



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-FR

Janvier 2013



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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-FR
Janvier 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 07RISE40

**Lemoigne B., Paulineau M., Nachbaur A.
Stépanian A.**

Vérificateur :

Nom : C. Mallet

Date :

Signature

Approbateur :

Nom : J.C Audru

Date :

Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : trait de côte, recul, érosion, accrétion, photographie aérienne, Martinique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Lemoigne B., Paulineau M., Nachbaur A. Stépanian 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

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Actuellement, en Martinique, le risque « érosion » est intégré à la politique de prévention des risques, puisque cet aléa est pris en compte dans les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN). Cependant, le zonage est basé sur une approche naturaliste, de terrain, sans constat quantitatif à l'échelle de l'île. Le suivi de l'évolution du trait de côte permet de quantifier cette mobilité, de préciser ainsi le zonage d'aléas et les contraintes réglementaires adaptées et de localiser les secteurs sensibles.

Ainsi, une convention de recherche partagée a été signée le 14 avril 2011 entre la DEAL 972 et le BRGM, pour une durée de 14 mois, dans l'objectif de caractériser la dynamique du trait de côte en Martinique. Cette étude s'inscrit pleinement dans la démarche de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte initiée par le MEDDE en mars 2012.

Basée sur l'analyse diachronique des photographies aériennes de 1951 et 2010, cette étude a permis de mettre en avant les principales tendances d'évolution de la position du trait de côte martiniquais sur ces soixante dernières années.

Il a été nécessaire de définir au préalable l'objet étudié, soit le trait de côte. Cette limite a été caractérisée suivant des critères géomorphologiques spécifiques à chaque type de côte ; dix typologies côtières ont été retenues pour représenter l'ensemble du littoral martiniquais.

Ainsi, il ressort une évolution contrastée à l'échelle de l'île. Sur les 450 km de linéaire côtier, 49 km apparaissent en érosion, 95 km en accrétion et le reste en stabilité relative (le protocole choisi ne permet pas de mettre en évidence des évolutions plus faibles que 15 m, sur cette période).

Les secteurs de plus forte érosion sont :

- le littoral de falaise (avec quelques intercalations de plages) entre le quartier des Abymes et l'Anse à Galets, sur 5 km environ, au nord du Précheur. Dans le secteur de l'Anse Belleville en particulier, le recul atteint les valeurs maximales de 100 voire 125 m ;
- Les côtes rocheuses de Macouba à Grand-Rivière où le recul atteint environ 30 m. Globalement, cette étude a montré que les côtes rocheuses ne sont pas épargnées par l'érosion ;
- Et également, certaines côtes basses sableuses, notamment au sud, comme à l'Anse à l'âne ou l'Anse Mitan aux Trois-Ilets, l'Anse Corps de Garde à Sainte Luce ou l'Anse Trabaud ou Saint Anne, où le recul atteint également entre 20 et 30 m.

L'accrétion s'observe principalement :

- dans les baies occupées par la mangrove. Dans la baie de Génipa à Rivière Salée par exemple, l'avancée du trait de côte est supérieure à 100 mètres. Dans la baie du Simon au François, la mangrove a progressé jusqu'à 80 mètres à certains endroits ;
- à la faveur des aménagements urbains, tels que le remblaiement sur la mer (polders) ou les ouvrages de protection littorale (enrochement, épis..). Ainsi, l'accrétion dans les baies du Marin et de Fort de France est aussi bien naturelle qu'anthropique.

En parallèle, cette étude met en évidence des secteurs qui présentent une relative stabilité, ou un équilibre de la position du trait de côte. Les amplitudes constatées, inférieures à 15 m en 60 ans, ne permettent pas de se prononcer sur le type de mobilité. Trois hypothèses sont à retenir sur ces secteurs :

- Il n'y a pas d'évolution entre 1951 et 2010 ;
- Le secteur est soumis à une mobilité à très court terme, pouvant être cyclique, (annuelle par exemple) autour d'une valeur d'équilibre sous l'influence de fortes houles ou de cyclones ;
- Le secteur est soumis à une mobilité marquée avec au moins une inversion de tendance entre érosion et accrétion, entre 1951 et 2010.

Ces résultats confirment les constats historiques ponctuels relevés dans la littérature et les complètent par une information quantitative disponible sur tout le linéaire de côte martiniquais. Cette présente étude a notamment permis de quantifier les reculs de certaines côtes rocheuses, jusque-là peu étudiées contrairement aux plages sableuses.

Trois résultats sont disponibles *in fine* :

- Une carte de la mobilité du trait de côte présentant les tronçons de linéaire côtier classés selon leur mode d'évolution, entre 1951 et 2010 ;
- Un état de référence du trait de côte en 2010, mis à disposition de la communauté scientifique et permettant d'avoir une référence commune pour les suivis à venir. Cette définition du trait de côte étant différente de la limite officielle définie par le SHOM (2011), elle s'y substitue pas mais permet en revanche de répondre aux objectifs de l'analyse requise qui sont le suivi de l'évolution du littoral ;
- Une compilation des références bibliographiques rassemblant les études et données déjà acquises par les différents acteurs du littoral ces derniers années sur le trait de côte.

À partir de ces résultats, plusieurs perspectives se dessinent dans l'objectif d'anticiper l'évolution du littoral martiniquais et des risques induits :

- Intégrer ces constats historiques à la politique de gestion du risque et s'en servir pour préciser ou faire évoluer le zonage PPRN ;

- Affiner le protocole en s'intéressant à une position du trait de côte intermédiaire, pour préciser la dynamique côtière sur les secteurs dont la mobilité ne peut être mise en évidence à cette échelle d'observation. Ceci permettra notamment de distinguer des tronçons en évolution rapide à court terme mais en équilibre à moyen terme, des tronçons peu mobiles, pour lesquels les mesures d'adaptation sont tout à fait différentes ;
- Identifier les secteurs les plus vulnérables permettant de mettre en place un dispositif de surveillance, afin d'anticiper les évolutions futures du littoral et les stratégies de repli.

Sommaire

1. Cadre et objectifs	11
2. Principes retenus pour l'étude du trait de côte en Martinique	13
2.1. MÉTHODE CHOISIE : REPÉRAGE DU TRAIT DE CÔTE SUR PHOTO-AÉRIENNES	13
2.2. PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES DISPONIBLES	14
2.3. DIGITALISATION DU TRAIT DE CÔTE	16
2.3.1. Digitalisation sous SIG	16
2.3.2. Précision de la digitalisation.....	17
3. Le trait de côte de référence en Martinique : définition et cartographie	19
3.1. DÉFINITION DU TRAIT DE CÔTE	19
3.1.1. Le trait de côte : une entité difficile à définir.....	19
3.1.2. Définitions utilisées en Martinique : celles du SHOM et de l'IGN	19
3.1.3. Définitions adoptées dans d'autres contextes insulaires volcaniques (Guadeloupe, la Réunion, Mayotte) dans un objectif de suivi de l'érosion.....	20
3.1.4. En résumé, la définition adoptée pour le trait de côte en Martinique	21
3.2. CARTOGRAPHIE DU TRAIT DE CÔTE DE RÉFÉRENCE (2010).....	23
3.2.1. Résultat obtenu.....	23
3.2.2. Typologie côtière identifiées	24
3.2.3. Illustration du trait de côte de référence, par typologie côtière	26
<i>Pour les ouvrages de défense contre la mer, type</i>	34
3.2.4. Précision accordée au trait de côte de référence	37
4. Évolution de la position du trait de côte entre 1951 et 2010	38
4.1. RÉSULTATS DE LA COMPARAISON DIACHRONIQUE	38
4.2. LES SECTEURS EN ÉROSION	39

4.3. LES SECTEURS EN ACCRÉTION	43
45	
4.4. LES SECTEURS STABLES	48
5. Synthèse des résultats apportés par l'étude et perspectives associées	51
5.1. RÉSULTATS.....	51
5.1.1. Établissement du trait de côte de référence	51
5.1.2. Évaluation de la dynamique côtière depuis 1951 et perspectives de suivi associées	51
5.1.3. Une compilation de références bibliographiques	52
5.1.4. Données SIG produites.....	53
5.2. PERSPECTIVES	53
5.2.1. Identifier les facteurs de l'érosion en vue d'améliorer l'évaluation des risques 53	
5.2.2. Affiner le protocole sur les secteurs d'incertitude	54
5.2.3. Réseau d'observation sur les secteurs vulnérables.....	54
6. Conclusion et perspectives	57
7. Bibliographie.....	59

Liste des illustrations

Illustration 1 : Typologie cotière identifiée dans le cadre de cette étude	25
Illustration 2 : Répartition des types de côtes	26
Illustration 3 - Critères géomorphologiques retenus pour déterminer la position du trait de côte sur le littoral martiniquais	23
Illustration 4 : Typologies côtières adoptées en Guadeloupe, à Mayotte et à la Réunion.....	21
Illustration 5 : Limite de la zone de "swash" au niveau d'une côte rocheuse peu escarpée et à blocs métriques au niveau du Marigot (côte Atlantique).....	27
Illustration 6 : Limite du pied de falaise au niveau d'une côte à falaise escarpée au niveau du Carbet (côte Caraïbe). Fond cartographique : rtho HR 2010 – IGN	28
Illustration 7 : Limite de la végétation des plages sableuses à Sainte-Luce (sud de l'île).....	29

Illustration 8 : Limite du haut d'un cordon de galets au Diamant (sud de l'île)	30
Illustration 9 : Limite du pied de versant d'une côte peu escarpée végétalisée à Trinité (côte Atlantique)	30
Illustration 10 : Limite du front d'une mangrove des Trois-Ilets (côte Caraïbe)	31
Illustration 11 : Limite recoupant les deux extrémités d'un estuaire au Carbet (côte Caraïbe)	32
Illustration 12 : Limite de la ligne d'humectation des enrochements au niveau de la place des Arawaks à Schœlcher (côte Caraïbe)	33
Illustration 13 : Limite supérieure d'un mur anti-houle au Prêcheur (côte nord Caraïbe)	34
Illustration 14 ; Limite du port de Fort-de-France	35
Illustration 15 : Limite extérieure des habitations en front de mer au Prêcheur	36
Illustration 16 : Ordre de grandeur de la précisions planimétriques associées à chaque typologie cotière, pour le trait de cote de 2010	37
Illustration 17 - Campagnes photographiques disponibles	14
Illustration 18 : Exemple d'artéfact lié à la colorimétrie de l'orthophotographie de 1951 au niveau de la baie de Fort de France). A gauche, la limite entre la mangrove et la mer est difficilement identifiable. A droite, la même photographie avec le trait de côte choisi pour les mangroves (le front de la mangrove	15
Illustration 19 : Exemples d'ombres projetées au niveau des falaises littorales. A droite au niveau de la ville du Robert et à gauche au niveau de la ville de Grand-Rivière	16
Illustration 20 : Quelques constats marqués significatifs. Source : Paulineau M. (2012)	39
Illustration 21 : Recul du trait de côte de 1951 à 2010 au niveau de l'Anse Belleville (Prêcheur). Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN (1 /12000)	40
Illustration 22 : <i>Erosion des falaises de Macouba. Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN (1/5000)</i>	41
Illustration 23 : Recul du trait de côte au niveau de la plage de l'Anse à l'âne aux Trois Ilets	42
Illustration 24 : Recul du trait de côte au niveau de la plage de Grande Anse à Sainte Anne Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/2500)	43
Illustration 25 : Avancée du front de la mangrove dans la baie de Génipa (Fort-de-France)	44
Illustration 26 : Avancée du front de la mangrove dans la baie du Simon au François (côte Atlantique)	45
Illustration 27 : Avancée du trait de côte "artificielle " au niveau de la pointe Lynch (Robert) Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN	46
Illustration 28 : Avancée du trait de côte par la construction du port de Fort-de-France	47
Illustration 29 : Avancée du trait de côte dans la baie du Marin (naturelle et artificielle)	48
Illustration 30 : Relative stabilité des côtes rocheuses et sableuses au niveau des Anses-d'Arlet (sud ouest de l'île). Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/10000)	49

Illustration 31 Stabilité des côtes au niveau de la ville de Basse Pointe au nord. Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN (1/5000).....	49
--	----

Liste des annexes

Annexe 1 Base de données morpho-sédimentaire de la Martinique.....	63
Annexe 2 Tendances d'évolution du trait de cote martiniquais entre 1951 et 2010.....	87

1. Cadre et objectifs

Le littoral martiniquais est caractérisé par une diversité morphologique liée à son héritage géologique complexe et à son exposition aux agents climatiques et marins contrastée. Les côtes rocheuses et vaseuses (mangroves) y sont majoritaires. Ce littoral est exposé à des agents érosifs extrêmes, puisqu'il est soumis aux périodes cycloniques et aux tempêtes tropicales.

Par ailleurs, la frange littorale en Martinique est un espace fortement convoité. De ce fait, la bande côtière regroupe une grande partie des activités économiques et industrielles, des habitations et centres urbains, des voies de communication et des infrastructures touristiques.

Dans la perspective de la montée du niveau marin et d'une recrudescence des événements météorologiques paroxysmaux, les menaces pesant sur cet espace de concentration des enjeux sont d'autant plus importantes. Les conséquences sur la morphologie des côtes sont souvent irréversibles, s'en suivent généralement des répercussions économiques et sociales. Le recul du trait de côte détruit des environnements naturels et vulnérabilise d'autant les zones littorales anthropisées situées en arrière. Ces évolutions sont avérées mais rarement quantifiées.

Actuellement, en Martinique, le risque « érosion » est intégré à la politique de prévention des risques, puisque cet aléa est pris en compte dans les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN). Cependant, le zonage est basé sur une approche naturaliste, de terrain, sans constat quantitatif à l'échelle de l'île.

Suivre l'évolution du trait de côte permet de quantifier la mobilité et de préciser ainsi le zonage d'aléas et les contraintes réglementaires adaptées. Peuvent ainsi être identifiés les secteurs dont l'évolution pourrait avoir des conséquences dommageables, en particulier dans le cadre du changement climatique et de la remontée associée du niveau marin.

Dans cette optique et dans le cadre des actions de Service public du BRGM, une convention de recherche a été signée le 14 avril 2011 entre la DEAL 972 et le BRGM, pour une durée de 14 mois.

Cette étude s'inscrit pleinement dans la démarche de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte initiée par le MEDDE en mars 2012, visant notamment à « Développer l'observation du trait de côte et identifier les territoires à risque érosion pour hiérarchiser l'action publique ».

2. Principes retenus pour l'étude du trait de côte en Martinique

2.1. MÉTHODE CHOISIE : REPÉRAGE DU TRAIT DE CÔTE SUR PHOTO-AÉRIENNES

Les méthodes d'étude du trait de côte sont nombreuses. Il existe tout d'abord des méthodes d'observation directe qui privilégient les mesures de terrain : elles consistent à prendre des mesures topographiques hebdomadaires, mensuelles ou annuelles grâce à des appareils électroniques tels que le DGPS ou le tachéomètre. D'autres moyens de mesures indirectes sont de repérer le trait de côte à partir de documents (photographies aériennes, fonds topographiques de l'IGN..) ; c'est la méthode utilisée dans l'étude de la dynamique du littoral martiniquais réalisée dans les années 90 (Lachassagne, 1990).

Dans le cadre de la présente étude, la méthode retenue est une méthode d'observation indirecte, basée sur l'analyse de l'évolution du trait de côte à partir de la comparaison de photographies aériennes. Cette démarche a déjà été mise en œuvre dans d'autres contextes insulaires comme la Guadeloupe (Roques et al., 2010), la Réunion (Aubié et Oliveros, 1999) ou encore en Corse (Oliveros et Delpont, 1999). Cette méthode, réalisée sur SIG est relativement rapide et peu onéreuse. Elle permet d'apprécier de manière quantifiée la dynamique et la cinématique du trait de côte sur des linéaires importants à différentes échelles temporelles.

Le principe retenu ici est donc de digitaliser numériquement sur photos-aériennes, le trait de côte de 1951 et celui de 2010, afin de les comparer. Le schéma méthodologique est repris dans la figure suivante (cf. Illustration 1). Le chapitre 2 détaillera comment le trait de côte a été défini.

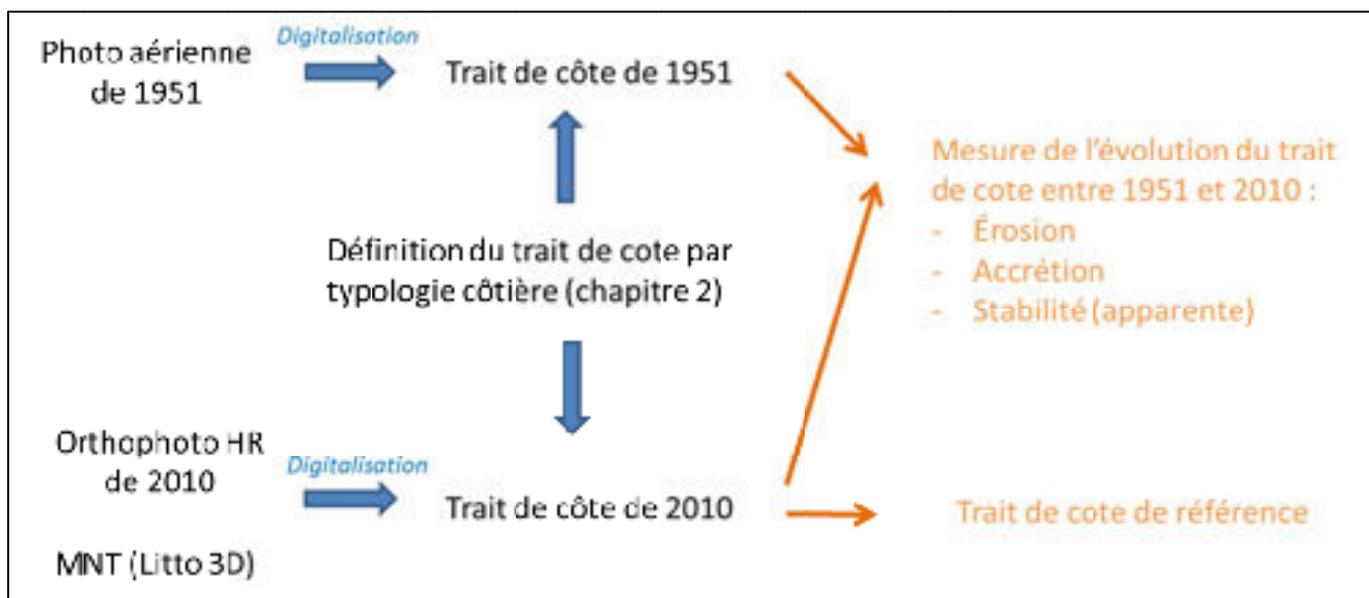


Illustration 1 : Schéma de la méthode suivie et des résultats obtenus

2.2. PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES DISPONIBLES

Les campagnes photographiques géoréférencées dont nous disposons sur le littoral martiniquais concernent les années 1951 et 2010. Les spécifications des images sont résumées dans le tableau suivant (Illustration 2).

Année	Type	Nature	Source	Résolution (pixel)
1951	Photo aérienne	Noir et Blanc	IGN	2 m
2010	Ortho photo	Couleur	IGN	30 cm

Illustration 2 - Campagnes photographiques disponibles

Photographie aérienne de 1951

La photographie aérienne de 1951 a une résolution (taille de pixel) de 2 mètres. Elle est en noir et blanc. Cette colorimétrie a compliqué la lisibilité de certains éléments peu contrastés, comme la limite entre l'eau et la mangrove ou la limite les terres claires et la mer, quand il y a de l'écume (Illustration 3).



Illustration 3 : Exemple d'artefact lié au manque de contraste de la photo aérienne de 1951 au niveau de la baie de Fort de France. A gauche, la limite entre la mangrove et la mer difficilement identifiable. A droite, la même photographie avec le trait de côte choisi pour les mangroves.

De plus, localement la présence d'une couverture nuageuse dense sur cette photographie a limité la précision de la digitalisation notamment au sud-ouest de la presqu'île de Saint-Anne.

Par comparaison avec les orthophotographies de 2010, cette photographie a montré des erreurs de calage. Au total, sur les 28 dalles qui la composent, 11 ont nécessité d'être recalées, notamment dans les secteurs de la Presqu'île de la Caravelle et au sud-est de l'île au niveau du Marin et de Sainte-Anne. Ce recalage a permis de réduire ces erreurs, qui restent néanmoins importantes (environ 5 m).

Orthophotographie de 2010

L'orthophotographie de 2010 est en couleur et présente une résolution fine dite haute résolution (taille du pixel de 30 centimètres). Elle permet donc d'identifier plus précisément la position du trait de côte que celle de 1951. En revanche, les dalles qui constituent cette orthophotographie ne sont pas harmonisées, de sorte que des différences de colorimétrie sont observables. En dépit de cet inconvénient, l'orthophotographie de 2010 permet une cartographie plus fine du trait de côte.

Ce produit est adapté à une identification précise de la limite du trait de côte.

Sur cette orthophotographie, la présence d'ombres projetées (d'arbres en bord de mer sableuses, d'aménagements anthropiques côtiers ou de falaises) ont localement limité la précision accordée à la digitalisation du trait de côte. Ces ombres projetées se retrouvent également sur la photographie de 1951 (Illustration 3). Il a été possible d'interpréter la position du trait de côte de 2010 sur les orthophotographies de 2010 grâce à un MNT acquis à quelques mois d'intervalle. Sur la limite de 1951 ce processus n'a pu être appliqué. En revanche, au niveau des zones à fortes incertitudes, la photographie de 1951 a été étroitement comparée à celle de 2010 afin de discerner des points durs n'ayant pas évolués entre ces dates et d'extrapoler la position du trait de côte entre ces points. La comparaison de ces deux clichés a localement permis de discerner la position du trait de côte de 1951 par comparaison à celui de 2010.



Illustration 4 : Exemples d'ombres projetées au niveau des falaises littorales. A droite au niveau de la ville du Robert et à gauche au niveau de la ville de Grand-Rivière

2.3. DIGITALISATION DU TRAIT DE CÔTE

2.3.1. Digitalisation sous SIG

Le trait de côte a été digitalisé sous SIG, manuellement, à une échelle du 1/2 000. La numérisation a été réalisée à partir du logiciel Arcmap v.10 ©ESRI.

La digitalisation sur les photos aérienne, s'est également servie du Modèle Numérique de Terrain (MNT), issu du Litto3D), pour identifier le type de côte. Le produit Litto 3D

de l'IGN est issu d'un levé Lidar donnant accès à une précision altimétrique et planimétrique de l'ordre de 15 à 20 centimètres et de 20 à 50 centimètres respectivement. Cet outil a notamment permis de distinguer les côtes à falaises des côtes basses ; une carte des pentes a été produite permettant de faire la distinction entre les côtes escarpées (de plus de 45°) et celles peu escarpées (qu'il est impossible d'observer sur photographies aériennes). Enfin, le MNT permet de suivre la limite du trait de côte là où les artéfacts précédemment décrits empêchent l'observation directe sur les photo-aériennes.

2.3.2. Précision de la digitalisation

Plusieurs facteurs génèrent de l'incertitude sur la position planimétrique du trait de côte en général :

- la résolution de la photographie ;
- le calage de la photographie ;
- la présence d'artéfacts diminuant la visibilité sur la photo (colorimétrie, couvert nuageux, ombre portée..) ;
- l'échelle de la digitalisation et l'incertitude liée à la digitalisation elle-même, donc l'erreur commise par l'opérateur.

Ainsi, il est clair que l'incertitude de position du trait de côte de 1951 est plus importante que celle de 2010 puisque la colorimétrie et la résolution ont limité la précision de la digitalisation.

Au regard des différents sources d'incertitude, la précision accordée à la position du trait de côte est estimée à :

- **+/- 10 m sur les photographies de 1951 ;**
- **+/- 2 m sur l'ORTHO HR de 2010.**

3. Le trait de côte de référence en Martinique : définition et cartographie

3.1. DÉFINITION DU TRAIT DE CÔTE

3.1.1. Le trait de côte : une entité difficile à définir

Défini couramment comme la limite matérialisant l'interface entre le domaine terrestre et le domaine marin, le trait de côte est « un objet [bien plus] complexe » (Faye et al., 2011). D'autant plus que les études existantes sur le trait de côte n'explicitent pas toujours la manière dont il est défini (Robin, 2002).

Cette complexité s'explique tout d'abord par le fait que ce dernier a la particularité d'être mobile dans le temps, ce qui induit que sa limite n'est donc pas fixe : elle évolue constamment. Ainsi, il n'existe pas de définition unique du trait de côte (Blangy et al., 2009).

À titre d'exemple, la limite sable sec / sable mouillé, la limite de rupture de pente de la plage ou encore la limite de végétation sur l'estran sont autant de limites pouvant matérialiser le trait de côte (Oliveros et al., 1997). D'autres définitions ont également été considérées comme lignes de références pour le trait de côte (Robin M., 2002) tel que :

- la ligne d'humectation de l'estran ou limite supérieure de la zone du jet-de-rive (« swash ») ;
- la ligne exceptionnelle des eaux : en période de tempête, marque des eaux sur un estran ;
- la ligne de végétation intertidale : mangrove par exemple ;
- l'ados de plage : contact entre haut de plage et arrière-plage.

Le choix de définition de trait de côte dépend du contexte géographique, des moyens à disposition pour l'identifier et des applications que l'on souhaite lui donner (Mallet et al., 2012). Pour travailler sur l'évolution du littoral (et donc du trait de côte), il convient donc de choisir au préalable une définition d'un trait de côte adaptée aux objectifs (étude de l'évolution, de risque, etc.), du contexte géomorphologique (côtes rocheuses, meubles, zones basses, végétation, etc.) et des agents à l'origine des processus d'évolution (marnage, tempêtes, cyclones, vagues, etc.).

3.1.2. Définitions utilisées en Martinique : celles du SHOM et de l'IGN

Le trait de côte, tel qu'il existe en Martinique, est principalement celui défini par le Service Hydrographique et Océanique de la Marine (SHOM) et celui défini par l'Institut Géographique National (IGN) qui définissent respectivement le trait de côte comme

« la limite supérieure atteinte par la mer lors des plus fortes marées » et comme « les lasses de pleine mer ».

Ces deux définitions, proches, sont celles considérées, par le trait de côte appelé Histolitt (TCH) produit récemment par ces deux organismes et existant pour la Martinique. En effet, ce trait de côte est défini comme « la laisse des plus hautes mers dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120 et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent du large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer) ».

Ces définitions ont l'avantage d'être communes à tout territoire ; a contrario, elles ne sont donc pas spécifiques à l'île de la Martinique.

Ces définitions portent sur une limite fictive, qui ne correspond à aucun élément physique identifiable à grande échelle et n'est donc pas identifiable sur les photographies aériennes.

Ces définitions ne s'avèrent pas pertinentes pour apprécier l'évolution du littoral à l'échelle qui nous concerne.

3.1.3. Définitions adoptées dans d'autres contextes insulaires volcaniques (Guadeloupe, la Réunion, Mayotte) dans un objectif de suivi de l'érosion

Toutes les façades littorales ne se ressemblent pas notamment en termes de géomorphologie et de marnage. La définition du trait de côte doit être adaptée à la région et au type de littoral considéré. Par exemple, dans des contextes microtidaux (typiquement la Martinique où le marnage est inférieur à 1 mètre), la ligne de rivage instantanée (interface plan d'eau/terre) est bien souvent la limite de trait de côte retenue (Robin, 2002). En effet, du fait d'un faible marnage, cette ligne ne varie que très peu. Cela est notamment le cas pour la façade méditerranéenne où le marnage est également faible (Bulteau et al., 2011).

Aussi, l'analyse comparative d'études s'intéressant à l'évolution de la position du trait de côte, a permis d'avoir un aperçu des définitions adoptées dans d'autres contextes insulaires comme la Guadeloupe, la Réunion et Mayotte. Dans le cas de l'archipel guadeloupéen, proche de la Martinique et de même origine géologique, une définition unique a été choisie pour le trait de côte à savoir « la courbe de niveau à l'intersection de la terre et de la mer lors d'une marée haute et dans des conditions météorologiques normales » (Roques et al., 2010). À la Réunion, lors d'une étude semblable ciblée sur l'évolution du trait de côte de zones spécifiques de 1950 à 1997 de la plaine de la rivière Saint Etienne-Pierrefonds, le choix de définition du trait de côte s'est lui porté sur la limite du jet-de-rive qui est la limite de la masse d'eau projetée vers le haut de l'estran (Aubié et Oliveros, 1999).

À Mayotte, la morphologie contrastée du littoral a conduit à définir un trait de côte par typologie côtière (De La Torre et al., 2006). Globalement, le sommet de la falaise a été pris comme limite pour les côtes rocheuses, le haut de plage (limite de végétation)

pour les côtes sableuses, le front de la mangrove pour les côtes vaseuses et la limite des aménagements pour les côtes artificialisées. Cela a été également le cas lors d'une troisième phase d'étude du littoral réunionnais où douze sites ont été identifiés comme sensibles. Pour chacun de ces secteurs, une définition spécifique du trait de côte a été attribuée (Blangy et al., 2009).

Le tableau en Illustration 5 présente les typologies côtières existante en Guadeloupe, à Mayotte et à la Réunion.

Guadeloupe	Mayotte	Réunion
<ul style="list-style-type: none"> * Côte basse sableuse ou à galets * Mangroves * Estuaires * Côte basse rocheuse * Côte escarpée à falaise basse * Côte escarpée à falaise haute Description de l'artificialisation: * Aménagement urbain * Aménagement portuaire * Ouvrages de défense ou enrochements Description des récifs frangeants et des formations de beach-rock (grès de plage): * Récifs coralliens majeurs * Récifs étroits à prédominance de coraux morts * Récifs à prédominance algale * Beach-rock 	<ul style="list-style-type: none"> * Côtes rocheuses - Falaise 'vive' à profil sub-vertical - Falaises douce à profil végétalisé * Côtes sableuses - Plage de sable noir - Plage de sable marron à ocre - Plage de sable blond - Plage sablo-vaseuse * Côtes vaseuses - Mangrove importante et dense - Mangrove peu développée * Côtes artificialisées - Côte intégralement artificialisée (infrastructures de grande ampleur : aéroport, route...) - Côte partiellement artificialisée (aménagement ponctuel : ouvrage de protection...) 	<ul style="list-style-type: none"> * Falaise cohérente * Côte rocheuse basse * Falaise meuble ou mixte * Microfalaise meuble ou mixte * Cordon de galets de débouché de rivière ou de cône-delta * Cordon de galets remanié par la mer * Plage de sable basaltique * Dune de sable basaltique * Plage corallienne de sable mixte peu évoluée * Plage corallienne de sable biodétritique peu évoluée * Plage corallienne de sable biodétritique évoluée * Artificialisation locale * Artificialisation intégrale

Illustration 5 : Typologies côtières adoptées en Guadeloupe, à Mayotte et à la Réunion

Sources : Aubié et Oliveros (1999) – De la Torre et al. (2006) - Blangy et al. (2009)

3.1.4. En résumé, la définition adoptée pour le trait de côte en Martinique

En vue de caractériser l'évolution à moyen et long terme de la côte, il est important de pointer un marqueur physique, proche de la ligne des plus hautes eaux (proche de l'interface milieu terrestre / milieu marin) mais présentant surtout une faible variabilité journalière, saisonnière ou infra-annuelle. Ce marqueur doit également être identifiable sur photographies aériennes.

Par conséquent, à l'image de la Réunion et de Mayotte, la définition choisie s'est basée sur des critères d'ordre géomorphologique, permettant de s'affranchir de l'effet de la marée (la Martinique se situe en contexte microtidale avec un marnage inférieur à 1 mètre) et de tenir compte de la diversité marquée du littoral martiniquais (formations

géologiques, exposition aux agents climatiques..). Cette définition s'apparente au « *trait de côte géomorphologique* » qui est le « *lieu de discontinuité morphologique caractéristique de la limite probable atteinte par la mer sur la côte [tels que] les talus d'érosion [...] la limite de végétation de la plage, [ou encore] les bermes de tempête* » selon le Groupe de travail « littoral » du Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) (Le Berre I. et al., 2008).

Une limite morphologique constitue un marqueur robuste pour l'étude de l'évolution du trait de côte à plus longue échelle de temps. Si les houles de beau temps, qui sont les plus fréquentes, n'affectent pas l'arrière plage, les houles de tempêtes, combinées le plus souvent à des vents violents, érodent les massifs dunaires.

Cette limite est considérée comme le marqueur le plus probant des évolutions côtières à moyen et long terme sur les littoraux sableux (UNESCO-CSI). Son utilisation comme référentiel d'étude présente plusieurs avantages (Garcin *et al.*, 2007) :

- Elle est facilement observable par tous les utilisateurs même non expérimentés ;
- Elle peut être suivie soit par des méthodes de télédétection soit par acquisition directe sur le terrain. Elle a l'avantage d'être facilement identifiable sur photographies aériennes ;
- Sa position est relativement stable à court terme, les variations saisonnières de cette limite sont faibles en l'absence de phénomènes climatiques majeurs tels que les ouragans ou les orages tropicaux ;
- Elle est un bon marqueur des évolutions morphologiques côtières sur plusieurs décennies ;
- Elle représente souvent le marqueur morphologique des cordons dunaires qui constituent le premier rempart naturel de défense contre la mer lors des événements climatiques majeurs.

Ainsi, pour chaque typologie, le trait de côte a été défini par des critères géomorphologiques spécifiques, présentés ci-dessous (cf. Illustration 6). Ces choix ont été validés par la DEAL et le BRGM, en Comité de pilotage (cf. Compte rendu du 27 mars 2012). Les typologies et les définitions de traits de côte associés sont conformes aux exigences de la DCE et notamment à son volet hydro-morpho-sédimentaire.

Géomorphologie littorale	Type de côte	Critères de définition du trait de côte	Typologie
Côtes rocheuses	Côtes rocheuses peu escarpées et/ou à blocs métriques	Limite de la zone de swash ou si celle-ci n'est pas visible, limite eau/roche	1
	Côtes à falaises escarpées (pente > 45°)	Pied de falaise	2
Côtes meubles	Plages sableuses	Limite de végétation	3
	Cordons de galets et/ou blocs décimétriques	Haut de cordon de galets ou limite de végétation	4

	Côte peu escarpée végétalisée (substratum supposé meuble ou altéré) et remblais	Limite de végétation ou pied de versant	5
	Mangroves	Front de végétation	6
	Estuaires	Segment rectiligne prolongeant les traits de côte entre les deux berges de l'estuaire	7
Côtes artificialisées	Ouvrages portuaires	Limite côté mer des aménagements	8
	Ouvrages de défense contre la mer (enrochements longitudinaux et transversaux, murs anti-houles,)	Enrochements (limite de swash, (cad limite d'humectation des ouvrages) et murs (limite côté mer du mur)	9
	Aménagements urbains (habitation en front de mer)	Contours extérieurs des aménagements « côté mer »	10

Illustration 6 - Critères géomorphologiques retenus pour déterminer la position du trait de côte sur le littoral martiniquais

En ce qui concerne spécifiquement les côtes meubles et les plages sableuses, la limite de végétation marque généralement la transition entre le système de plage marin et l'arrière-plage soumis à des processus éoliens, où se développent les dunes littorales si les apports sableux sont suffisants. En Martinique, l'apport sableux limité ne permet pas le développement de ces figures sédimentaires.

Toutefois les plages sableuses en contexte tropical et en dehors de toute pression anthropique sont invariablement marquées par un haut d'estran occupé par une végétation rase et rampante localement appelée « patate bord de mer ». Le système végétatif lent de cette plante autorise à considérer leur frontière côté maritime comme la limite inférieure des terrains non-mobiles à moyens terme. Cette limite de végétation marque aussi alors les plus hauts niveaux atteints par les eaux lors des plus fortes tempêtes.

3.2. CARTOGRAPHIE DU TRAIT DE CÔTE DE RÉFÉRENCE (2010)

3.2.1. Résultat obtenu

La digitalisation du trait de côte sur la photographie aérienne de 2010 a été réalisée à l'échelle maximale de 1/2 000, pour garantir une définition précise des différentes typologies tout en restant cohérent avec la précision du support photographique, soit l'ORTHO HR 2010.

Le trait de côte de référence ainsi défini et cartographié sur les photos-aériennes de 2010 totalise un linéaire de 452 km, associé à une précision de 2 à 10 m selon les secteurs.

Il fait état de référence pour les suivis à venir. Mis à la disposition de la communauté scientifique, il permet notamment à chaque acteur d'envisager la mise en place d'un protocole homogène de suivi de cette limite.

Cette définition du trait de côte étant différente de la limite officielle définie par le SHOM (2011), elle ne se substitue pas mais permet en revanche de répondre aux objectifs de l'analyse requise qui sont le suivi de l'évolution du littoral.

La cartographie est dressée dans un but informatif, dans l'état actuel des connaissances. Ces cartes ne peuvent être agrandies à une échelle plus fine sans procéder à des levés de terrain plus précis sur un support cartographique adapté.

3.2.2. Typologie côtière identifiées

D'après la caractéristique du littoral martiniquais, dix typologies côtières ont été définies en fonction de trois grands types de côtes : côtes rocheuses, meubles ou artificialisées. La typologie côtière obtenue est représentée en Illustration 7 et Illustration 8.

Les deux-tiers des côtes martiniquaises sont constituées de côtes dites meubles, englobant, la mangrove, des plages sableuses *stricto sensu* et des côtes peu escarpées. Le reste du linéaire se répartit entre des côtes rocheuses (32% du linéaire) et des côtes artificialisées (11% du linéaire), constitués des aménagements portuaires et des ouvrages de défense contre la mer.

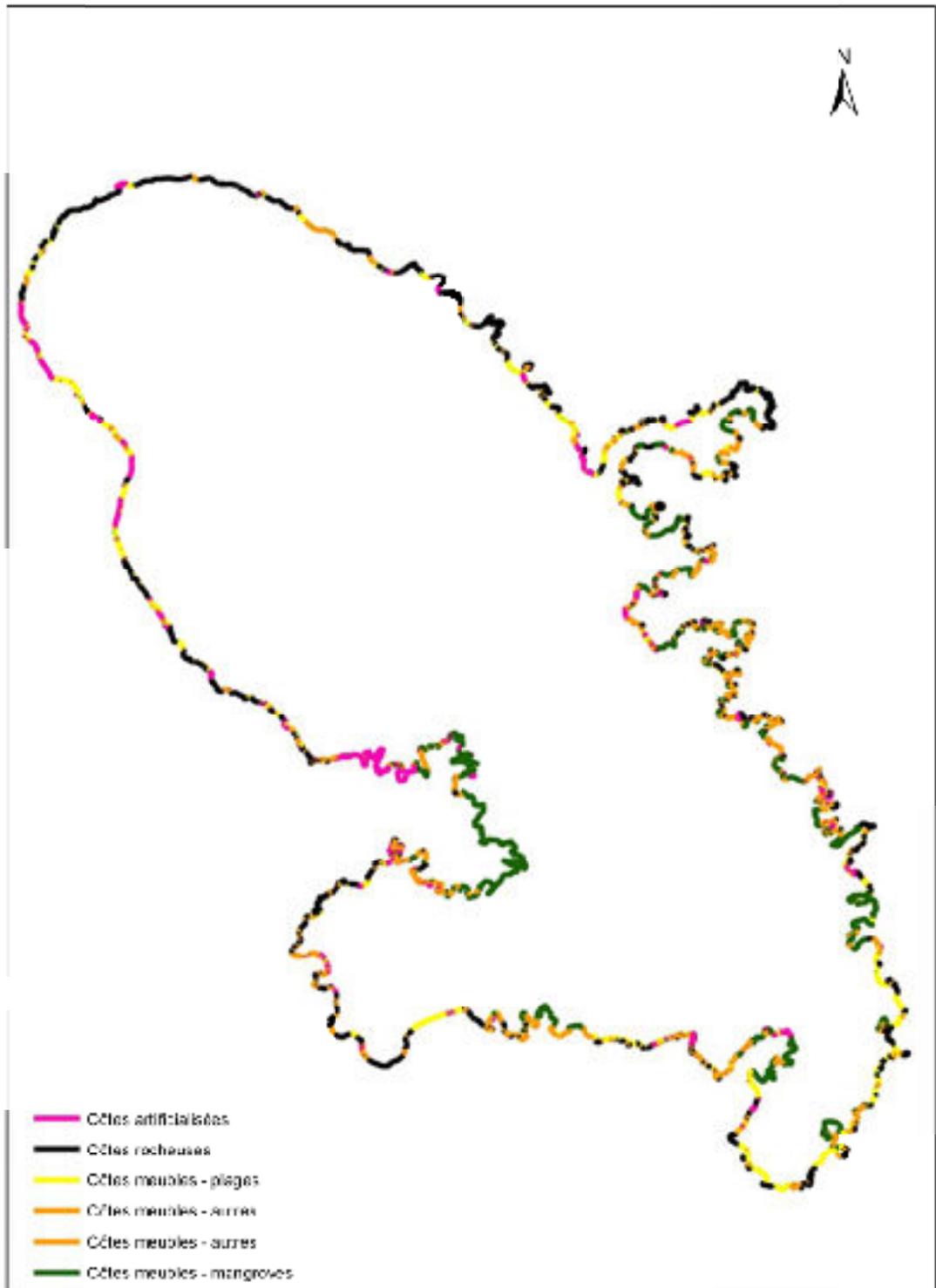


Illustration 7 : Typologie cotière identifiée dans le cadre de cette étude

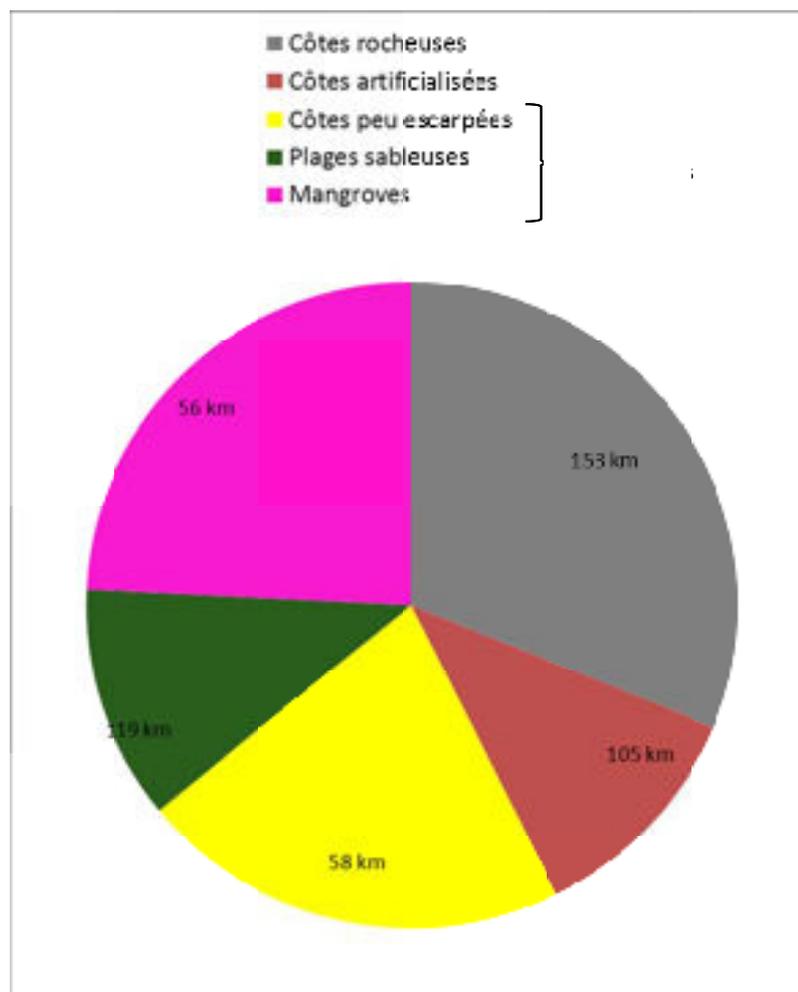


Illustration 8 : Répartition des types de côtes

3.2.3. Illustration du trait de côte de référence, par typologie côtière

Le trait de côte représenté sur les figures suivantes est celui de 2010. La couleur jaune indique la limite digitalisée pour la typologie côtière concernée.

Pour les côtes rocheuses peu escarpées et à blocs métriques : limite de la zone de « swash » ou contact eau-roche quand cette limite n'est pas visible (cf. Illustration 9)



*Illustration 9 : Limite de la zone de "swash" au niveau d'une côte rocheuse peu escarpée et à blocs métriques au niveau du Marigot (côte Atlantique)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN*

Pour les côtes à falaises escarpées : pied de falaise (cf. Illustration 10 et Illustration 11)



Illustration 10 : Exemple de falaise escarpée et de plage sableuse dans la ville de Schoelcher (Madiana plage). Source : Paulineau M. (2012)



Illustration 11 : Limite du pied de falaise au niveau d'une côte à falaise escarpée au niveau du Carbet (côte Caraïbe). Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN

Pour les plages sableuses : limite sable-végétation (cf. Illustration 12 et Illustration 13)



Illustration 12 : Plage sableuse de la Pointe du bout aux Trois-Ilets. Source : Paulineau M. (2012)



*Illustration 13 : Limite de la végétation des plages sableuses à Sainte-Luce (sud de l'île)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les cordons de galets : le haut du cordon de galets ou la limite de végétation (cf. Illustration 14)



*Illustration 14 : Limite du haut d'un cordon de galets au Diamant (sud de l'île)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les côtes peu escarpées végétalisées et remblais : limite de végétation ou pied de versant (cf. Illustration 15)



*Illustration 15 : Limite du pied de versant d'une côte peu escarpée végétalisée à Trinité (côte Atlantique)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les mangroves : le front de la mangrove (cf. Illustration 16 et Illustration 17)



Illustration 16 : Mangrove de Morne Cabrit au Lamentin. Source : Paulineau M. (2012)



*Illustration 17 : Limite du front d'une mangrove des Trois-Ilets (côte Caraïbe)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les estuaires : limite recoupant les deux extrémités de l'estuaire (cf. Illustration 18 et Illustration 19)



*Illustration 18 : Estuaire de la place des Arawaks dans la ville de Schoelcher (rivière Case Navire).
Source : Paulineau M. (2012)*



*Illustration 19 : Limite recoupant les deux extrémités d'un estuaire au Carbet (côte Caraïbe)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les ouvrages de défense contre la mer, type enrochements : ligne d'humectation (limite de swash) (cf. Illustration 20 et Illustration 21)



Illustration 20 : Enrochements au niveau de la construction d'un immeuble (Pointe Simon - Ville de Fort de France). Source : Paulineau M. (2012)



*Illustration 21 : Limite de la ligne d'humectation des enrochements au niveau de la place des Arawaks à Schœlcher (côte Caraïbe)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les ouvrages de défense contre la mer, type murs anti-houle : limite supérieure du mur (cf. Illustration 22)



*Illustration 22 : Limite supérieure d'un mur anti-houle au Prêcheur (côte nord Caraïbe)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN*

Pour les ouvrages portuaires : limites des aménagements, côté mer (cf. Illustration 23 et Illustration 24)



Illustration 23 : Ouvrage portuaire au niveau de la ville du Marigot. Le port est ici constitué de deux digues en enrochements. Source : Paulineau M. (2012)



Illustration 24 : Limite du port de Fort-de-France. Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN

Pour les aménagements urbains : limites des aménagements, côté mer (cf. Illustration 25 et Illustration 26)



Illustration 25 : *Habitations en front de mer (Pointe de la Vierge - Fort-de-France).*
Source : Paulineau M. (2012)



Illustration 26 : *Limite extérieure des habitations en front de mer au Prêcheur*
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN

3.2.4. Précision accordée au trait de côte de référence

Rappelons que la digitalisation du trait de côte sur la photographie aérienne de 2010 a été réalisée à l'échelle maximale de 1/2 000, pour garantir une définition précise des différentes typologies tout en restant cohérent avec la précision du support photographique, soit l'ORTHO HR 2010.

La précision minimale de la position du trait de côte est estimée à +/- 2 m, mais peut atteindre jusqu'à 10 m dans certains cas. Les sources d'incertitude sont détaillées au § 2.3.

Un indice de fiabilité a été défini pour le trait de côte de 2010, permettant de rester prudent et de conserver cette information. Trois degrés de fiabilité ont été précisés : bonne (« B »), moyenne (« M ») et faible (« F »), selon la netteté des marqueurs géomorphologique et la qualité de la photo.

A titre indicatif, ces indices de fiabilité ont été traduits en termes de précision planimétrique (Illustration 27).

Typologies et limites associées	Fiabilité et Marges d'erreurs (en mètres)		
	Faible	Moyenne	Bonne
Côtes peu escarpées et à blocs métriques : limite de la zone de « swash » ou contact eau-roche quand cette limite n'est pas visible	< 10 m	< 5 m	< 2 m
Côtes à falaises escarpées : ped de falaise	< 5 m	< 3 m	< 2 m
Côtes peu escarpées végétalisées : limite de végétation ou pied de versant	< 5 m	< 3 m	< 2 m
Plages sableuses : limite de végétation	< 10 m	< 5 m	< 2 m
Cordons de galets et/ou à blocs décimétriques : haut du cordon de galets ou la limite de végétation	< 10 m	< 5 m	< 2 m
Mangroves : front de la végétation	< 10 m	< 5 m	< 2 m
Estuaires : limite recoupant les deux extrémités de l'estuaire	5-10 m	Limite toujours identifiée comme faible	
Aménagements de défenses contre la mer : limite d'humectation (enrochements) et limite supérieure des murs de défense	< 3 m	< 2 m	< 2 m
Ouvrages portuaires : limites des aménagements	< 3 m	< 2 m	< 2 m
Aménagements urbains : limites extérieures des aménagements	< 3 m	< 2 m	< 2 m

Illustration 27 : Ordres de grandeur des précisions planimétriques associées à chaque typologie cotière, pour le trait de côte de 2010

4. Évolution de la position du trait de côte entre 1951 et 2010

4.1. RÉSULTATS DE LA COMPARAISON DIACHRONIQUE

La comparaison des traits de côte de 1951 et de 2010 montre une évolution contrastée à l'échelle de l'île, entre des secteurs en recul et d'autres en avancée ou stables. L'illustration 28 synthétise les constats marquants et les cartes synthétiques sont en Annexe 2. Finalement, sur les 452 km de linéaire côtier, seul 49 km ressortent en érosion significative (> 15 m) soit 11 % et 95 km en accrétion significative (> 15 m), soit 21 %, le reste du littoral (308 km, soit 68 %) étant stable (< 15 m).

Vu les incertitudes attachées à la position de chacun des traits de côte (détaillée au § 2.3.2), la comparaison des deux positions doit être considérée avec une incertitude minimale de l'ordre de 15 m, correspondant à la qualité des données disponibles et aux procédures de traitement et d'analyse. De ce fait, le type d'évolution reste indéterminé, lorsque le déplacement du trait de côte sur 60 ans est inférieur à 15 mètres. Au-delà de cette valeur, les déplacements du trait de côte ont été considérés comme significatifs.

Cette incertitude est cohérente avec l'objectif de l'étude qui est de déterminer les grandes tendances de l'évolution littorale sur une période de temps de près de 60 ans, et qui se concentre donc essentiellement sur les évolutions de grande ampleur, considérée significative à cette échelle de temps.

Cette plage d'incertitude permet de s'affranchir des évolutions saisonnières qui affectent le littoral. Ces évolutions rapides concernent essentiellement des phénomènes érosifs, lors d'évènements exceptionnels de type cyclone, qui peuvent atteindre. En effet, la campagne de mesure du trait de côte réalisée au GPS par le BRGM suite au cyclone DEAN de 2007 et à la houle cyclonique OMAR de 2008 a mis en évidence des reculs qui peuvent atteindre 10 m lors d'un seul événement (Barras AV. (2008), Barras et al. (2008)). Les dégâts des cyclones ALLEN (1980) et DAVID (1970) ont entraîné un recul de la plage de Grande Anse, qui aurait atteint 20 m.

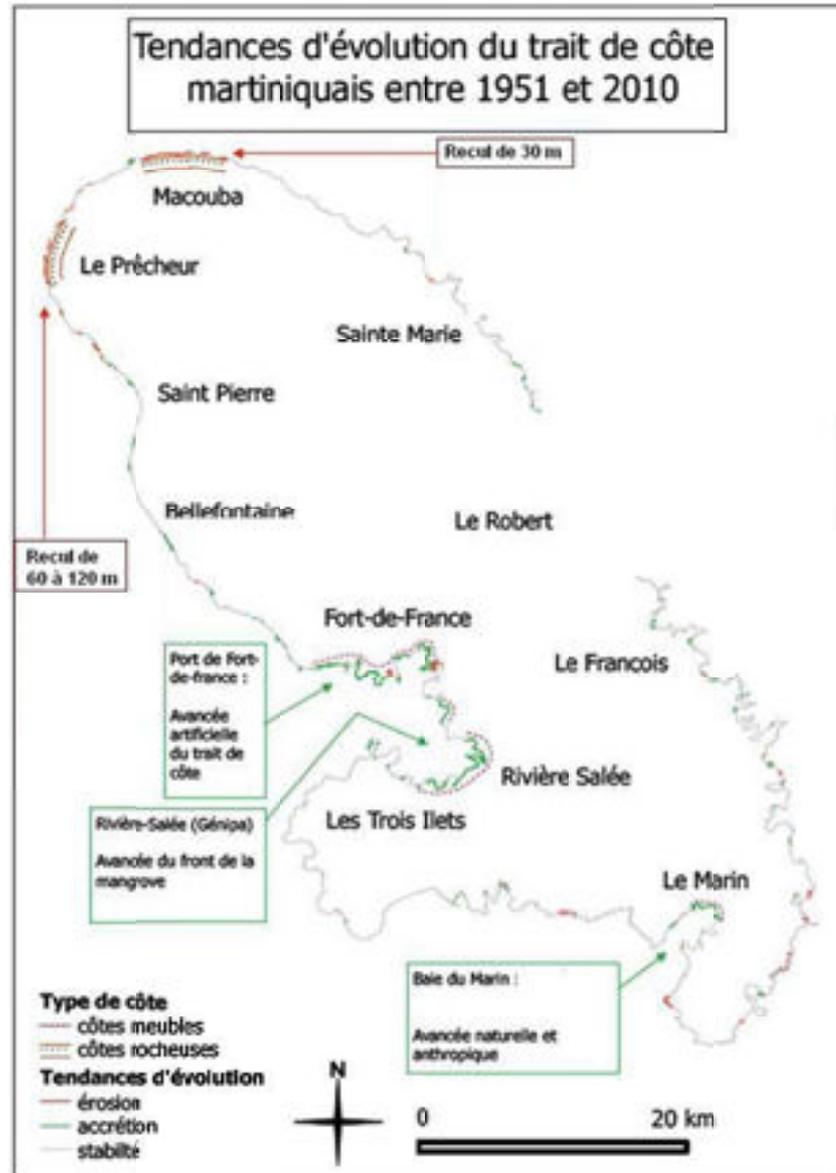


Illustration 28 : Tendances d'évolution du trait de côte martiniquais entre 1951 et 2010.
Source : Paulineau M. (2012)

4.2. LES SECTEURS EN ÉROSION

Le recul du littoral est hétérogène le long du littoral. Les secteurs d'érosion les plus marqués, soit ceux ayant présenté un recul supérieur à 30 m sur la période d'observation sont :

- Le linéaire de falaises au nord du Prêcheur, entre le quartier des Abymes et l'Anse des Galets, avec des reculs maximums mis en évidence à l'Anse Belleville, où ils atteignent jusqu'à 125 m (soit 2 m en moyenne par an) sur la côte rocheuse au nord

du lieu-dit et jusqu'à 100 m dans le village de l'Anse Belleville, aujourd'hui renforcée par des enrochements (cf. Illustration 29) ;

- Les côtes rocheuses de Macouba à GrandRivière où le recul atteint environ 30 m (cf. Illustration 30) ;
- Et également, certaines côtes basses sableuses, notamment au sud, comme à l'Anse à l'âne ou l'Anse Mitan aux Trois-Ilets, l'Anse Corps de Garde à Sainte Luce ou l'Anse Trabaud à Saint Anne, où le recul atteint entre 20 et 30 m.

Les reculs les plus importants sont donc observés au nord-ouest, entre le quartier des Abymes et l'Anse à Galets, sur 5 km environ d'un littoral constitué principalement de falaises, avec quelques intercalations de plages. Dans le secteur de l'Anse Belleville en particulier, le recul atteint les valeurs maximales de 100 voire 125 m (soit un recul de 1,5 à 2 mètres/an environ) (Illustration 29).



Illustration 29 : Recul du trait de côte de 1951 à 2010 au niveau de l'Anse Belleville (Prêcheur). Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN (1 /12000)

La forte érosion au niveau du Prêcheur avait été constatée entre 1954 et 1983 : le recul n'était alors que de 25 mètres (Lachassagne et Lallier, 1990). De 1955 à 1994, le recul le plus important était de 75 mètres à l'Anse Belleville (Saffache et Desse, 1999).

Ces témoignages historiques confirment la très forte vitesse d'érosion dans ce secteur particulier, qui atteint donc 2 m/an (vitesse déjà observée en 1994), le recul s'étant poursuivi pour atteindre aujourd'hui 125 m localement.

Sur certains secteurs particulièrement touchés par l'érosion, des aménagements de protection ont été mis en place. Ainsi, des enrochements (ou des murs) ont été implantés pour protéger la RD 10, entre Pointe Lamarre et Anse Belleville. Le trait de côte a donc été figé depuis et selon la date et l'efficacité de ces dispositifs, cela pourrait justifier que le recul ait été ralenti sur une partie de ce littoral, notamment entre Pointe Lamarre et Anse Belleville.

Un net recul est également constaté sur le littoral nord, entre Macouba et Grand Rivière, caractérisé par des côtes rocheuses et plus particulièrement des côtes à falaises escarpées. Le recul est de l'ordre de 30 mètres entre 1951 et 2010 (soit un recul d'environ 50 centimètres/an) (Illustration 30).



*Illustration 30 : Erosion des falaises de Macouba.
Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN (1/5000)*

Cette étude a permis de quantifier les reculs de certaines côtes rocheuses, jusque-là peu connus et étudiés contrairement aux reculs des plages sableuses.

Plusieurs plages sableuses au sud de l'île, présentent des reculs significatifs comme celle de l'Anse à l'âne aux Trois-Ilets avec un recul moyen de près de 25 mètres en 60 ans (40 cm/an environ) (Illustration 31). La plage de Grande Anse à Sainte Anne a connu une érosion de près de 30 m de 1951 à 2010 (Illustration 32). Des témoignages précisent que les cyclones ALLEN (1980) et DAVID (1979) auraient, à eux seuls, entraîné un recul de 20 m, ce qui aurait largement contribué au recul observé sur 60 ans.



*Illustration 31 : Recul du trait de côte au niveau de la plage de l'Anse à l'âne aux Trois Ilets
Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/2500)*



Illustration 32 : Recul du trait de côte au niveau de la plage de Grande Anse à Sainte Anne Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/2500)

4.3. LES SECTEURS EN ACCRÉTION

Contrairement au nord de l'île où la tendance est à l'érosion, on observe globalement, une tendance à l'accrétion entre 1951 et 2010, dans le sud de l'île.

Cette tendance s'observe principalement dans les baies de l'île occupées par la mangrove. Elle s'explique notamment par la sédimentation des particules fines dans ces baies et la colonisation progressive de la mangrove. Cette accrétion s'explique également par les aménagements urbains, tels que le remblaiement sur la mer (polders) ou parfois par des ouvrages de protection littorale, qui conduisent à une avancée ou une stabilisation « artificielle » du trait de côte. Ainsi, deux types d'avancée existent : une avancée naturelle et une autre anthropique.

Accrétion naturelle

Dans la baie de Génipa à Rivière Salée par exemple, l'avancée du trait de côte est supérieure à 100 mètres (soit une accrétion comprise entre 1 et 2 mètres/an)

(Illustration 33). Dans la baie du Simon au François, la mangrove a progressé jusqu'à 80 mètres à certains endroits (soit une avancée comprise elle aussi entre 1 et 2 mètres/an) (Illustration 34).

*Illustration 33 : Avancée du front de la mangrove dans la baie de Génipa (Fort-de-France)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/10000)*



Illustration 34 : Avancée du front de la mangrove dans la baie du Simon au François (côte Atlantique)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1 /2500)

Accrétion anthropique

Dans la ville du Robert par exemple, au niveau de la Pointe Lynch, l'avancée artificielle du trait de côte est de 70 mètres en moyenne en soixante ans (Illustration 35). À Fort-de-France, la construction d'un port a entraîné une avancée importante du trait de côte de 100 à plus de 500 mètres (Illustration 36)



Illustration 35 : Avancée du trait de côte "artificielle " au niveau de la pointe Lynch (Robert) Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN



Illustration 36 : Avancée du trait de côte par la construction du port de Fort-de-France
Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/20000)

Les baies de Fort-de-France et du Marin constituent des cas à part dans cette tendance à la progradation des baies. En effet, l'accrétion dans ces baies est aussi bien naturelle qu'anthropique. Dans la baie du Marin, on observe une avancée du trait de côte allant de 50 à plus de 100 mètres par endroit (soit une accrétion de 1 à plus de 2 mètres/an environ) (Illustration 37).

*Illustration 37 : Avancée du trait de côte dans la baie du Marin (naturelle et artificielle)
Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/10000)*

Ceci confirme l'accrétion dans la baie du Marin, mis en évidence et quantifiée par Saffache et al. (2000) : sur le linéaire de 14 kilomètres de la baie du Marin, près de 8 kilomètres ont été affectés par une accrétion de 25 hectares de terres gagnées sur la mer en une cinquantaine d'années environ.

4.4. LES SECTEURS STABLES

Plusieurs secteurs présentent une relative stabilité du trait de côte, c'est le cas des côtes rocheuses et les plages de Sainte-Anne par exemple. Les amplitudes constatées, inférieures à 15 m en 60 ans, ne permettent pas de trancher sur le type de mobilité. Trois hypothèses sont à retenir sur ces secteurs :

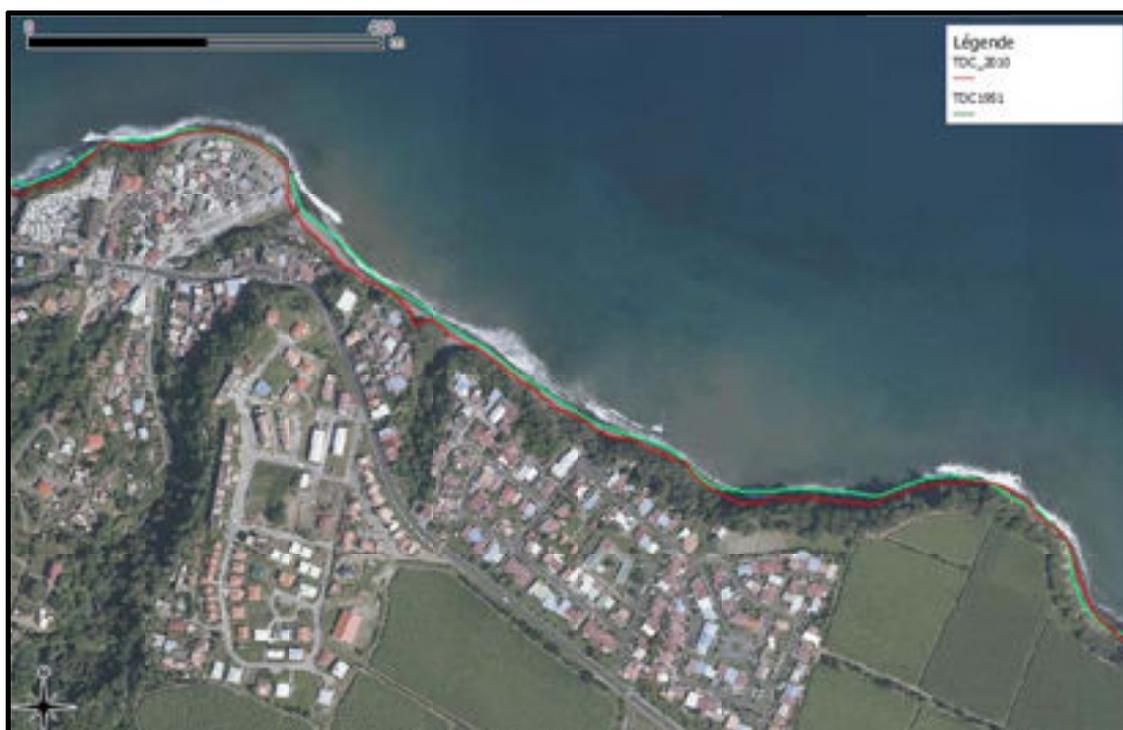
- Il n'y a pas d'évolution entre 1951 et 2010 ;
- Le secteur est soumis à une mobilité à très court terme (annuel par exemple) autour d'une valeur d'équilibre (influence de fortes houles ou de cyclones) ;
- Le secteur est soumis à une très forte mobilité avec au moins une inversion de tendances entre érosion et accrétion, entre 1951 et 2010.

Cette relative stabilité s'observe également aux Anses-d'Arlet, où le trait de côte ne semble pas avoir évolué de manière significative (Illustration 38). De même au nord, les secteurs du Lorrain, de Marigot ou encore de Basse Pointe (Illustration 39) témoignent d'une stabilité qui contraste avec le recul net observé dans les espaces voisins.



Illustration 38 : Relative stabilité des côtes rocheuses et sableuses au niveau des Anses-d'Arlet (sud ouest de l'île). Fond cartographique : Ortho HR 2010 – IGN (1/10000)

Illustration 39 Stabilité des côtes au niveau de la ville de Basse Pointe au nord. Fond cartographique : Ortho HR 2010 - IGN (1/5000)



5. Synthèse des résultats apportés par l'étude et perspectives associées

5.1. RÉSULTATS

5.1.1. Établissement du trait de côte de référence

Un état de référence (état zéro) du trait de côte a été établi pour toute la Martinique. (La digitalisation comptabilise un linéaire de 452 km, longueur largement dépendante de l'échelle de travail).

Il correspond à l'état du littoral en 2010, puisqu'il a été digitalisé à partir des orthophotographies prises en juillet 2010 dans le cadre d'une mission de l'IGN (Ortho HR, résolution des pixels de 30 cm).

Établi à une précision minimale de 2 m, il fait état de référence pour les suivis à venir et il est mis à la disposition de la communauté scientifique. Il permet notamment, d'envisager d'instaurer un protocole de suivi de cette limite.

Rappelons que ce trait de côte peut être considéré comme la référence dans un objectif de suivi du littoral martiniquais seulement. D'autres objectifs et usages nécessitent d'autres définitions (submersion marine, changement climatique..).

Les démarches permettant de définir et de cartographier le trait de côte sont détaillées dans le chapitre 2. Elles ont notamment nécessité la définition d'une typologie côtière (rocheuse, sableuse, mangrove, mixte, aménagée) le long du littoral, et pour chaque type de côte, d'une définition précise du trait de côte.

5.1.2. Évaluation de la dynamique côtière depuis 1951 et perspectives de suivi associées

Les tendances évolutives (érosion, accrétion, équilibre) du littoral martiniquais lors de ces 60 dernières années ont été mises en évidence, en se basant sur la comparaison diachronique des traits de côte de 1951 et de 2010.

La comparaison des différents traits de côte a permis de dégager les tendances de l'évolution des 60 dernières années et d'identifier les zones d'érosion, d'engraissement ou de stabilité relative. Une carte présentant les tronçons de linéaire côtier classés selon leur mode d'évolution, a été faite à l'échelle du 1/10 000 (Annexe 2).

Ces constats permettent de disposer des distances de recul ou d'accrétion constatées sur 60 ans, sur tout le linéaire. Bien que des vitesses de recul seront évoquées dans la suite du rapport, elle ne reste qu'indicatives puisqu'estimées à partir de deux dates d'observation, entre lesquelles l'évolution n'a pas toujours été constante.

Cette analyse permet d'identifier les secteurs les plus mobiles et où les aménagements sont donc les plus vulnérables. Cet inventaire est donc un outil pour les décideurs, afin de mettre en œuvre des stratégies de suivi et de gestion du trait de côte, à partir d'une connaissance globale.

5.1.3. Une compilation de références bibliographiques

Afin d'avoir une vue d'ensemble de la connaissance sur le littoral martiniquais, il a été constitué une compilation de références bibliographiques rassemblant les études et données déjà acquises par les différents acteurs du littoral ces dernières années, sur les aspects morpho-sédimentaires. Il s'agit d'études, de publications ou de rapports, mais également de photographies, de données SIG ... concernant le littoral de la Martinique mais également des références plus générales sur la thématique du suivi du trait de côte. Précisons que seuls les aspects morpho-sédimentaires du littoral martiniquais ont été traités (exclusion des données chimiques ou biologiques).

Par ailleurs, l'ensemble des acteurs susceptibles de détenir des données sur cette thématique, ont été consultés, notamment :

- les bureaux d'études (CREOCEAN, Impact Mer,..) ;
- les organismes de recherches (IRD, UAG,..) ;
- les institutions et donneurs d'ordres (DEAL, Conseil Général, ONF, Agence des 50 Pas, Conservatoire du Littoral..).

Cette base de données est organisée par thématique et par échelle d'études, comme suit :

- sur la thématique dynamique du littoral :
 - o les études locales (de 1 à 10 km) (7 références) ;
 - o les études à l'échelle de la Martinique (14 références) ;
 - o les études concernant des contextes insulaires tropicaux intéressant la Martinique (11 références) ;
- sur la thématique géomorphologie et sédimentaire (9 références) ;
- sur la thématique hydrodynamique (7 références) ;
- sur la thématique météorologie (6 références).

54 références ont ainsi été rassemblées, résumées (cf. résumé en Annexe 1) et analysées pour cette étude. Si cette liste reste représentative de l'état de la connaissance, il est entendu qu'elle ne peut être considérée comme exhaustive (elle dépend notamment de la remontée d'information des différents acteurs consultés) et mérite d'être régulièrement mise à jour pour conserver sa pertinence et son utilité.

Cette base de données est disponible en Annexe 1. Un résumé de chaque référence permet à chacun, de mieux cerner leur contenu.

5.1.4. Données SIG produites

Les traits de côte de 1951 et 2010

Les deux traits de cotes sont disponibles sous SIG (système de projection : WGS 84 UTM 20 N). La précision planimétrique minimale associée est de :

- +/- 10 m pour le trait de côte de 1951 ;
- +/- 2 m pour le trait de côte de 2010.

La position du trait de côte de 2010 est associée à un indice de fiabilité (faible, moyen, fort) qui permet d'apprécier la confiance accordée à la digitalisation.

Il est important de noter que l'échelle de résolution conditionne directement le linéaire digitalisé. Ainsi, le trait de côte (hors îlots) de 1951 totalise 419 km alors que celui de 2010 atteint 452 km.

Une base de données des ouvrages de défense contre la mer

Les portions de côte artificialisée ont été digitalisées et qualifiées par les appellations suivantes : ouvrages de défense contre la mer, ouvrages portuaires.

L'emprise surfacique des appontements a été digitalisée sous forme de polygones. Plus de 500 ouvrages ont ainsi été localisés.

Ces aménagements font l'objet d'une base de données spécifique et d'une couche SIG distincte.

5.2. PERSPECTIVES

5.2.1. Identifier les facteurs de l'érosion en vue d'améliorer l'évaluation des risques

Les constats historiques mis en évidence par cette étude, permettent d'émettre des hypothèses sur les facteurs favorisant ces évolutions. Il apparaît ici, que dans le nord, l'érosion est liée à plusieurs facteurs naturels (géologique, climatique..) alors que dans le sud, l'accrétion est aussi bien liée à une dynamique naturelle qu'aux interventions anthropiques (remblais, polders..). Sur un littoral fortement anthropisé comme celui de la Martinique, l'homme est également un agent important, responsable de l'évolution du littoral.

Ainsi, il conviendrait de préciser l'origine des reculs mesurés afin d'anticiper sur l'évolution future et éventuellement pouvoir prendre des mesures permettant de réduire cet aléa.

Actuellement, en Martinique, l'aléa « érosion » est pris en compte dans les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN), par une approche naturaliste, de terrain, sans constat quantitatif à l'échelle de l'île. Cette étude apporte ainsi de précieuses informations quantitatives et donc les moyens de valider et de préciser les zonages actuels des PPRN. Une fois que les facteurs d'érosion sont précisés, ceci permet également de mieux appréhender les mesures de prévention envisageables.

5.2.2. Affiner le protocole sur les secteurs d'incertitude

L'analyse comparative des traits de côte de 1951 et 2010 a mis en évidence la mobilité du trait de côte Martiniquais sur les 60 dernières années. Si certains secteurs montrent un recul ou une avancée très marquée, d'autres ont des modes d'évolution qui n'ont pu être mis en évidence sur la période d'observation et avec le protocole retenu. Il s'agit maintenant d'affiner la connaissance de cette dynamique côtière sur ces secteurs particuliers.

En dehors des zones où le calage est peu fiable, plusieurs raisons peuvent justifier que la mobilité n'ait pu être mise en évidence entre 1951 et 2010 :

- Il n'y a pas d'évolution entre 1951 et 2010 ;
- Le secteur est soumis à une mobilité à très court terme (annuel par exemple) autour d'une valeur d'équilibre, sous l'influence de fortes houles ou de cyclones ;
- Le secteur est soumis à une très forte mobilité avec au moins une inversion de tendances entre érosion et accrétion, entre 1951 et 2010.

Des observations intermédiaires de la position du trait de côte apporteraient des informations sur ces dynamiques :

- la digitalisation du trait de côte de 1988 (photoaériennes disponibles à l'IGN mais non orthorectifiées), position intermédiaire entre 1951 et 2010 ;
- la digitalisation du trait de côte de 2004 (orthophotographies disponibles sur la Martinique), permettant d'apprécier les variations à court terme ;
- les constats de terrain récents localisés (retour d'expérience de DEAN (2007), OMAR (2008), suivi des plages menées par l'UAG..).

Ces observations intermédiaires permettraient une estimation plus robuste de la vitesse de recul, qu'estimée par la seule comparaison 1951-2010. Ceci permettra notamment de distinguer des tronçons en évolution rapide à court terme mais en équilibre à moyen terme, des tronçons peu mobiles, pour lesquels les mesures d'adaptation sont tout à fait différentes.

5.2.3. Réseau d'observation sur les secteurs vulnérables

Après avoir établi ce constat général sur l'île, il devient pertinent d'envisager la mise en place de dispositif de suivi de l'évolution du trait de côte sur les secteurs les plus vulnérables. Il existe d'ores et déjà des suivis réalisés sur certaines plages, par l'UAG

(Université Antilles-Guyane) notamment. Il conviendrait d'identifier de manière complète les suivis en cours afin de mettre en œuvre un réseau de suivi cohérent et mutualisé à l'échelle de l'île, en s'appuyant sur les démarches existantes

L'objectif serait donc d'assurer une surveillance sur plusieurs années afin de mieux comprendre la dynamique des secteurs à enjeux et d'anticiper les évolutions futures du littoral. En fonction des enjeux existants et de la dynamique, il peut ensuite être décidé d'intervenir ou non et de quelle manière. Aussi, sur certains secteurs où les vitesses d'érosion sont importantes, il pourrait être nécessaire d'envisager des solutions de repli stratégique.

Les évolutions de la morphologie du littoral peuvent être surveillées par des mesures topo-bathymétrie régulières. Ce type de mesures peut se faire par des levés de terrain (GPS différentiel, tachéomètre,...). Le GPS différentiel présente l'intérêt de pouvoir être associé à un réseau géré de manière automatique.

6. Conclusion et perspectives

Basée sur l'analyse diachronique des photographies aériennes de 1951 et 2010, cette étude a permis de mettre en avant les principales tendances d'évolution de la position du trait de côte martiniquais sur ces soixante dernières années. Ainsi, il ressort une évolution contrastée à l'échelle de l'île.

Au nord en effet, la tendance est à l'érosion avec des reculs importants pouvant aller jusqu'à 100-120 mètres (soit 2 m/an) au nord de la ville du Prêcheur. Cette étude a montré que les côtes rocheuses ne sont pas épargnées par l'érosion et qu'elles peuvent connaître des reculs significatifs comme cela est le cas pour la ville de Macouba. Au sud, la tendance est plus contrastée avec une accrétion au niveau des principales baies de l'île et l'érosion de certaines plages (plages de l'Anse à l'âne aux Trois-Ilets par exemple). Cette étude met donc également en évidence des secteurs (dont de nombreuses plages), relativement stables à long termes.

Plusieurs résultats sont disponibles *in fine* :

- Une étude bibliographique sur la problématique de l'érosion du littoral martiniquais, compilée et synthétisées ;
- Une carte des typologies du linéaire côtier martiniquais. Ainsi, Les deux-tiers des côtes martiniquaises sont constituées de côtes dites meubles, englobant, la mangrove, des plages sableuses *stricto sensu* et des côtes peu escarpées. Le reste du linéaire se répartit entre des côtes rocheuses (32% du linéaire) et des côtes artificialisées (11% du linéaire), constitués des aménagements portuaires et des ouvrages de défense contre la mer ;
- Une carte de la mobilité du trait de côte présentant les tronçons de linéaire côtier classés selon leur mode d'évolution, entre 1951 et 2010 : sur les 450 km de linéaire côtier, 49 km apparaissent en érosion, 95 km en accrétion et le reste en stabilité relative (le protocole choisi de permet pas de mettre en évidence des évolutions plus faibles que 15 m, sur cette période) ;
- Un état de référence du trait de côte en 2010, dont la précision est estimée à 2 m, permettant d'avoir une référence commune pour les suivis à venir. Cette étude de l'évolution du trait de côte de la Martinique de 1951 à 2010 a permis de mettre en avant les grandes tendances d'évolution du littoral sur ces soixante dernières années.

Cette étude de suivi de l'évolution du trait de côte de la Martinique permet de repérer des zones vulnérables, sur lesquels un suivi ou d'autres décisions d'aménagement deviennent souhaitable. Ces résultats, qu'il faut compléter, permettent d'affiner et de guider les mesures de prévention du risque.

7. Bibliographie

André J-C., Royer J-F., Chauvin F. (2008) - Les cyclones tropicaux et le changement climatique, C. R. Geoscience 340 (2008) 575–583.

Aubié S., Guerin I., Oliveros C. (2001) - Évolution du trait de côte de 1950 à 1997 de la plaine de la rivière Saint-Etienne-Pierrefonds, île de la Réunion - Rapport BRGM/RP-50700-FR

Aubié S. et Oliveros C., (1999) - Évolution du trait de côte de 1950 à 1997 de la baie de la Possession à l'embouchure de l'Étang de Saint-Paul, île de la Réunion – Rapport BRGM/R-40780 – 99 SGR/OI 34.

Barras A.V. (2008) – Inventaire des impacts de la houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008) sur la côte caraïbe de la Martinique – Compte rendu du 18/10/2008.

Barras A.V., Oliveros C., Joseph B., Marimoutou C. (2008) - Inventaire et caractérisation des impacts de la houle sur le littoral de la Martinique au passage de l'ouragan Dean (17 août 2007) - Rapport BRGM/RP-55954-FR.

Blangy A., De La Torre Y., Vaslet E., avec la collaboration de Mallet C. et Devez T. (2009) - Morphodynamique des littoraux de la Réunion. Phase 3 : Suivi et gestion de l'érosion côtière sur 12 sites identifiés comme sensibles – Rapport BRGM/RP-57431-FR

Bosser K., Flageollet J-C., Levoy F. (2000a) - Évolution morphodynamique d'une plage soumise à des épisodes de renforcement des alizés en Martinique - Géomorphologie : relief, processus, environnement, Année 2000, Volume 6, Numéro 2 p. 75 – 86.

Bosser K., Hery J-F., (1993) – L'évolution du trait de côte sur la moitié nord de la Martinique » - Rapport de l'université Louis Pasteur pour le compte du Conseil Général de la Martinique

Bosser K., Levoy F., Flageollet J-C. (1998b) – Impact hydrosédimentaire des périodes de renforcement des alizés sur une plage de la côte nord de la Martinique – Actes des Vèmes journées nationales Génie côtier – Génie civil, Toulon 13 au 15 mai 1998, p 111-119.

Bulteau T., Garcin M., avec la participation de Oliveros C. et Lenôtre N. (2011) - Synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte - Rapport BRGM/RP-59396-FR.

Commissariat général au développement durable – Service de l'observation et des statistiques (2011) – Le littoral : chiffres clés – Etudes et documents, n°32.

De La Torre Y. et Aubié S. (2003) – Étude de la morpho-dynamique des littoraux de Mayotte. Phase 1 : Synthèse et tendances d'évolution – Rapport BRGM/RP-52320-FR.

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 – Rapport BRGM/RP-53307-FR.

De La Torre Y., Dolique F., Jeanson M. (2006) – Morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 2 : Mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière – Rapport BRGM/RP-54832-FR.

De La Torre Y. (2008) – Livret pédagogique « Gestion de l'érosion du littoral de Mayotte » - Rapport BRGM/RP-56366-FR.

Deshons P. (1986) - Évolution et mesures de protection du littoral à Grand 'Rivière (Martinique) – Rapport BRGM pour la mairie de Grand 'Rivière.

Durand F., Augris C., Castaing P. (1998) - Les cyclones David et Allen en Martinique : origine probable des mégarides sur le plateau externe oriental – Compte rendu de l'Académie des Sciences Paris, série II a, 326, 863-868.

Everard C. (2012) - Pourquoi le littoral disparaît petit à petit ? - Article France-Antilles Martinique, 20 Janvier 2012.

Faye I., Giraudet E., Gourmelon I., Henaff A. (2011) – Cartographie normalisée de l'évolution du trait de côte – Revue Mappemonde n°104

Guennoc P., Duclos P-A. (2007) - Cartographie Morphosédimentaire du domaine côtier de la Martinique, BRGM/RP-56062-FR.

IGN (2011) – BD Ortho Historique, Descriptif de contenu et de livraison

IGN-SHOM (2010) - Histolitt Version 1, Descriptif de contenu et de livraison

Lachassagne.P., Lallier S. (1990) - Dynamique actuelle des côtes de la Martinique, inventaire des zones d'évolution et définition des travaux nécessaires à une meilleure connaissance et gestion du littoral martiniquais – Rapport BRGM/RR-30732-FR.

Le Berre I., Hénaff A., Devogèle T., Mascret A., Wenzel F. (2005) – Spot 5 : un outil pertinent pour le suivi du trait de côte) – Norois (en ligne), 10 p.

Legrand H. (2009) - Base de données cartographiques des fonds marins côtiers de la Martinique : Biocénoses benthiques, Observatoire du Milieu Marin Martiniquais.

Lenôtre N., Le Cozannet G., Dörflinger N. (2010) - Contribution du BRGM au dictionnaire des phénomènes liés au changement climatique et leurs impacts sur le littoral, BRGM/RP-58289-FR.

Mallet C., Michot A. avec la collaboration de De La Torre Y., Lafon V., Robin M. et B. Prevotaux (2012) - Synthèse de référence des techniques de suivi du trait de côte - Rapport BRGM/RP-60616-FR, 226 p., 101 fig., 7 ann.

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2012) – Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (1997) - Plans de prévention des risques littoraux (PPR) : Guide méthodologique - Éditions La Documentation française, Paris, 56 p.

Oliveros C., Boitier D., Delpont G., Galtier L., Vinchon C., Watremez P. (1997) – Le suivi du trait de côte, un outil de gestion du littoral- Actions en France et à l'étranger, techniques et besoins – Rapport BRGM/R39151.

Oliveros C. et Delpont G. (1999) - Le littoral oriental corse : évolutions du trait de côte de 1948 à 1996 de Bastia-Furiani à Cervione et de l'embouchure du Travo (Solaro) à Solenzara- Rapport BRGM/RP-40504-FR.

Paulineau M. (2012). Suivi de l'évolution du trait de côte de la Martinique entre 1951 et 2010. Mémoire professionnel Master 1. Université Paris Est Créteil et BRGM.

Pujos M., Gonzales J-L. et Pons J-C. (1992) - Circulation des eaux sur les plateaux insulaires de la Martinique et de la Guadeloupe.

Robin M. (2002) – Télédétection et modélisation du trait de côte et de sa cinématique » in « Le littoral : regards, pratiques et savoirs » – Edition Rue d'ULM, chapitre 6 p. 95-115.

Roques C., Bengoubou-Valerius M., Le Cozannet G. (2010) - Évolution et dynamique du trait de côte de l'archipel guadeloupéen, étude de 1956 à 2004 – Rapport BRGM/RP-58750-FR.

Saffache P. (1998a) – L'érosion du littoral nord-ouest de l'île de la Martinique entre 1955 et 1994 : influence des paramètres physiques et anthropiques – Photo-interprétation, images aériennes et spatiales, vol. 36, p 172-177.

Saffache P., Desse M. (1999) - L'évolution contrastée du littoral de l'île de la Martinique, Mappemonde, 55

Saffache P., Blanchart E., Hartmann C. et Albrecht A. (1999) - L'avancée du trait de côte de la baie du Marin (Martinique) : conséquence de l'activité anthropique sur les bassins versant alentour. Géomatériaux.

Saffache P., Blanchart E., Hartmann C. et Albrecht A. (2000) - L'avancée du trait de côte de la baie du Marin (Martinique) : conséquence de l'activité anthropique sur les

bassins versant alentour – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série II-a, Tome 328, n°11, p. 739-744.

Saffache P. (2000d) - Un engraissement côtier résultant de l'érosion des bassins-versants cultivés : exemple de la baie du Galion à la Martinique - *Oceanologica Acta*, volume 23, n° 2, p. 159-166.

Saffache P. (2003b) – Une tentative d'explication des modalités d'érosion du littoral septentrional de la Martinique, l'exemple de la commune de Grand'Rivière – *Terres d'Amérique*, 4, p 397-409.

Saffache, P., Marc, J.V. (2004) - Le littoral martiniquais dans la littérature scientifique, éléments pour une connaissance approfondie du milieu - Matoury : Ibis Rouge Éditions, Presses Universitaires Créoles, Collection Géographie & Aménagement des Espaces Insulaires. 170 p.

Saffache, P. (2005e) - Petit manuel de géographie de la mer et des littoraux : essai de compréhension du milieu littoral martiniquais - Matoury : Ibis Rouge Éditions, Presses Universitaires Créoles, Collection Géographie & Aménagement des Espaces Insulaires, 53 p.

Saffache P. (2008c) – Le littoral martiniquais : entre contraintes physiques et aménagements de protection – *Revue Géologues* (2008), n°158 p. 105-109.

Schleupner C. (2007) - Spatial assessment of sea level rise on Martinique's coastal zone and analysis of planning frameworks for adaptation, Springer Science + Business Media B.V.

La Documentation française (2004) - Construction ensemble un développement équilibré du littoral. DATAR

La Documentation française (1997) - Plans de prévention des risques littoraux (PPR) : Guide méthodologique

Annexe 1

Références bibliographiques morpho-sédimentaires en Martinique

LOCALE (DE 1 A 10KM) : 7 REFERENCES

- **Bosser K., Flageollet J-C., Levoy F., 2000 - Évolution morphodynamique d'une plage soumise à des épisodes de renforcement des alizés en Martinique** - Géomorphologie : relief, processus, environnement, Année 2000, Volume 6, Numéro 2 p. 75 – 86.

RÉSUMÉ : Étude de l'évolution de la plage de Grand' Rivière qui est exposée à des épisodes de renforcement des alizés (mesures réalisées entre 1995 et 1997). Les déplacements des anticyclones sur l'Atlantique provoquent un renforcement du régime des alizés ce qui engendre des hauteurs de houles plus importantes comparables aux houles cycloniques. Les objectifs de cette étude sont de définir les caractéristiques de ce type de houles et de constater les impacts sur la morphologie des plages surtout celle de Grand' Rivière.

- **Castaing P., De Resseguier A., Julius C., Parra M., Pons J-C., Pujos M., Weber O., 1986 - Qualité des eaux et des sédiments dans la baie de Fort de France** – Rapport CORDET, 93 p.

RÉSUMÉ : Étude portant sur l'analyse de la nature et le degré de pollution d'origine anthropique des eaux et des sédiments dans la baie de Fort de France et qui vise de plus, à mettre en avant des solutions pour réduire voire supprimer toutes pollutions. La baie de Fort de France est le réceptacle le plus important de l'île. De plus, elle reçoit les effluents naturels et anthropiques du fait de la proximité de grandes villes, de zones industrielles et de décharges municipales (rejets se faisant essentiellement par le réseau fluvial) conduisant à une dégradation de la qualité de l'eau.

- **Conseil Général de la Martinique, 2006 – Point sommaire sur les protections littorales de la RD 10 au Prêcheur** – Présentation Powerpoint, Novembre 2006.

RÉSUMÉ : Présentation Powerpoint présentant brièvement les aménagements de défense mis en place le long de la RD10 au Prêcheur (suite notamment à la houle Lenny). Parmi ces ouvrages de défense : acropodes, protections par enrochements, murs anti-houle.

- **Deshons P., 1986 - Évolution et mesures de protection du littoral à Grand 'Rivière (Martinique)** – Rapport BRGM pour la mairie de Grand 'Rivière.

RÉSUMÉ : Étude du BRGM sur une zone sensible à l'érosion marine sur la commune de Grand Rivière. Ce rapport présente les principales caractéristiques du site étudié, l'évolution historique du littoral ainsi que des parades de défenses contre la mer au niveau de ce secteur anthropisé.

- **Saffache P., 2000 – Estimer l'évolution future du littoral martiniquais à partir de l'exemple des îlets** – Antilla n° 869 p. 28-29.

RÉSUMÉ : Proposition de Pascal Saffache d'un suivi de l'évolution des îlets de Martinique pour une évaluation extrapolée de l'évolution future du littoral de la Martinique. Les îlets seraient des témoins, des marqueurs importants des transformations que peuvent connaître les côtes de la Martinique. Ainsi, par extrapolation, il serait possible d'avoir une idée générale du futur des côtes martiniquaises.

- **Saffache P., 2000 - Un engraissement côtier résultant de l'érosion des bassins-versants cultivés : exemple de la baie du Galion à la Martinique** - Oceanologica Acta, volume 23, n° 2, p. 159-166.

RÉSUMÉ : Analyse cartographique diachronique de l'avancée du rivage de la baie du Galion par le biais de mesures et méthodes spécifiques. La baie du Galion est en proie à l'envasement (engraissement d'une zone confinée) dû au dépôt de sédiments continentaux sur la frange littoral (provenant des surfaces cultivées évacuées par les eaux de ruissellement et par la rivière du Galion) dont le maintien est favorisé par la bathymétrie et la courantologie faible des fonds de baie. Cette avancée étant due principalement aux activités anthropiques.

- **Saffache P., Blanchart E., Hartmann C. et Albrecht A., 1999 - L'avancée du trait de côte de la baie du Marin (Martinique) : conséquences de l'activité anthropique sur les bassins versant alentour** – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série II-a, Tome 328, n°11, p. 739-744.

RÉSUMÉ : L'analyse cartographique diachronique de la baie du Marin a mis en avant l'accélération de la progradation du rivage de la baie de 1985 à 1994 du fait de la transformation du mode d'occupation des sols. Accrétion qui s'explique par une libération de grandes quantités de particules terrigènes par les surfaces cultivées et par l'érosion de sols non boisés, sous culture maraichère (amplification des pertes lors des tempêtes). Cet engraissement est favorisé par le confinement de la baie (bathymétrie modérée et courants faibles).

A L'ECHELLE DE LA MARTINIQUE : 14 REFERENCES

- **Barras A.V., 2008 - Inventaire des impacts de la houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008) sur la côte caraïbe de la Martinique – BRGM, Compte rendu du 18/10/2008.**

RÉSUMÉ : Inventaire mené par le BRGM et commandité par la DIREN en 2008 concernant les dégâts après le passage de la houle Omar. Étude en deux étapes, avec un suivi de l'évènement en temps réel, puis une fois l'épisode de houles cycloniques terminé. Cet inventaire caractérise cette houle et présente les principales observations et conséquences du phénomène.

- **Barras A.V., Oliveros C., Joseph B., Marimoutou C., 2008 - Inventaire et caractérisation des impacts de la houle sur le littoral de la Martinique au passage de l'ouragan Dean (17 août 2007) - Rapport BRGM/RP-55954-FR.**

RÉSUMÉ : Opération conduite par le BRGM dans le mois suivant le passage de l'ouragan Dean se traduisant par la visite de 35 sites en Martinique. Cette opération a permis le constat des impacts sur le terrain de la houle cyclonique : sites qui ont connus un recul de leur trait de côte par rapport à celui de 2004, sites ayant connu des remodelages avec la création de talus d'érosion sans variation importante de leur trait de côte et engraissement de deux sites.

- **Durand F., Augris C., Castaing P., 1998 - Les cyclones David et Allen en Martinique : origine probable des mégarides sur le plateau externe oriental – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, séries II A, volume 326, p 863-868.**

RÉSUMÉ : Étude portant sur la provenance et la caractérisation des mégarides existantes sur le plateau externe oriental de la Martinique. Étude montrant que l'origine probable de la formation de ces mégarides serait les houles cycloniques ayant la faculté de remobiliser les sables se trouvant à des profondeurs importantes. Les mégarides observées sur le plateau externe oriental de la Martinique seraient la conséquence des passages des cyclones David et Allen en Martinique.

- **Everard C., 2012 - Pourquoi le littoral disparaît petit à petit ? - Article France-Antilles Martinique, 20 Janvier 2012.**

RÉSUMÉ : Article du France Antilles Martinique se basant sur les constats mis en avant par Pascal Saffache sur les causes principales de la disparition du littoral martiniquais. Trois processus principaux sont mis en évidence : l'envasement des baies, la pollution des mers et surtout l'érosion du littoral avec des plages de plus en plus étroites. Quantification de l'érosion côtière au niveau de certains secteurs et mise en avant des facteurs favorisant l'érosion. Proposition d'une solution face aux problématiques du littoral avec une mise en place d'une instance unique pour la gestion du littoral.

- **Evrard C., 2009 – Réchauffement climatique et montée de la mer. 2050 : notre littoral sous les eaux ?** – Article France-Antilles Martinique, 4 Mai 2009.

RÉSUMÉ : Article de France Antilles Martinique s'appuyant sur les travaux de Pascal Saffache concernant les conséquences du réchauffement climatique et de la montée des eaux sur le littoral martiniquais.

- **France-Antilles Martinique, 2004 – Les plages au régime sans sable** – Article France-Antilles Martinique, 3 Novembre 2004.

RÉSUMÉ: Coupure du France Antilles du 3 Novembre 2004 traitant de la perte de plages, de l'érosion importante en Martinique mais également de la progradation de certains secteurs. Article s'appuyant sur les travaux de Pascal Saffache traitant des causes et la quantification de ces processus.

- **Guennoc P., Duclos P-A., 2007 - Cartographie morpho-sédimentologique du domaine côtier de la Martinique** - Rapport BRGM/RP-56062-FR.

RÉSUMÉ : Projet confié par la DIREN au BRGM : étude consistant en une nouvelle cartographie détaillée de la zone côtière de la Martinique comprenant la morphologie générale de la plate-forme insulaire martiniquaise et cartographie morpho-sédimentologique. Cette nouvelle cartographie de la nature des fonds du plateau permet d'actualiser les données et les connaissances de la sédimentologie.

- **Lachassagne.P., Lallier S., 1990 - Dynamique actuelle des côtes de la Martinique, inventaire des zones d'évolution et définition des travaux nécessaires à une meilleure connaissance et gestion du littoral martiniquais** – Rapport BRGM/RR-30732-FR.

RÉSUMÉ : Étude commandée par le Conseil Régional de la Martinique et confiée au BRGM. Elle s'inscrit dans le cadre du Schéma de Mise en Valeur de Mer (S.M.V.M) et a pour but de faire le point sur la dynamique de l'époque des côtes martiniquaises. Étude basée sur deux méthodologies différentes : une analyse comparée de fonds topographiques et de photographies aériennes de l'IGN ainsi qu'une collecte d'études et d'aménagements existants sur le littoral de la Martinique. Étude qui met également en avant les travaux qu'il serait nécessaire de mener pour le manque de données concernant les processus et phénomènes guidant l'évolution du littoral martiniquais.

- **Legrand H., 2009 - Base de données cartographiques des fonds marins côtiers de la Martinique : Biocénoses benthiques - Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM).**

RÉSUMÉ : Projet commandité par la DIREN concernant la création de base de données cartographique maritime de la Martinique pour une meilleure connaissance du milieu marin combinant plusieurs données écologiques de la frange côtière de la Martinique entre 0 et 50 mètres de profondeur avec 3 couches d'informations : le substrat, les biocénoses benthiques et l'état de santé des biocénoses. Projet ayant pour premier objectif la création d'une base de données cartographique maritime pour une meilleure connaissance du milieu et pour le développement d'outils de gestion durable du littoral. Cette étude vise par ailleurs à combiner les données écologiques de la frange côtière de la Martinique entre 0 et 50 mètres de profondeur avec 3 couches d'information : substrat / biocénoses benthiques / état de santé des biocénoses.

- **Pujos M., Gonzales J-L. et Pons J-C., 1992 - Circulation des eaux sur les plateaux insulaires de la Martinique et de la Guadeloupe. Évolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire – Congrès Cayenne 9-14 Novembre 1990, Institut français de Recherche scientifique pour le Développement en Coopération, p 415-435.**

RÉSUMÉ : Reconnaissance et mesures des courants en Martinique et en Guadeloupe au cours de campagnes d'enregistrement océanographiques sur les plateaux insulaires martiniquais et guadeloupéen. Différentes stations de mesure réparties sur les côtes au vent (Est) et les côtes sous le vent (Ouest) comme aux Grand et Petit cul de sac du Marin et la baie de Fort de France. Résultats obtenus permettant une proposition de deux schémas de circulation des courants autour de l'île : une circulation peu influencée par la marée en surface mais un effet de marée plus important près du fond.

- **Saffache P., Marc J-V., 2004 - Le littoral Martiniquais dans la littérature scientifique. Éléments pour une connaissance approfondie du milieu. Géographie & Aménagements des espaces insulaires** - Ibis rouge éditions.

RÉSUMÉ : Ouvrage proposant un panorama de données recueillies dans la littérature du XVIIème siècle jusqu'à aujourd'hui (avant 2004) traitant du littoral de la Martinique (notamment des caractéristiques physiques et des dynamiques du littoral). Parmi les grands thèmes de cet ouvrage on retrouve : la présentation des baies et culs-de-sac, des îlets ainsi qu'une présentation de l'évolution des côtes (variations de la ligne de rivage entre autres).

- **Saffache P., 2008 – Le littoral martiniquais : entre contraintes physiques et aménagements de protection** –Géologues (2008), n°158, p. 105-109.

RÉSUMÉ : Article présentant les grandes dynamiques influençant l'évolution du littoral martiniquais ainsi que les mesures et moyens qui seraient utiles de mettre en place pour une protection du littoral de la Martinique.

- **Saffache P., 2011 – « Écoplage » : une nouvelle technique de lutte contre l'érosion côtière** – Article France-Antilles Martinique, 20 Novembre 2011.

RÉSUMÉ : Article de presse présentant une nouvelle technique mise en avant par la société danoise Beach Management Systems (BMS). Technique qui serait beaucoup plus "douce" contrairement à ce qui est jusqu'ici réalisé (plutôt des techniques dures) et qu'il serait utile de mettre en place en Martinique.

- **Schleupner C., 2007 - Spatial assessment of sea level rise on Martinique's coastal zone and analysis of planning frameworks for adaptation** - Journal of Coastal Conservation : Planning and Management, 11, p. 91-103.

RÉSUMÉ : Article concernant les impacts de l'élévation du niveau de la mer (érosion et inondations principalement) sur les zones côtières de la Martinique où les enjeux et la vulnérabilité sont importants. Article cherchant à montrer également les stratégies d'adaptation possibles ainsi que l'importance d'un plan de gestion côtière dans la perspective de l'élévation du niveau marin.

CONTEXTES INSULAIRES TROPICAUX INTERESSANTS LA MARTINIQUE : 11 **REFERENCES**

- **Aubié S. et Oliveros C., 1999 - Évolution du trait de côte de 1950 à 1997 de la baie de la Possession à l'embouchure de l'Étang de Saint-Paul, île de la Réunion** – Rapport BRGM/R-40780 – 99 SGR/OI 34.

RÉSUMÉ : Évolution et suivi du trait de côte de la plaine des Galets de 1950 à 1997 à la Réunion s'inscrivant dans le cadre d'un programme d'étude des grands deltas alluvionnaires de l'île de la Réunion. Le littoral a beaucoup évolué et changé du fait d'aménagements portuaires et de protection mais également du fait de l'extraction de matériaux. Les objectifs de cette étude sont : l'évaluation des différents processus d'érosion et d'engraissement, la préconisation du suivi du littoral et la mise en parallèle des évolutions du trait de côte avec les aménagements réalisés sur le littoral ainsi qu'une identification des zones sensibles.

- **Aubié S., Guerin I., Oliveros C., 2001 - Évolution du trait de côte de 1950 à 1997 de la plaine de la rivière Saint-Etienne-Pierrefonds, île de la Réunion** - Rapport BRGM/RP-50700-FR.

RÉSUMÉ : Étude s'inscrivant dans un programme d'étude des grands cônes alluvionnaires de l'île de la Réunion et portant sur les changements morphologiques du littoral liés aux activités anthropiques. Étude basée sur une cartographie du trait de côte de référence par photo-interprétation des orthophotographies dans le but d'évaluer les processus d'érosion ou d'accrétion.

- **Blangy A., De La Torre Y., Vaslet E., avec la collaboration de Mallet C. et Devez T., 2009 - Morphodynamique des littoraux de la Réunion. Phase 3 : Suivi et gestion de l'érosion côtière sur 12 sites identifiés comme sensibles** – Rapport BRGM/RP-57431-FR.

RÉSUMÉ : Étude cofinancée par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) qui consiste en une poursuite des observations des précédentes phases de cette étude (phases 1 et 2) concernant l'analyse des variations du trait de côte de la Réunion par le biais de photographies aériennes et de levés topo-bathymétriques. Cette troisième phase de l'étude consiste en un approfondissement et une quantification de l'érosion côtière sur 12 sites sensibles.

- **De La Torre Y. et Aubié S., 2003 – Étude de la morpho-dynamique des littoraux de Mayotte. Phase 1 : Synthèse et tendances d'évolution** – Rapport BRGM/RP-52320-FR.

RÉSUMÉ : Projet sur 2 ans ayant pour objectifs de décrire dans son ensemble le littoral Mahorais. L'étude propose un découpage du linéaire côtier par entité morphologique. Pour chacune d'elles est évalué la vitesse d'évolution du trait de côte ainsi que la dynamique associée. Ainsi, cette première phase propose une typologie et une cartographie des différentes formes littorales ainsi que les grandes tendances d'évolution.

- **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** – Rapport BRGM/RP-53307-FR.

RÉSUMÉ : Étude cherchant à comprendre le fonctionnement morphodynamique des côtes réunionnaises. Elle se base sur la cartographie des différents types de systèmes côtiers et de leur évolution. Les résultats de cette étude montrent une diversité morphologique des littoraux ainsi qu'une tendance à une érosion généralisée.

- **De La Torre Y., Dolique F., Jeanson M., 2006 – Morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 2 : Mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière** – Rapport BRGM/RP-54832-FR.

RÉSUMÉ : Projet dans la continuité de la phase 1 ayant pour objectifs d'estimer quantitativement la morphodynamique du littoral Mahorais par la mise en place d'un réseau de suivi de "sites-ateliers" basés sur des sites sensibles déterminés lors de la phase 1 (à savoir 10 sites).

- **De La Torre Y., 2008 – Livret pédagogique « Gestion de l'érosion du littoral de Mayotte »** - Rapport BRGM/RP-56366-FR.

RÉSUMÉ : Projet cofinancé par la Collectivité Départementale de Mayotte pour produire un support de communication adapté au grand public, afin de sensibiliser aux problèmes de l'érosion côtières mahoraise et de présenter les solutions les plus adaptées pour y remédier.

- **Lachassagne.P., 1990 - Dynamique actuelle des côtes de la Guadeloupe, inventaire des zones d'évolution et définition des travaux nécessaires à une meilleure connaissance et gestion du littoral guadeloupéen** - Rapport BRGM/RR-31176-FR.

RÉSUMÉ : Étude réalisée dans le cadre du Schéma de Mise en Valeur de la Mer (S.M.V.M) se basant sur deux approches (Comparaison des fonds topographiques de l'IGN et recensements des études et aménagements réalisés sur des zones particulières du littoral de la région). Ces deux approches complémentaires permettent une division du littoral guadeloupéen en zones en fonction des processus d'évolution. L'étude permet également de mettre en évidence les processus morphosédimentaires au regard des facteurs d'évolution.

- **Le Cozannet G., Cazenave A., Garcin M., 2011 - L'élévation récente du niveau marin et l'érosion côtière : le cas des îles du Pacifique** - Revue Géosciences BRGM (2011), n°14 p. 92 – 99.

RÉSUMÉ : Le projet ANR CECILE ("Changements environnementaux côtiers : impact de l'élévation du niveau de la mer") est basé sur l'évolution de la ligne de rivage des départements et territoires d'Outre-Mer français depuis 1950 dans le but de constater l'impact de l'élévation du niveau marin induit par le changement climatique actuel. Dans certaines régions cette élévation a été beaucoup plus rapide et menace en particulier les îles. Étude montrant que pour certaines îles et atolls de Polynésie ou de Nouvelle Calédonie par exemple, l'élévation du niveau marin n'explique pas toujours l'érosion côtière observée et que ce sont d'autres facteurs qui influencent la ligne de rivage.

- **Pujos M., Gonzales J-L. et Pons J-C., 1992 - Circulation des eaux sur les plateaux insulaires de la Martinique et de la Guadeloupe. Évolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire** – Congrès Cayenne 9-14 Novembre 1990, Institut français de Recherche scientifique pour le Développement en Coopération, p 415-435.

RÉSUMÉ : Reconnaissance et mesures des courants en Martinique et en Guadeloupe au cours de campagnes d'enregistrement océanographiques sur les plateaux insulaires martiniquais et guadeloupéen. Différentes stations de mesure réparties sur les côtes au vent (Est) et les côtes sous le vent (Ouest) comme aux Grand et Petit cul de sac du Marin et la baie de Fort de France. Résultats obtenus permettant une proposition de deux schémas de circulation des courants autour de l'île : une circulation peu influencée par la marée en surface mais un effet de marée plus important près du fond.

- **Roques C., Bengoubou-Valerius M., Le Cozannet G., 2010 - Évolution et dynamique du trait de côte de l'archipel guadeloupéen, étude de 1956 à 2004 – Rapport BRGM/RP-58750-FR.**

RÉSUMÉ : Étude de 1956 à 2004 dont l'objectif est de comprendre les évolutions passées du littoral guadeloupéen pour anticiper les évolutions futures. Elle s'inscrit dans le cadre du Schéma de Mise en Valeur de la Mer (S.M.V.M) et est basée sur une synthèse bibliographique, sur des analyses cartographiques et sur des campagnes d'observation de terrain permettant de décrire au mieux le littoral. Elle appelle à une caractérisation physique du littoral ainsi qu'à une comparaison cartographique des traits de côte pour mettre en évidence les dynamiques littorales sur la période étudiée. La méthodologie régionale utilisée a permis d'avoir une vision globale de la nature du littoral et des principales tendances avec une identification des sites sensibles nécessitant d'être suivis.

GEOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTAIRE : 9 REFERENCES

- **Bosser K., Flageollet J-C., Levoy F., 2000 - Évolution morphodynamique d'une plage soumise à des épisodes de renforcement des alizés en Martinique** - Géomorphologie : relief, processus, environnement, Année 2000, Volume 6, Numéro 2 p. 75 – 86.

RÉSUMÉ : Étude de l'évolution de la plage de Grand' Rivière qui est exposée à des épisodes de renforcement des alizés (mesures réalisées entre 1995 et 1997). Les déplacements des anticyclones sur l'Atlantique provoquent un renforcement du régime des alizés ce qui engendre des hauteurs de houles plus importantes comparables aux houles cycloniques. Les objectifs de cette étude sont de définir les caractéristiques de ce type de houles et de constater les impacts sur la morphologie des plages surtout celle de Grand' Rivière.

- **Castaing P., De Resseguier A., Julius C., Parra M., Pons J-C., Pujos M., Weber O., 1986 - Qualité des eaux et des sédiments dans la baie de Fort de France** – Rapport CORDET, 93 p.

RÉSUMÉ : Étude portant sur l'analyse de la nature et le degré de pollution d'origine anthropique des eaux et des sédiments dans la baie de Fort de France et qui vise de plus, à mettre en avant des solutions pour réduire voire supprimer toutes pollutions. La baie de Fort de France est le réceptacle le plus important de l'île. De plus, elle reçoit les effluents naturels et anthropiques du fait de la proximité de grandes villes, de zones industrielles et de décharges municipales (rejets se faisant essentiellement par le réseau fluvial) conduisant ainsi à une dégradation de la qualité de l'eau.

- **Everard C., 2012 - Pourquoi le littoral disparaît petit à petit ?** - Article France-Antilles Martinique, 20 Janvier 2012.

RÉSUMÉ : Article du France Antilles Martinique se basant sur les constats mis en avant par Pascal Saffache sur les causes principales de la disparition du littoral martiniquais. Trois processus principaux sont mis en évidence : l'envasement des baies, la pollution des mers et surtout l'érosion du littoral avec des plages de plus en plus étroites. Quantification de l'érosion côtière au niveau de certains secteurs et mise en avant des facteurs favorisant l'érosion. Proposition d'une solution face aux problématiques du littoral avec une mise en place d'une instance unique pour la gestion du littoral.

- **France-Antilles Martinique, 2004 – Les plages au régime sans sable**
– Article France-Antilles Martinique, 3 Novembre 2004.

RÉSUMÉ : Coupure du France Antilles du 3 Novembre 2004 traitant de la perte de plages, de l'érosion importante en Martinique mais également de la progradation de certains secteurs. Article s'appuyant sur les travaux de Pascal Saffache traitant des causes et la quantification de ces processus.

- **Guennoc P., Duclos P-A., 2007 - Cartographie morpho-sédimentologique du domaine côtier de la Martinique** - Rapport BRGM/RP-56062-FR.

RÉSUMÉ : Projet confié par la DIREN au BRGM : étude consistant en une nouvelle cartographie détaillée de la zone côtière de la Martinique comprenant la morphologie générale de la plate-forme insulaire martiniquaise et cartographie morpho-sédimentologique. Cette nouvelle cartographie de la nature des fonds du plateau permet d'actualiser les données et les connaissances de la sédimentologie.

- **Lachassagne.P., Lallier S., 1990 - Dynamique actuelle des côtes de la Martinique, inventaire des zones d'évolution et définition des travaux nécessaires à une meilleure connaissance et gestion du littoral martiniquais** – Rapport BRGM/RR-30732-FR.

RÉSUMÉ : Étude commandée par le Conseil Régional de la Martinique et confiée au BRGM. Elle s'inscrit dans le cadre du Schéma de Mise en Valeur de Mer (S.M.V.M) et a pour but de faire le point sur la dynamique de l'époque des côtes martiniquaises. Étude basée sur deux méthodologies différentes : une analyse comparée de fonds topographiques et de photographies aériennes de l'IGN ainsi qu'une collecte d'études et d'aménagements existants sur le littoral de la Martinique. Étude qui met également en avant les travaux qu'il serait nécessaire de mener pour le manque de données concernant les processus et phénomènes guidant l'évolution du littoral martiniquais.

- **Legrand H., 2009 - Base de données cartographiques des fonds marins côtiers de la Martinique : Biocénoses benthiques** - Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM).

RÉSUMÉ : Projet commandité par la DIREN concernant la création de base de données cartographique maritime de la Martinique pour une meilleure connaissance du milieu marin combinant plusieurs données écologiques de la frange côtière de la Martinique entre 0 et 50 mètres de profondeur avec 3 couches d'informations : le substrat, les biocénoses benthiques et l'état de santé des biocénoses.

Projet ayant pour premier objectif la création d'une base de données cartographique maritime pour une meilleure connaissance du milieu et pour le développement d'outils de gestion durable du littoral. Cette étude vise par ailleurs à combiner les données écologiques de la frange côtière de la Martinique entre 0 et 50 mètres de profondeur avec 3 couches d'information : substrat / biocénoses benthiques / état de santé des biocénoses.

- **Saffache P., 2000 - Un engraissement côtier résultant de l'érosion des bassins-versants cultivés : exemple de la baie du Galion à la Martinique** - Oceanologica Acta, volume 23, n° 2, p. 159-166.

RÉSUMÉ : Analyse cartographique diachronique de l'avancée du rivage de la baie du Galion par le biais de mesures et méthodes spécifiques. La baie du Galion est en proie à l'envasement (engraissement d'une zone confinée) dû au dépôt de sédiments continentaux sur la frange littoral (provenant des surfaces cultivées évacuées par les eaux de ruissellement et par la rivière du Galion) dont le maintien est favorisé par la bathymétrie et la courantologie faible des fonds de baie. Cette avancée étant due principalement aux activités anthropiques conduisant ainsi à une dégradation de la qualité de l'eau.

- **Saffache P., Blanchart E., Hartmann C. et Albrecht A., 1999 - L'avancée du trait de côte de la baie du Marin (Martinique) : conséquences de l'activité anthropique sur les bassins versant alentour** – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série II-a, Tome 328, n°11, p. 739-744.

RÉSUMÉ : L'analyse cartographique diachronique de la baie du Marin a mis en avant l'accélération de la progradation du rivage de la baie de 1985 à 1994 du fait de la transformation du mode d'occupation des sols. Accrétion qui s'explique par une libération de grandes quantités de particules terrigènes par les surfaces cultivées et par l'érosion de sols non boisés, sous culture maraichère (amplification des pertes lors des tempêtes). Cet engraissement est favorisé par le confinement de la baie (bathymétrie modérée et courants faibles).

HYDRODYNAMIQUE : 7 REFERENCES

- **Baban J., Serwan M., Jules-Moore S., 2005 - An evaluation of water circulation and contaminant transport models for Intra-American seas** - West Indian Journal of Engineering, volume 27, n°2, p. 1-17.

RÉSUMÉ : Article concernant les circulations océaniques dans les mers Intra-Américaines. L'étude évoque également le transport des polluants liés dégazages (rejets de dégazages, rejets des rivières,...). La zone est en effet très fréquentée par les pétroliers.

- **Barras A.V., 2008 - Inventaire des impacts de la houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008) sur la côte caraïbe de la Martinique** – BRGM, Compte rendu du 18/10/2008.

RÉSUMÉ : Inventaire mené par le BRGM et commandité par la DIREN en 2008 concernant les dégâts après le passage de la houle Omar. Étude en deux étapes, avec un suivi de l'évènement en temps réel, puis une fois l'épisode de houles cycloniques terminé. Cet inventaire caractérise cette houle et présente les principales observations et conséquences du phénomène.

- **Barras A.V., Oliveros C., Joseph B., Marimoutou C., 2008 - Inventaire et caractérisation des impacts de la houle sur le littoral de la Martinique au passage de l'ouragan Dean (17 août 2007)** - Rapport BRGM/RP-55954-FR.

RÉSUMÉ : Opération conduite par le BRGM dans le mois suivant le passage de l'ouragan Dean se traduisant par la visite de 35 sites en Martinique. Cette opération a permis le constat des impacts sur le terrain de la houle cyclonique : sites qui ont connus un recul de leur trait de côte par rapport à celui de 2004, sites ayant connu des remodelages avec la création de talus d'érosion sans variation importante de leur trait de côte et engraissement de deux sites.

- **Bosser K., Flageollet J-C., Levoy F., 2000 - Évolution morphodynamique d'une plage soumise à des épisodes de renforcement des alizés en Martinique** - Géomorphologie : relief, processus, environnement, Année 2000, Volume 6, Numéro 2 p. 75 – 86.

RÉSUMÉ : Étude de l'évolution de la plage de Grand' Rivière qui est exposée à des épisodes de renforcement des alizés (mesures réalisées entre 1995 et 1997). Les déplacements des anticyclones sur l'Atlantique provoquent un renforcement du régime des alizés ce qui engendre des hauteurs de houles plus importantes comparables aux houles cycloniques. Les objectifs de cette étude sont de définir les caractéristiques de ce type de houles et de constater les impacts sur la morphologie des plages surtout celle de Grand' Rivière.

- **Pujos M., Gonzales J-L. et Pons J-C., 1992 - Circulation des eaux sur les plateaux insulaires de la Martinique et de la Guadeloupe. Évolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire** – Congrès Cayenne 9-14 Novembre 1990, Institut français de Recherche scientifique pour le Développement en Coopération, p 415-435.

RÉSUMÉ : Reconnaissance et mesures des courants en Martinique et en Guadeloupe au cours de campagnes d'enregistrement océanographiques sur les plateaux insulaires martiniquais et guadeloupéen. Différentes stations de mesure réparties sur les côtes au vent (Est) et les côtes sous le vent (Ouest) comme aux Grand et Petit cul de sac du Marin et la baie de Fort de France. Résultats obtenus permettant une proposition de deux schémas de circulation des courants autour de l'île : une circulation peu influencée par la marée en surface mais un effet de marée plus important près du fond.

- **Schleupner C., 2007 - Spatial assessment of sea level rise on Martinique's coastal zone and analysis of planning frameworks for adaptation** - Journal of Coastal Conservation : Planning and Management, 11, p. 91-103.

RÉSUMÉ : Article concernant les impacts de l'élévation du niveau de la mer (érosion et inondations principalement) sur les zones côtières de la Martinique où les enjeux et la vulnérabilité sont importants. Article cherchant à montrer également les stratégies d'adaptation possibles ainsi que l'importance d'un plan de gestion côtière dans la perspective de l'élévation du niveau marin.

- **Johns W.E., Townsend T.L., Fratantoni D.M., Wilson W.D., 2002 - On the Atlantic inflow to the Caribbean Sea** – Deep Sea Research Part I : Oceanographic Research Papers, volume 49, n°2, p. 211-243.

RÉSUMÉ : Résumé des nouvelles observations menant à la première description complète de la distribution des flux océaniques dans les canaux reliant l'Océan Atlantique et la mer des Caraïbes. L'étude porte sur certains passages, notamment ceux des Petites Antilles.

METEOROLOGIE : 6 REFERENCES

André J-C., Royer J-F., Chauvin F., 2008 - Les cyclones tropicaux et le changement climatique - C. R. Géoscience 340 (2008) p. 575–583.

RÉSUMÉ : L'activité cyclonique est particulièrement intense dans l'Atlantique Nord : ce phénomène météorologique est en effet en augmentation. Les auteurs de ce texte s'interrogent sur le lien entre le réchauffement climatique et l'augmentation des cyclones/des tempêtes tropicales et mettent en avant la meilleure solution, selon eux, pour évaluer la réponse des cyclones tropicaux au changement climatique.

Barras A.V., 2008 - Inventaire des impacts de la houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008) sur la côte caraïbe de la Martinique – BRGM, Compte rendu du 18/10/2008.

RÉSUMÉ : Inventaire mené par le BRGM et commandité par la DIREN en 2008 concernant les dégâts après le passage de la houle Omar. Étude en deux étapes, avec un suivi de l'évènement en temps réel, puis une fois l'épisode de houles cycloniques terminé. Cet inventaire caractérise cette houle et présente les principales observations et conséquences du phénomène.

Barras A.V., Oliveros C., Joseph B., Marimoutou C., 2008 - Inventaire et caractérisation des impacts de la houle sur le littoral de la Martinique au passage de l'ouragan Dean (17 août 2007) - Rapport BRGM/RP-55954-FR.

RÉSUMÉ : Opération conduite par le BRGM dans le mois suivant le passage de l'ouragan Dean se traduisant par la visite de 35 sites en Martinique. Cette opération a permis le constat des impacts sur le terrain de la houle cyclonique : sites qui ont connus un recul de leur trait de côte par rapport à celui de 2004, sites ayant connu des remodelages avec la création de talus d'érosion sans variation importante de leur trait de côte et engraissement de deux sites.

Bosser K., Flageollet J-C., Levoy F., 2000 - Évolution morphodynamique d'une plage soumise à des épisodes de renforcement des alizés en

Martinique - Géomorphologie : relief, processus, environnement, Année 2000, Volume 6, Numéro 2 p. 75 – 86.

RÉSUMÉ : Étude de l'évolution de la plage de Grand' Rivière qui est exposée à des épisodes de renforcement des alizés (mesures réalisées entre 1995 et 1997). Les déplacements des anticyclones sur l'Atlantique provoquent un renforcement du régime des alizés ce qui engendre des hauteurs de houles plus importantes comparables aux houles cycloniques. Les objectifs de cette étude sont de définir les caractéristiques de ce type de houles et de constater les impacts sur la morphologie des plages surtout celle de Grand' Rivière.

Durand F., Augris C., Castaing P., 1998 - Les cyclones David et Allen en Martinique : origine probable des mégarides sur le plateau externe oriental – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, séries II A, volume 326, p 863-868.

RÉSUMÉ : Étude portant sur la provenance et la caractérisation des mégarides existantes sur le plateau externe oriental de la Martinique. Étude montrant que l'origine probable de la formation de ces mégarides serait les houles cycloniques ayant la faculté de remobiliser les sables se trouvant à des profondeurs importantes. Les mégarides observées sur le plateau externe oriental de la Martinique seraient la conséquence des passages des cyclones David et Allen en Martinique.

Evrard C., 2009 – Réchauffement climatique et montée de la mer. 2050 : notre littoral sous les eaux ? – Article France-Antilles Martinique, 4 Mai 2009.

RÉSUMÉ : Article de France Antilles Martinique s'appuyant sur les travaux de Pascal Saffache concernant les conséquences du réchauffement climatique et de la montée des eaux sur le littoral martiniquais.

Annexe 2

Tendance d'évolution du trait de côte martiniquais entre 1951 et 2010



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional de Martinique
Adresse : 4 lot. Miramar
Route Pointe des Nègres
97200 – Fort de France - France
Tél. : 05 96 71 17 70