mangroves, la superficie boisée est également quantifiée pour chaque campagne et constitue un indicateur important de leur évolution pluri-décennale.

3.2.1 Variabilité interannuelle des profils de plage

L'évolution actuelle qui constitue l'élément principal du réseau d'observation s'appuie sur la réalisation de levés topo-bathymétriques sur les sites sensibles à l'aide d'un GPS différentiel, couplé en mer à un sondeur monofaisceau (Figure 4). Sur les plages coralliennes, compte-tenu de la faible profondeur dans la dépression d'arrière-récif, le profil immergé est réalisé à pied à l'aide d'une « double perche » pour le GPS aussi loin que le corail permet d'avancer sans le piétiner.



Figure 4. Mesures au DGPS (à gauche et au centre) couplé à un sondeur monofaisceau (à droite) mises en œuvre à La Réunion - photos BRGM 2006

Les profils sont réalisés depuis l'étage supra-littoral jusqu'à la profondeur de fermeture dans la partie infralittorale. Des levés longitudinaux sont également réalisés selon le contexte. Sont levés le trait de côte instantané et le pied de microfalaise ou d'ouvrage pour les plages et les cordons de galets et le haut et le pied du versant pour les falaises, en fonction de l'accessibilité et la dangerosité du site. La superposition des profils permet de quantifier les variations d'altitude et d'observer notamment les échanges sédimentaires entre la partie émergée et immergée du site (Figure 5).

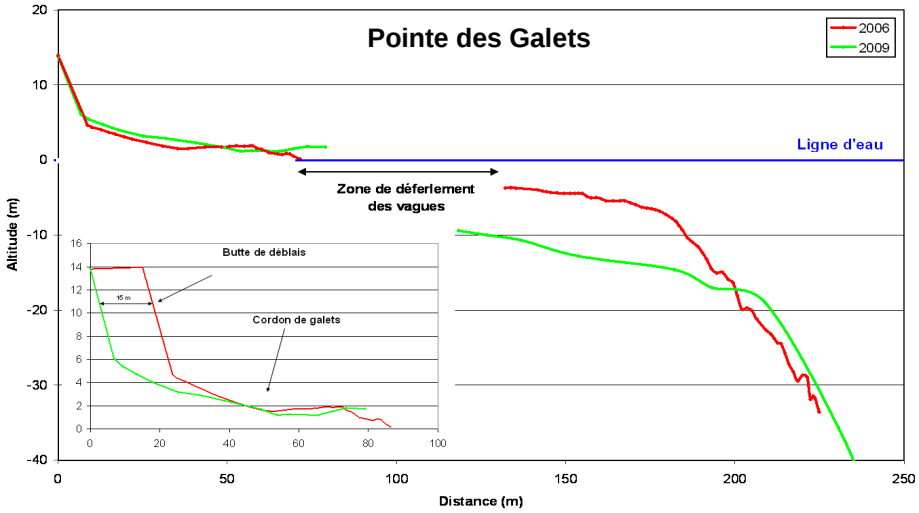


Figure 5. Evolution des profils de 2006 et 2009 au Port, La Réunion (Blangy et al., 2009)

Ces mesures sont réalisées en collaboration avec les Université de La Réunion (Cordier, 2007) et de Dunkerque pour Mayotte (Jeanson, 2009).

4. Résultats et applications en matière de gestion

4. 1 Une meilleure compréhension de la dynamique côtière

Cette approche s'articule donc entre une vision globale basée sur une analyse qualitative et un réseau de sites sensibles permettant de quantifier l'érosion côtière. Il est ainsi estimé que l'érosion touche environ 50% du linéaire côtier de La Réunion (De la Torre, 2004) alors que Mayotte se trouve davantage épargnée. L'érosion côtière s'avère plus régulière à la Réunion compte-tenu de la saisonnalité des houles australes (tempêtes d'hiver austral) et se produit plus par « à coups» à Mayotte en fonction d'un épisode cyclonique (le dernier cyclone, Kamisy, date de 1984).

Les réseaux d'observation mettent en évidence des érosions records avec à La Réunion le recul de 230 m de la Pointe des Galets entre 1966 et 2009 (environ -5 m/an en moyenne) ou de 150 m entre 1949 et 2003 de la baie de Soulou (Figure 6) à Mayotte (environ -3m/an en moyenne). Ces reculs historiques s'expliquent tous deux par une aggravation du phénomène naturel par une intervention anthropique.

Le recul de la Pointe des Galets est directement lié à l'implantation des digues du Port-Ouest qui bloquent le transit sédimentaire en provenance de la Rivière des Galets. L'érosion des falaises meubles de Soulou provient du défrichement de la mangrove autrefois située en fond de baie et qui jouait un rôle de protection naturelle.

Pour autant, certains secteurs connaissent une érosion irréversible d'origine uniquement naturelle. En situation de tempête, la plage corallienne de l'Hermitage à La Réunion (Figure 6) voit son stock de sable se réduire en raison des vagues qui déferlent directement sur la plage (surcote) et du courant de la passe qui dépose le sable au-delà du récif corallien. En période de beau temps, les houles constructives ne peuvent transporter le sable jusqu'à la plage à cause de la présence du récif. La production biodétritique en sable étant inférieure aux pertes lors des tempêtes, la plage connait une lente et inéluctable érosion qui, sauf rechargements, est donc à terme vouée à disparaître.



Figure 6. Végétation marquant le recul de la côte à Soulou à Mayotte (gauche) et l'Hermitage à La Réunion (droite) – photos BRGM 2004

4. 2 Une aide à la gestion du trait de côte

Fort de ces premières observations, une démarche d'accompagnement en engagée en réalisant des recommandations de gestion de l'érosion côtière adaptées aux contextes réunionnais et mahorais. Ces recommandations privilégient tant que possible la réduction des enjeux par la maîtrise du foncier (recul des enjeux ou maintien d'un espace « tampon ») et le recours à des solutions douces de remédiation pour la réduction de l'aléa. La Figure 7 résume le protocole d'intervention proposé en matière de gestion.

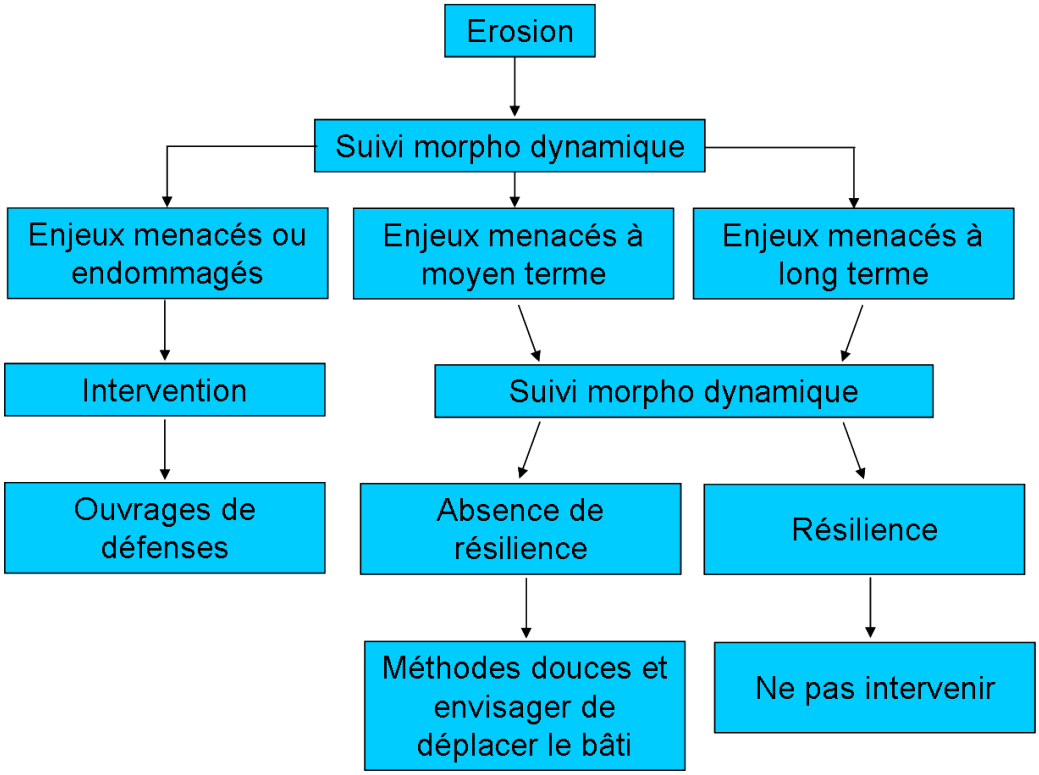


Figure 7. Protocole d'intervention pour la gestion de l'érosion côtière (modifié d'après Cazes-Duvat et Paskoff, 2004).

Des préconisations sont données à l'échelle de chaque site en fonction du morphotype considéré. L'intérêt des protections naturelles est largement considéré en favorisant la végétalisation des falaises et des cordons sédimentaires. A ce titre un travail est conduit avec les botanistes de La Réunion (ONF, 1998) et Mayotte (Laulan, 2006) afin de lister les espèces adaptées aux littoraux tropicaux de La Réunion et Mayotte (espèces en partie distinctes) et proposer des protocoles de plantation.

Afin de vulgariser le discours, des guides de gestion de l'érosion côtière de Mayotte (Figure 8) et de La Réunion (en cours) sont rédigés de manière intelligible pour le néophyte et ont vocation à être distribués dans les mairies. La connaissance de la dynamique côtière apportée par ces réseaux de suivi permet en outre de réaliser des expertises ponctuelles sur des sites autres, voire une assistance à maitrise d'ouvrage dans le cas de projets d'aménagements plus conséquents comme pour le front de mer de la ville de St Paul à La Réunion (Blangy, 2009).

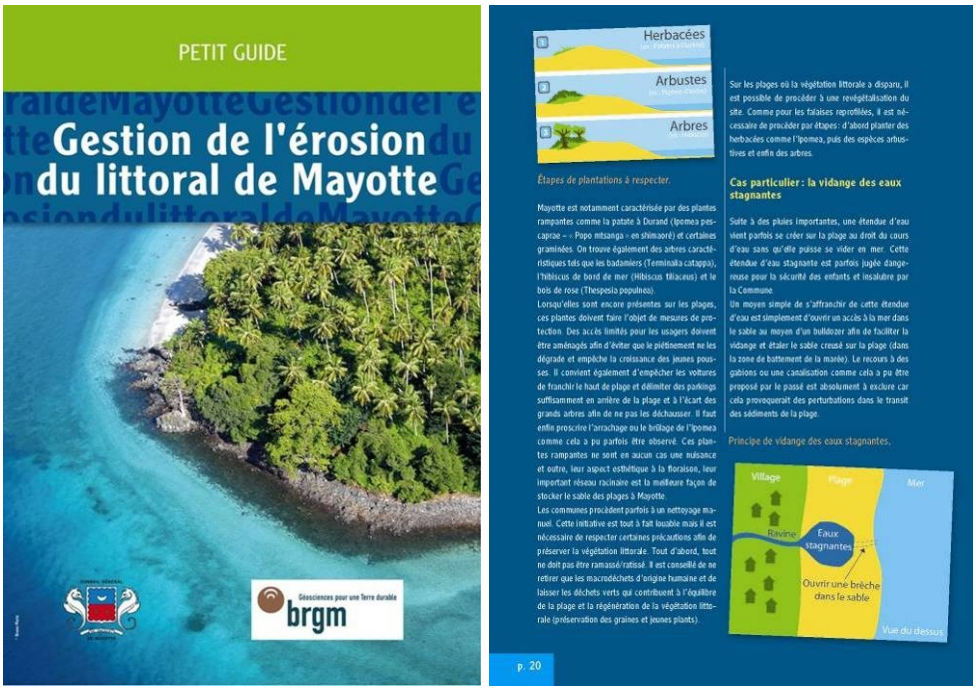


Figure 8. Extraits du guide de gestion de l'érosion du littoral de Mayotte (De la Torre, 2008)

Ces résultats sont également reprises dans le zonage de l'aléa érosion côtière des Plans de Prévention des Risques Littoraux (De la Torre & Louzé, 2008) et constituent un indicateur dans le cadre du changement climatique (*Schéma Régional Climat Air Energie* en préparation).

5. Discussion et perspectives

La démarche présente donc des apports évidents en termes d'amélioration de la compréhension de la dynamique côtière de La Réunion et Mayotte et de mise en place d'une gestion cohérente de ces espaces sensibles. Pour ce faire, la régularité et la pérennité du suivi est un élément clef car il nourrit toute la réflexion. Or, en l'absence d'une contractualisation pluriannuelle, les mesures n'ont pu être effectuées qu'à deux reprises en cinq ans à La Réunion comme à Mayotte, ce qui en limite fortement l'interprétation.

Sur les sites où les enjeux le justifient, le recours aux caméras vidéo tel qu'à Biarritz (Rihouey et al., 2008) permettent une observation quantifiée permanente, fort utile pour couvrir les périodes de tempête ou assurer le suivi de projets d'aménagement.

La liste des sites suivis doit par ailleurs pouvoir évoluer. A titre d'exemple, les sites de falaises du sud de La Réunion présentant peu de variations (et des problèmes d'accessibilité pour les mesures) ont été retirés. A contrario, la baie de Saint Paul à La Réunion ayant connu un fort recul lié au cyclone Gamède en février 2007, a été rajoutée au réseau.

La « labellisation » de ces réseaux au sein d'un « observatoire » est en cours avec à La Réunion le projet de création d'un Observatoire de la Mer par le Conseil Régional et le rattachement du réseau au Parc Naturel Marin à Mayotte. Le passage d'un réseau d'observation à un observatoire devrait assurer la pérennité et la régularité qui fait défaut actuellement dans les mesures et une meilleure cohérence dans le champ des applications qui en découlent.

Bibliographie

Blangy A., (2009), *Assistance à Maîtrise d'Ouvrage, commune de Saint-Paul : Aide à la gestion du littoral de la baie de Saint Paul*. BRGM/RP-57722-FR, 49 p.

Blangy A., De la Torre Y. et Vaslet E., (2009), *Morphodynamique des littoraux de La Réunion. Phase 3 : Suivi et gestion de l'érosion côtière sur 12 sites identifiés comme sensibles*. BRGM/RP-57431-FR, 105 p.

Cazes-Duvat V. et Paskoff R., (2004), *Les littoraux des Mascareignes entre nature et aménagement*. Paris, L'Harmattan, 186 p.

Cordier E., (2007), *Dynamique hydrosédimentaire du récif frangeant de l'Hermitage / La Saline (La Réunion) : processus physiques et flux sédimentaires*. Thèse de doctorat de l'Université de La Réunion – 208 p.

De la Torre Y., (2004), *Synthèse morphodynamique des littoraux de La Réunion, état des lieux et tendances d'évolution à l'échelle de l'île*. BRGM/RP53307-FR, 93 p.

De la Torre Y., (2006), *Morphodynamique des littoraux de La Réunion. Phase 2 : estimation de l'érosion côtière sur les sites identifiés comme sensibles*. BRGM/RP-55014-FR, 84 p.

De la Torre Y., (2008), *Livret pédagogique « Gestion de l'érosion du littoral de Mayotte ».* Rapport BRGM/RP-56366-FR. 30 p.

De la Torre Y. et Aubié S., (2003), *Etude de la morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 1 : synthèse, typologie et tendances d'évolution*. Rapport BRGM/RP-52320-FR, 43 p.

De la Torre Y., Dolique F. et Jeanson M., (2006), *Morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 2 : mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière*. BRGM/RP-54832-FR, 71 p.

De la Torre Y. et Louzé J., (2008), *Méthodologie pour l'évaluation et la cartographie des aléas côtiers à La Réunion. Phase 2*. BRGM/RP-56589-FR, 36 p.

Fromard F., (2000), *Les mangroves de Mayotte et leur restauration*, Laboratoire d'Ecologie Terrestre de l'Université de Toulouse.

Jeanson M., (2009), *Morphodynamique du littoral de Mayotte – Des processus au réseau de surveillance.* Thèse de doctorat de l'Université du littoral de la Côte d'Opale, 353 p.

Laulan P., (2006), *Guide technique de l'érosion à Mayotte*. DAF, 16 p.

Office National des Forêts (1998), *Aménagement de l'arrière plage de l'Hermitage, approche expérimentale*. Etude d'avant projet détaillé.

Rihouey D., Blangy A. Dugor J. et Dailloux D., (2008), *Technique vidéo appliquée à la topographie de la plage intertidale* in Xe Journées nationales Génie Côtier - Génie Civil - Sophia Antipolis – 10 p.

Robert R., (1974), *Morphologie littorale de l'île de La Réunion*. Thèse, université d'Aix-Marseille, 182 p.

Thomassin B.A., Priess K., Dahalani Y., Wendling B., (1999), *Observatoire des Récifs*

Coralliens (ORC) de Mayotte, description des stations et "point zéro" de l'état de vitalité des peuplements (oct.-nov. 1998). Rapp. non publié. GIS "Lag-may"/COM/ Univ. Aix-Marseille II/ SPEM/ DAF, 125 p.

Troadec R., (1991), Courantologie et sédimentologie de Saint-Paul et de La Possession à l'île de La Réunion. Thèse, université d'Aix-Marseille II et de La Réunion, 217 p.