

Document public

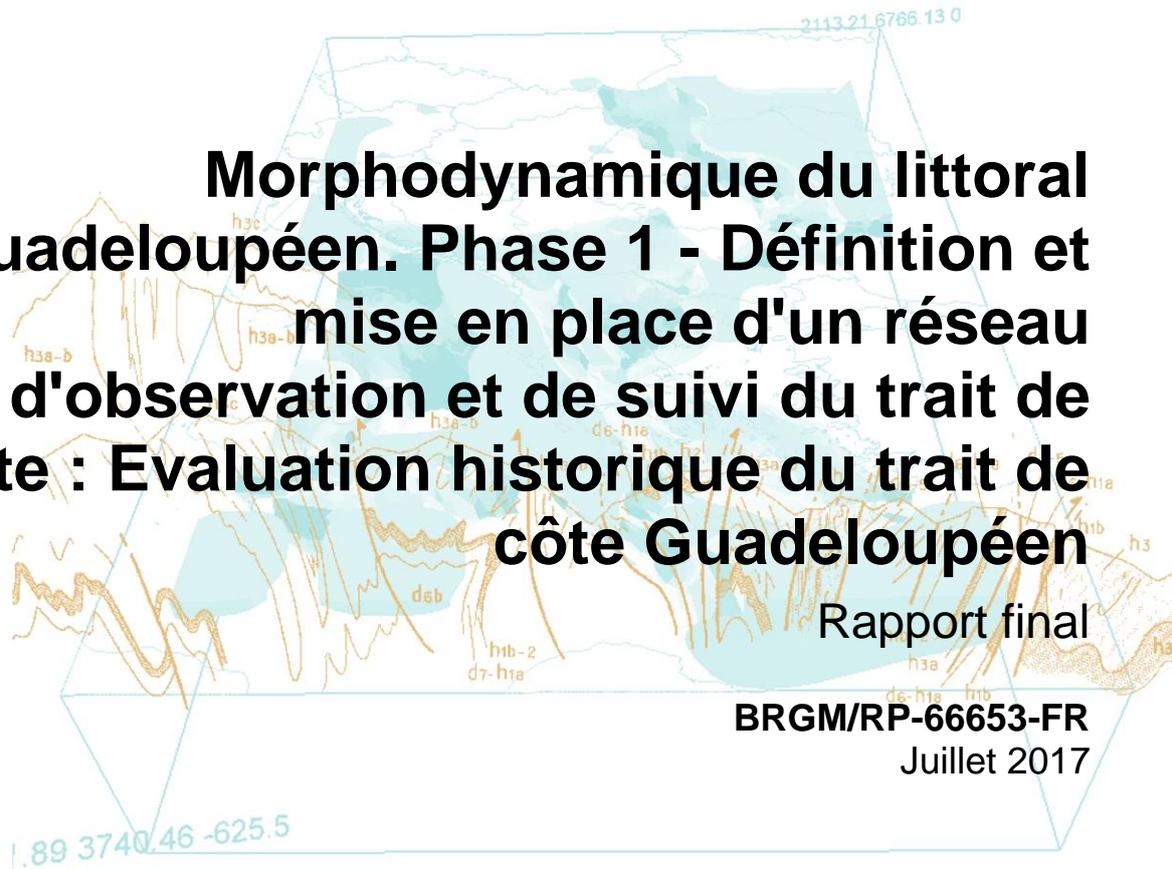


# Morphodynamique du littoral Guadeloupéen. Phase 1 - Définition et mise en place d'un réseau d'observation et de suivi du trait de côte : Evaluation historique du trait de côte Guadeloupéen

Rapport final

BRGM/RP-66653-FR

Juillet 2017





# Morphodynamique du littoral Guadeloupéen. Phase 1 - Définition et mise en place d'un réseau d'observation et de suivi du trait de côte : Evaluation historique du trait de côte Guadeloupéen

Rapport final  
BRGM/RP-66653-FR  
Juillet 2017

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM, n°AP15GUA010

L. Guillen, M. Pallardy, Y. Legendre, Y. De La Torre et C. Loireau

**Vérificateur :**

Nom : Y. Balouin

Fonction : Expert Littoral

Date : 27/07/2017

Signature :



**Approbateur :**

Nom : O. Bouc

Fonction : Directeur adjoint, DAT

Date : 31/07/2017

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement  
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001

**Mots-clés** : Érosion littorale, Trait de côte, Topographie, Bathymétrie, Aménagement, Guadeloupe

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

**Guillen L., Pallardy M., Legendre Y., De La Torre Y., Loireau C.** (2017) – Morphodynamique du littoral Guadeloupéen. Phase 1 : Définition et mise en place d'un réseau d'observation et de suivi du trait de côte. Évaluation historique du trait de côte Guadeloupéen. Rapport Final. BRGM/RP-66653-FR, 109p, 49 ill. 21 ann.

## Synthèse

La Guadeloupe est un archipel composé de sept îles principales (Grande-Terre, Basse-Terre, La Désirade, Marie-Galante, Terre-de-Haut et Terre-de-Bas des Saintes et Petite-Terre), et qui présente un linéaire côtier de plus de 630 km.

Cette étude cofinancée par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Guadeloupe (DEAL Guadeloupe), la Région Guadeloupe et la dotation de Service Public du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a permis de caractériser la dynamique littorale, sur l'ensemble de la Basse-Terre et de la Grande-Terre, sur différentes échelles spatio-temporelles :

- L'évolution du trait de côte à l'échelle pluri-décennale (1950-2013),
- L'évolution du trait de côte à l'échelle décennale (1998-2013).

Les méthodes mises en place dans le cadre de cette étude sont dépendantes des moyens matériels et financiers mis à disposition. Deux méthodes ont ainsi été retenues. La première repose sur la digitalisation de la position du trait de côte (limite de végétation) à partir d'images aériennes et satellitaires, pour une analyse diachronique de l'ensemble du trait de côte guadeloupéen selon différents outils d'analyse. La seconde méthode, correspondant au suivi topo-bathymétrique de 8 sites pilotes fera l'objet d'un second rapport.

Le suivi historique des traits de côte de 1950, 1998, 2004, 2010 et 2013 a permis d'effectuer une analyse de la dynamique du trait de côte par le logiciel *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, produit par l'USGS) qui permet de calculer les taux d'évolution du trait de côte de manière semi-automatique. 51 sites remarquables ont été identifiés dès lors qu'ils dépassaient des taux d'avancée ou de recul supérieurs à 1 m par an.

Les côtes rocheuses et les côtes basses sableuses ou à galets sont les morphotypes les plus affectés par le recul tant sur la période pluridécennale que décennale. A l'inverse, les côtes artificialisées et les mangroves et estuaires sont les morphotypes les plus affectés par l'avancée sur les deux périodes.

26% des côtes rocheuses sont en recul entre 1950 et 2013, contre 44% entre 1998 et 2013. Des sites remarquables ont été localisés au nord de Grande-Terre, comme étant plus actifs sur la période à court terme, probablement à cause de houles de nord plus fréquentes.

Les côtes basses sableuses ou à galets présentent une diminution du recul entre les périodes pluridécennale (32%) et décennale (21%). Étant donné l'exposition majoritaire de ces sites à la houle dominante, c'est l'absence d'évènement cyclonique intense au cours de la période à court terme qui pourrait être mise en cause. Par ailleurs, le pourcentage de sites en avancée va en ce sens : il est en augmentation entre la période pluridécennale (8%) et la période décennale (27%). De plus, sur les secteurs exposés à la houle dominante, certains sites remarquables sont partiellement en avancée. Ce phénomène pourrait s'expliquer par des pratiques de gestion du littoral (protection de la végétation ou revégétalisation).

Les mangroves et estuaires ont plus avancé entre les périodes pluridécennales et décennales (19 et 34%) et ont stagné en termes de recul sur les deux périodes (14%). L'intervention humaine peut justifier l'augmentation de leur avancée, par la coupe de la mangrove dans les terres et sa migration vers la mer. La réduction d'évènements cycloniques intenses peut expliquer la stabilité

des proportions du recul entre les deux périodes. Les sites remarquables témoignent essentiellement de dynamiques marquées sur le long terme (1950-2013) ou continues dans le temps (long terme et court terme : 1998-2013). Ces résultats concernent uniquement la limite marine de la mangrove, et ne présument pas de l'état de santé général de l'écosystème (dont la surface peut réduire par ailleurs).

Les côtes artificialisées témoignent d'une avancée et donc d'aménagements plus intenses entre 1950 et 2013 (45%) qu'entre 1998 et 2013 (20%). Les sites remarquables mettent en avant l'ancienneté de la majorité des ports alors que les aménagements de type front de mer (Basse-Terre) ou route littorale (Pointe Mazarin à Vieux Fort) sont plus récents.

En termes d'amélioration, cette étude pourrait être complétée par un apport de données orthophotographiques entre 1950 et 1998 qui représentent une absence de données de 48 ans. De plus, l'analyse de DSAS pourrait être étendue aux dépendances si elles figurent sur de nouvelles orthophotographies (1969 et 1984 sont en cours de numérisation et d'orthorectification par l'IGN).

Le traitement des données par le logiciel *DSAS* permet d'estimer une tendance générale de la dynamique littorale mais sa mise en œuvre nécessite une validation et des corrections à dire d'expert, comme par exemple pour le traitement des côtes rocheuses. Il est également limité en termes d'interprétation concernant la mangrove : seule sa limite marine est connue, et non la limite terrestre qui peut évoluer indépendamment. Enfin, cette analyse est issue de données en plan et permettent de raisonner en termes de position du trait de côte, mais pas en termes de stocks sédimentaires présents. Afin de raisonner en volumes sédimentaires, une approche altimétrique (par des transects perpendiculaires au trait de côte par exemple) est nécessaire : c'est l'objectif du prochain rapport de cette étude, qui s'attachera à caractériser la dynamique saisonnière et interannuelle de 8 sites pilotes.

# Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Contexte général de l'archipel de la Guadeloupe .....</b>	<b>13</b>
2.1. MORPHOLOGIE DU LITTORAL .....	14
2.2. LES CONDITIONS DYNAMIQUES .....	15
<b>3. Méthodes de suivi et d'observation du littoral guadeloupéen .....</b>	<b>19</b>
3.1. ANALYSE DIACHRONIQUE DE LA DYNAMIQUE DU TRAIT DE COTE GUADELOUPEEN .....	19
3.1.1. Présentation de la méthode .....	19
3.1.2. Digitalisation du trait de côte .....	23
3.1.3. Utilisation du logiciel DSAS .....	25
<b>4. Résultats sur la dynamique littorale de la Guadeloupe .....</b>	<b>29</b>
4.1. RESULTATS QUANTITATIFS PAR MORPHOTYPES .....	29
4.2. RESULTATS QUALITATIFS PAR MORPHOTYPES .....	36
4.2.1. Les côtes rocheuses .....	36
4.2.2. Les côtes basses sableuses ou à galets .....	43
4.2.3. Les mangroves et estuaires .....	50
4.2.4. Les côtes artificialisées .....	53
<b>5. Limites techniques et perspectives d'amélioration .....</b>	<b>61</b>
<b>6. Conclusion.....</b>	<b>63</b>
<b>7. Bibliographie .....</b>	<b>65</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Tableau des unités littorales issu de l'étude BRGM de 2010 (Roques et al. 2010)	13
Illustration 2 - Cartographie du découpage en unités littorales issue de l'étude BRGM de 2010 (Roques et al. 2010)	13
Illustration 3 - Cartographie des morphotypes du littoral guadeloupéen modifiée d'après Roques et al., 2010	14
Illustration 4 - Tableau quantitatif et proportionnel des morphotypes du littoral guadeloupéen, modifié d'après Roques et al. (2010)	15
Illustration 5 : Tableau récapitulatif des principaux cyclones ayant affecté la Guadeloupe entre 1950 et 2013.	17
Illustration 6 : Extraits des différentes campagnes photographiques utilisées – Plage des Raisins Clairs, commune de Saint-François (Fonds orthophotographiques de l'IGN© 1950, 1998, 2004, 2010 et orthosatellite Pléiades, 2013)	20
Illustration 7 : Tableau résumant les caractéristiques des campagnes photographiques utilisées pour le travail de digitalisation du trait de côte	21
Illustration 8 : Indicateurs géomorphologiques du trait de côte retenus pour la photo-interprétation	22
Illustration 9 : Exemple d'ombres portées sur l'image aérienne (fond orthophotographique de l'IGN© 2010)	23
Illustration 10 : Artefacts liés à l'orthorectification de l'image aérienne (fond orthophotographique de l'IGN© 1998)	24
Illustration 11 : Schéma représentatif des lignes de base (en noir) interverties dans des cas de morphologies complexes (fond orthophotographique de l'IGN© 2010)	25
Illustration 12 : Schéma représentatif de l'environnement de travail sous Arcmap ©ESRI (fond orthophotographique de l'IGN© 2010)	25
Illustration 13 : Schéma du calcul réalisé pour définir les variations maximales du rivage (d'après Thieler et al,2009)	26
Illustration 14 : Schéma du calcul réalisé pour définir les les taux de variation annuel (d'après Thieler et al,2009)	27
Illustration 15 : Extraits d'un résultat de variation maximale obtenu par DSAS sur le site de la Perle, commune de Deshaies	28
Illustration 16 : Tableau illustrant l'intensité de la dynamique du trait de côte selon les morphotypes par DSAS entre 1950 et 2013.	31
Illustration 17 :Tableau illustrant l'intensité de la dynamique du trait de côte selon les morphotypes par DSAS entre 1998 et 2013.	32
Illustration 18 : Amplitudes des dynamiques des côtes basses sableuses ou à galets entre sur les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en vert, les proportions progradantes, en rouge les proportions en recul)	33
Illustration 19 : Amplitudes des dynamiques des côtes rocheuses entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en vert les proportions progradantes, en rouge les proportions en recul)	33
Illustration 20 : Amplitudes des dynamiques des côtes de type mangroves et estuaires entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en vert les proportions progradantes, en rouge les proportions en recul)	34

Illustration 21 : Amplitudes des dynamiques des côtes artificialisées entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en vert les proportions progradantes, en rouge les proportions en recul).....	34
Illustration 22 : Tableau illustrant la dynamique des morphotypes de Guadeloupe entre 1950 et 2013 .....	35
Illustration 23 : Tableau illustrant la dynamique des morphotypes de Guadeloupe entre 1998 et 2013 .....	35
Illustration 24 : Localisation du site Espérance sur l'unité ULH1 et intensités de recul entre 1950 et 2013 .....	38
Illustration 25 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes rocheuses sur l'unité ULH239	
Illustration 26 : Le site de l'Anse Sainte Marguerite en recul entre 1950 et 2013.....	40
Illustration 27 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes rocheuses sur l'unité ULH541	
Illustration 28 : Le site de la falaise Bellon en recul entre 1998 et 2013.....	42
Illustration 29 : Le site de Beau Soleil en recul entre 1998 et 2013 .....	42
Illustration 30 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes sableuses ou à galets sur l'unité ULH1 .....	43
Illustration 31 : Le site de Saint-Félix en recul entre 1950 et 2013 .....	44
Illustration 32 : L'Anse des Salines en recul entre 1950 et 2013 .....	44
Illustration 33 : L'Anse du Belley en progradation entre 1950 et 2013.....	45
Illustration 34 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes basses sableuses ou à galets sur l'unité ULH2 .....	46
Illustration 35 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes basses sableuses ou à galets sur l'unité ULH4 .....	47
Illustration 36 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes basses sableuses ou à galets sur l'unité ULH5 .....	48
Illustration 37 : Site du Morne Rouge en recul entre 1950 et 2013.....	49
Illustration 38 : Site de Sainte-Marie en progradation entre 1950 et 2013.....	49
Illustration 39 : Site de la plage de Grande Anse en progradation en partie sud-ouest entre 1998 et 2013 .....	50
Illustration 40 : Localisation des sites remarquables parmi les mangroves et estuaires sur l'unité ULH3.....	51
Illustration 41 : Localisation des sites remarquables parmi les mangroves et estuaires sur l'unité ULH4.....	52
Illustration 42 : Site du Morne Savon en progradation entre 1950 et 2013.....	52
Illustration 43 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH1 .....	53
Illustration 44 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH2 .....	54
Illustration 45 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH3 .....	55
Illustration 46 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH5 .....	56
Illustration 47 : Site en progradation à Basse-Terre entre 1950 et 2013 .....	57
Illustration 48 : Site du Port Autonome de Guadeloupe en progradation entre 1950 et 2013 .....	57

Illustration 49 : Carte synthétique des 51 sites sensibles rencontrés sur la Guadeloupe continentale  
selon la période considérée ..... 59

## Liste des annexes

Annexe 1 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH1 .....	67
Annexe 2 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH1 .....	69
Annexe 3 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH1 .....	71
Annexe 4 : Cartographie du de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH1 .....	73
Annexe 5 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH2 .....	75
Annexe 6 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH2 .....	77
Annexe 7 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH2 .....	79
Annexe 8 : Cartographie du de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH2 .....	81
Annexe 9 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH3 .....	83
Annexe 10 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH3 .....	85
Annexe 11 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH3 .....	87
Annexe 12 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH3 .....	89
Annexe 13 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH4 .....	91
Annexe 14 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH4 .....	93
Annexe 15 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH4 .....	95
Annexe 16 : Cartographie du de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH4 .....	97
Annexe 17 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH5 .....	99
Annexe 18 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH5 .....	101
Annexe 19 : Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH5 .....	103
Annexe 20 : Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH5 .....	105
Annexe 21 : Tableau des 51 sites remarquables recensés sur les périodes 1950-2013 et 1998-2013 .....	107



# 1. Introduction

L'archipel de la Guadeloupe, Département et Région d'Outre-Mer depuis 2013, est un archipel composé de deux îles principales : la Basse-Terre et la Grande-Terre séparées par un bras de mer, et quatre dépendances administratives : la Désirade, Marie-Galante, Terre-de-Haut et Terre-de-Bas des Saintes et Petite-Terre. Avec un linéaire côtier de plus de 630 km, le littoral guadeloupéen est connu pour sa fragilité face aux pressions anthropiques croissantes et à l'augmentation des risques liés à l'érosion côtière.

Au regard de la vulnérabilité du littoral français face aux phénomènes d'érosion côtière et de submersion marine, le Grenelle de la mer a recommandé que la France se dote d'une stratégie nationale (État et collectivités territoriales) et d'une méthodologie de gestion du trait de côte, de recul stratégique et de la défense contre la mer.

Cette stratégie nationale adoptée par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie en 2012 préconise :

- de développer un système d'observation pérenne du phénomène physique, de ses conséquences et des différents dispositifs de défense ;
- de préparer la méthodologie de projets de territoire sur les périmètres pertinents pour intégrer, lorsque cela s'avérera approprié, des solutions de recul stratégiques (relocalisation des activités et des biens exposés aux risques littoraux forts) ;
- De tirer un bilan des méthodes de lutte contre l'érosion et en particulier des dispositifs innovants utilisés à l'étranger.

Le programme d'étude et de travaux proposé dans cette étude a pour principal objectif de définir et mettre en place de manière pérenne et régulière des données scientifiques spécifiques dans une démarche de meilleure compréhension des processus d'érosion du littoral guadeloupéen.

Malgré diverses études réalisées en Guadeloupe pour des besoins précis et ponctuels sur les différents environnements naturels ou sur la mise en place de nouveaux projets d'aménagements littoraux, les connaissances sur la dynamique des zones côtières à l'échelle de la Guadeloupe restent limitées. Pour y répondre, le BRGM a publié en 2010 une étude sur l'évolution et la dynamique du trait de côte de l'archipel guadeloupéen (Roques et al., 2010). Elle a permis d'apprécier la nature du littoral dans son ensemble et les tendances associées. Ainsi, 43 sites soumis à une forte érosion ont été identifiés, dont huit considérés comme remarquables vis-à-vis de l'érosion côtière et présentant de forts enjeux humains, environnementaux et socio-économiques.

Dans la continuité de cette première étude, le BRGM a lancé en mars 2016 un projet sur la morphodynamique du littoral guadeloupéen, en partenariat avec la Région Guadeloupe et la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL).

Ce rapport met à jour et précise l'analyse de l'évolution de la dynamique côtière guadeloupéenne produite en 2010 aux échelles décennale et pluri décennale sur les îles de Grande-Terre et de Basse-Terre. Pour ce faire, le trait de côte a été digitalisé par photo-interprétation à différentes dates. L'analyse quantitative de ces traits de côte par le biais du logiciel DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*, produit par l'USGS) permet d'estimer la dynamique littorale sur les périodes 1950-2013 et 1998-2013, afin de pouvoir distinguer les périodes concernées par ces évolutions. Les résultats sont interprétés selon le type de côte concernée et leur spatialisation au sein des grandes unités littorales.



## 2. Contexte général de l'archipel de la Guadeloupe

L'étude effectuée en 2010 par le BRGM sur la dynamique du trait de côte en Guadeloupe (Roques et al., 2010) divise le littoral guadeloupéen en 8 unités en fonction de leur lithologie (selon qu'elle soit meuble ou indurée) et de leur exposition à la dynamique côtière (selon les différents régimes de houle) (Illustration 1 et Illustration 2). Les données acquises dans cette étude seront traitées en fonction de leur lithologie et de leur exposition aux régimes de houle.

ID	DESCRIPTION
ULH_1	Littoral meuble exposé directement aux houles chroniques des secteurs ENE et ESE, à urbanisation importante.
ULH_2	Littoral calcaire à falaises hautes, exposé aux houles chroniques ENE à ESE et houles occasionnelles NNO et à urbanisation faible.
ULH_3	Littoral sédimentaire et de mangrove protégé, stable ou à léger engraissement et à urbanisation faible.
ULH_4	Littoral sédimentaire de démantèlement et à mangrove, protégé et à urbanisation importante
ULH_5	Littoral constitué de coulées massives et de débris en côtes rocheuses à falaises, peu exposé à la houle et à urbanisation moyenne.
ULH_6	Littoral calcaire marie-galantais à cotes O meubles et E rocheuses à falaises et à urbanisation faible
ULH_7	Littoral meuble de Petite Terre, exposé à la houle chronique d'ESE à ENE et à urbanisation inexistante
ULH_8	Littoral désiradien à côte sud-est meuble et côte nord-ouest à falaises hautes, exposé à la houle chronique NE-SE et à urbanisation faible

Illustration 1 : Tableau des unités littorales issu de l'étude BRGM de 2010 (Roques et al. 2010)

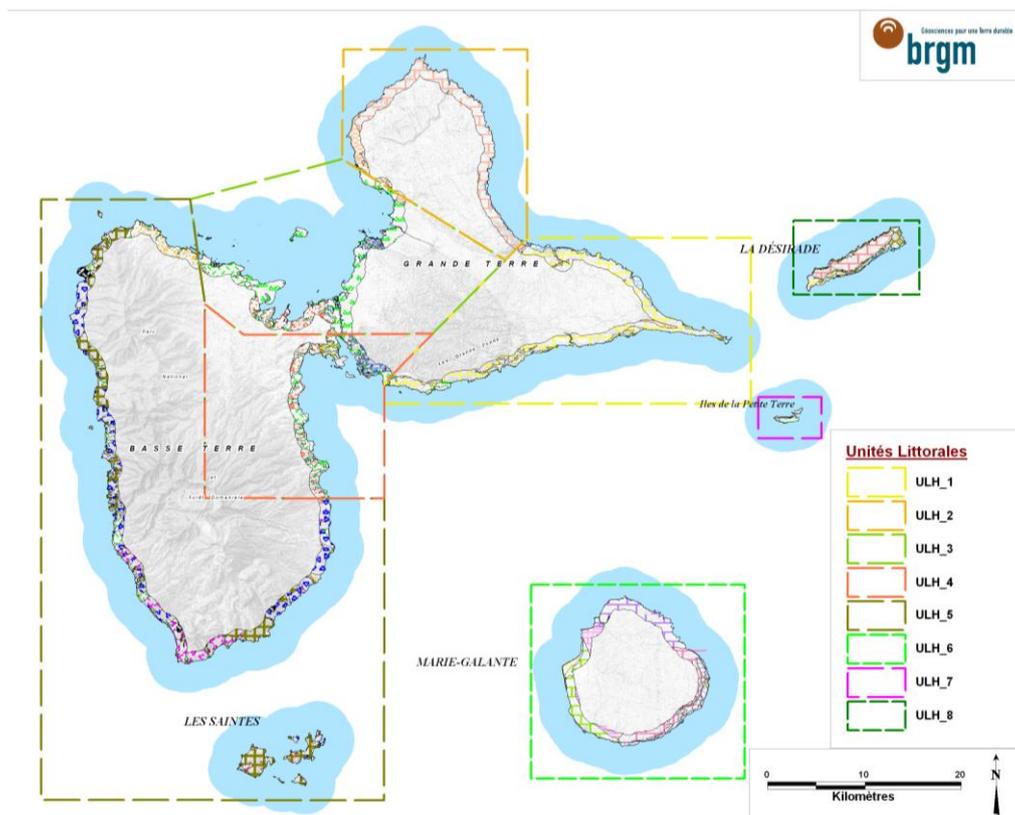


Illustration 2 : Cartographie du découpage en unités littorales issue de l'étude BRGM de 2010 (Roques et al. 2010)

## 2.1. MORPHOLOGIE DU LITTORAL

Les données du morphotype du littoral guadeloupéen utilisées ici sont issues de l'étude de 2010 (Roques et al. 2010). Dans l'étude actuelle, il a été choisi de les regrouper en 4 catégories (Illustration 3) :

- Les côtes artificialisées (aménagements portuaires, enrochements, etc.),
- Les côtes rocheuses (falaises et côtes basses rocheuses),
- Les côtes meubles de type côtes basses sableuses ou à galets
- Les côtes meubles de type mangroves et estuaires.

Selon cette typologie, la nature du littoral guadeloupéen est caractérisée à 54% par des côtes rocheuses (falaises et côtes basses). Les côtes basses sableuses ou à galets représentent, quant à elles, environ 18% du littoral de l'archipel. Les mangroves et estuaires, représentent 17% du linéaire côtier (Illustration 4).

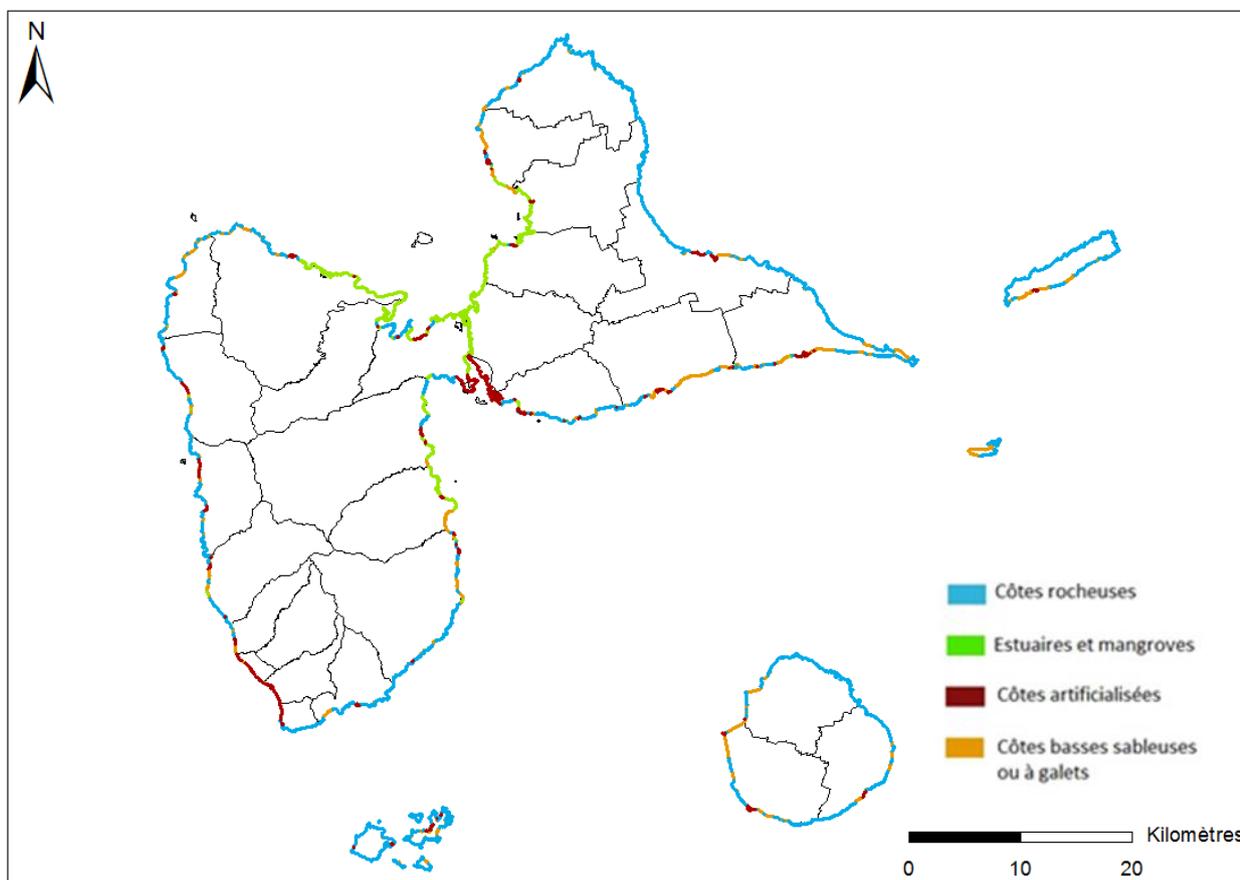


Illustration 3 : Cartographie des morphotypes du littoral guadeloupéen  
modifiée d'après Roques et al., 2010

Nature du littoral	km	%
Côtes artificialisées	66	11
Côtes basses sableuses ou à galets	110	18
Côtes rocheuses	321	54
Mangroves et estuaires	100	17
<b>Total</b>	<b>597</b>	<b>100</b>

Illustration 4 : Tableau quantitatif et proportionnel des morphotypes du littoral guadeloupéen, modifié d'après Roques et al. (2010)

## 2.2. LES CONDITIONS DYNAMIQUES

Le rapport précédent du BRGM (Roques et al., 2010) effectue un état des lieux complet sur les conditions dynamiques affectant le littoral guadeloupéen. Celles-ci seront ici rappelées succinctement : les vents, le niveau marin, les courants, les houles et les événements cycloniques sont en relation directe avec la morphologie du littoral.

- **Les vents**

Ce sont les Alizés, vents de secteur dominant nord-est à est (et plus rarement sud-est) qui caractérisent le régime principal des vents en Guadeloupe. Ils soufflent en moyenne à une force de 4 à 5 sur l'échelle de Beaufort.

D'autres régimes plus ponctuels peuvent se rencontrer, notamment des vents de secteur sud-sud-est, de secteur sud à sud-ouest et de secteur nord. D'autres vents de force supérieure à 12 sur l'échelle de Beaufort peuvent survenir en cas de cyclones.

- **Le niveau marin**

Les marées en Guadeloupe sont d'amplitude microtidale avec un marnage moyen de 30 cm (niveau de la moyenne des plus hautes mers journalières de 70 cm contre niveau de la moyenne des plus basses mers journalières de 40 cm) (SHOM, 2016). Le niveau moyen marin est de 55 cm. Les marées sont de type semi-diurne à inégalités diurnes : il y a deux pleines mers et deux basses mers par jour avec des hauteurs d'eau différentes.

- **Les courants côtiers**

À l'échelle de la Guadeloupe, la courantologie est assez complexe, due à la présence des deux Cul-de-Sac Marins. D'après Pujos et al. (1992), il semble que sur le plateau insulaire de la Guadeloupe, les directions des courants de surface et de fond soient de type cyclonique (dans le sens anti-horaire).

- **La houle**

En Guadeloupe, 3 régimes de houle peuvent être rencontrés :

- La houle de nord-est à sud-est dite d'alizés est très fréquente mais peu énergétique (période inférieure à 10 sec),
- La houle de nord à nord-ouest est peu fréquente (une dizaine d'occurrences par an environ) et d'énergie modérée. Elle est en général engendrée par des dépressions au nord de l'Atlantique.
- La houle cyclonique est peu fréquente mais très énergétique (période supérieure à 10 sec)

- **Les évènements extrêmes**

L'archipel de la Guadeloupe est parfois soumis lors de la saison cyclonique à des phénomènes de vent extrême. Le passage de ces évènements, que ce soit une tempête tropicale ou un cyclone, génèrent une modification de la hauteur du plan d'eau. Les faibles pressions atmosphériques, les vents violents, les vagues et la morphologie des fonds marins créent alors une surcote pouvant avoir de graves conséquences sur la zone côtière.

Lors d'évènements extrêmes, les effets susceptibles de modifier la ligne de rivage peuvent se présenter sous deux formes : une avancée du trait de côte par apport de matières sur le littoral (d'origine fluviale ponctuelle) ou au contraire un recul du trait de côte par perte de sédiments au large (dû à la houle cyclonique).

### ***Historique des tempêtes ayant affecté le littoral de Guadeloupe entre 1950 et 2013***

Des phénomènes cycloniques intenses ont affecté la Guadeloupe et son littoral sur la période 1950-2013 (Illustration 5) (METEO FRANCE, 2009 et Huc et Etna, 2015), tant en matière de vents que de houle. C'est cette dernière qui peut être amenée à déplacer des masses sédimentaires importantes en cas de cyclone. Étant donné que la catégorie d'un cyclone indique la force de ses vents, ce ne sera pas forcément un critère à retenir pour considérer l'impact qu'il pourra avoir sur le littoral guadeloupéen. Sa trajectoire peut néanmoins permettre d'estimer la génération d'une houle cyclonique et les côtes de l'archipel potentiellement touchées.

Année	Nom	Catégorie d'intensité
1950	Baker	3
1956	Betsy	3
1964	Cléo	4
1966	Inez	4
1979	David	5
1989	Hugo	5
1995	Iris	2
1995	Luis	4
1995	Marilyn	3
1999	Lenny	4
2007	Dean	5
2008	Omar	4

The table is annotated with two arrows and boxes. An orange double-headed arrow on the left points to the rows for the years 1999, 2007, and 2008, with a box labeled 'Période décennale de notre analyse'. A blue double-headed arrow on the right points to the entire table, with a box labeled 'Période pluridécennale de notre analyse'.

Illustration 5 : Tableau récapitulatif des principaux cyclones ayant affecté la Guadeloupe entre 1950 et 2013.



## 3. Méthodes de suivi et d'observation du littoral guadeloupéen

La Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (MEDTL, 2012, MEEM, 2017a et MEEM, 2017b) rappelle que le suivi du littoral est indispensable dans la mise en place d'une gestion cohérente des zones côtières. Il existe aujourd'hui plusieurs méthodes permettant de mesurer les variations morphologiques et topographiques du littoral. Chacune présente des caractéristiques qui lui sont propres d'un point de vue de la technicité, de la précision accordée à la mesure, de l'emprise spatiale, du niveau de compétences nécessaire de la part des opérateurs et du coût financier que cela induit (Hénaff et al., 2014).

Dans le cadre de cette étude, la méthode appliquée s'attache à caractériser l'évolution du trait de côte à l'échelle pluridécennale (1950-2013) et décennale (1998-2013), sur l'ensemble du littoral guadeloupéen.

### 3.1. ANALYSE DIACHRONIQUE DE LA DYNAMIQUE DU TRAIT DE COTE GUADELOUPEEN

#### 3.1.1. Présentation de la méthode

Afin d'étudier la dynamique littorale à l'échelle de l'ensemble du territoire guadeloupéen, il a été choisi de comparer la position du trait de côte à différentes dates, à partir de photographies aériennes et satellitaires orthorectifiées et géoréférencées.

Cette méthode consiste à numériser dans un système d'information géographique (SIG), chaque trait de côte par photo-interprétation, puis à comparer leurs positions entre eux afin de déterminer des tendances évolutives (recul, avancée ou équilibre du trait de côte) à différentes échelles spatio-temporelles.

Cet outil d'analyse a pour avantage de mesurer de manière quantitative la dynamique de grands linéaires côtiers à différentes échelles de temps (Mallet et al. 2012).

#### ***Campagnes photographiques utilisées***

Le choix des documents, à partir desquels les traits de côte ont été numérisés, s'est porté sur les campagnes photographiques aériennes et satellitaires orthorectifiées et géoréférencées recouvrant à minima la frange littorale des deux îles principales de l'archipel de la Guadeloupe (Basse-Terre et Grande-Terre).

Cinq campagnes photographiques ont ainsi été retenues (Illustration 6) :

- Celles de 1950, 1998, 2004 et 2010 sont issues d'images aériennes IGN ;
- Celle de 2013 est issue d'images satellitaires Pléiades et mise à disposition par GéoSud.

Parmi ces campagnes, seule celle de 2004 a été utilisée dans l'étude précédente du BRGM (Roques et al., 2010). Elle utilisait également les Scan25 IGN de 1985 et de 1956, dont la

précision ne nous semble pas compatible avec les objectifs de notre étude. C'est pourquoi nous ne les avons pas repris dans cette étude.



*Illustration 6 : Extraits des différentes campagnes photographiques utilisées – Plage des Raisins Clairs, commune de Saint-François (Fonds orthophotographiques de l'IGN© 1950, 1998, 2004, 2010 et orthosatellite Pléiades, 2013)*

Les caractéristiques de chacune de ces campagnes utilisées dans cette étude sont résumées dans le tableau suivant (Illustration 7) :

Année	Type	Colorimétrie	Source	Résolution (pixel)	Emprise
1950	Photographies aériennes orthorectifiées et géoréférencées	Noir et Blanc	IGN	1 m	Guadeloupe – Désirade – Terre de Haut et Marie-Galante (Les orthophotos pour les Saintes ne sont pas disponibles)
1998		Couleur	IGN	50 cm	Guadeloupe (Les orthophotos des dépendances ne sont pas disponibles)
2004		Couleur	IGN	50 cm	Guadeloupe – Marie-Galante – Les Saintes (Les orthophotos de la Désirade ne sont pas disponibles)
2010		Couleur	IGN	50 cm	Ensemble de l'archipel de la Guadeloupe
2013	Images satellites	Couleur	PLEIADES	50 cm	Ensemble de l'archipel de la Guadeloupe

Illustration 7 : Tableau résumant les caractéristiques des campagnes photographiques utilisées pour le travail de digitalisation du trait de côte

L'acquisition de la position du trait de côte selon ces cinq dates permet d'apprécier la dynamique littorale à **une échelle pluridécennale (1950-2013) et décennale (1998-2013)**.

### **Définition du trait de côte**

Définir le « trait de côte » est essentiel pour la numérisation de ses marqueurs lors de la photo-interprétation. Mais c'est également une notion complexe à définir du fait de la grande diversité des environnements littoraux et de sa mobilité dans le temps et l'espace.

D'après le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) et l'IGN, le trait de côte correspond à « la ligne représentant l'intersection de la terre et de la mer dans le cas d'une marée haute astronomique de coefficient 120 et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent au large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer) »<sup>1</sup>. Dans le dictionnaire hydrographique (Organisation Hydrographique Internationale, 1998), le trait de côte est défini comme « la ligne portée sur la carte séparant la terre et la mer. Sur la carte marine, c'est le plus souvent la laisse de haute mer ».

<sup>1</sup> <http://diffusion.shom.fr/trait-de-cote-histolitr.html>

<http://professionnels.ign.fr/trait-de-cote>

De manière générale, le trait de côte représente une limite mobile entre la terre et la mer. Mais quelle que soit la définition donnée, elle doit être en mesure de représenter l'état global du littoral du point de vue de son évolution géomorphologique (Mallet et al., 2012).

### **Les indicateurs du trait de côte retenus pour l'étude**

Les indicateurs du trait de côte retenus, dans le cadre de cette étude, ont été choisis pour être (Illustration 8) :

- faciles à cartographier à partir d'orthophotographies aériennes et satellitaires ;
- adaptés aux différents environnements littoraux de l'archipel guadeloupéen ;
- adaptés à une étude de la mobilité du trait de côte à une échelle de temps pluridécennale et décennale.

En ce qui concerne les falaises, il est important de garder en considération pour toute analyse que le pied de falaise sert d'indicateur car le toit de falaise est parfois complexe à identifier lorsque la pente est peu marquée. Cela signifie qu'en cas d'éboulement, le trait de côte avancera vers la mer mais le phénomène ne sera en aucun cas de l'accrétion : c'est bien de l'érosion du versant.

<b>Géomorphologie littorale</b>	<b>Type de côte</b>	<b>Marqueur du trait de côte</b>	<b>Type de marqueur</b>
<b>Côtes meubles</b>	Côtes basses à galets ou à cordon de galets	Limite de végétation	Botanique
	Côtes escarpée végétalisée	Limite de végétation	Botanique
	Mangroves	Front de végétation côté mer	Botanique
	Estuaires	Segment rectiligne prolongeant les traits de côte entre les deux berges de l'estuaire	Géomorphologique
<b>Côtes rocheuses</b>	Côtes basses rocheuses et/ou à blocs métriques	Limite d'humectation	Hydrodynamique
	Côtes à falaises escarpées	Pied de falaise	Géomorphologique
<b>Côtes artificialisées</b>		Pied d'ouvrage	Hydrodynamique

*Illustration 8 : Indicateurs géomorphologiques du trait de côte retenus pour la photo-interprétation*

### 3.1.2. Digitalisation du trait de côte

#### ***Outils de digitalisation***

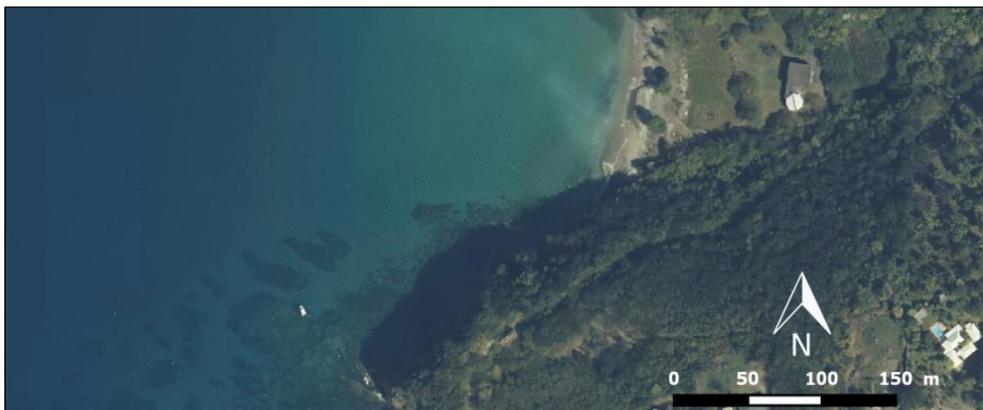
Les traits de côtes ont été digitalisés manuellement à l'aide du logiciel SIG, ArcMap v.10.2.2 ©ESRI, à une échelle de travail maximale de 1/2 500 pour garantir la meilleure précision possible de la position du trait de côte, tout en restant cohérent avec la résolution des supports orthophotographiques.

#### ***Précision de la digitalisation***

La précision de la digitalisation est un paramètre important pour l'interprétation des résultats.

Elle peut être tout d'abord influencée par les traitements appliqués aux photographies pour obtenir des images orthorectifiées et géoréférencées. La qualité de la donnée va donc dépendre de :

- L'erreur liée à la résolution spatiale de la photographie initiale ;
- L'erreur liée à la qualité des corrections géométriques et radiométriques (l'orthorectification) ;
- la qualité du géoréférencement ;
- la présence d'artefacts comme les ombres portées (Illustration 9), les nuages, ou encore les artefacts (déformations) liés à l'orthorectification (Illustration 10)



*Illustration 9 : Exemple d'ombres portées sur l'image aérienne (fond orthophotographique de l'IGN© 2010)*



Illustration 10 : Artifacts liés à l'orthorectification de l'image aérienne (fond orthophotographique de l'IGN© 1998)

Le second facteur concerne l'opérateur en fonction de son expérience dans la photo-interprétation, la rigueur apportée à son travail et les choix lors de son interprétation des marqueurs du trait de côte (conditionnés par tous les facteurs précédemment cités).

Enfin, le dernier facteur qui est en mesure d'influencer la précision des résultats de la digitalisation est le protocole adopté qui dépend de l'échelle de travail et des marqueurs du trait de côte choisis ou imposés selon la demande des prestataires.

Pour améliorer la précision du positionnement du trait de côte, notamment dans les zones de fortes incertitudes, le modèle numérique altimétrique (Litto3D) réalisé en 2010 par l'IGN en association avec le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), a été utilisé.

La précision ainsi accordée à chacun des traits de côte prend en compte toutes ces sources d'incertitudes. La marge d'erreur estimée pour chacun des traits de côte est la suivante :

- +/- 15 m pour le trait de côte de 1950 ;
- +/- 10 m pour le trait de côte de 1998 ;
- +/- 5 m pour le trait de côte de 2004 ;
- +/- 2,5 m pour le trait de côte de 2010 ;
- +/- 2,5 m pour le trait de côte de 2013.

**D'une façon générale, les données digitalisées ici sont à considérer pour un usage à l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup> et ne doivent pas être interprétées en dessous de cette échelle.**

### ***Types de résultats obtenus sous SIG***

Les données SIG produites dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

- Cinq traits de côte (1950, 1998, 2004, 2010, 2013) avec leurs résolutions respectives, sur l'emprise de Grande-Terre et de Basse-Terre;
- Une typologie de la nature du littoral de 2010 projetée sur le trait de côte de 2013,

### 3.1.3. Utilisation du logiciel DSAS

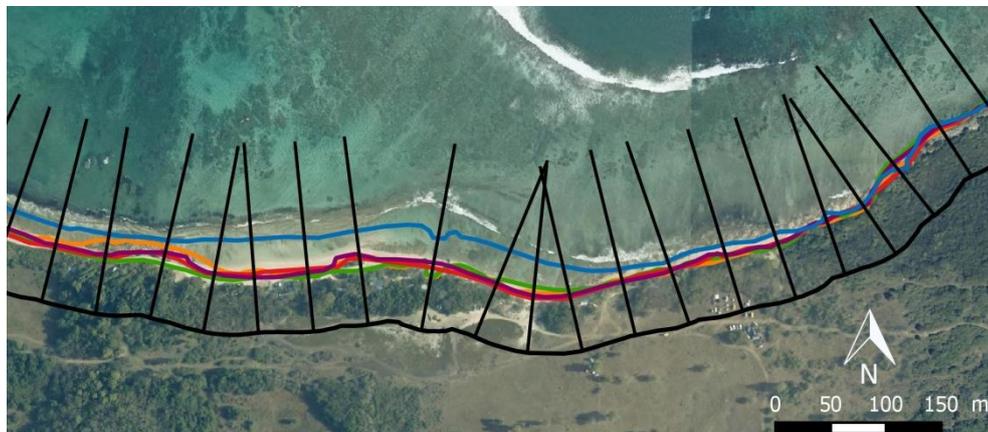
DSAS (Digital Shoreline Analysis System) est un logiciel conçu par l'USGS pour étudier les variations du trait de côte et s'utilise comme une extension du logiciel SIG ArcMap ©ESRI (Thieler, 2009).

#### **Calculs statistiques retenus**

Le logiciel DSAS propose plusieurs méthodes de calcul statistiques pour étudier les variations du trait de côte. Dans un premier temps, l'opérateur numérise une ligne de référence appelée « ligne de base » qui est parallèle aux traits de côte (Illustration 11). Ensuite, le logiciel crée des transects perpendiculaires à la ligne de base qui recoupent les traits de côte. La longueur et l'espacement des transects sont définis par l'opérateur. Ici, l'espacement choisi entre les transects est de 50 m. Finalement, DSAS mesure pour chaque transect la distance entre les différents traits de côte afin d'effectuer des calculs statistiques (Illustration 12).



*Illustration 11 : Schéma représentatif des lignes de base (en noir) interverties dans des cas de morphologies complexes (fond orthophotographique de l'IGN© 2010)*



*Illustration 12 : Schéma représentatif de l'environnement de travail sous Arcmap ©ESRI (fond orthophotographique de l'IGN© 2010)*

Parmi les méthodes de calculs statistiques proposées par DSAS, celles utilisées pour analyser la dynamique du trait de côte à l'échelle de l'archipel guadeloupéen sont les suivantes :

- La variation maximale du rivage par mesure de la distance entre les traits de côtes les plus éloignés dans l'espace (Shoreline Change Enveloppe). Cette méthode est indépendante des dates (Illustration 13) ;

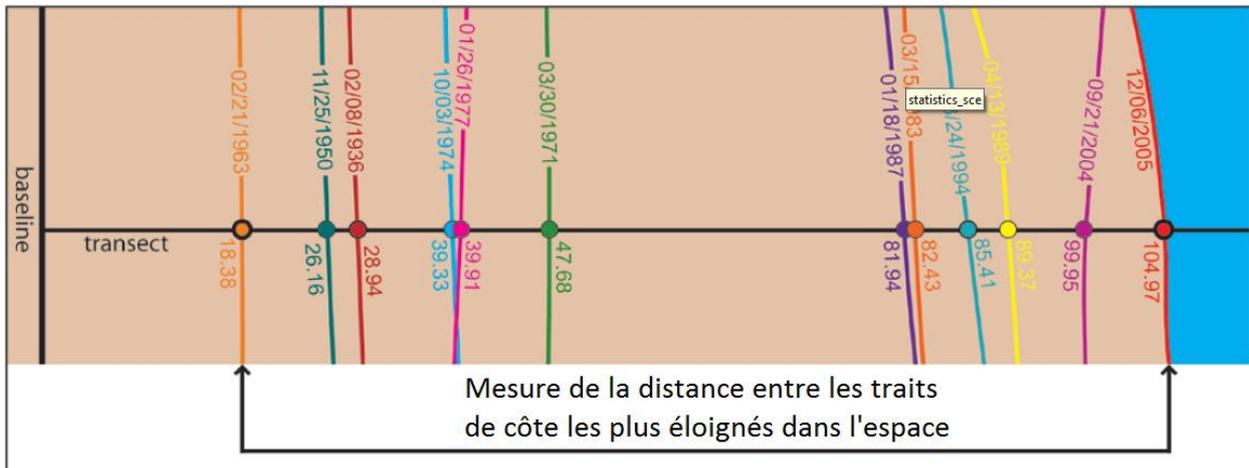


Illustration 13 : Schéma du calcul réalisé pour définir les variations maximales du rivage (d'après Thieler et al, 2009)

Cette méthode de calcul permet d'appréhender la largeur de la zone côtière maximale à l'intérieur de laquelle fluctue la position du trait de côte.

- Le taux de variation annuel calculé suivant un modèle de régression linéaire pondéré (Illustration 14).

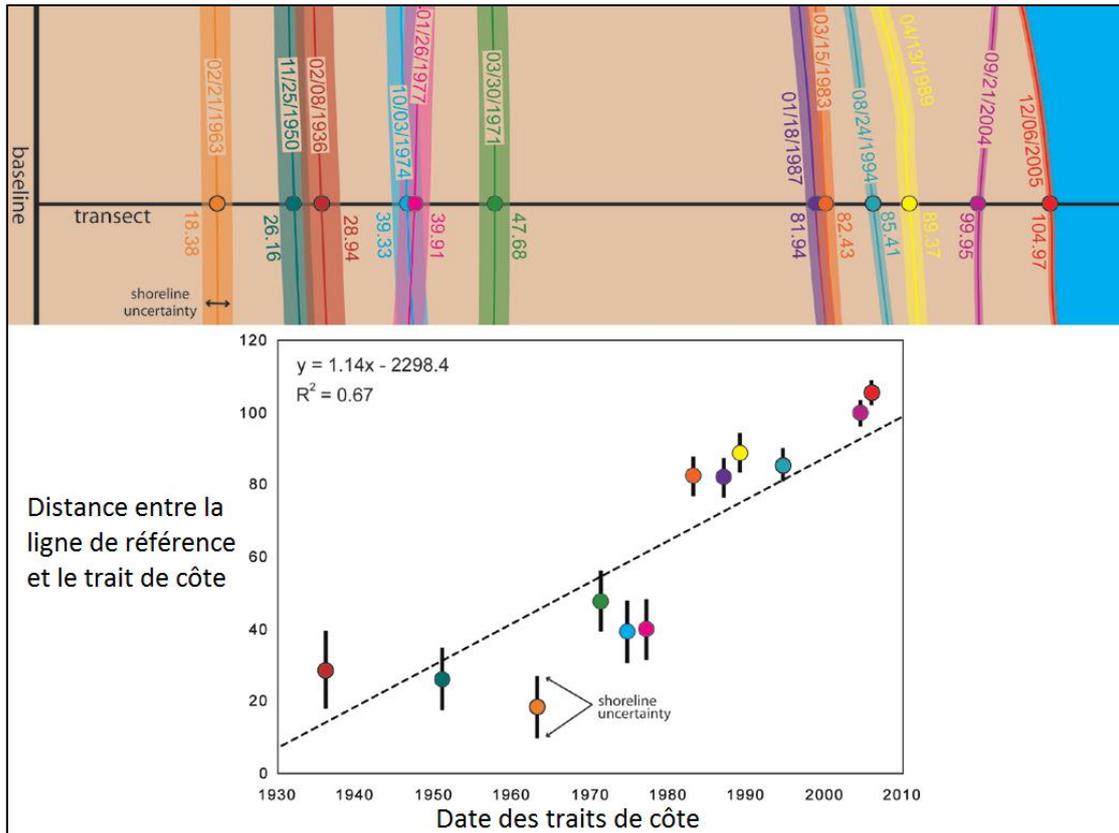


Illustration 14 : Schéma du calcul réalisé pour définir les les taux de variation annuel (d'après Thieler et al, 2009)

Les traits de côte sont associés à une marge d'erreur qui entre en compte lors des calculs. Cette marge d'erreur est propre à chaque portion du linéaire côtier digitalisée. Elle permet d'apprécier l'évolution du trait de côte tout en gardant une certaine incertitude sur les résultats finaux.

Pour les taux de variation annuelle calculés par régression linéaire pondérée, des calculs statistiques annexes sont également créés afin :

- d'estimer la justesse de la droite de régression ;
- de donner un intervalle de confiance ;
- d'estimer si le modèle de régression linéaire explique ou non la variabilité du trait de côte.

### Résultats obtenus sous SIG

Les résultats obtenus avec le logiciel DSAS peuvent être représentés sous la forme de cartographies. Elles représentent :

- Les variations maximales du rivage entre 1950 et 2013 ainsi qu'entre 1998 et 2013 ;
- Les taux de variation annuelle pondérés du trait de côte entre 1950 et 2013 ainsi qu'entre 1998 et 2013.

Le calcul étant réalisé à partir de chaque transect, c'est l'ensemble des transects qui va donner l'information du taux de variation. Voici un extrait de la représentation cartographique du taux de variation maximal sur une portion du linéaire côtier guadeloupéen (Illustration 15).

La représentation cartographique du taux de variation annuel pondéré du trait de côte sera similaire.

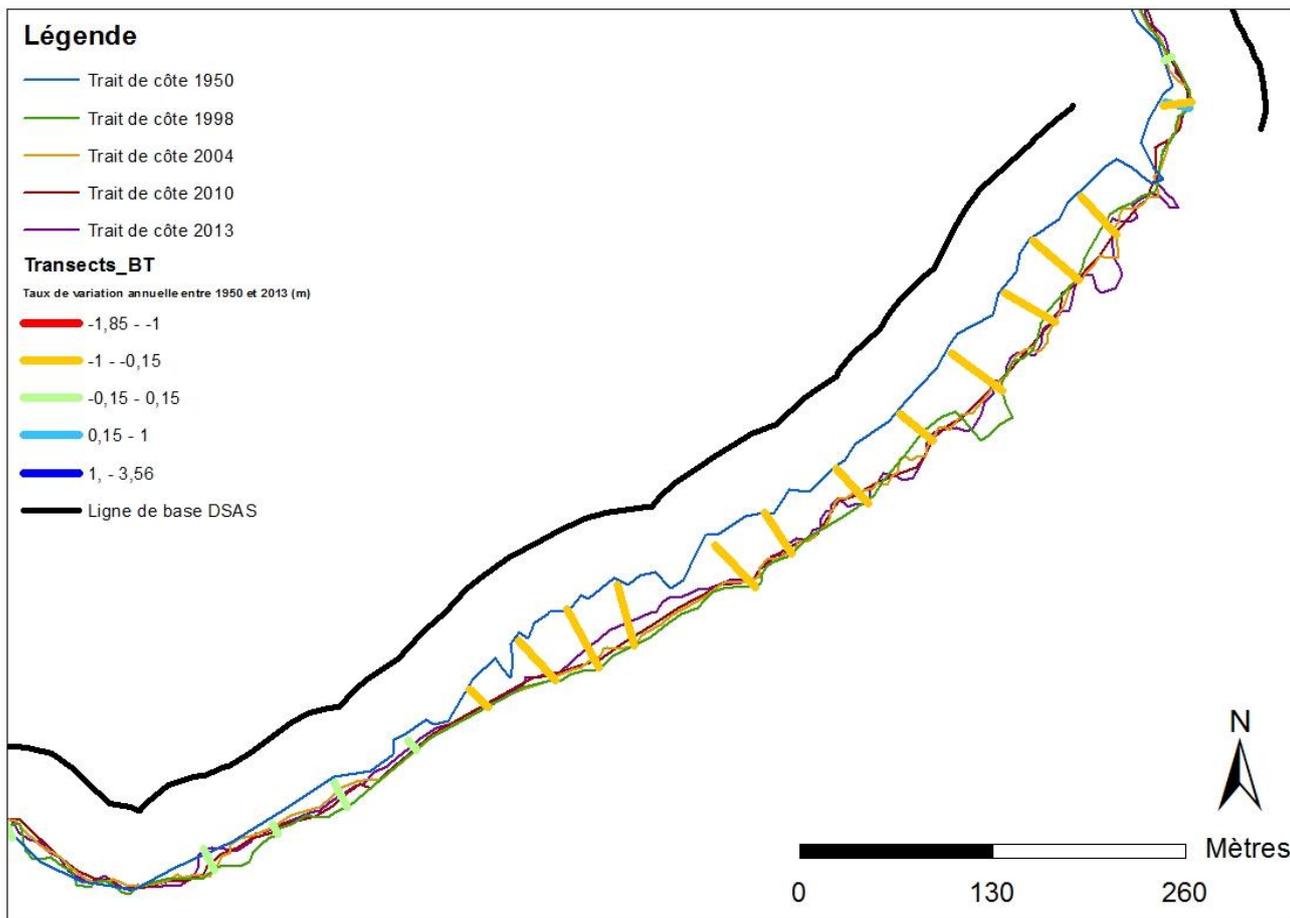


Illustration 15 : Extraits d'un résultat de variation maximale obtenu par DSAS sur le site de la Perle, commune de Deshaies

## 4. Résultats sur la dynamique littorale de la Guadeloupe

Cette partie présente les résultats obtenus par le suivi diachronique du trait de côte selon les morphotypes et les différentes unités littorales définies dans le chapitre 2. Les résultats observés concernent uniquement la Grande-Terre et la Basse-Terre. Faute de couverture aérienne suffisante, les calculs n'ont pas été effectués sur les dépendances.

### 4.1. RESULTATS QUANTITATIFS PAR MORPHOTYPES

La comparaison de la position du trait de côte entre deux extrêmes a permis d'identifier les grandes tendances évolutives du linéaire guadeloupéen à une échelle pluridécennale (1950-2013) et décennale (1998-2013). Cette tendance a été recoupée avec les 4 morphotypes identifiés en partie 2, à savoir, les côtes rocheuses, les côtes artificialisées, les côtes basses sableuses ou à galets et les côtes de type mangroves et estuaires.

Trois grands régimes dynamiques sont identifiables : l'avancée, le recul et l'équilibre dynamique du trait de côte. L'équilibre dynamique est confondu avec l'incertitude associée à la digitalisation du trait de côte. L'amplitude concernée est de  $\pm 15$  m pour la période 1950-2013 et de  $\pm 10$  m pour la période 1998-2013. La limite d'équilibre dynamique et d'incertitude retenue est de 0.25 m/an (pour les 15 m / 63 ans de période de temps). Cette même limite a été retenue pour la période 1998-2013 afin de pouvoir comparer les taux des deux périodes. Le taux de 0.5 m/an représente le seuil d'érosion moyenne et celui de 1 m/an, un seuil d'érosion forte.

Il est à noter que la dynamique des côtes rocheuses a été retraitée. En effet, de par sa facilité de mise en œuvre, c'est le pied de falaise qui a été défini comme marqueur pour la digitalisation des côtes rocheuses. Cependant ce choix implique que suite à des éboulements, le trait de côte avance sur la mer alors qu'en réalité la falaise recule. Ces évolutions ont donc été associées à un recul du versant exclusivement pour ce morphotype.

D'une façon générale, 23% des côtes guadeloupéennes entre 1950 et 2013 sont en recul. Cette tendance s'est élevée à 30% du littoral pour la période 1998-2013 (Illustration 16 et Illustration 17). Les côtes en avancée ont rencontré la même tendance, représentant 10% du littoral entre 1950 et 2013, puis seulement 15% du littoral entre 1998 et 2013.

Les côtes basses sableuses ou à galets de la Grande-Terre et de la Basse-Terre en recul représentent 32% du morphotype entre 1950 et 2013. 20% de ce morphotype est affecté par du recul compris entre -0.25 et 0.5 m/an sur cette période (soit 20 km de côte) (Illustration 18). En revanche, entre 1998 et 2013, le recul de ce morphotype représente 21% du littoral guadeloupéen et 9% du recul compris entre -0.25 et -0.5 m/an.

L'avancée affectant le morphotype des côtes basses sableuses ou à galets touche 27% du littoral entre 1998 et 2013, alors qu'entre 1950 et 2013, elle était de 8% : les proportions ont augmenté en période décennale. Les amplitudes les plus représentées sont celles comprises entre 0.25 et 0.5 m/an (13%) entre 1998 et 2013 et 4% entre 1950 et 2013.

Les côtes rocheuses en recul entre 1950 et 2013 représentent 26% du morphotype, alors qu'entre 1998 et 2013, elles en représentent 44%. Les amplitudes les plus représentées du recul de ce morphotype, sont de taux compris entre -0.25 et 0.5 m/an représentant 18% du morphotype entre 1950 et 2013 et 23% du morphotype entre 1998 et 2013 (Illustration 19).

Les mangroves et estuaires en recul représentent entre 1950 et 2013, 14% du morphotype, et cette proportion est restée à 14% du morphotype entre 1998 et 2013. Les proportions d'avancée des mangroves et estuaires ont augmenté entre les périodes 1950-2013 puis 1998-2013, passant de 19% à 34% (Illustration 20).

Les côtes artificialisées en avancée ont vu leurs proportions diminuer également depuis la période pluridécennale vers la période décennale, en passant de 45% à 20% du morphotype (Illustration 21).

Grande-Terre et Basse-Terre 1950-2013	Taux d'évolution (en m/an)	Côtes artificialisées		Côtes basses sableuses ou à galets		Mangroves estuaires		Côtes rocheuses		Total	
		%	km	%	km	%	km	%	km	%	km
Avancée	> 1	1	4	< 1	2	< 1	3	-	-	10	44
	+0.5 - +1	1	6	< 1	2	2	7	-	-		
	+0.25 - +0.5	2	9	1	4	2	7	-	-		
	<b>Total avancée</b>	4	19	2	9	4	17	-	-		
Équilibre dynamique ou marge d'erreur	+0.25 à -0.25	5	21	14	62	14	59	34	145	67	287
Recul	-0.25 - -0.5	< 1	< 1	5	21	2	8	8	36	23	99
	-0.5 - -01	< 1	< 1	2	9	< 1	3	3	13		
	<-1	< 1	< 1	< 1	3	< 1	< 1	< 1	3		
	<b>Total recul</b>	< 1	2	8	33	3	12	12.1	52.0		

Illustration 16 : Tableau illustrant l'intensité de la dynamique du trait de côte selon les morphotypes estimée par DSAS entre 1950 et 2013

Grande-Terre et Basse-Terre 1998-2013	Taux d'évolution (en m/an)	Côtes artificialisées		Côtes basses sableuses ou à galets		Mangroves estuaires		Côtes rocheuses		Total	
		%	km	%	km	%	km	%	km	%	km
Avancée	> 1	< 1	< 1	1	5	< 1	1	-	-	15	66
	+0.5 - +1	< 1	4	2	9	2	9	-	-		
	+0.25 - +0.5	1	5	3	13	5	20	-	-		
	<b>Total avancée</b>	2	9	6	27	7	30	-	-		
Équilibre dynamique ou marge d'erreur	+0.25 à -0.25	6	28	12	51	11	46	26	111	55	236
Recul	-0.25 - -0.5	< 1	3	2	9	1	5	10	45	30	129
	-0.5 - -01	< 1	< 1	2	7	< 1	3	7	29		
	<-1	1	5	1	5	< 1	4	3	12		
	<b>Total recul</b>	2	9	5	21	3	12	20	86		

Illustration 17 : Tableau illustrant l'intensité de la dynamique du trait de côte selon les morphotypes estimée par DSAS entre 1998 et 2013

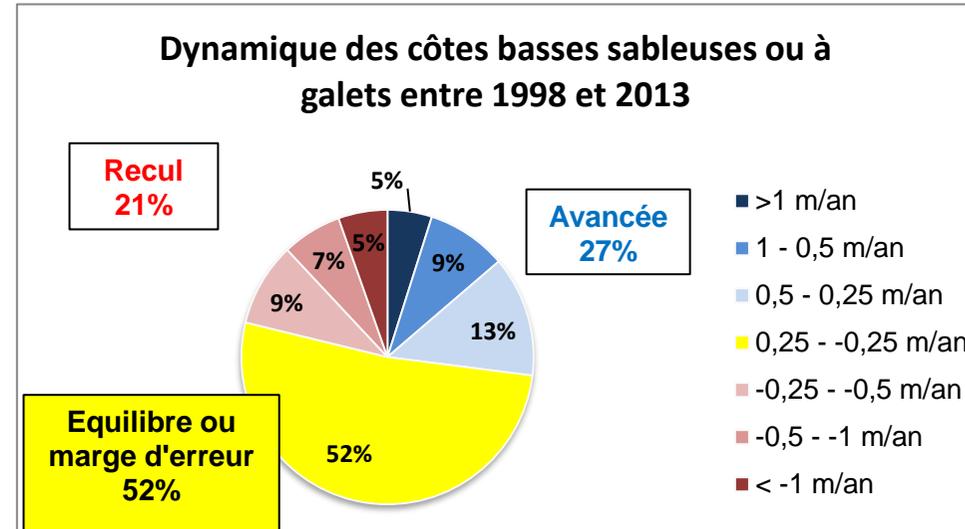
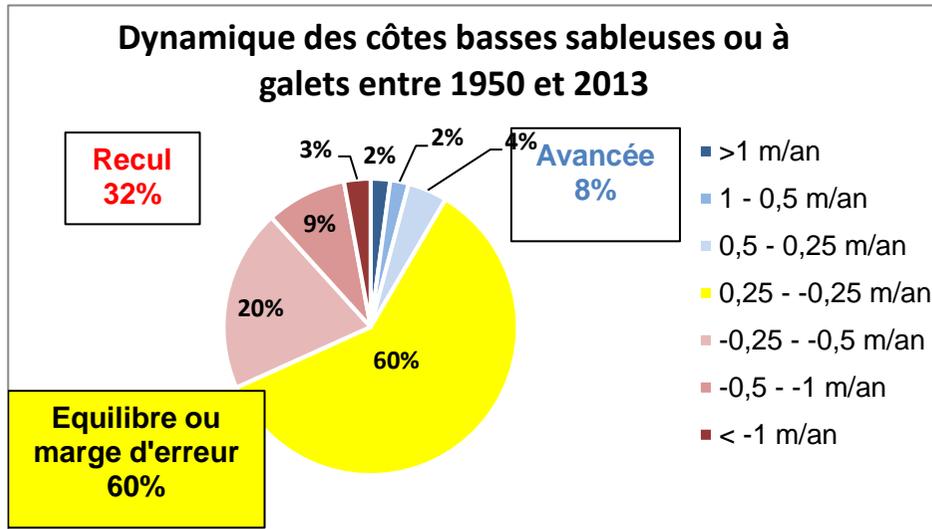


Illustration 18 : Amplitudes des dynamiques des côtes basses sableuses ou à galets entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en bleu, les proportions en avancée, en rouge les proportions en recul)

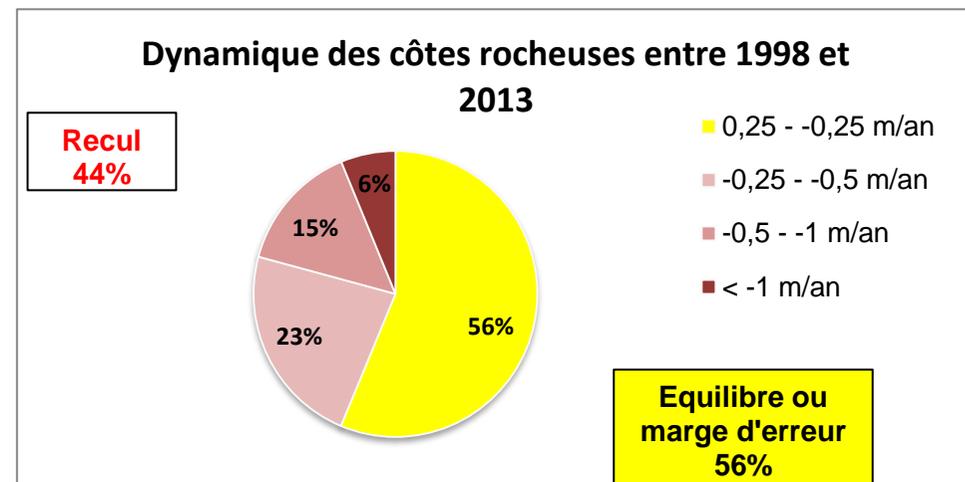
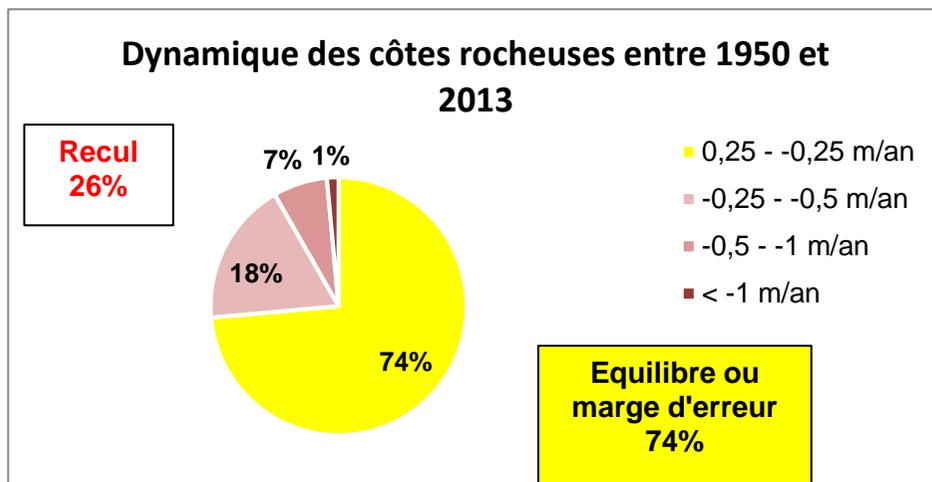


Illustration 19 : Amplitudes des dynamiques des côtes rocheuses entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en bleu les proportions en avancée, en rouge les proportions en recul)

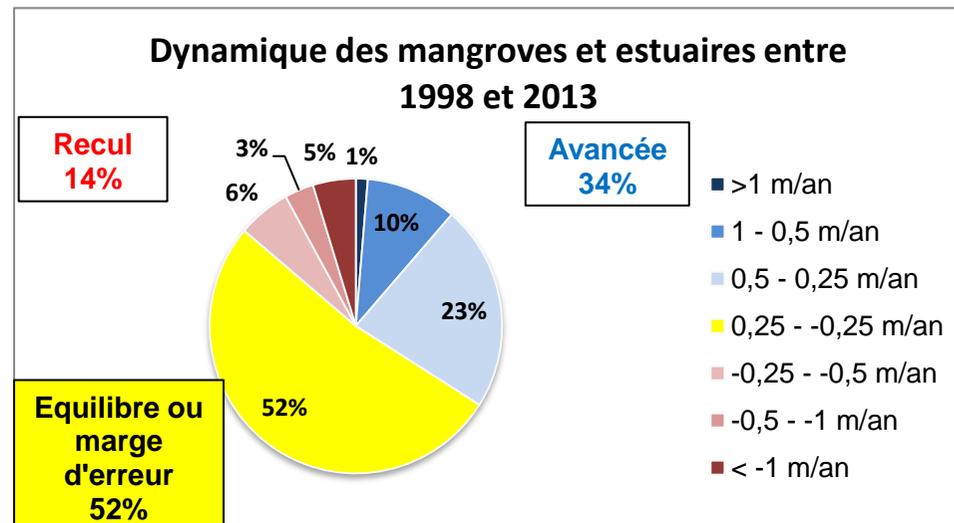
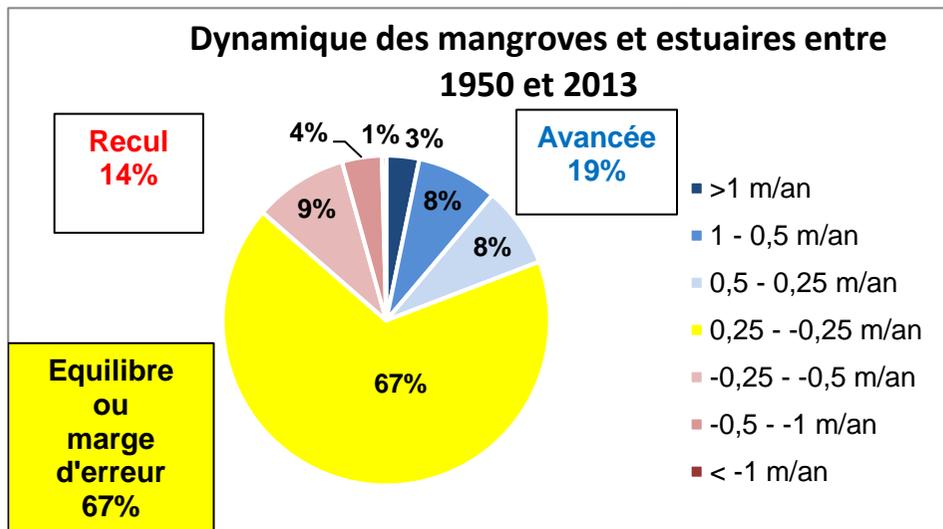


Illustration 20 : Amplitudes des dynamiques des côtes de type mangroves et estuaires entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en bleu les proportions en avancée, en rouge les proportions en recul)

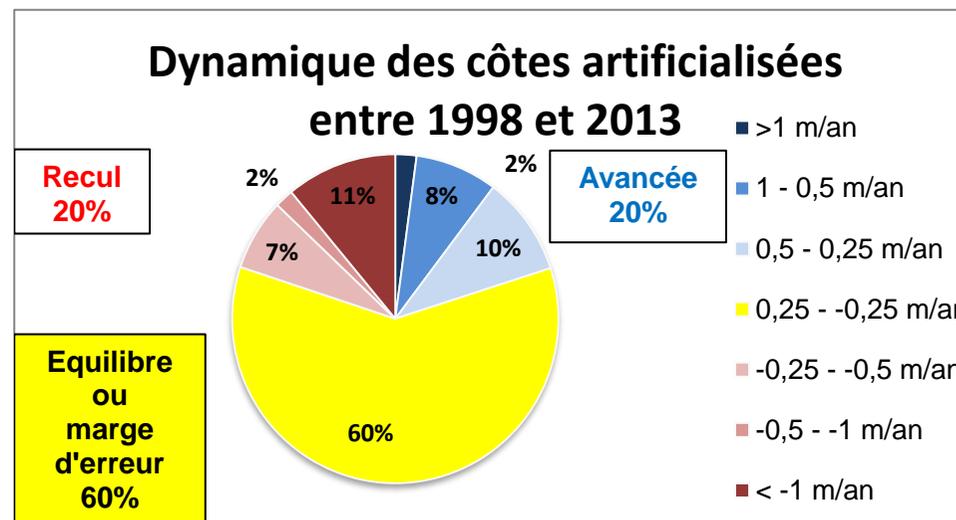
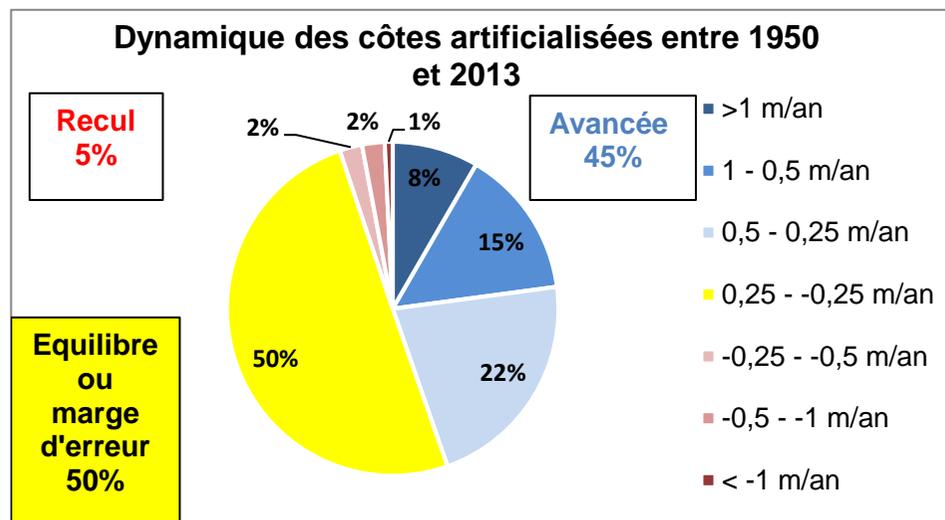


Illustration 21 : Amplitudes des dynamiques des côtes artificialisées entre les périodes décennales et pluri-décennales sur la Grande-Terre et la Basse-Terre (en bleu les proportions en avancée, en rouge les proportions en recul)

## Bilan

23% des côtes ont reculé entre 1950 et 2013, contre 30% entre 1998 et 2013 (Illustration 22 et Illustration 23). La proportion de côte en avancée a également augmenté depuis la période 1950-2013 à 1998-2013 en passant de 10 % à 15%. Cette disparité peut s'expliquer dans un premier temps par le changement d'échelle temporelle mais aussi selon les différents morphotypes affectés.

Indépendamment de la période, le morphotype le plus touché par le recul est celui des côtes rocheuses. Ce phénomène s'explique dans un premier temps par sa répartition sur l'archipel : il représente 54% des morphotypes du littoral. Dans un second temps, sa localisation, notamment en Grande-Terre, l'expose particulièrement à la houle dominante d'est et aux alizés, qui sont les facteurs principaux d'érosion. La nature lithologique biodétritique de ce morphotype en Grande-Terre le rend érodable par les processus d'haloclastie et d'hydroclastie (actions mécaniques du sel et de l'eau). La lithologie volcano-clastique de la Basse-Terre peut également constituer des formations géologiques potentiellement érodables.

1950-2013 (%)	Côtes artificialisées	Côtes basses sableuses ou à galets	Mangroves estuarières	Côtes rocheuses	Total
Avancée	4	2	4	x	10
Marge d'erreur ou équilibre dynamique	5	14	14	34	67
Recul	< 1	8	3	12	23

Illustration 22 : Tableau illustrant la dynamique des morphotypes de Guadeloupe entre 1950 et 2013

1998-2013 (%)	Côtes artificialisées	Côtes basses sableuses ou à galets	Mangroves estuarières	Côtes rocheuses	Total
Avancée	2	6	7	x	15
Marge d'erreur ou équilibre dynamique	6	12	11	26	55
Recul	2	5	3	20	30

Illustration 23 : Tableau illustrant la dynamique des morphotypes de Guadeloupe entre 1998 et 2013

Le recul des côtes rocheuses présente un taux plus fort entre 1998 et 2013 (44%) qu'entre 1950 et 2013 (26%). Cet accroissement sur la période décennale peut se justifier par une réduction d'échelle de temps par rapport à la période pluridécennale (Illustration 5).

Les côtes basses sableuses ou à galets présentent une diminution des proportions en recul entre la période pluridécennale et la période décennale (de 32% à 21%). L'explication probable à ce phénomène est le nombre plus faible d'événements cycloniques majeurs pendant la période décennale que la période pluridécennale. De ce fait, le littoral aurait été potentiellement moins affecté par des houles destructrices et donc moins érodé. De plus, les variabilités interannuelles ou saisonnières (alternances avancées/reculs) ont un impact plus important sur l'évaluation du recul à court terme.

En matière d'avancée des côtes basses sableuses ou à galets, une augmentation des proportions est identifiable entre la période pluridécennale et la période décennale (de 8% à 27%), qui peut être liée à la prise en compte de variabilités interannuelles ou saisonnières. Elle peut également résulter du faible nombre d'événements cycloniques sur la période court-terme. Enfin, elle prend probablement en compte de la revégétalisation du littoral entreprise durant la dernière décennie.

Les proportions des mangroves en recul ont stagné à 14% du morphotype entre la période pluridécennale et la période décennale. Cela pourrait résulter d'une meilleure préservation de ces environnements lors de la dernière décennie.

L'avancée de la mangrove est plus importante sur la période décennale que pluridécennale (de 19% à 34%). Il est possible que la diminution de la fréquence d'événements cyclonique majeurs puisse être en cause.

Les proportions des côtes artificialisées en avancée ont diminué entre la période pluridécennale et la période décennale. Cette observation peut se justifier par une urbanisation intense des zones littorales antérieure à 1998 mais également par la variation d'échelle de temps.

## **4.2. RESULTATS QUALITATIFS PAR MORPHOTYPES**

Pour chaque unité littorale et morphotype, les résultats statistiques de DSAS des taux annuels pour les périodes 1950-2013 et 1998-2013 sont indiqués en annexe. Ces statistiques ont permis de définir des sites à la dynamique remarquable dès lors qu'ils dépassaient le taux annuel de 1 m par an en matière de recul ou d'avancée. Ce seuil de taux annuel est choisi à dire d'expert et est adapté à la dynamique littorale des Petites Antilles.

### **4.2.1. Les côtes rocheuses**

Parmi les côtes rocheuses, des zones d'avancées du trait de côte ont été identifiées. Ce sont en réalité des artefacts dus au choix du marqueur digitalisé (ici le pied de falaise). Au contraire, un pied de falaise qui avance indique qu'il y a eu des éboulements : donc de l'érosion.

Ce morphotype est présent sur la Grande-Terre en tant que lithologie sédimentaire calcaire, ainsi que sur la Basse-Terre en tant que roches volcaniques massives ou détritiques (coulées pyroclastiques). Elle est représentée sur les unités ULH1, ULH2 et ULH5.

### **Unité ULH1**

Sur cette unité, les seules côtes rocheuses ayant fortement reculé (entre 7 m à 1 m par an) sur la période 1950-2013, sont situées près du lieu-dit « Espérance » sur la commune de Saint-François (Illustration 24 et Annexe 1).

La variation maximale du rivage de ce site entre 1950 et 2013 est comprise entre 50 et 150 m (Annexe 2).

Les taux de variation annuelle (Annexe 3) et de variation maximale du rivage (Annexe 4) entre 1998 et 2013 sont peu marqués sur l'unité ULH1.

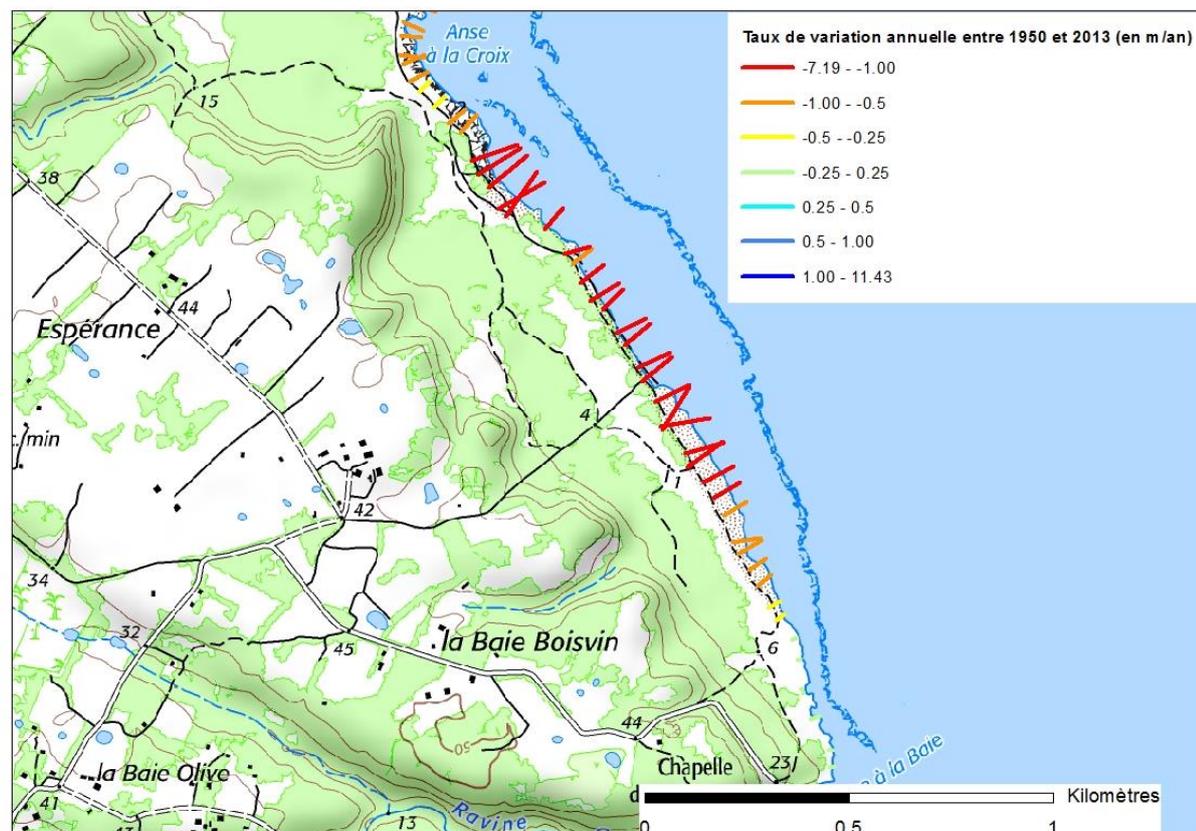
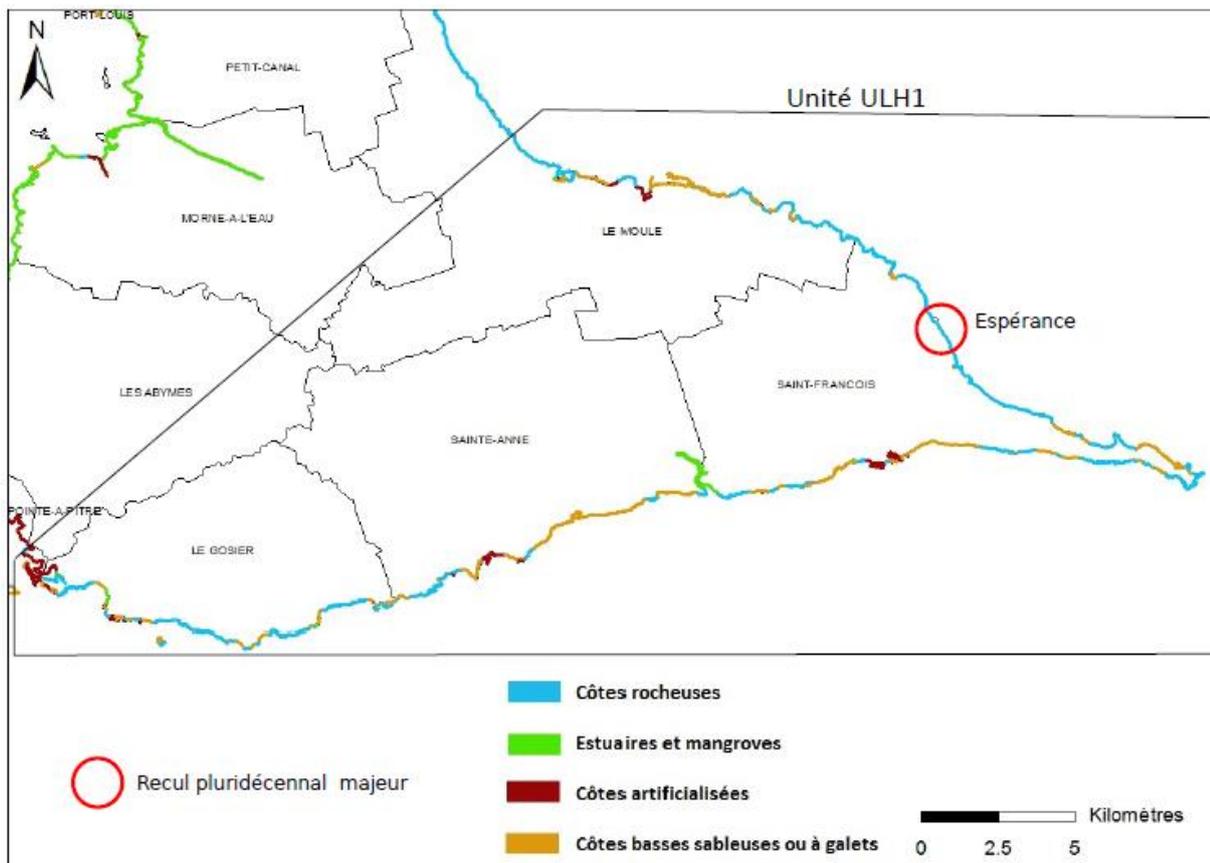


Illustration 24 : Localisation du site Espérance sur l'unité ULH1 et intensités de recul entre 1950 et 2013

## Unité ULH2

Les côtes rocheuses ayant fortement reculé sur l'unité ULH2 sont principalement localisées sur la côte est et nord de la Grande-Terre (Illustration 25). Certaines d'entre elles sont concernées par des taux de recul de 7 m à 1 m par an sur la période 1950-2013 (Annexe 5), ainsi que des taux de 3 m à 1 m par an entre 1998 et 2013. Les secteurs concernés par un fort recul entre 1950 et 2013 sont localisés à l'Anse Sainte Marguerite (Illustration 26) et à l'Anse à l'eau. Entre 1998 et 2013, les secteurs fortement touchés sont ceux de l'Anse à la Barque, la Petite Anse à la Barque, la Pointe Petite Tortue ainsi que la falaise Quiforme et l'Anse Montillon (Annexe 7).

Les variations maximales du rivage de l'Anse Montillon et de la Pointe de la Petite Tortue sont assez élevées entre 1998 et 2013 avec 30 à 63 m de variation (Annexe 8).

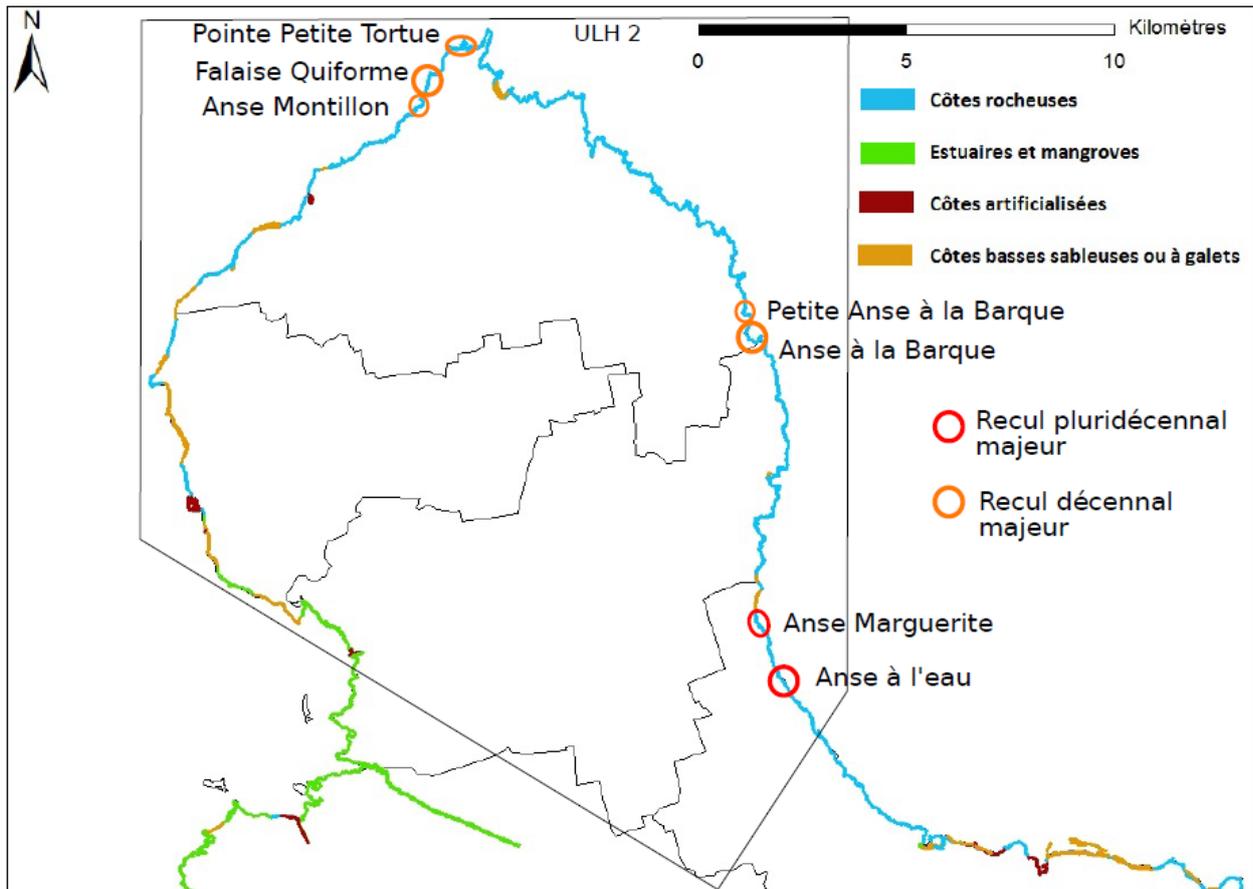


Illustration 25 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes rocheuses sur l'unité ULH2

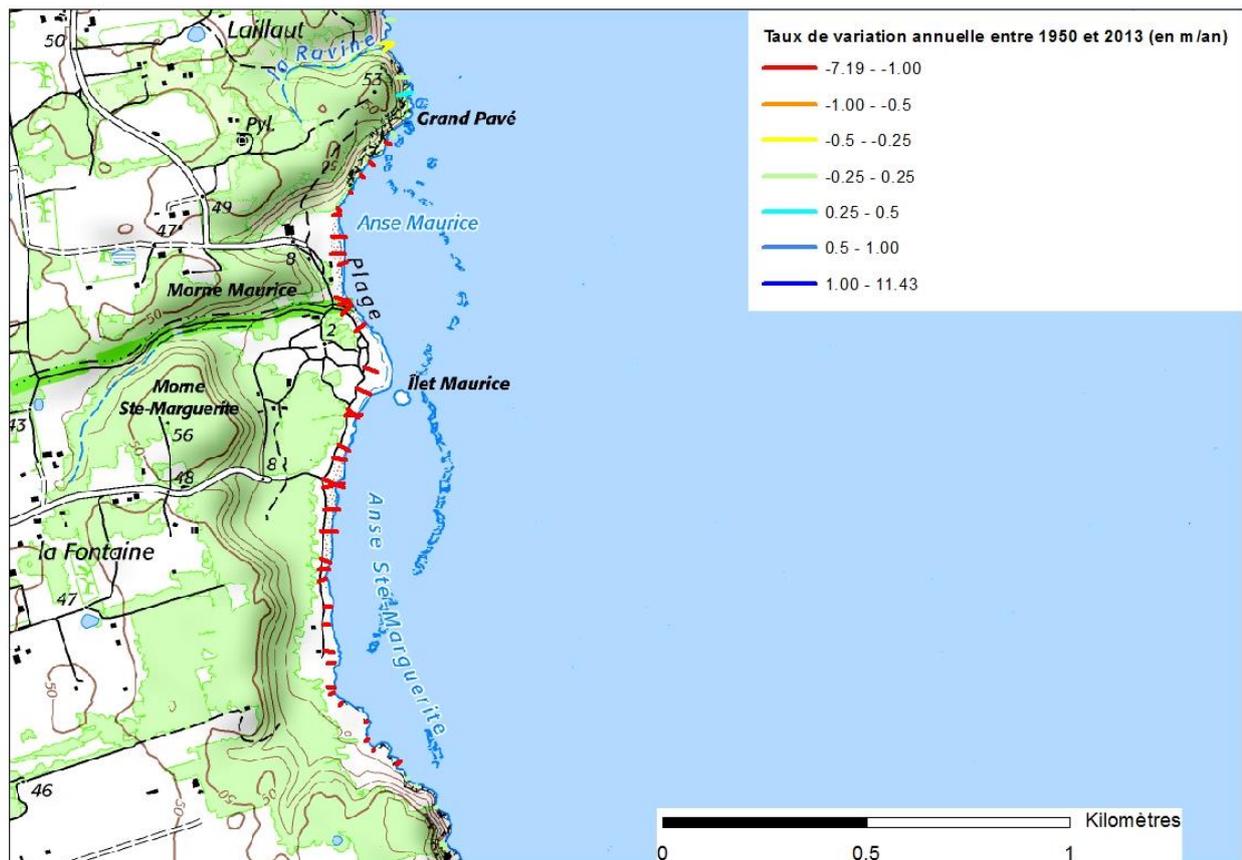


Illustration 26 : Le site de l'Anse Sainte Marguerite en recul entre 1950 et 2013

### Unité ULH5

Cette unité n'a pas été touchée par des taux de recul supérieurs à 1 m par an sur la période 1950-2013 (Annexe 17).

Les côtes rocheuses volcaniques de la Basse-Terre ont été touchées par un recul de 1 m à 3 m par an entre 1998 et 2013 sur des zones ponctuelles (Illustration 27) de la côte ouest : Pointe Cimetière Cato et falaise Bellon (Illustration 28) ainsi que sur la côte sud : Beau Soleil (Illustration 29) et Anse du Morne Rouge (Annexe 19).

Etant donné que la période décennale fait apparaître un taux de recul plus élevé que celui de la période pluridécennale, on peut supposer que le recul des côtes rocheuses de l'unité ULH5 soit lié à des phénomènes assez récents. .

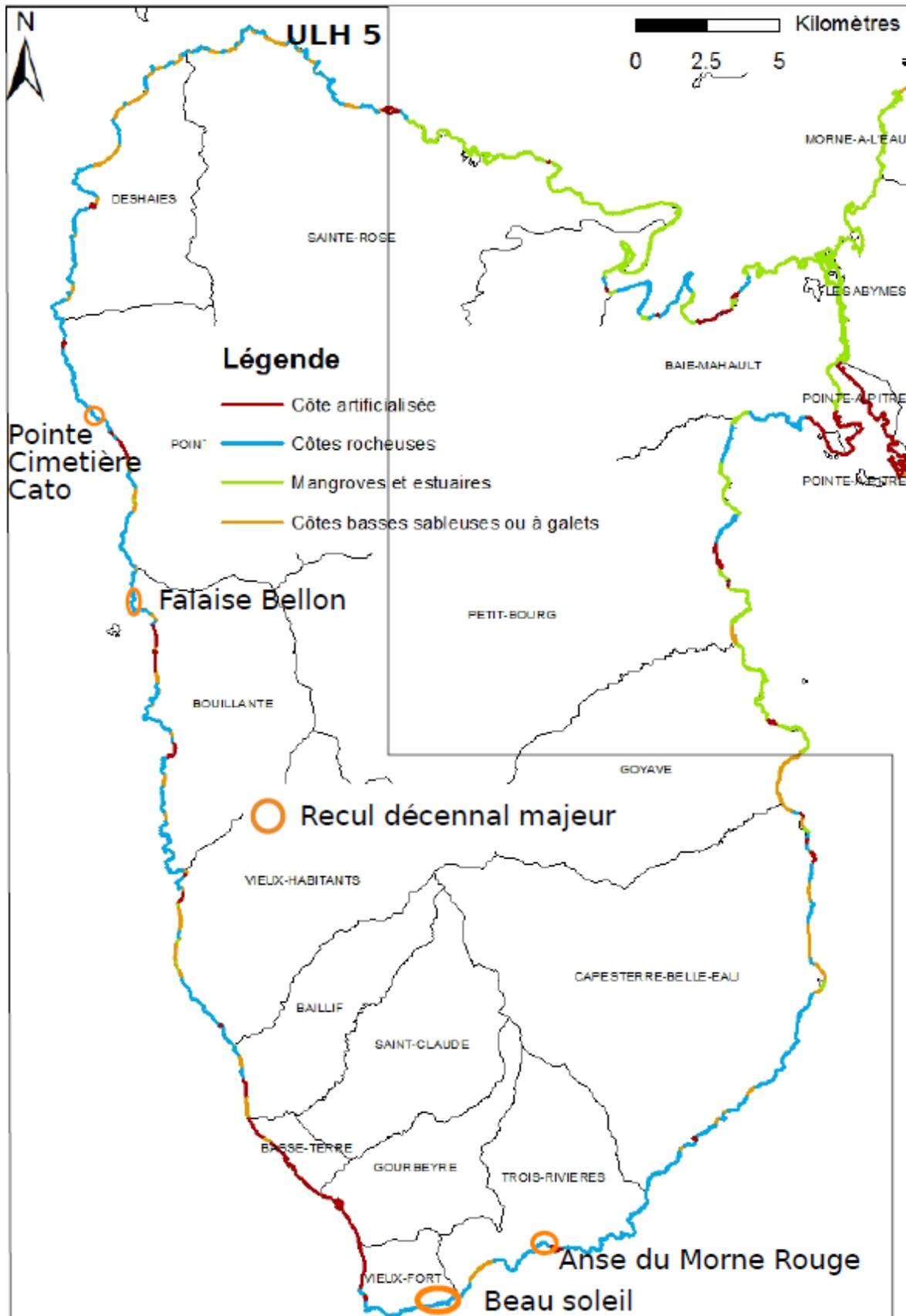


Illustration 27 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes rocheuses sur l'unité ULH5

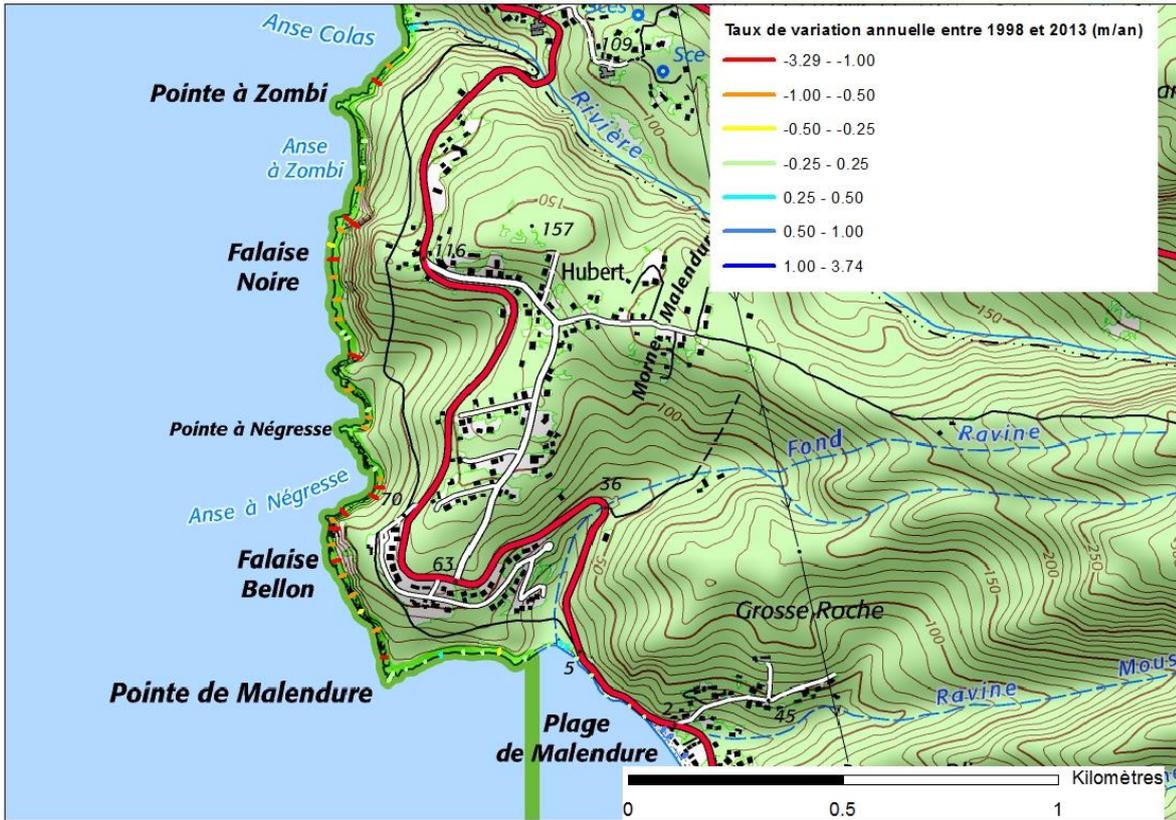


Illustration 28 :Le site de la falaise Bellon en recul entre 1998 et 2013

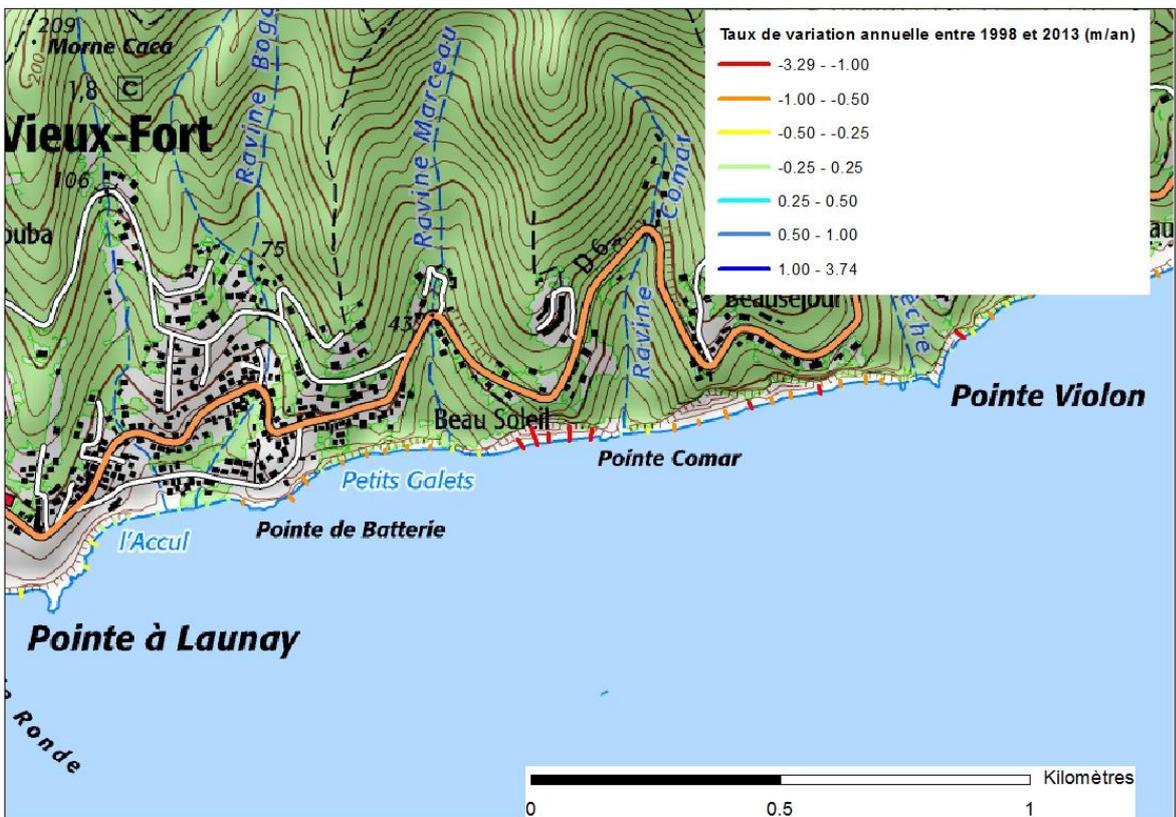


Illustration 29 :Le site de Beau Soleil en recul entre 1998 et 2013

#### 4.2.2. Les côtes basses sableuses ou à galets

##### Unité ULH1

Les côtes basses sableuses ou à galets de l'unité ULH1 sont concernées par des reculs importants entre 1950 et 2013, allant de 1 m à 7 m par an, sur des zones situées le long de la Riviera du Levant et à la Pointe des Châteaux (Annexe 1 et Illustration 30). La plage de Saint-Félix (Illustration 31), la Pointe de la Saline, l'est de Bois Jolan, l'Anse à l'ouest de la Pointe Gros Bœuf et l'Anse des Salines (Illustration 32) sont exposées à de forts taux de recul sur la période pluridécennale.

Entre 1998 et 2013, des reculs importants (entre 1 m et 3 m par an) des côtes basses sableuses ou à galets ont également été remarqués, à l'est de la plage des Raisins Clairs et vers le lieu-dit Espérance à Saint-François.

L'unique zone de forte avancée des côtes basses sableuses ou à galets sur cette unité se situe à l'Anse du Belley, avec des taux variant de 1 m à 11 m par an d'avancée entre 1950 et 2013 (Illustration 33).

Il est intéressant de noter que les variations maximales du rivage entre 1950 et 2013 permettent d'estimer que les sites de Saint-Félix, l'Anse des Salines, la Pointe de la Saline et l'Anse de Belley ont subi des variations de l'ordre de 50 à 150 m (Annexe 2 et Annexe 4).

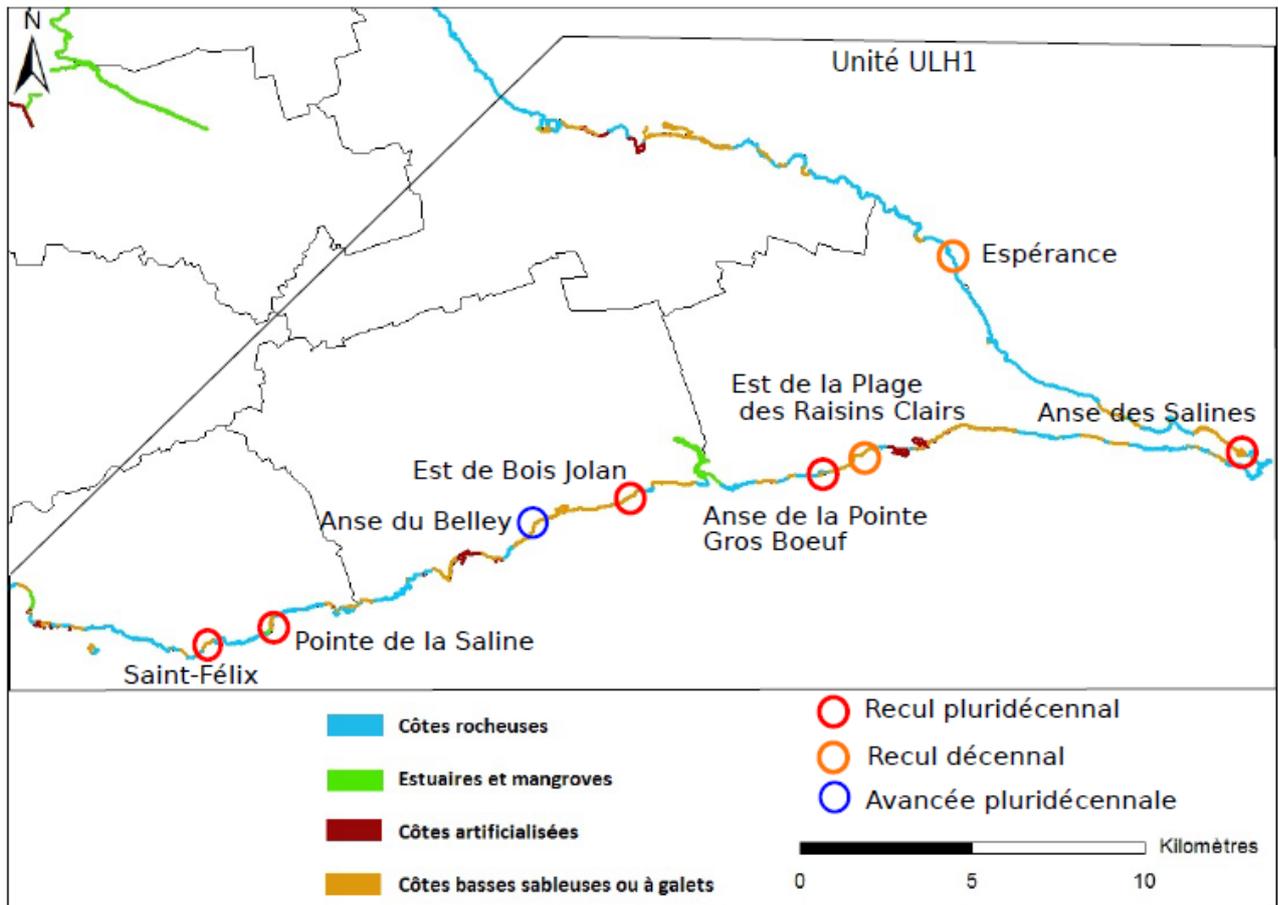


Illustration 30 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes sableuses ou à galets sur l'unité ULH1

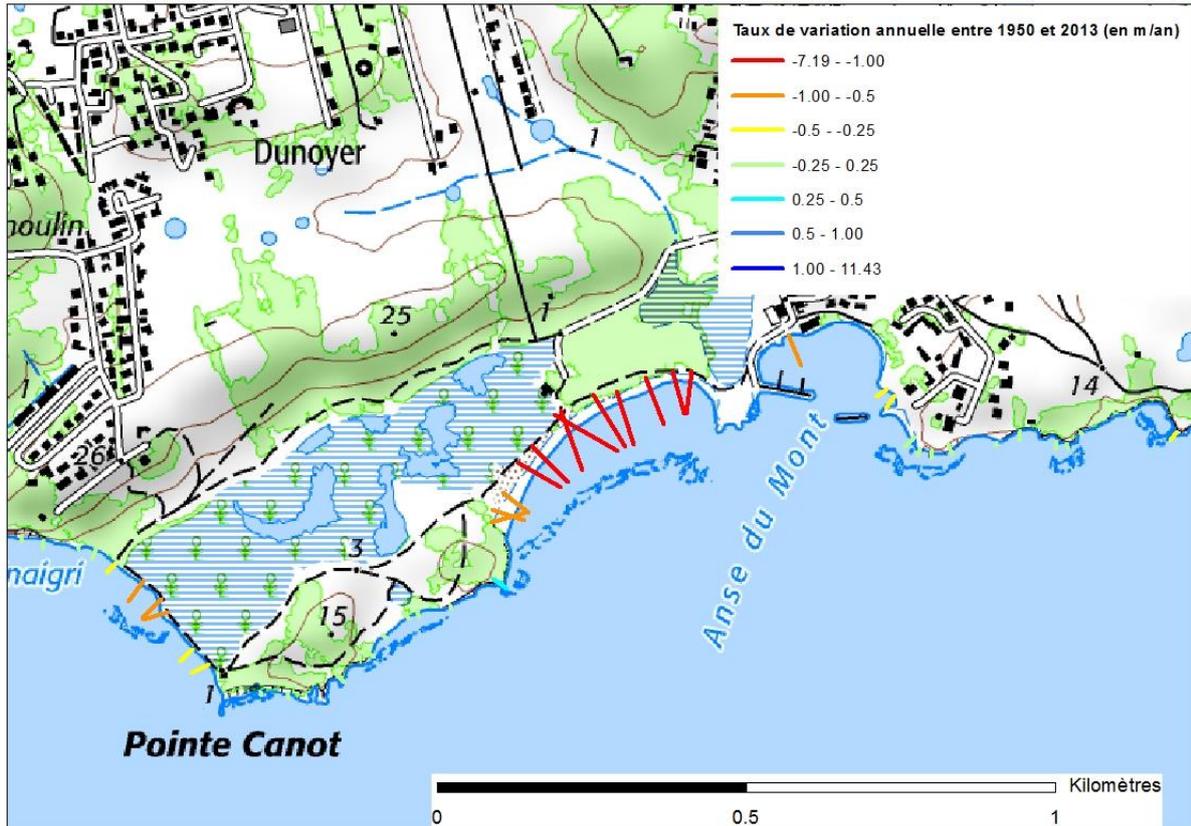


Illustration 31 : Le site de Saint-Félix en recul entre 1950 et 2013

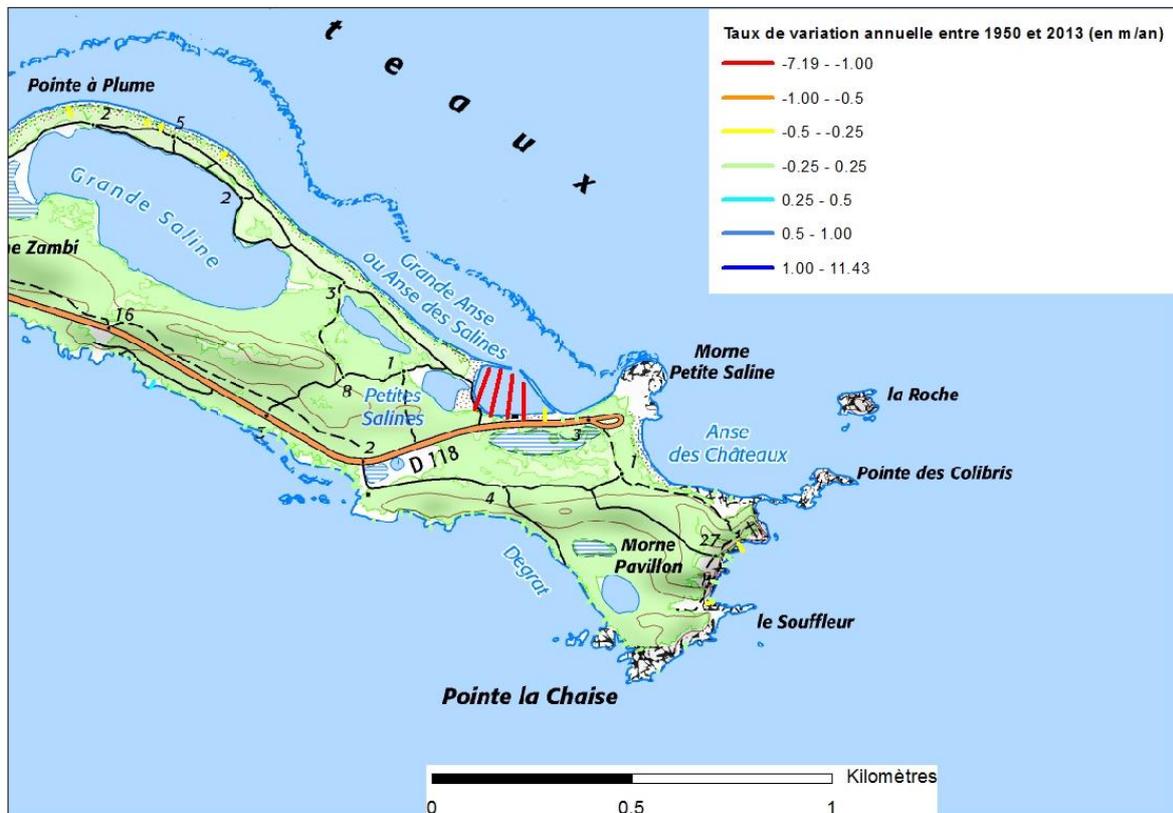


Illustration 32 : L'Anse des Salines en recul entre 1950 et 2013

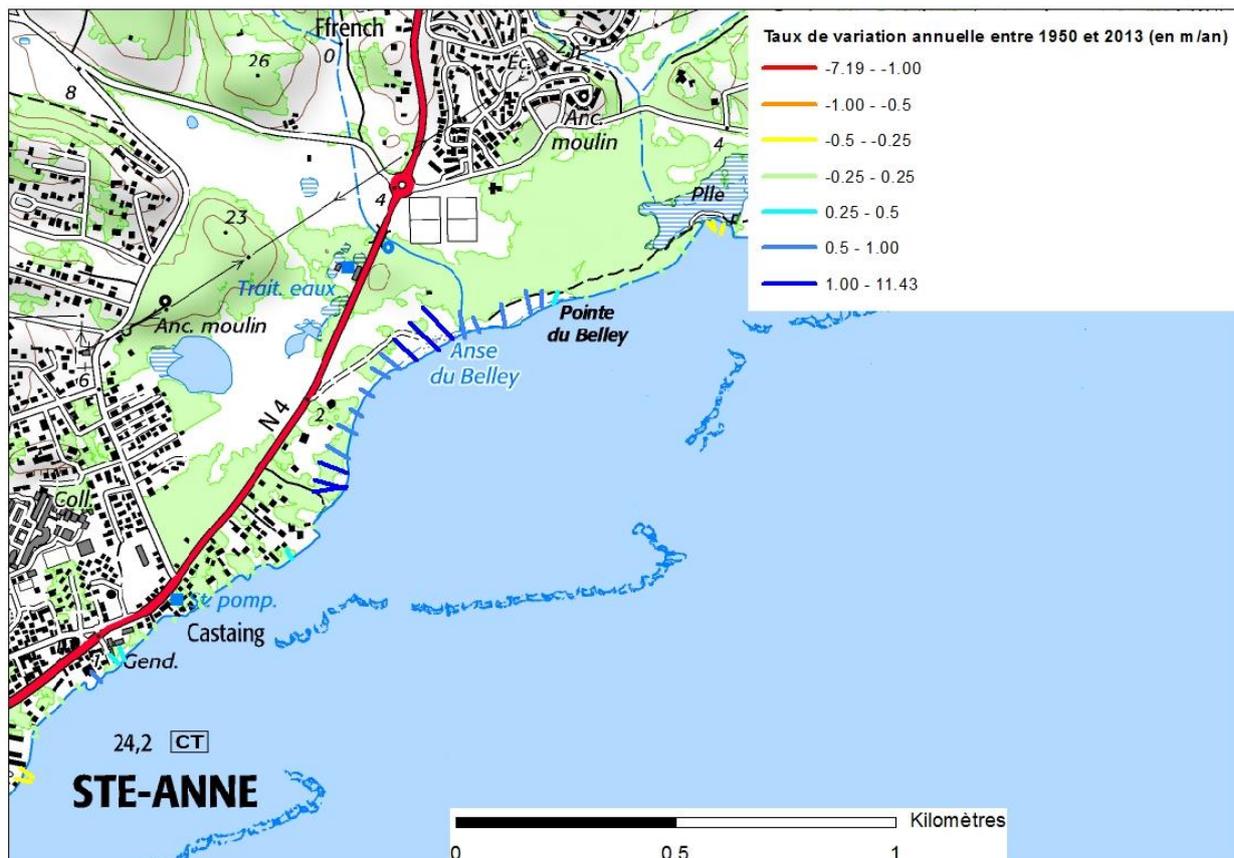


Illustration 33 : L'Anse du Belley en avancée entre 1950 et 2013

## Unité ULH2

Les côtes basses sableuses ont fortement reculé sur l'unité ULH2 sur les sites de Pointe Plate et de l'Anse Maurice (Illustration 34), pour des taux compris entre 1 m et 7 m par an entre 1950 et 2013 (Annexe 5).

Entre 1998 et 2013, des taux supérieurs à 1 m par an n'ont pas été observés sur cette unité pour les côtes basses sableuses ou à galets (Annexe 7).

Une avancée d'un taux supérieur à 1 m par an a été observée sur ce morphotype sur la Pointe Sable de Bar à Port-Louis. Les deux échelles de temps sont concernées : tant 1998-2013 que 1950-2013.

La Pointe Plate présente une variation maximale du rivage comprise entre 50 et 150 m entre 1950 et 2013 (Annexe 6).

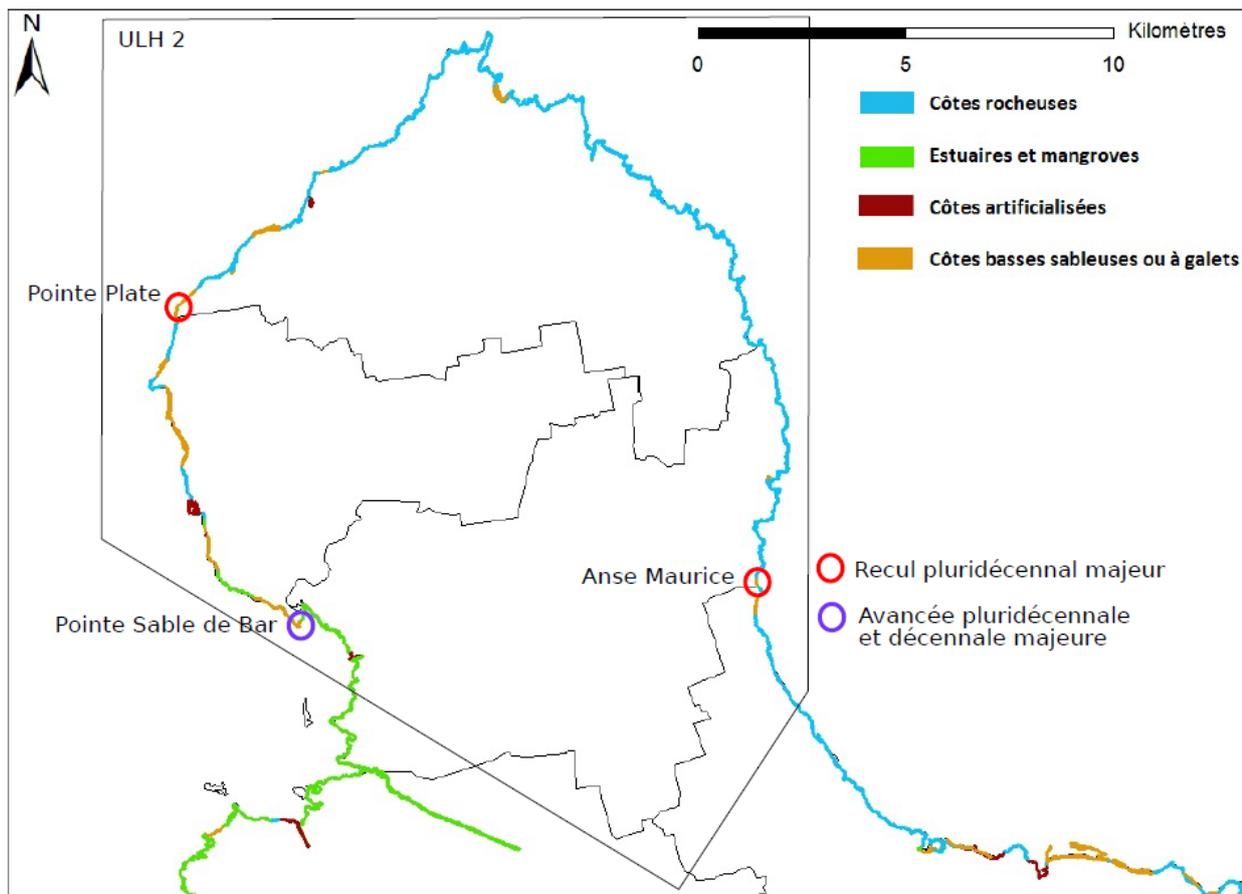


Illustration 34 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes basses sableuses ou à galets sur l'unité ULH2

### Unité ULH4

Les côtes basses sableuses du Petit Cul-de-Sac Marin présentent un site d'une avancée supérieure à 1 m par an sur les deux échelles de temps (1998-2013 et 1950-2013) au Gosier à Fort l'Union (Illustration 35, Annexe 13 et Annexe 15).

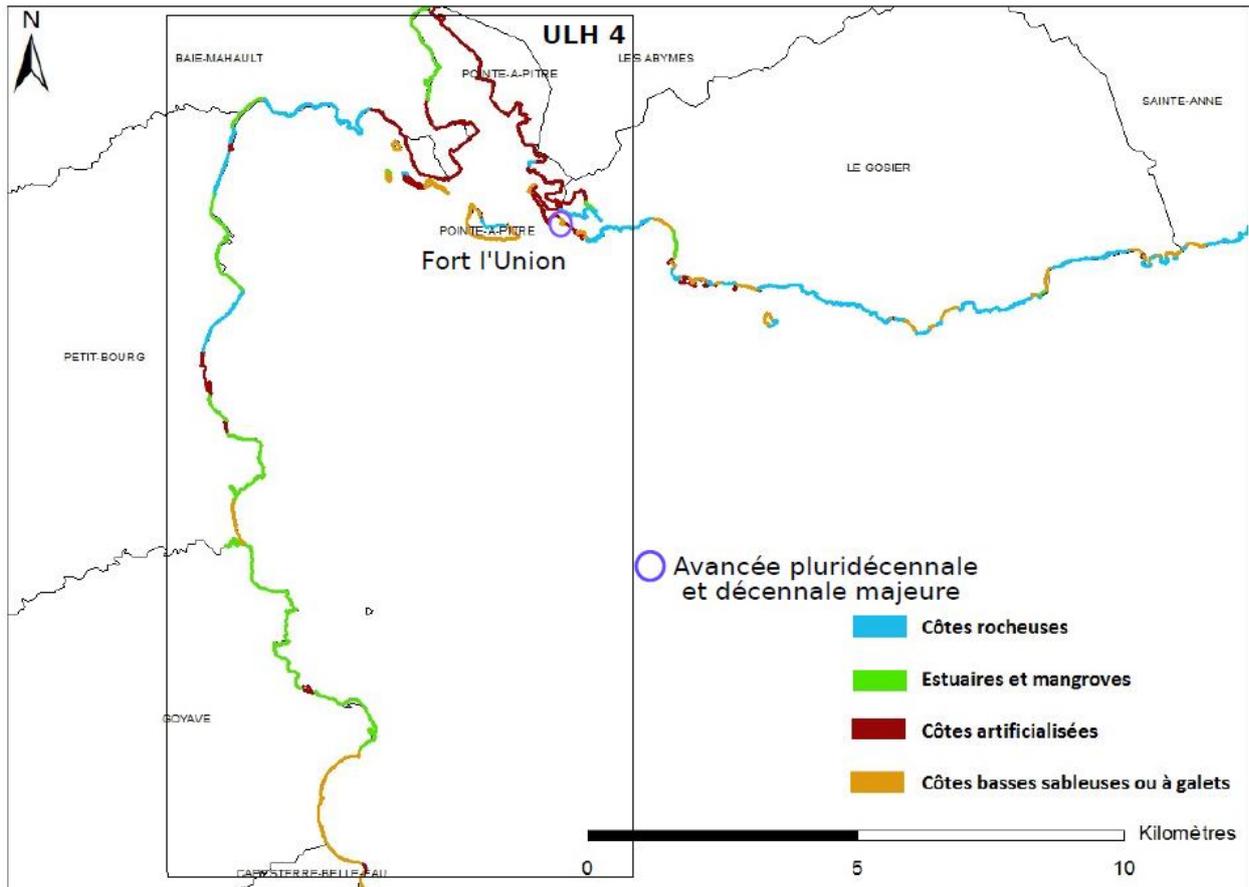


Illustration 35 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes basses sableuses ou à galets sur l'unité ULH4

### Unité ULH5

Les côtes basses sableuses ou à galets de la Basse-Terre (Illustration 36) présentent un site de recul supérieur à 1 m par an pour les périodes 1998-2013 et 1950-2013, au niveau du Morne Rouge à Goyave (Illustration 37, Annexe 17 et Annexe 19).

Le Morne Rouge est d'ailleurs identifié comme un site avec une variation maximale du rivage comprise entre 30 et 63 m entre 1998 et 2013 (Annexe 16).

Une avancée supérieure à 1 m par an sur ces deux mêmes périodes de temps est également présente sur le site de Sainte-Marie à Capesterre-Belle-Eau (Illustration 36 et Illustration 38).

Enfin, une avancée décennale entre 1998 et 2013, supérieure à 1 m par an est identifiable au sud-ouest de la plage de Grande Anse à Deshaies (Illustration 36 et Illustration 39).

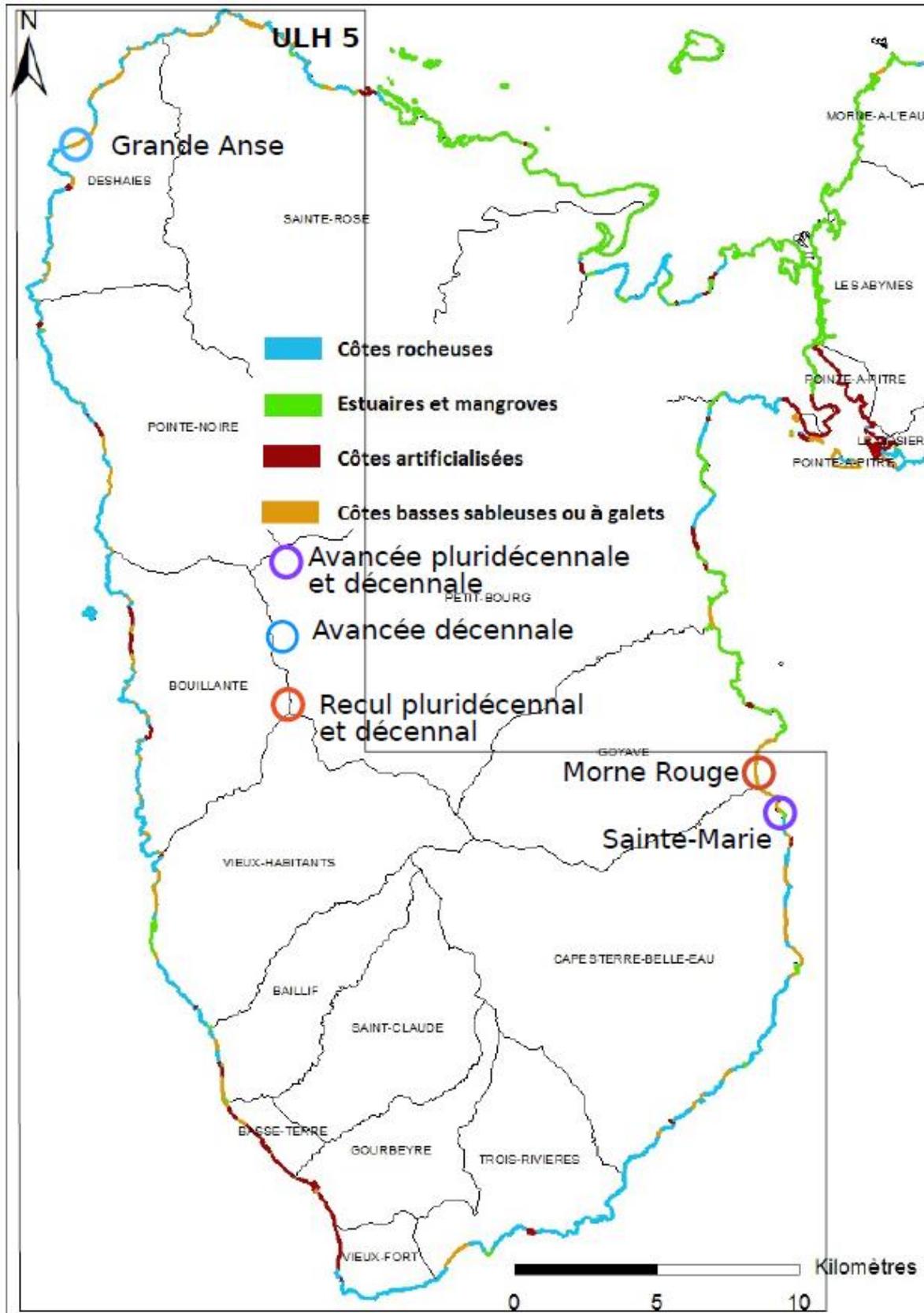


Illustration 36 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes basses sableuses ou à galets sur l'unité ULH5

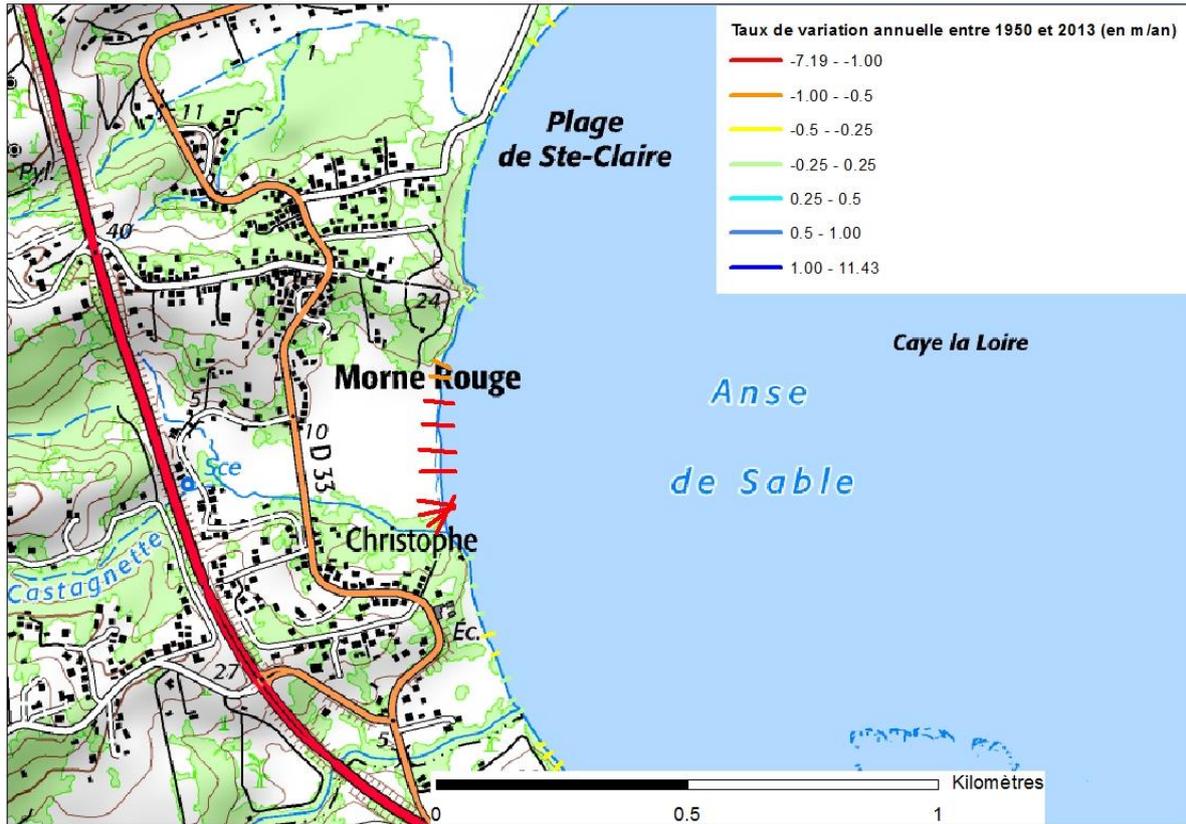


Illustration 37 : Site du Morne Rouge en recul entre 1950 et 2013

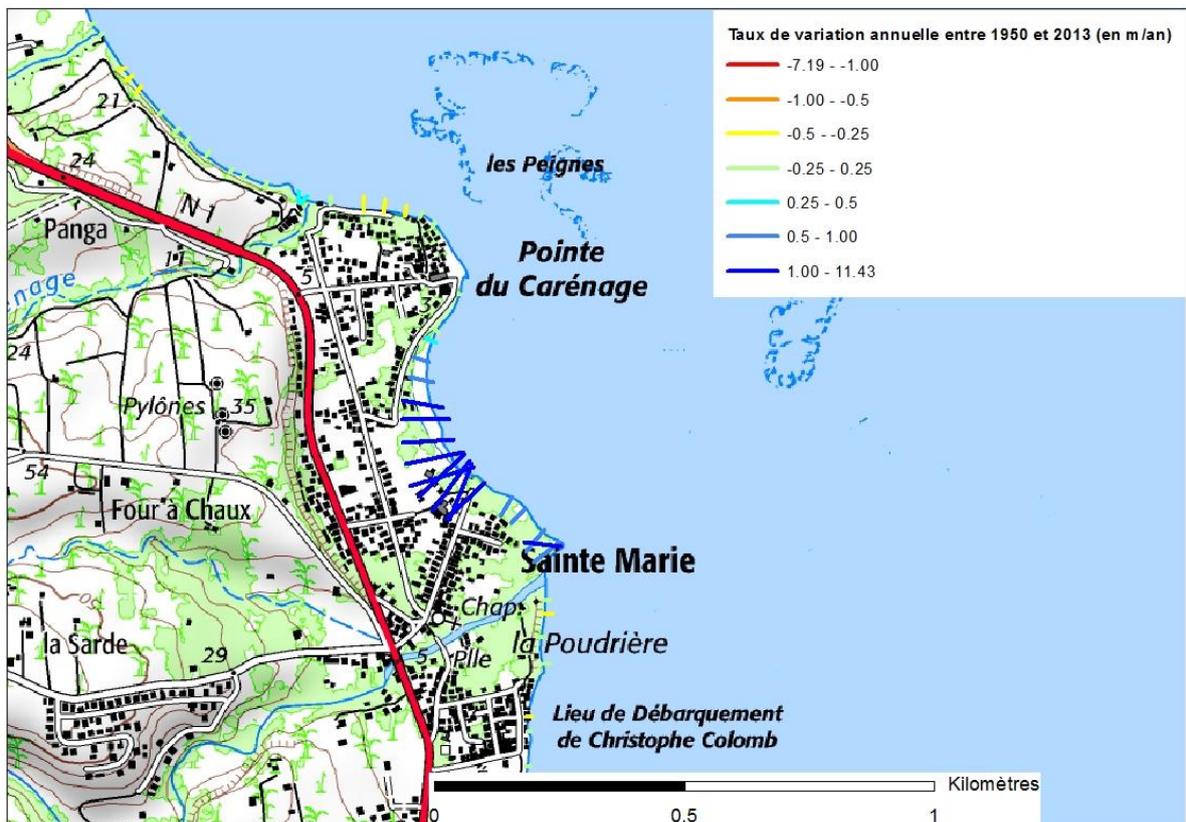


Illustration 38 : Site de Sainte-Marie en avancée entre 1950 et 2013

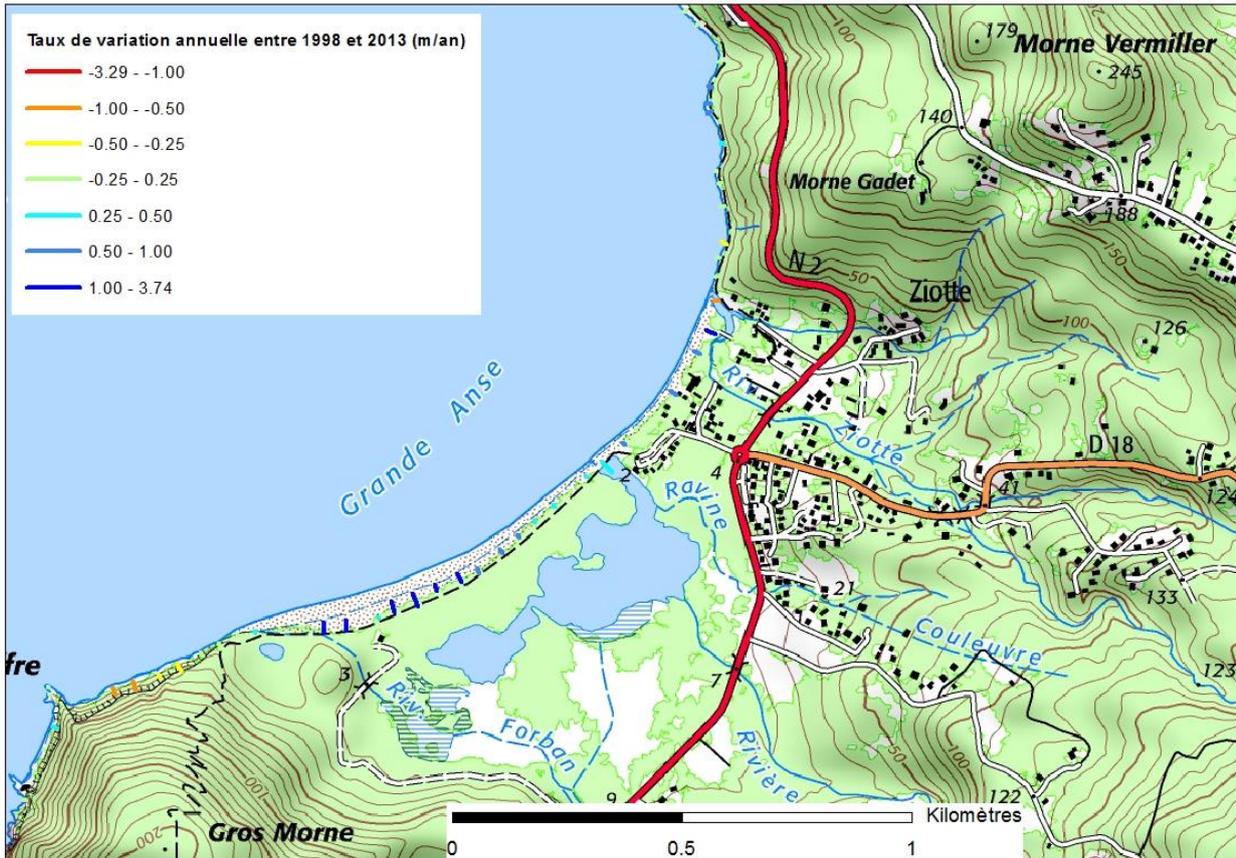


Illustration 39 : Site de la plage de Grande Anse en avancée en partie sud-ouest entre 1998 et 2013

#### 4.2.3. Les mangroves et estuaires

##### Unité ULH3

Les mangroves et estuaires du Grand Cul-de-Sac Marin présentent un site de recul majeur à Pierrefite à Morne à l'Eau (Illustration 40) où les taux de recul sont supérieurs à 1 m par an pour les périodes 1998-2013 et 1950-2013.

Le site de Birmingham, à Baie-Mahault, présente des taux d'avancée supérieurs à 1 m par an pour les deux périodes d'étude (Illustration 40).

De forts taux d'avancée (supérieurs à 1 m par an) sont également présents sur les sites de Bébel, Dépôt et Pointe de la Grande Rivière à Saint-Rose pour la période pluridécennale (Illustration 40).

Quant à la période décennale, elle ne présente qu'un unique site à fort taux d'avancée (supérieurs à 1 m/an) de mangroves et estuaires : à Welsh, à Sainte-Rose (Illustration 40).

Deux sites présentent une variation maximale du rivage notable : Welch, pour une variation comprise entre 30 et 63 m entre 1998 et 2013 (Annexe 12) et la Pointe de la Grande Rivière avec une variation du rivage comprise entre 150 et 250 m entre 1950 et 2013 (Illustration 40 et Annexe 10).

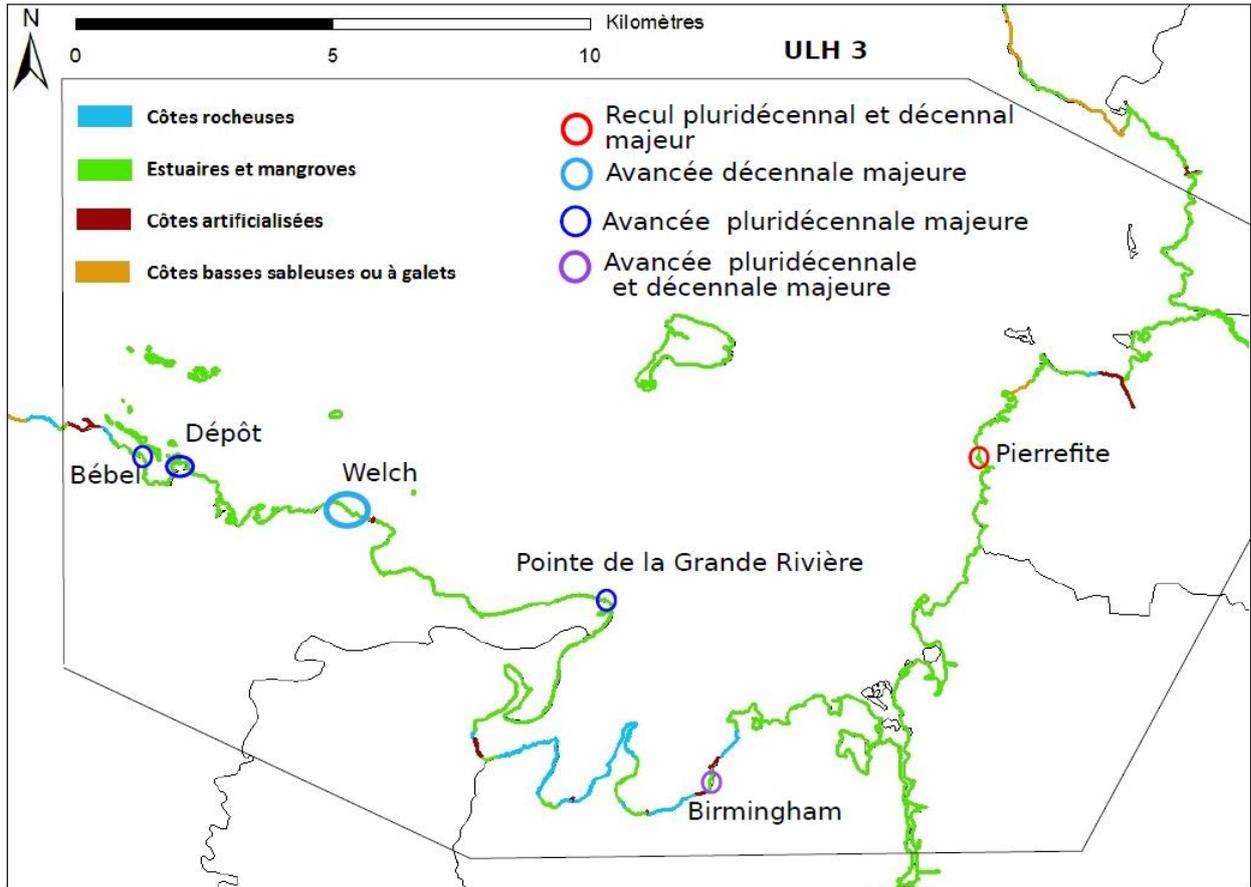


Illustration 40 : Localisation des sites remarquables parmi les mangroves et estuaires sur l'unité ULH3

#### Unité ULH4

Les mangroves et estuaires du Petit Cul-de-Sac Marin présentent un site de recul au nord de la Pointe à Bacchus avec un taux supérieur à 1 m par an entre 1950 et 2013 (Illustration 41).

Les sites de forte avancée (supérieure à 1 m par an) entre 1950 et 2013 sont situés à Grande Baie, Douville et Pointe de Morne à Savon (Illustration 41 et Illustration 42).

La Pointe de la Rivière à Goyave est également un site où l'avancée est supérieure à 1 m par an tant sur la période allant de 1950 à 2013 que sur celle allant de 1998 à 2013.

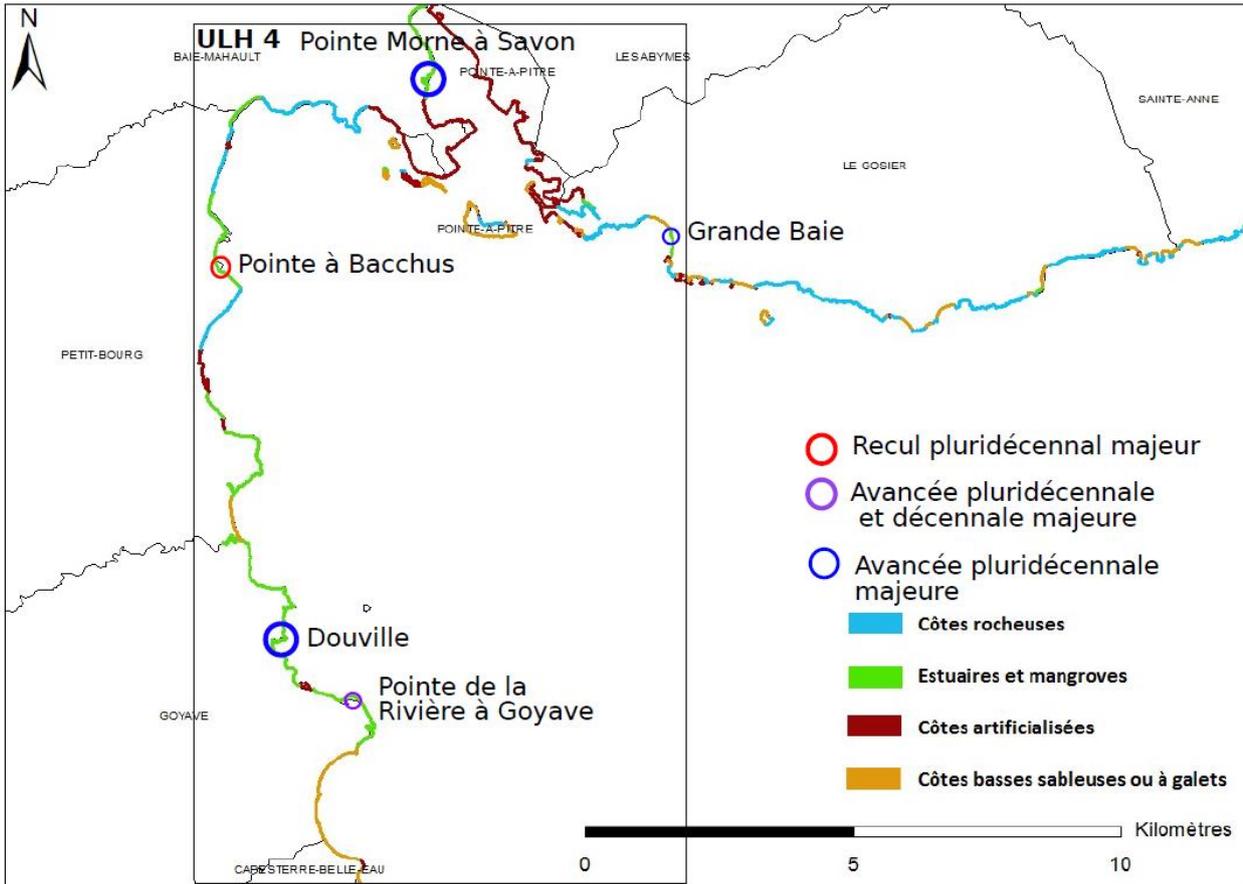


Illustration 41 : Localisation des sites remarquables parmi les mangroves et estuaires sur l'unité ULH4

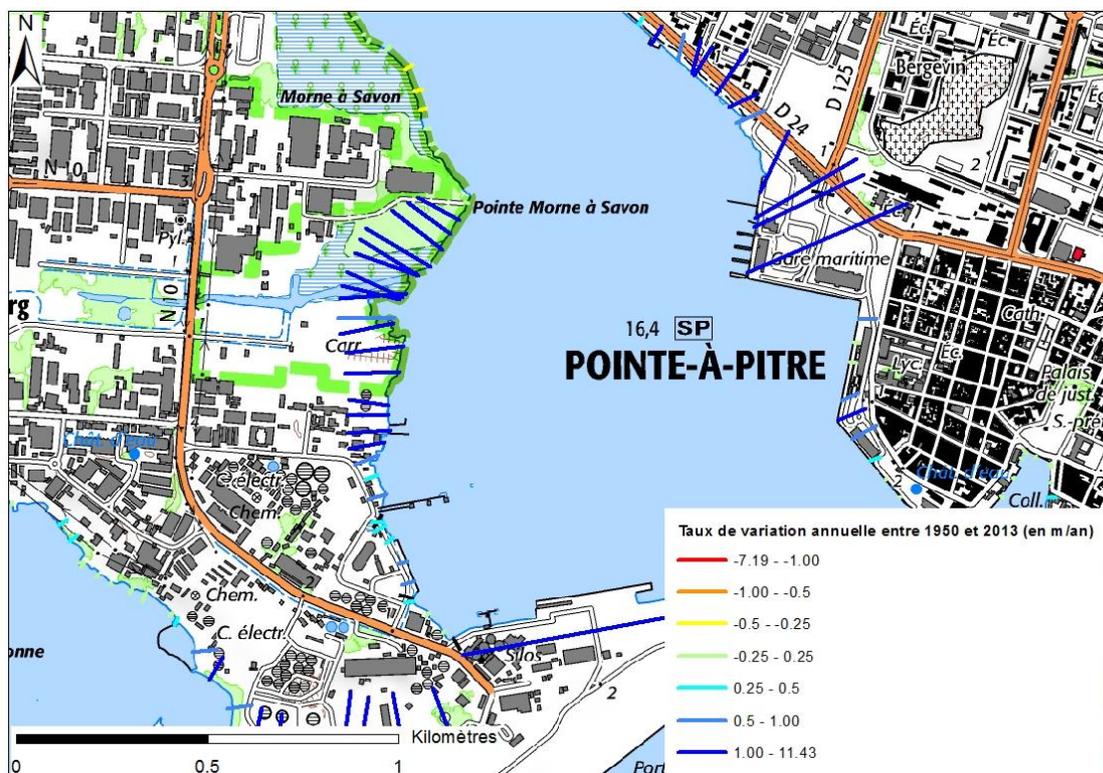


Illustration 42 : Site du Morne Savon en avancée entre 1950 et 2013

#### 4.2.4. Les côtes artificialisées

##### **Unités ULH1 et ULH2**

Les côtes artificialisées de l'unité ULH1 ont principalement avancé sur le site de Fort Fleur d'Épée ainsi qu'à la Marina du Gosier entre 1950 et 2013, avec des taux supérieurs à 1 m par an (Illustration 43). L'aménagement de cette Marina a aussi impliqué une modification de la morphologie du littoral que l'on peut interpréter comme un recul moyen sur la période 1950-2013 supérieur à 1 m par an.

Les aménagements du port de pêche de Saint-François ont impliqué une avancée sur la mer pouvant correspondre statistiquement à des taux supérieurs à 1 m par an, tant sur la période pluridécennale que sur la période décennale (Illustration 43).

De même, le port de Port-Louis présente aussi des taux d'avancée supérieurs à 1 m par an pour les périodes pluridécennales et décennales (Illustration 44).

La variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 témoigne de la forte artificialisation du littoral au niveau des ports de Saint-François et de Port-Louis avec des avancées comprises entre 30 m et 63 m (Illustration 43, Illustration 44, Annexe 4 et Annexe 8).

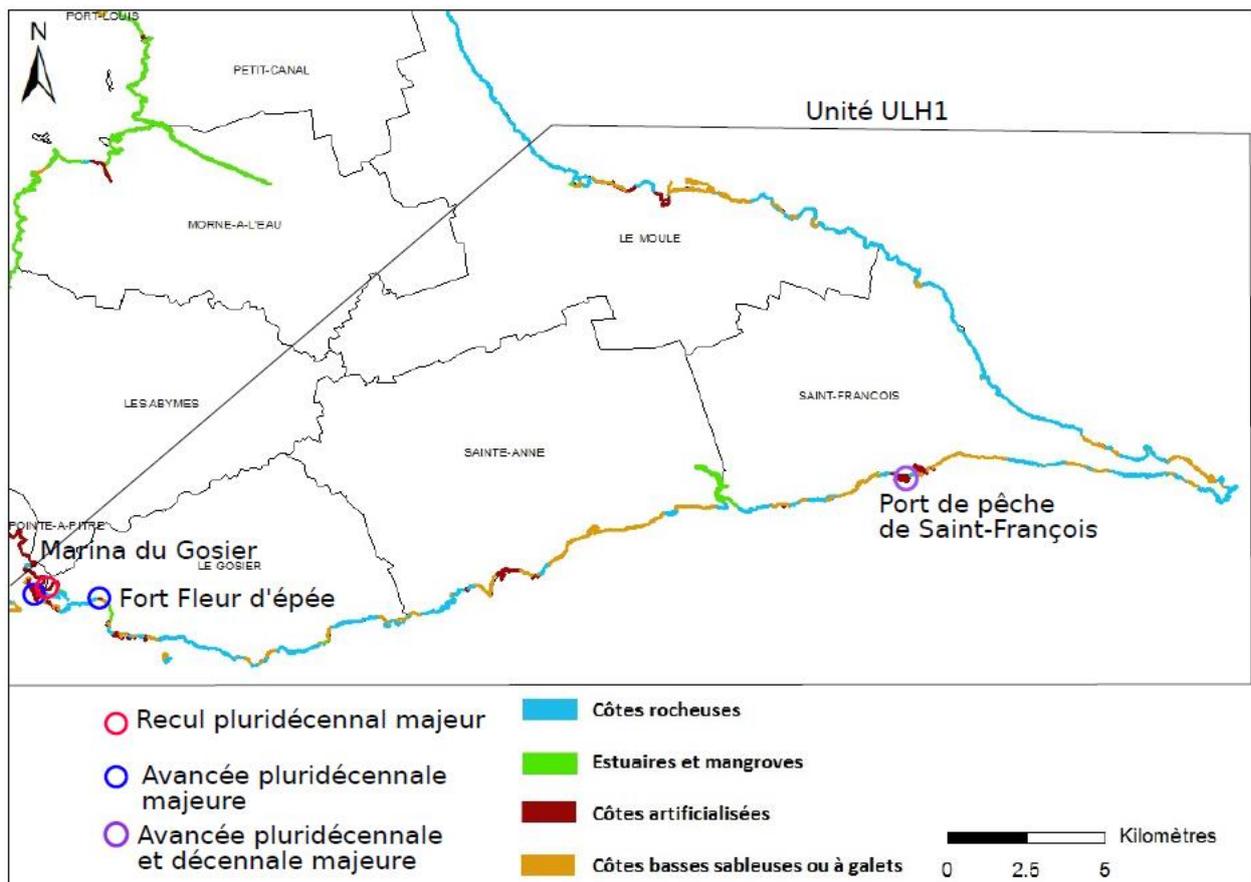


Illustration 43 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH1

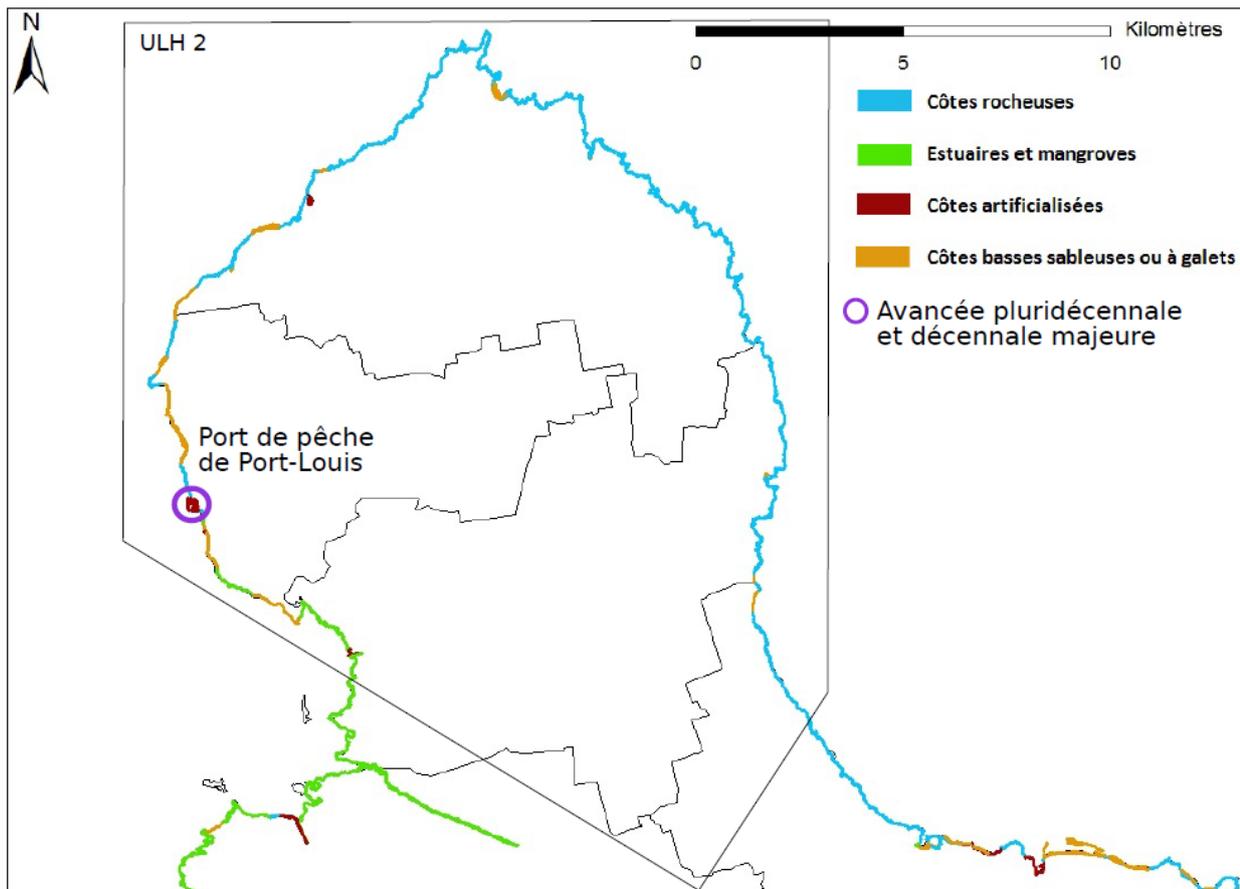


Illustration 44 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH2

### Unité ULH3

Sur l'unité ULH3, l'artificialisation des côtes sur le site de Birmingham à Baie-Mahault est statistiquement assimilable à une avancée supérieure à 1 m par an sur la période 1950-2013 (Illustration 45).

L'artificialisation du site de Baie-Mahault (Illustration 45) entre 1998 et 2013 est statistiquement assimilable à un taux d'avancée supérieur à 1 m par an.

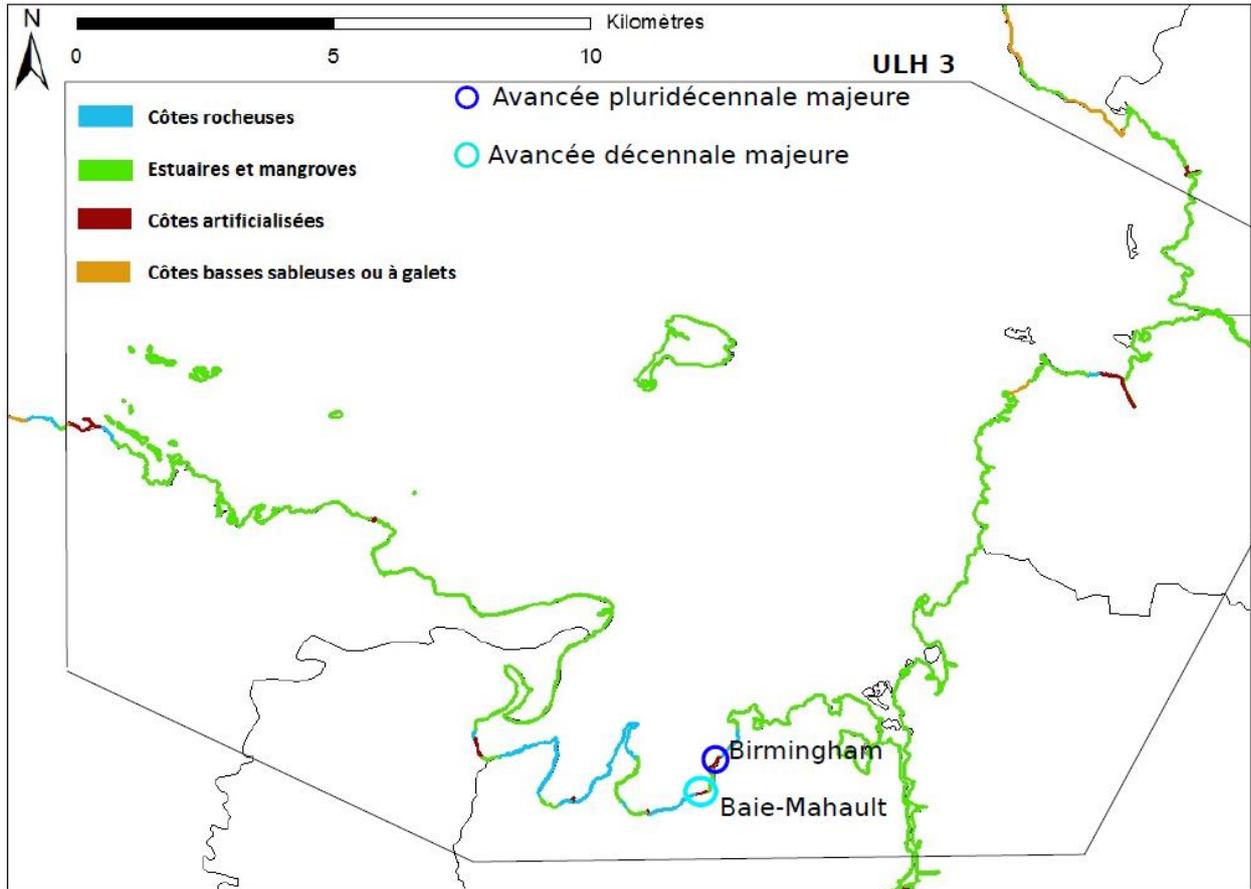


Illustration 45 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH3

### Unités ULH4 et ULH5

Sur les unités ULH4 et ULH5, l'artificialisation des côtes entre 1950 et 2013, impliquant statistiquement une avancée supérieure à 1 m par an est marquée sur les sites de (Illustration 46) : Basse-Terre (Illustration 47), du Port Autonome de Baie-Mahault (Illustration 48) et du secteur entre Lauricisque et Bergevin à Pointe-à-Pitre.

L'artificialisation du site de Basse-Terre présente une variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 assez élevée : elle est comprise entre 50 m et 150 m (Illustration 46, Illustration 47 et Annexe 18).

L'artificialisation du Port autonome, de la Marina du Gosier ainsi que des secteurs de Lauricisque et Bergevin à Pointe à Pitre présentent de fortes variations maximales du rivage entre 1950 et 2013, celles-ci étant comprises entre 250 m et 843 m (Illustration 46 et Annexe 14).

L'artificialisation de la Rivière des Pères, du Port de Baillif et de la Pointe Mazarin impliquent statistiquement une avancée de plus de 1 m par an sur la période 1998-2013 (Illustration 46).

La variation maximale du rivage sur cette unité entre 1998 et 2013 met en avant les aménagements effectués au niveau de rivière des Pères et de la Pointe Mazarin, avec des variations comprises entre 30 m et 63 m (Annexe 20).

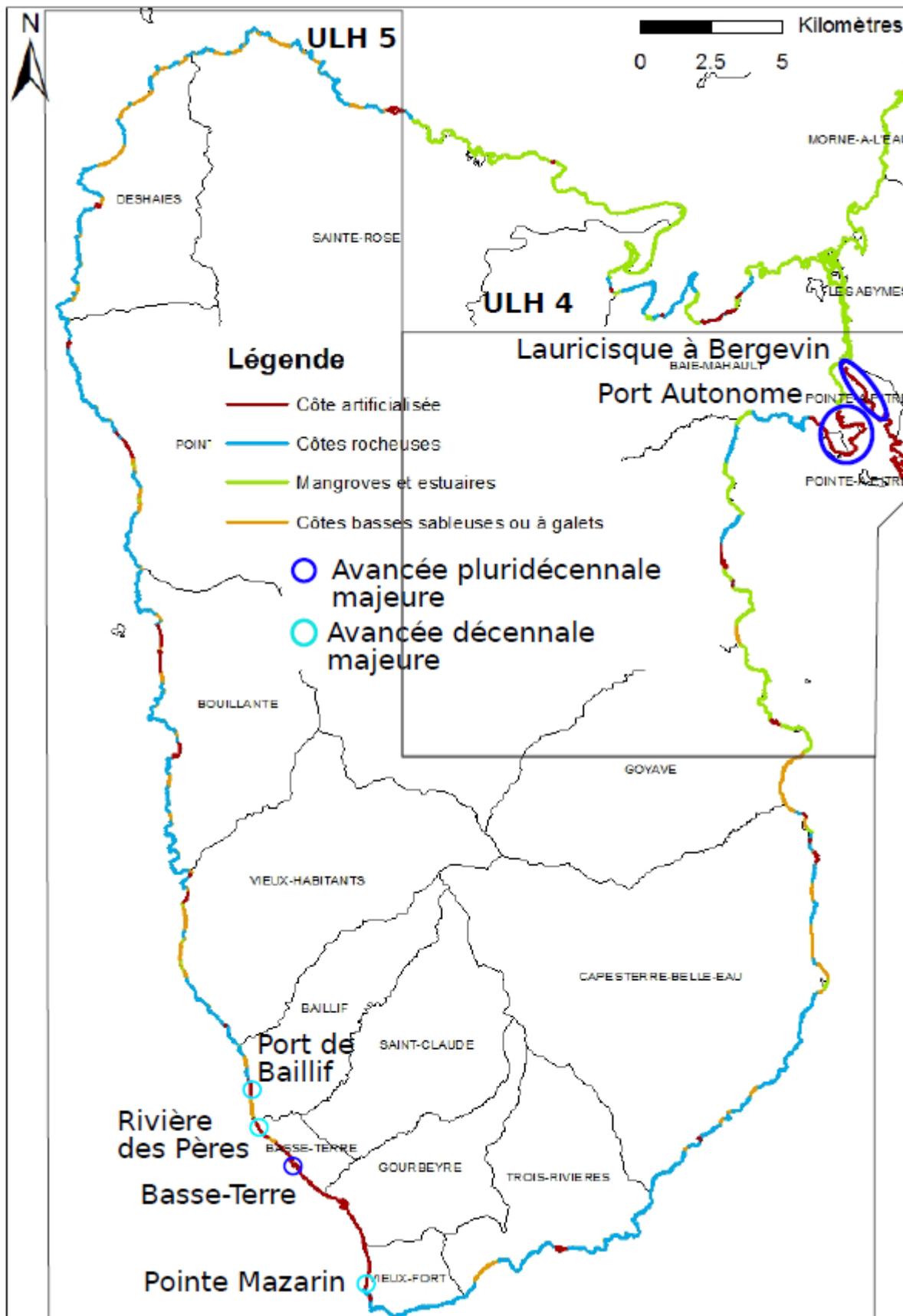


Illustration 46 : Localisation des sites remarquables parmi les côtes artificialisées sur l'unité ULH5



#### 4.2.5. Bilan

L'étude de 2010 présentait 43 sites remarquables, c'est-à-dire à forte évolution, sur l'ensemble du littoral guadeloupéen. L'étude ici présente en recense 51 (Annexe 21 et Illustration 49), dont 20 sont en commun avec l'étude de 2010. Parmi les 51 sites remarquables, 25 sont en recul et 17 d'entre eux affectent les unités ULH1 et ULH2 : soit la Grande-Terre sur son exposition à la houle dominante de nord-est à sud-est. Ce sont les côtes rocheuses et les côtes basses sableuses ou à galets qui sont concernées par ces forts reculs en Grande-Terre. Ces deux morphotypes sont également concernés par de forts reculs sur l'unité ULH5 (la Basse-Terre). Deux sites de mangroves en fort recul sont déterminés, à Pierrefitte (Morne à l'Eau) et au nord de Pointe à Bacchus (Petit-Bourg).

Parmi les 26 sites remarquables en avancée, 15 sont situés dans le Petit et le Grand Cul-de-Sac Marin. Que ce soient les mangroves ou les côtes artificialisées, ces morphotypes sont protégés de la houle dominante par la morphologie de la Grande-Terre.

Les sites remarquables des côtes rocheuses présentent la plupart du temps une géologie qui peut justifier leur érosion par un évènement de type « éboulement de falaise » : les lithologies calcaires de la Grande-Terre sont particulièrement remarquables à l'érosion, ainsi que les lithologies volcano-clastiques de la Basse-Terre. Ces sites remarquables sont essentiellement exposés à la houle d'est, notamment en Grande-Terre et au sud de la Basse-Terre, ce qui justifierait leur fort recul. En revanche, il est possible que les sites remarquables localisés à l'ouest de la Basse-Terre soient plutôt affectés par des houles issues de phénomènes cycloniques intenses mais peu fréquents. Les sites à la dynamique de recul des côtes rocheuses sur le court terme (1998-2013) sont situés tant sur la Basse-Terre qu'au nord de la Grande-Terre. Le sud de la Grande-Terre est affecté par une dynamique plus marquée sur le long terme (1950-2013).

Parmi les sites remarquables des côtes basses sableuses ou à galets, de forts reculs sont identifiés sur les secteurs exposés à la houle dominante d'est (est de la Basse-Terre, nord-est et sud-est de Grande-Terre). Cependant des sites sont aussi en avancée, tant dans un secteur abrité à l'ouest de la Grande-Terre, que dans les secteurs exposés à la houle dominante. L'avancée de ces sites exposés pourrait, dans certains cas, s'expliquer par une accumulation sédimentaire liée à la dérive littorale, qui constitue une zone tampon absorbant les variations saisonnières et permettant à la végétation de progresser en haut de plage. C'est le cas des sites de Grande Anse (la partie sud-ouest de la plage), Anse du Belley et de Sainte-Marie.

En matière de chronologie de la dynamique des côtes basses sableuses ou à galets, la majorité des sites en avancée sont actifs sur la période 1950-2013, excepté le site de Grande Anse dont l'avancée de la limite de végétation au sud-ouest est surtout observée sur la période à court terme (1998-2013). Les sites remarquables en recul présentent des dynamiques variables. L'est de la Basse-Terre, le nord et le sud de la Grande-Terre présentent des reculs marqués sur le long terme (1950-2013) ou continus (1998-2013 et 1950-2013), alors qu'à l'est et au sud de la Grande-Terre, malgré une exposition à la houle dominante similaire aux sites actifs depuis 1950, certaines plages ne présentent un recul marqué que sur la période à court terme.

Les mangroves et estuaires présentent des sites à la dynamique progradante dans les Petit et Grand Cul-de-Sac Marins. Ces sites sont protégés de la houle dominante par la Grande-Terre et, dans une moindre mesure, par les barrières récifales. Cependant des reculs notables sont également observés. Ils pourraient être justifiés par l'intervention humaine ou des évènements cycloniques majeurs survenus entre 1950 et 2013 (dans le secteur de Pierrefitte à Morne-à-l'Eau et au nord de Petit-Bourg, au droit d'une exploitation agricole).

L'avancée des sites remarquables recensés parmi les mangroves et estuaires est continue entre 1950 et 2013. Un seul site (Welch) présente une avancée plus marquée sur la période à court terme (entre 1998 et 2013). Quant aux sites de forts reculs, ils concernent la période décennale exclusivement.

Les sites remarquables des côtes artificialisées présentent à la fois les ports de certaines villes (Gosier, Saint-François, Port-Louis, Baie-Mahault, Pointe à Pitre), et à la fois des aménagements littoraux (Basse-Terre, route de Vieux Fort à la Pointe Mazarin, urbanisation au lieu-dit Birmingham). Ces derniers sont généralement plus marqués sur le court terme (1998-2013) que la construction des ports qui sont plus marqués sur le long terme (1950-2013).

Parmi ces sites, le taux d'avancée le plus fort concerne la pointe sud de Jarry (Port Autonome de Guadeloupe.) avec un maximum de 7 m par an, soit environ 840 m de variation du rivage entre 1950 et 2013

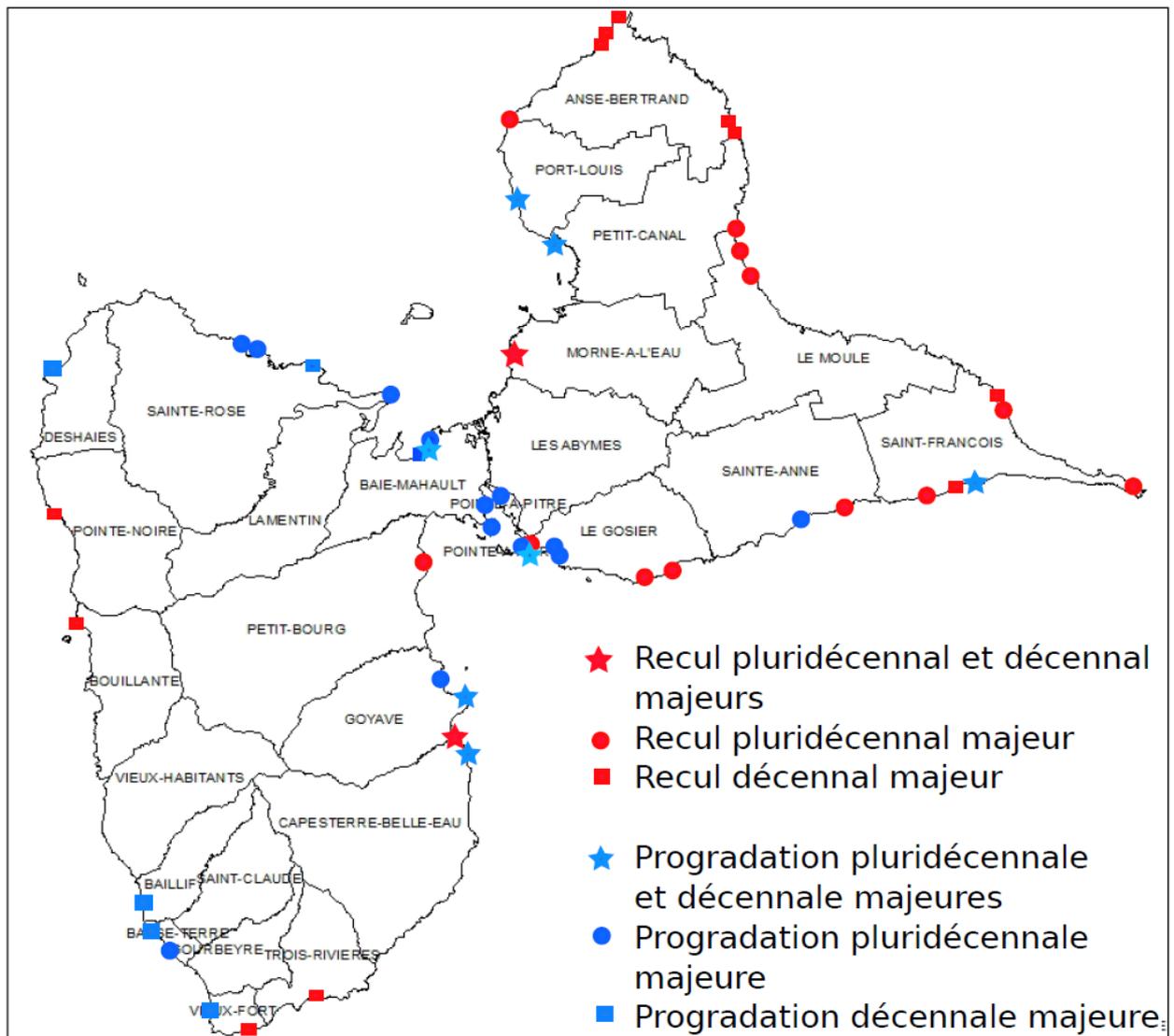


Illustration 49 : Carte synthétique des 51 sites remarquables rencontrés sur la Guadeloupe continentale selon la période considérée



## 5. Limites techniques et perspectives d'amélioration

La méthode de digitalisation manuelle du trait de côte depuis différentes orthophotographies par un même opérateur permet une restitution exploitable au 1/5 000<sup>ème</sup>.

Cependant, seules les orthophotographies de 1950, 1998, 2004, 2010 et 2013 sont proposées par l'IGN sur l'emprise de la Guadeloupe. L'absence d'orthophotographie entre 1950 et 1998 représente un manque d'information sur près de 50 ans. Période au cours de laquelle des ouragans intenses (classes 3 à 4) ont affecté la Guadeloupe et son littoral (Illustration 5). L'IGN dispose de photographies aériennes en cours de numérisation et de géoréférencement pour les années 1969 et 1984. À noter également qu'une orthophotographie par l'IGN en 2016 sera prochainement disponible.

Par ailleurs, la présente étude a été effectuée sur la Grande-Terre et la Basse-Terre mais pas sur les dépendances. En effet, l'orthophotographie de 1998 n'est pas disponible pour les dépendances et celle de 1950 n'est pas disponible pour les Saintes. Il serait possible d'effectuer l'étude pluri-décennale sur Marie-Galante et la Désirade. En cas d'acquisition d'orthophotographies effectuées entre 1950 et 1998, il serait possible d'étudier la dynamique littorale pluri-décennale sur les Saintes.

Il est également important d'être averti des artefacts et limites de l'usage du logiciel DSAS sur les différents types de côtes étudiés : ce logiciel permet de déterminer des grandes tendances qui sont à faire valider ou corriger à dire d'expert.

Concernant les côtes rocheuses, les résultats suggèrent que le trait de côte des falaises peut avancer sur la mer. Sachant que le marqueur de digitalisation choisi est le pied des falaises et donc des zones éboulées, ce type « d'avancée » sur la mer est interprétée comme un recul de la côte rocheuse.

Concernant les mangroves, DSAS reste une approche limitée au front de mer : il n'indique pas l'évolution de la superficie du morphotype. Il est possible que l'avancée de la mangrove corresponde effectivement une augmentation de la superficie du morphotype. Mais il est également possible que cette avancée traduise une stabilité, sinon une réduction de sa surface par une migration de sa limite terre-mangrove vers la mer.

Enfin, les informations obtenues par photo-interprétation sont des indicateurs en plan, ne renseignant pas sur les épaisseurs et le stock sédimentaire de sédiments. Il est possible sur un site d'assister à une avancée du trait de côte sans qu'il y ait d'accumulation de sédiments : ceux-ci sont simplement plus étalés sur la morphologie. Il est donc nécessaire de compléter cette première analyse par des profils altimétriques perpendiculaires au trait de côte, donnant des informations en coupe. Il sera alors possible de raisonner en termes de volumes.



## 6. Conclusion

Le littoral guadeloupéen offre une grande variété de paysages littoraux par ses origines géologiques particulières et son climat tropical maritime. Cependant, il doit faire face aux pressions anthropiques croissantes et à l'augmentation des risques liés à l'érosion côtière et à la submersion marine. Afin de mettre en place une gestion intégrée des zones côtières cohérente avec son milieu, il est indispensable de bien connaître son environnement littoral et les forçages qui s'exercent sur celui-ci.

C'est dans cette optique que le BRGM a initié ce projet d'observation et de suivi du trait de côte qui se veut durable dans le temps et dans les collaborations avec les acteurs du littoral. L'objectif est de comprendre la morphodynamique littorale guadeloupéenne à différentes échelles de temps. Ce rapport permet de conclure sur les évolutions à échelles pluri décennales (1950-2013) et décennales (1998-2013) de la Grande-Terre et de la Basse-Terre (linéaire côtier de 430 km), grâce à la digitalisation de plusieurs traits de côte et aux calculs statistiques issus du logiciel DSAS.

La précédente étude du BRGM sur l'évolution et la dynamique du trait de côte sur l'archipel guadeloupéen (Roques et al., 2010) se concentre sur l'ensemble de l'archipel guadeloupéen (dépendances comprises) et utilise des données différentes de l'étude menée actuellement, avec une tendance globale de 25% du littoral en recul et 12% en avancée pour la période 1950-2004. En revanche, la présente étude, malgré une emprise moins large effectue une analyse plus fine de par les données utilisées, avec une tendance globale de 23% de recul pour 10% d'avancée du littoral. Il est important de noter que la différence d'emprise géographique et de données utilisées entre ces deux études les rendent difficilement comparables.

Les côtes rocheuses et les côtes basses sableuses ou à galets sont les morphotypes les plus affectés par le recul tant sur la période pluridécennale que décennale. A l'inverse, les côtes artificialisées et les mangroves et estuaires sont les morphotypes les plus affectés par l'avancée sur les deux périodes. 51 sites remarquables ont été identifiés comme remarquables compte tenu de leur fort taux d'évolution (plus de 1 m par an en moyenne).

Parmi les côtes rocheuses, 26% d'entre elles sont en recul (faible à fort) sur la période pluridécennale contre 44% en période décennale. La localisation des sites remarquables se situe essentiellement en Grande-Terre sur les versants nord, est et sud-est où la houle dominante d'est peut justifier cette forte érosion. Certains sites localisés au nord de Grande-Terre témoignent d'une dynamique plus marquée sur le court terme, peut-être due à des houles de nord plus fréquentes sur la période 1998-2013.

32% des côtes basses sableuses ou à galets sont en recul sur la période pluridécennale, contre 21% en période décennale. Les sites remarquables en question sont exposés à la houle dominante (est de Basse-Terre, nord-est à sud-est de Grande-Terre), ce qui peut justifier ce recul. Néanmoins, des sites partiellement en avancée existent sur ces secteurs. L'avancée du morphotype est d'ailleurs en augmentation entre la période pluridécennale (8%) et décennale (27%), peut-être en raison de la réduction de la fréquence d'évènements cycloniques intenses sur la période 1998-2013, ou en raison du développement de pratiques de gestion de la végétation du haut de plage (protection, plantation).

Les mangroves et estuaires, essentiellement restreintes au Petit et au Grand Cul-de-Sac Marins présentent un recul constant limité à 14% des côtes entre 1950-2013 et 1998-2013. Par ailleurs, les sites remarquables (les plus évolutifs) sont affectés par une dynamique marquée sur le long

terme et sont très localisés. Le trait de côte avance moins dans la période pluridécennale (19%) que dans la période décennale (34%), peut-être à cause de l'intervention humaine (protection des mangroves). Les sites remarquables témoignent d'une évolution pluridécennale ou continue (pluridécennale et décennale). Cependant il faut rester prudent quant à l'interprétation de l'avancée des mangroves : cela ne signifie pas que leur superficie augmente puisque leur limite terrestre peut également évoluer.

Les côtes artificialisées ayant avancé sont moins étendues sur la dernière décennie (20%) que sur la période pluridécennale (45%). Les sites remarquables les plus évolutifs reflètent que la plupart des ports sont assez anciens et que certains aménagements du littoral sont plus récents (front de mer de Basse-Terre, route de Vieux Fort par la Pointe Mazarin).

Ces résultats témoignent d'une évolution de la dynamique du trait de côte sur des échelles de temps pluri annuelles. Cependant, un site peut évoluer sur des échelles de temps bien plus courtes. La dynamique d'un site peut également varier dans l'espace, notamment sur les côtes sableuses ou à galets. Certains sites peuvent être en équilibre sédimentaire cyclique et d'autres avoir déjà perdu leur stock sédimentaire facilement mobilisable. Connaître ce type de processus constituerait une aide à la décision d'action. L'objectif des études à venir sera de comprendre la variabilité saisonnière et interannuelle par le biais de suivis de terrain effectués sur 8 sites pilotes, définis comme remarquables sur la base des connaissances existantes sur le littoral Guadeloupéen.

## 7. Bibliographie

**Hénaff A. (Ed.), Philippe M.** (2014). Gestion des risques d'érosion et de submersion marines - Guide méthodologique. Projet Cocorisco, 156 p.

**Huc J-L et Etna M.** (2015) Eclats de temps, Anthologie des évènements climatiques extrêmes de la Guadeloupe, 456p.

**Mallet C., Michot A., avec la collaboration de De La Torre Y., Lafon V., Robin M. et Prevoteaux B.** (2012). Synthèse de référence des techniques de suivi du trait côte. Rapport BRGM/RP-60616-FR, 162 p., 100 fig., 7ann.

**Meteo France** (2009), Histoire des cyclones de la Guadeloupe, [http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/pack-public/cyclone/tout\\_cyclone/guadeloupe.htm](http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/pack-public/cyclone/tout_cyclone/guadeloupe.htm),

**Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (2012)** – Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, vers la relocalisation des activités et des biens. 20 p.

**Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (2017a)** - Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, programme d'action 2017-2019. 21 p.

**Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (2017b)** – Développer la connaissance et l'observation du trait de côte, contribution nationale pour une gestion intégrée. 27 p.

**Organisation Hydrographique Internationale** (1998). Dictionnaire Hydrographique 1<sup>ère</sup> Partie, Volume 2 – Français, 5<sup>ème</sup> édition, Monaco

**Pujos M., Gonzalez J.L., Pons J.C.** (1992). Circulation des eaux sur les plateaux insulaires de Martinique et de Guadeloupe. Symposium PICG 274/ORSTOM, Cayenne (GUF), 1990/11/09-04.

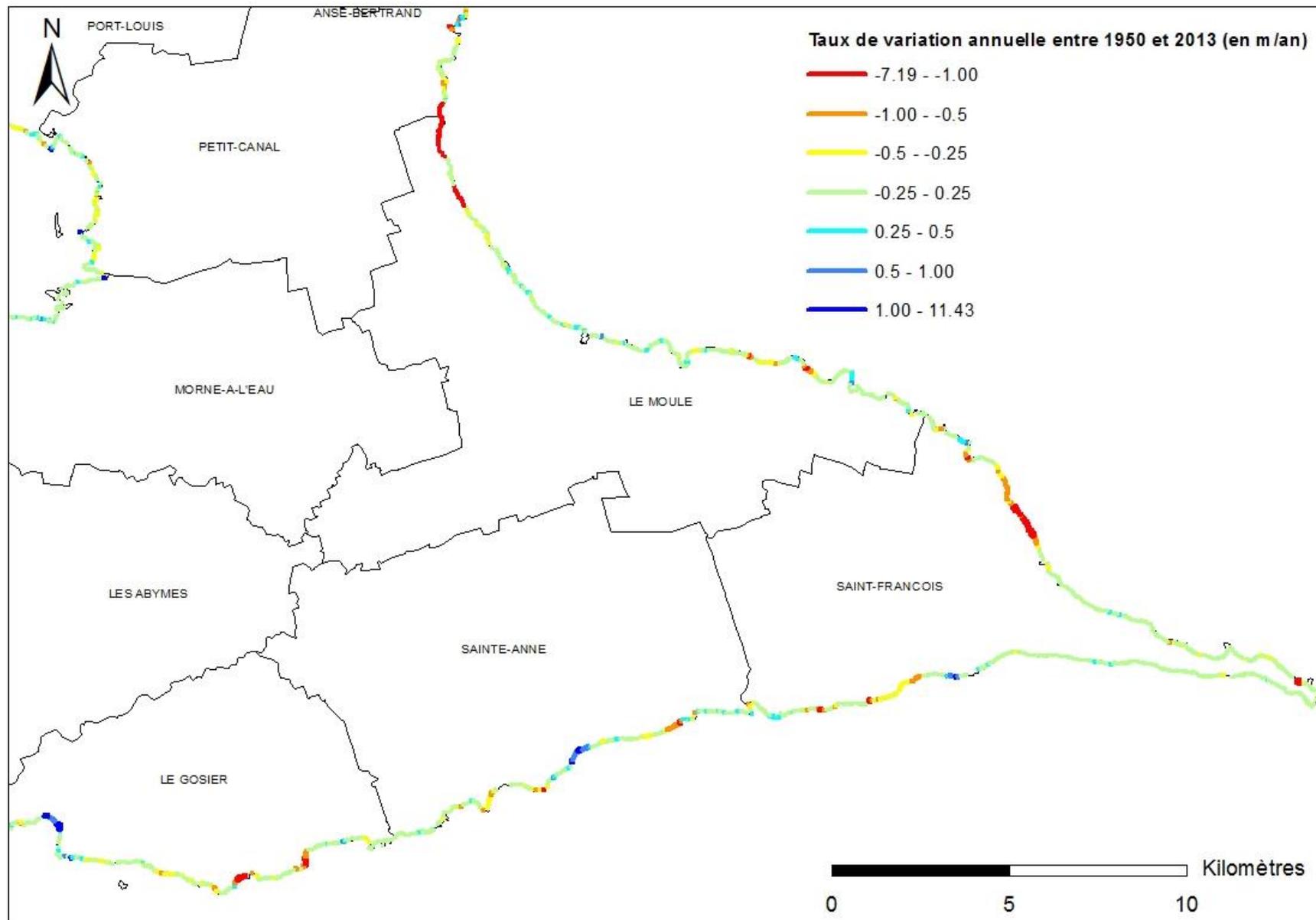
**Roques C., Bengoubou-Valerius M., Le Cozanet G.** (2010). Evolution et dynamique du trait de côte de l'archipel guadeloupéen - Etude de 1956 à 2004. Rapport BRGM/RP-58750-FR. 93p., 28 fig., 5 ann.

**Service Hydrographique et Océanographique de la Marine** (2016). Références Altimétriques Maritimes, Ports de France métropolitaine et d'outre-mer. 120p.

**Thieler E.R., Himmelstoss E.A., Zichichi J.L. and Ergul, Ayhan** (2009). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. \*current version 4.3

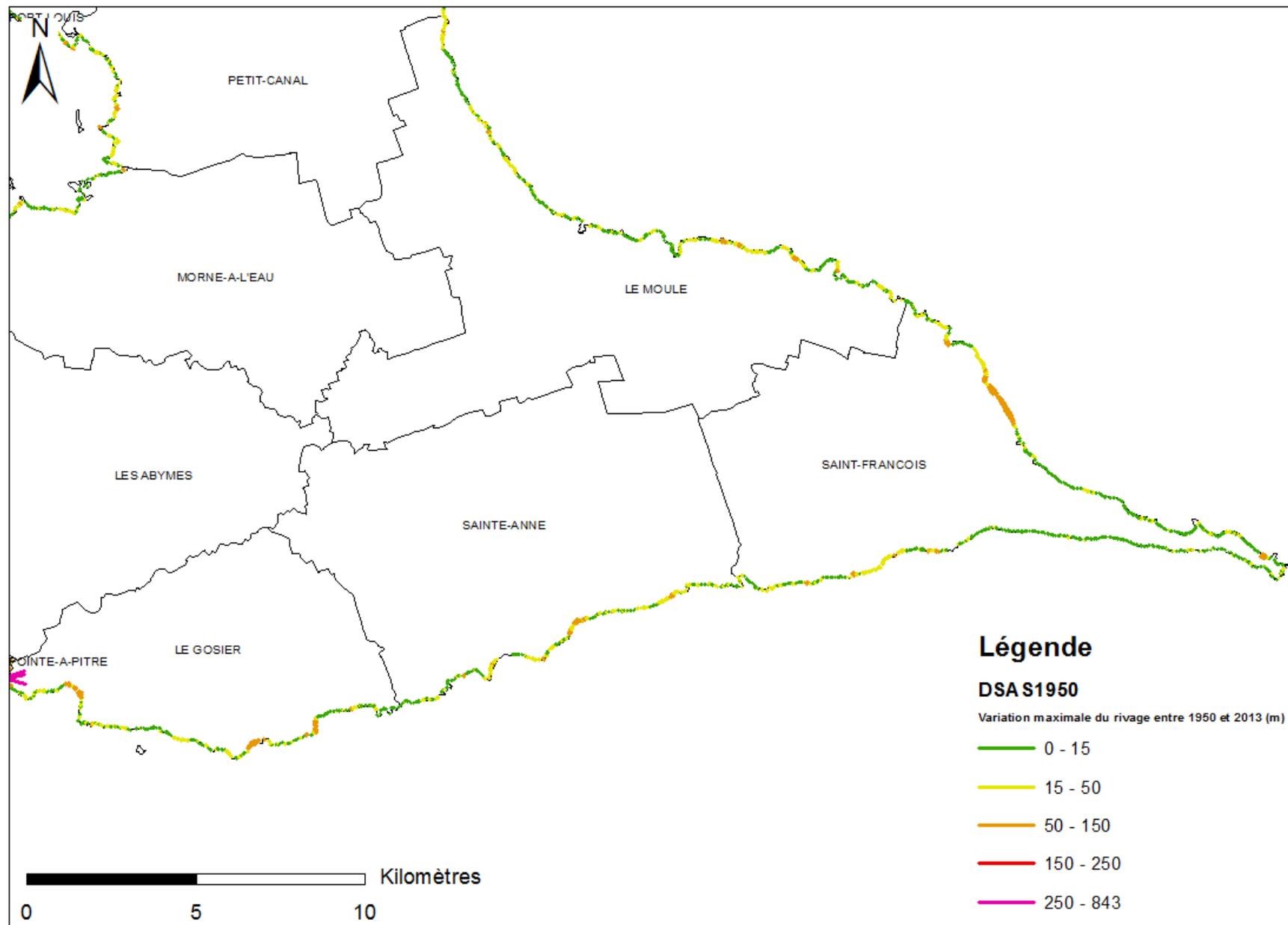


**Annexe 1:**  
**Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH1**



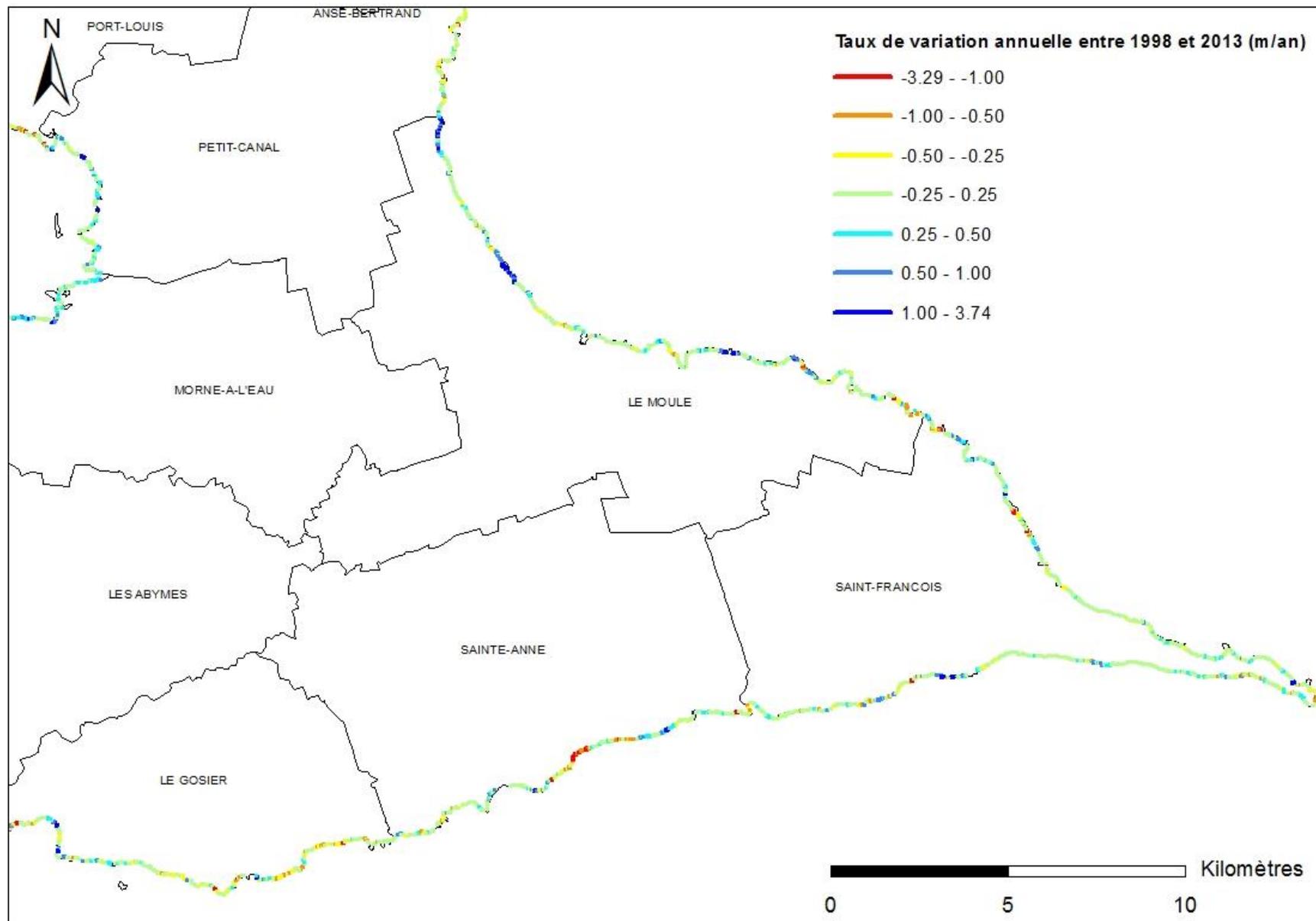
## **Annexe 2 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH1**



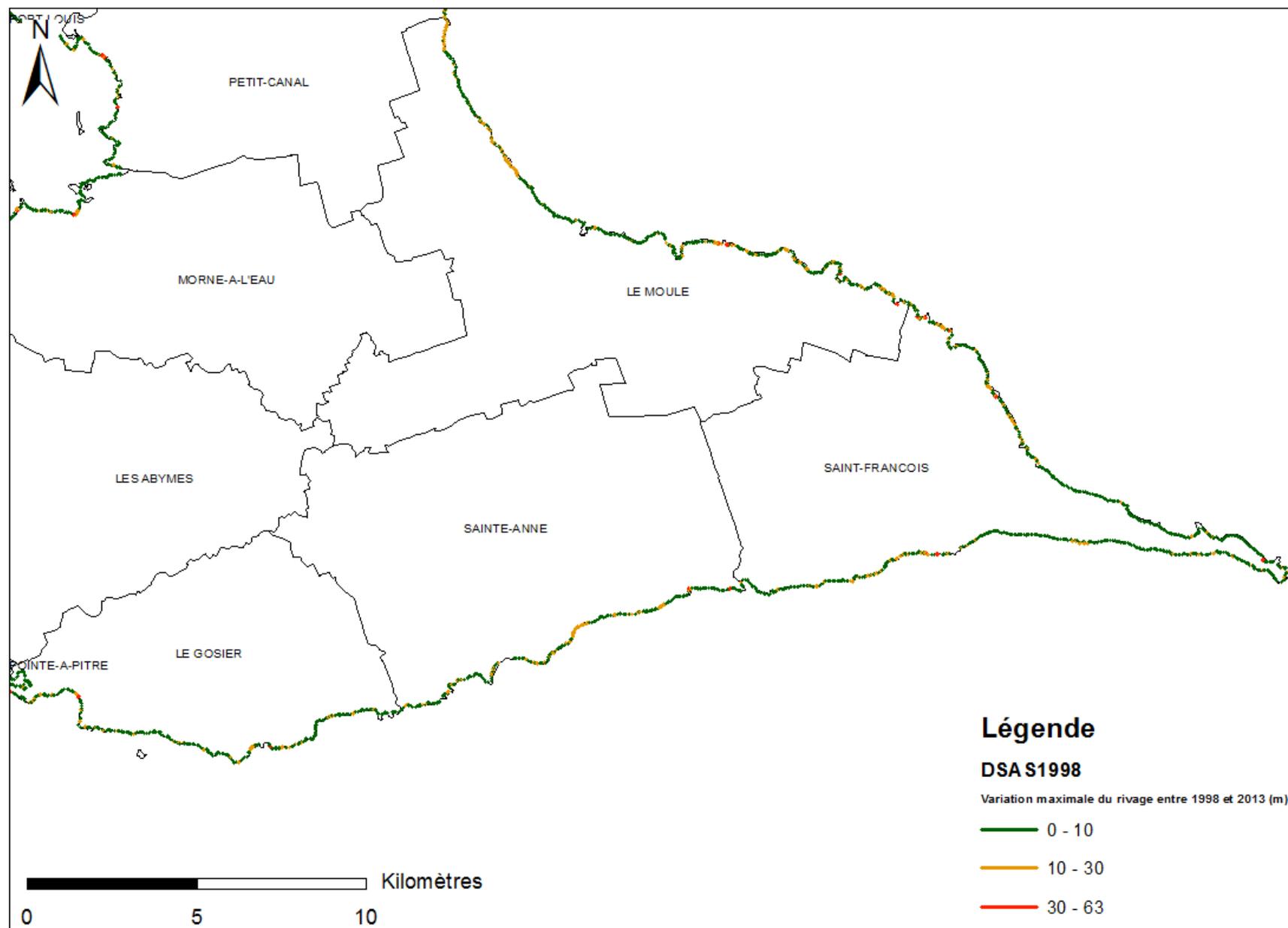
## **Annexe 3 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH1**



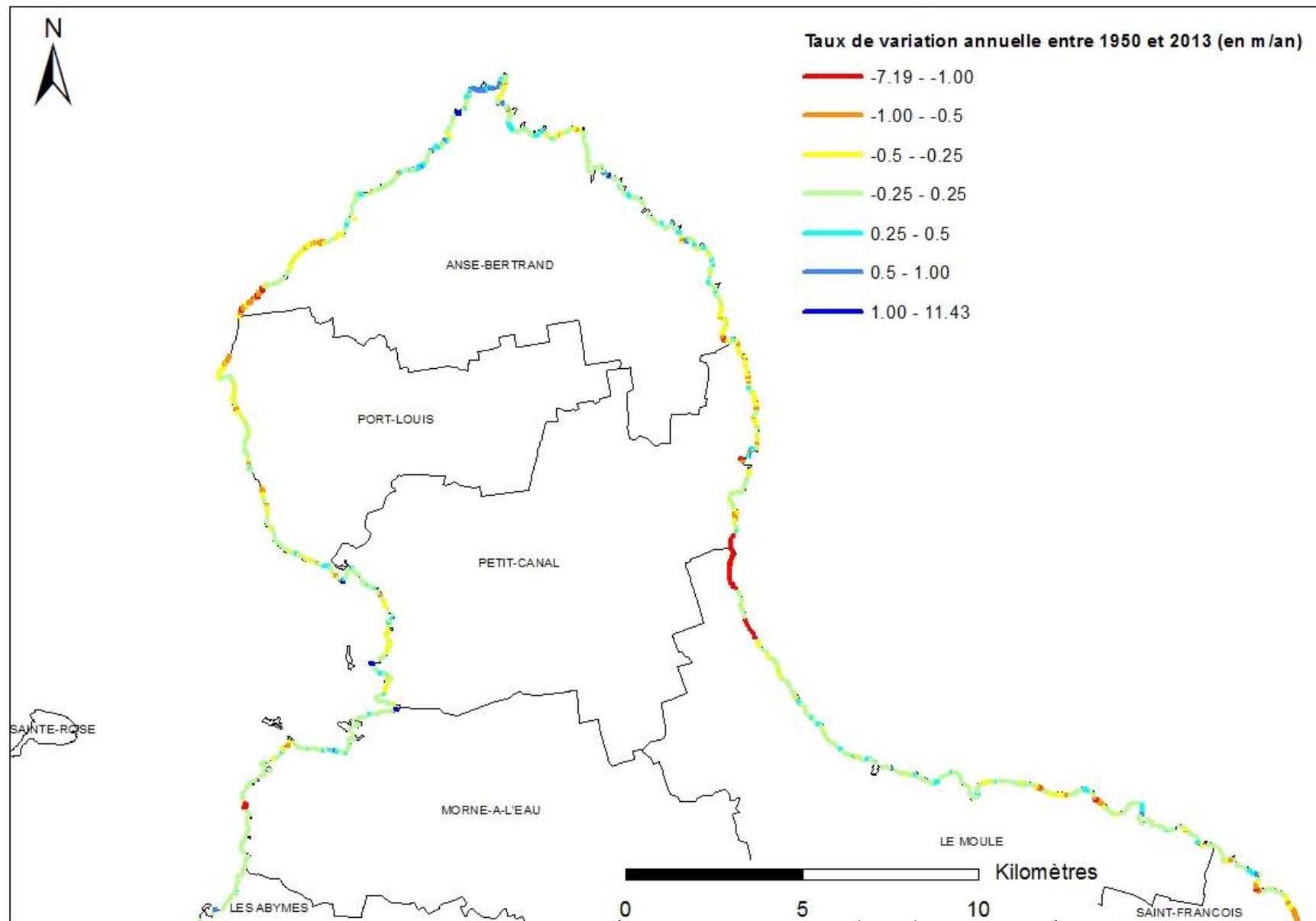
## **Annexe 4 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH1**



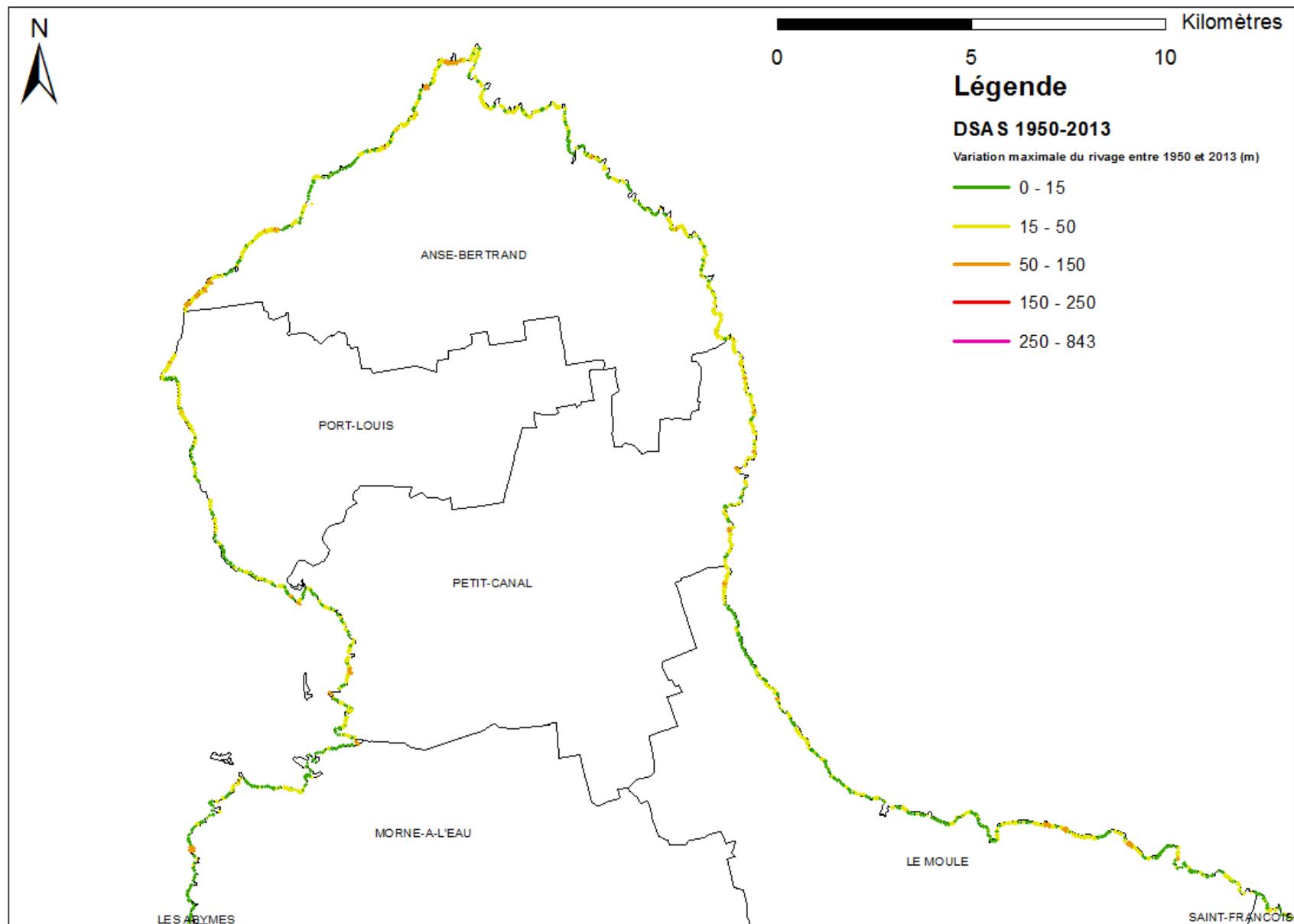
## **Annexe 5 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH2**



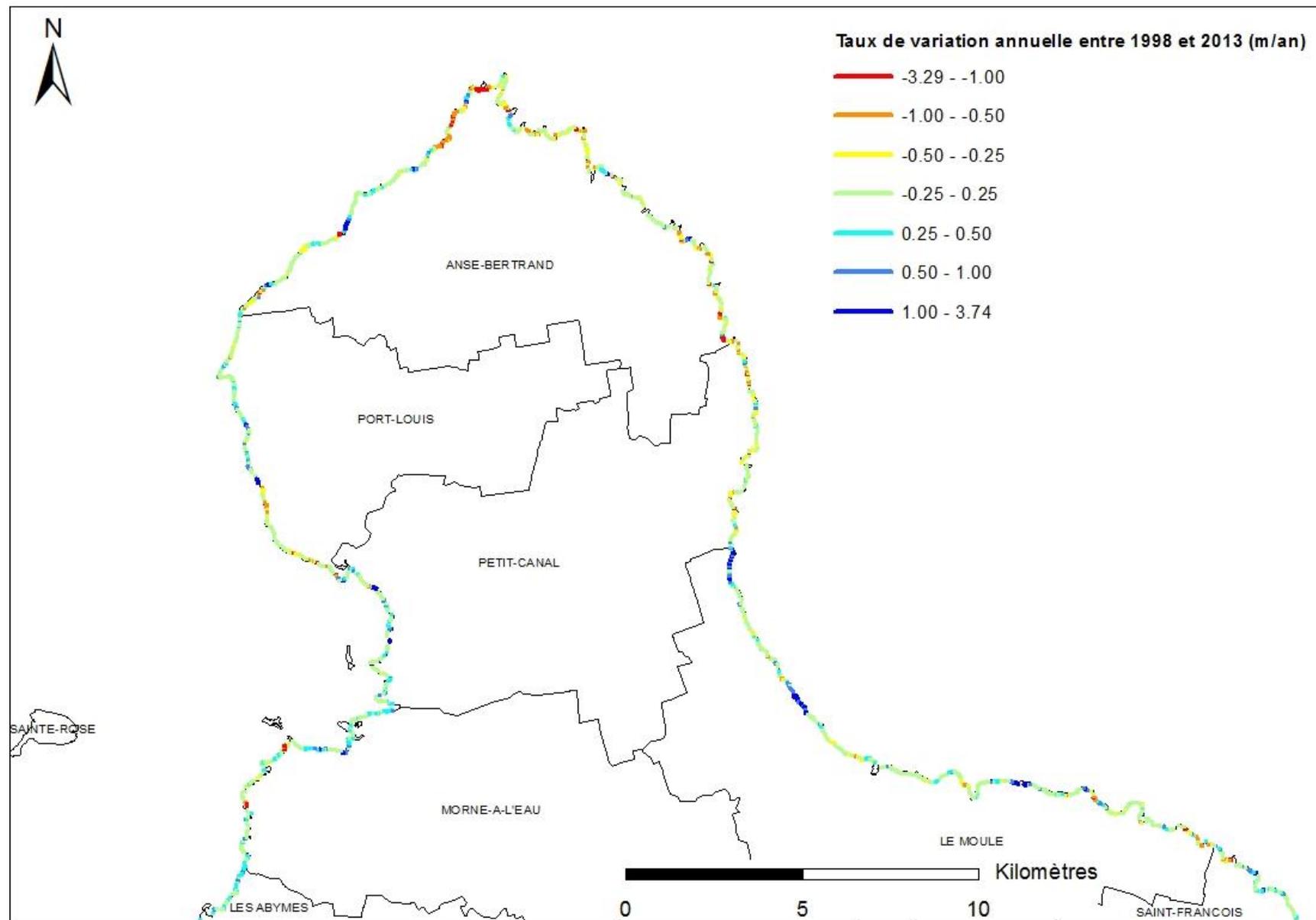
## **Annexe 6 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH2**



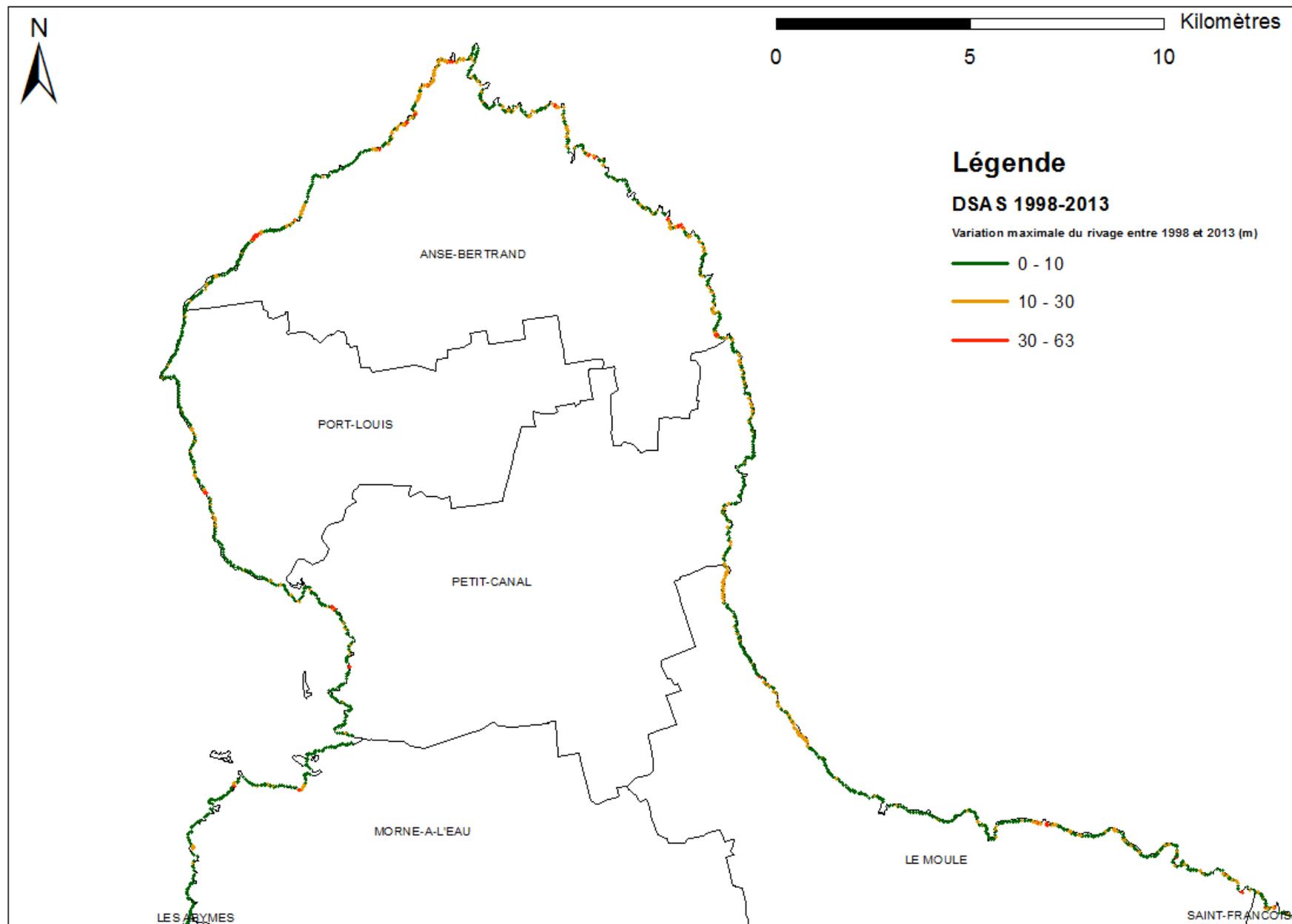
## **Annexe 7 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH2**



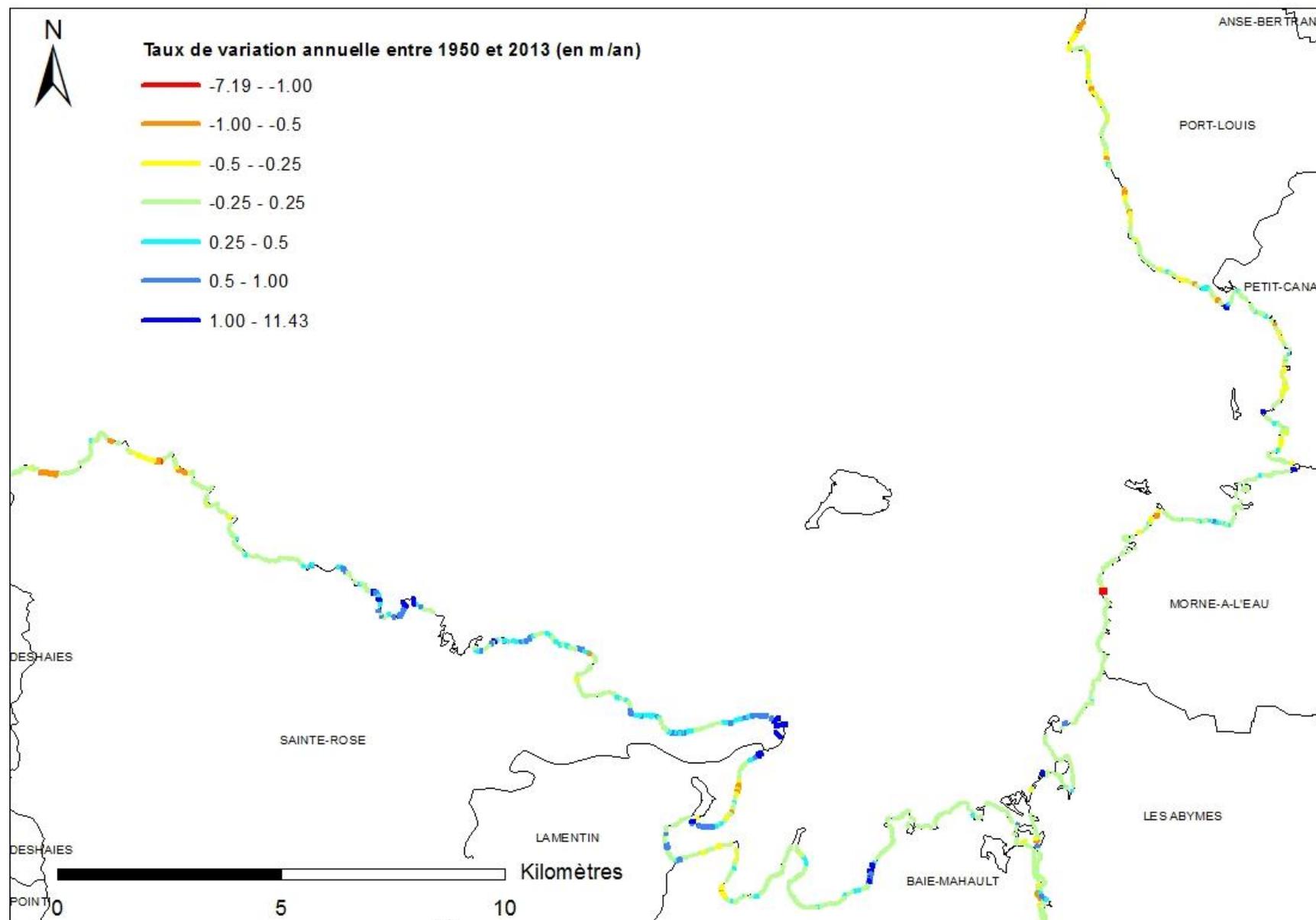
## **Annexe 8 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH2**



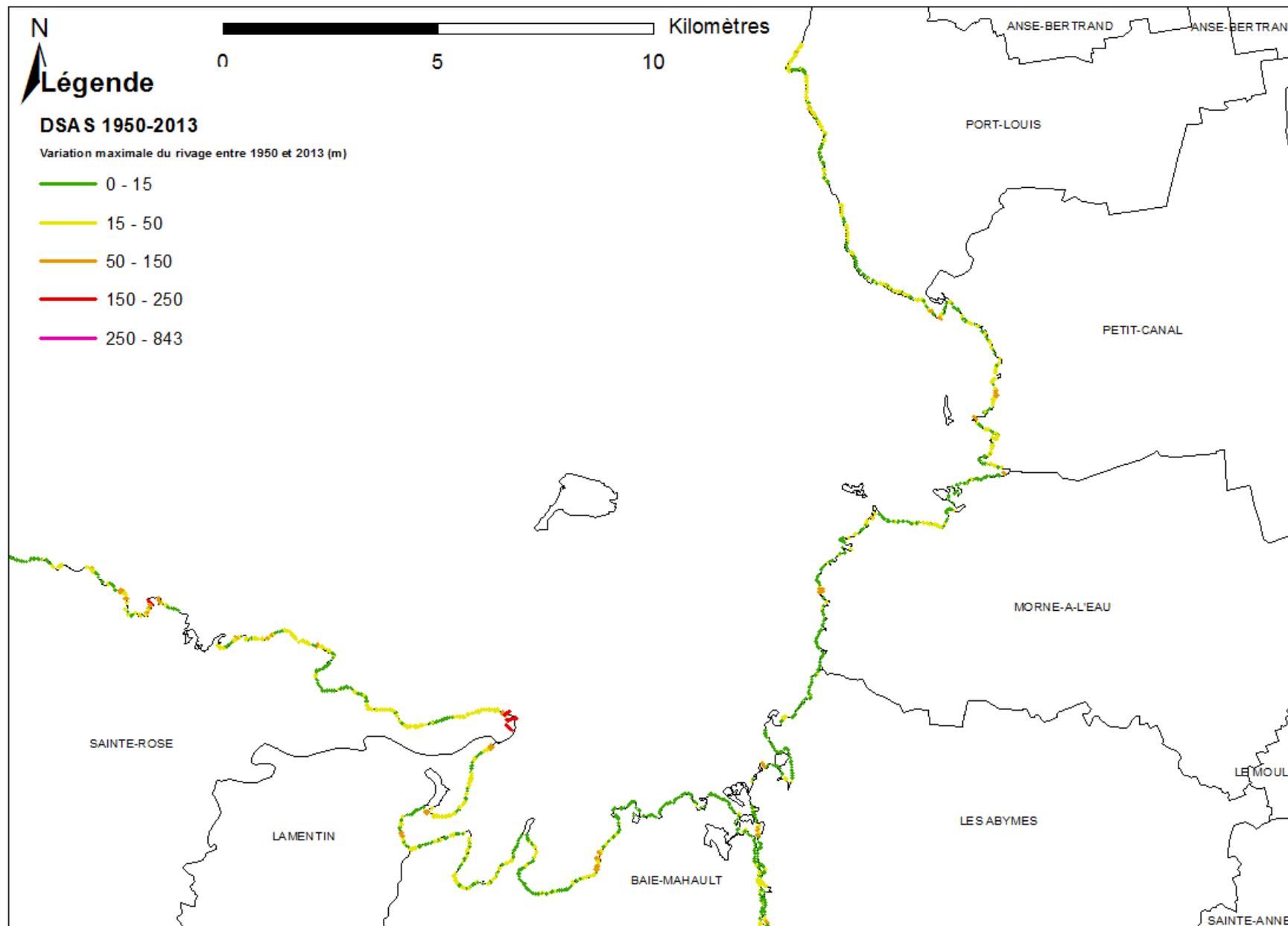
## **Annexe 9 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH3**



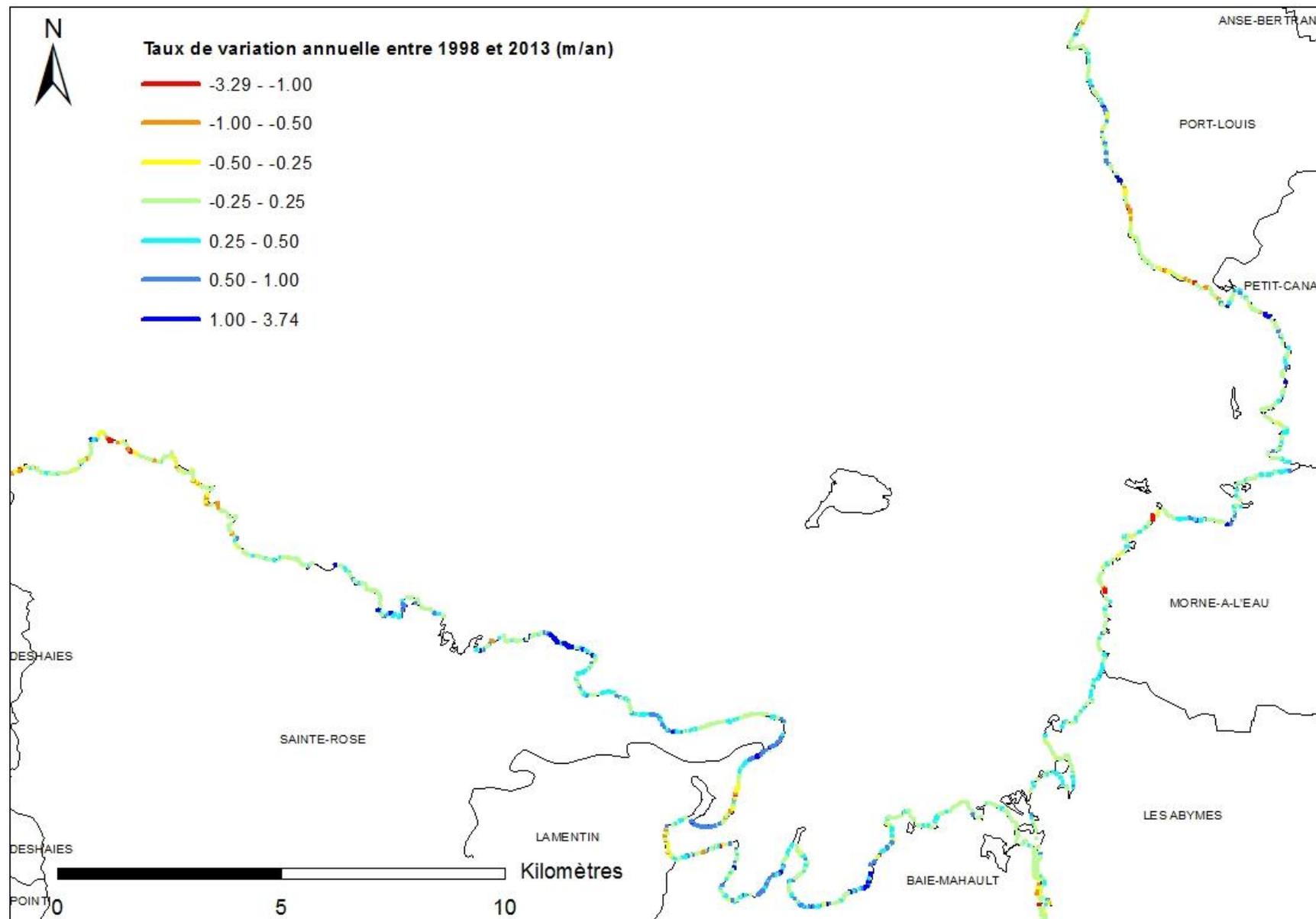
## **Annexe 10 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH3**



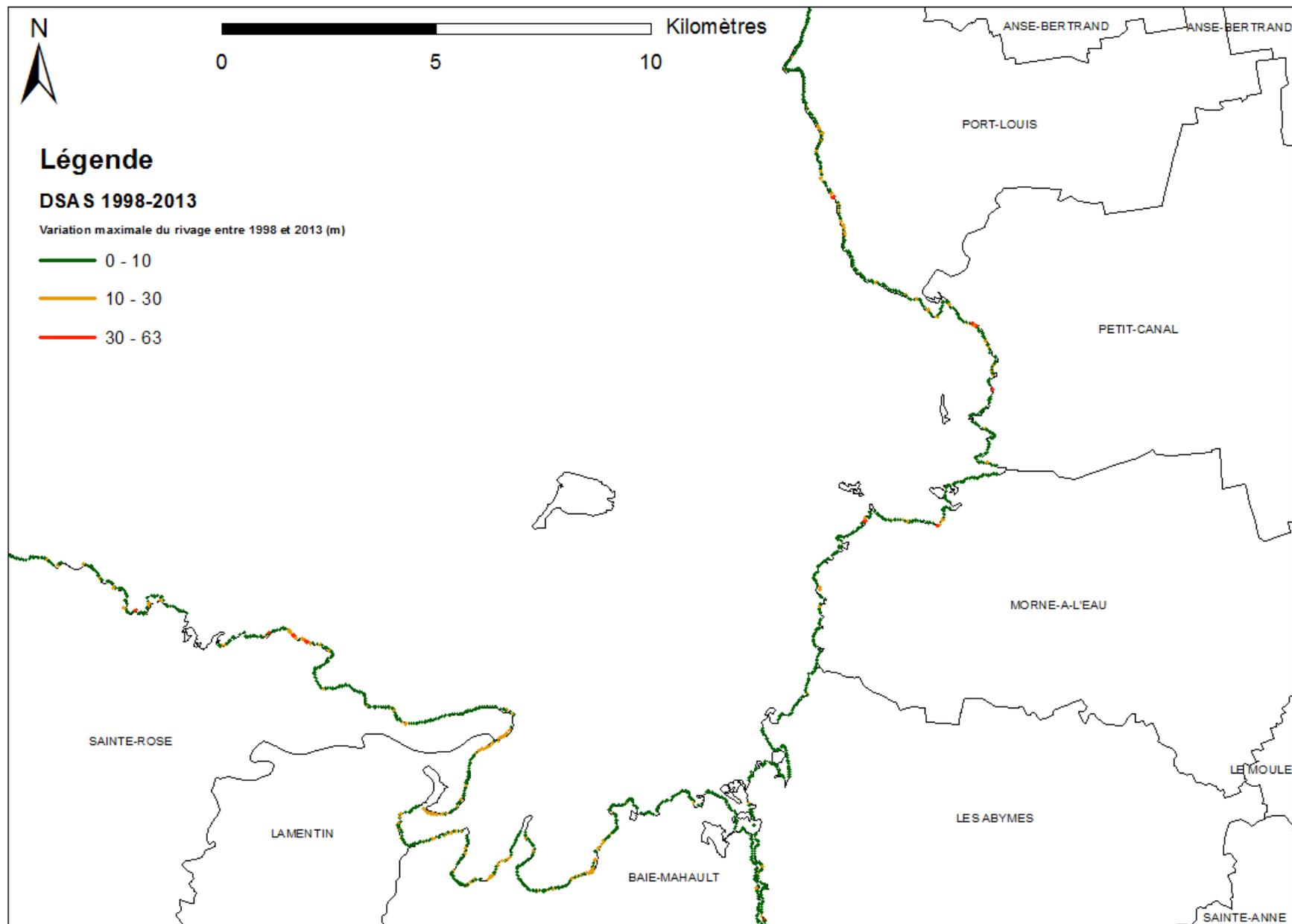
## **Annexe 11 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH3**



## **Annexe 12 :**

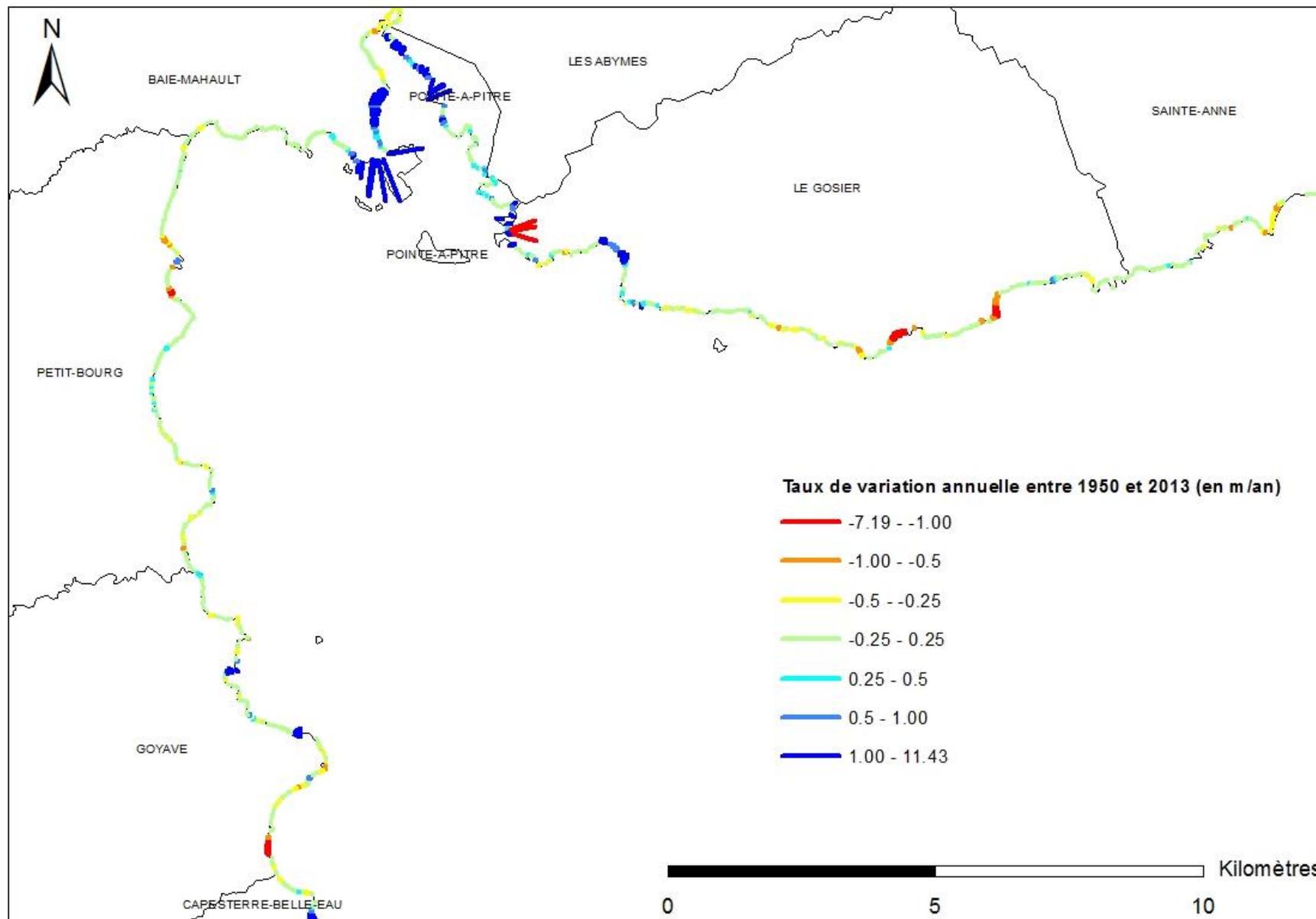
# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH3**



## **Annexe 13 :**

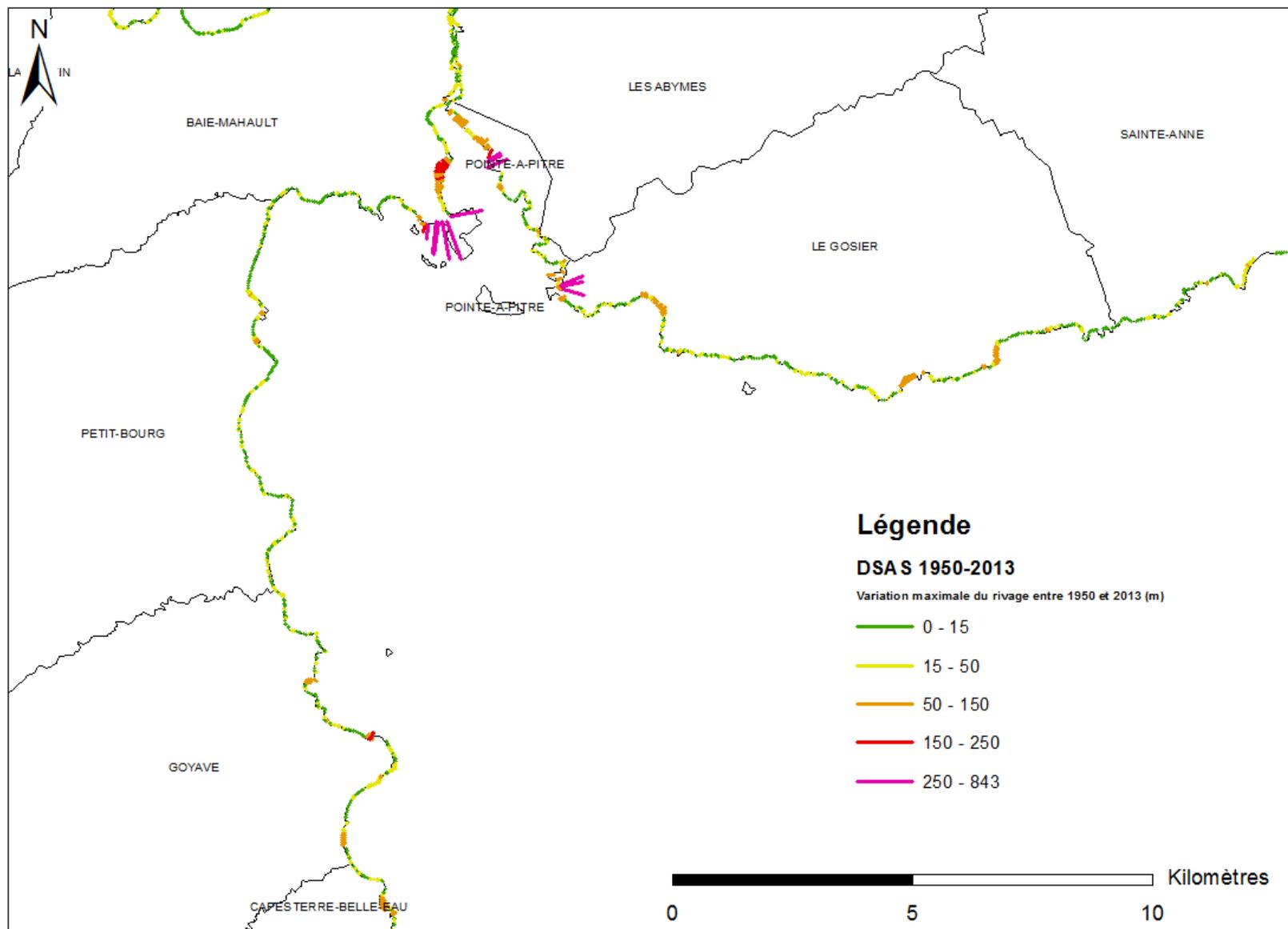
# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH4**

Réseau d'observation et de suivi du trait de côte guadeloupéen



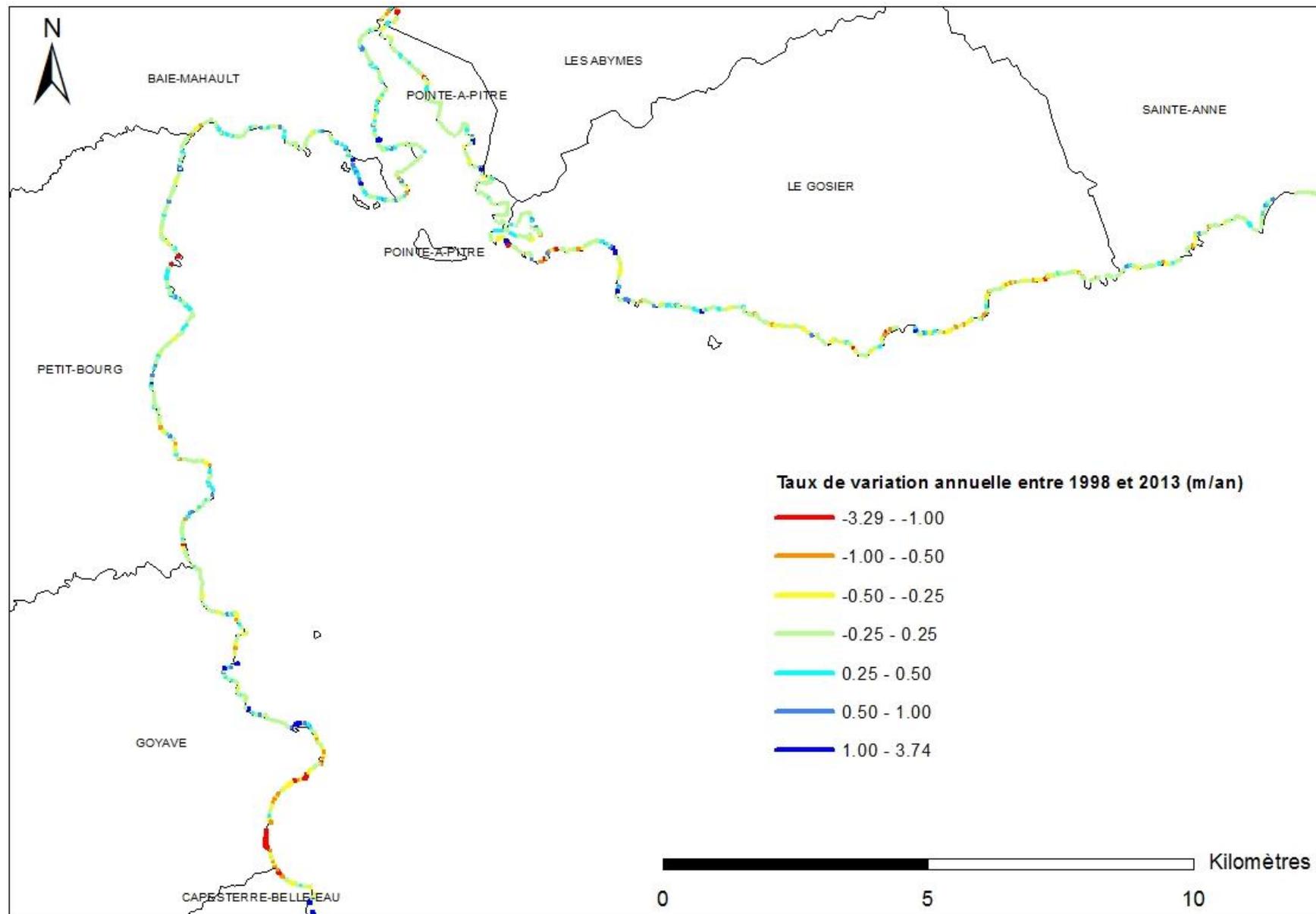
## **Annexe 14 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH4**



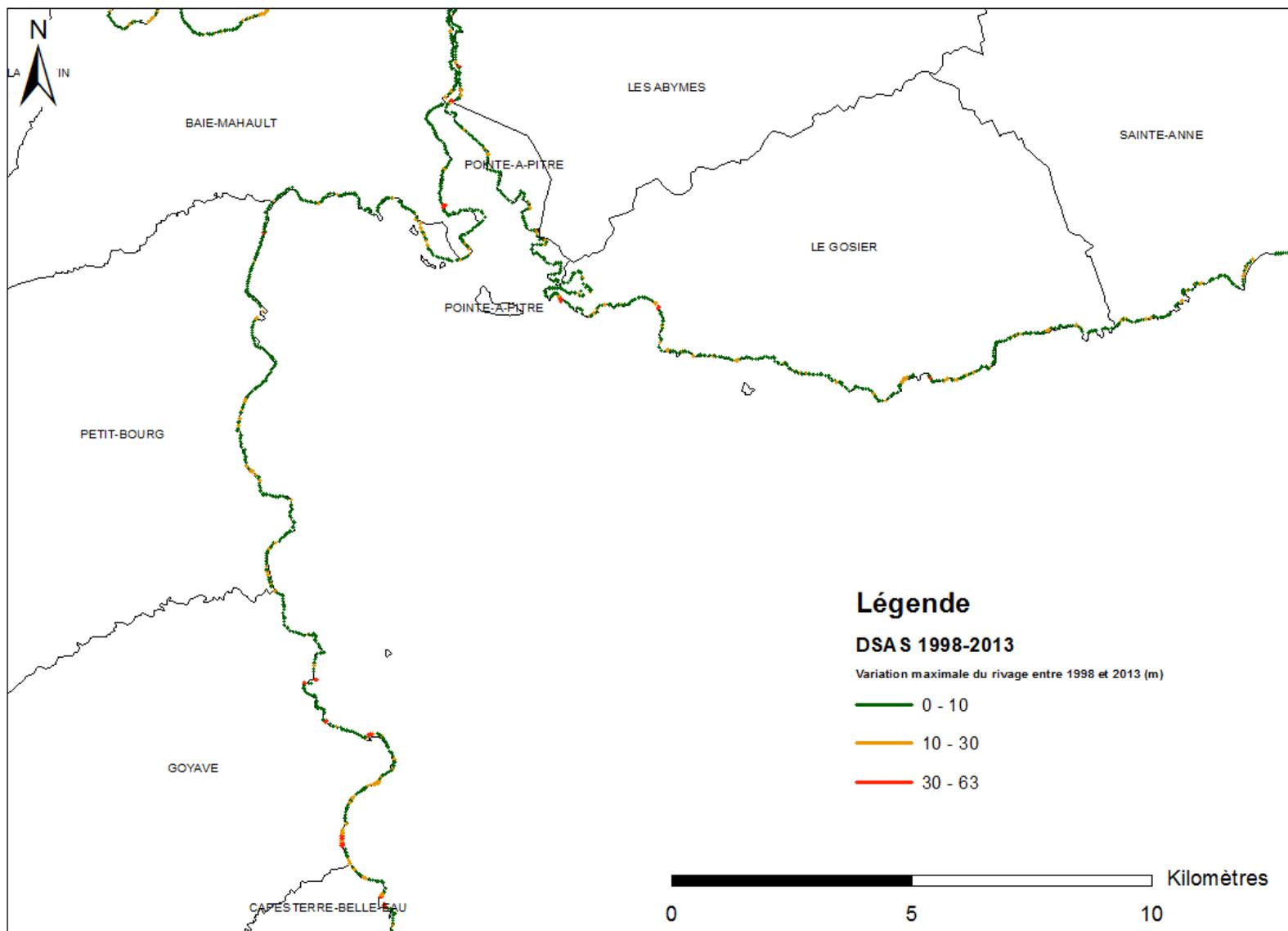
## **Annexe 15 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH4**



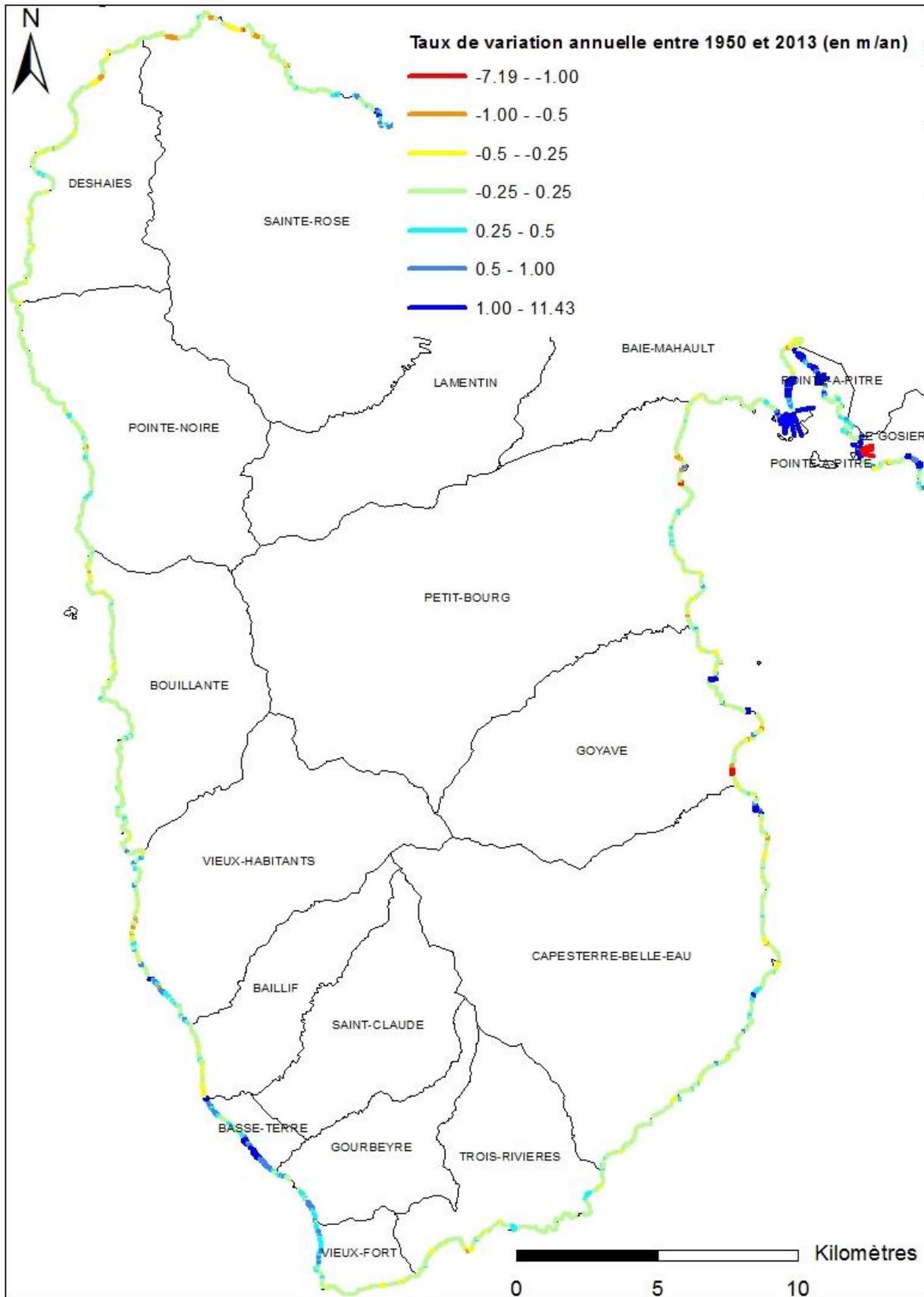
## **Annexe 16 :**

# **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH4**



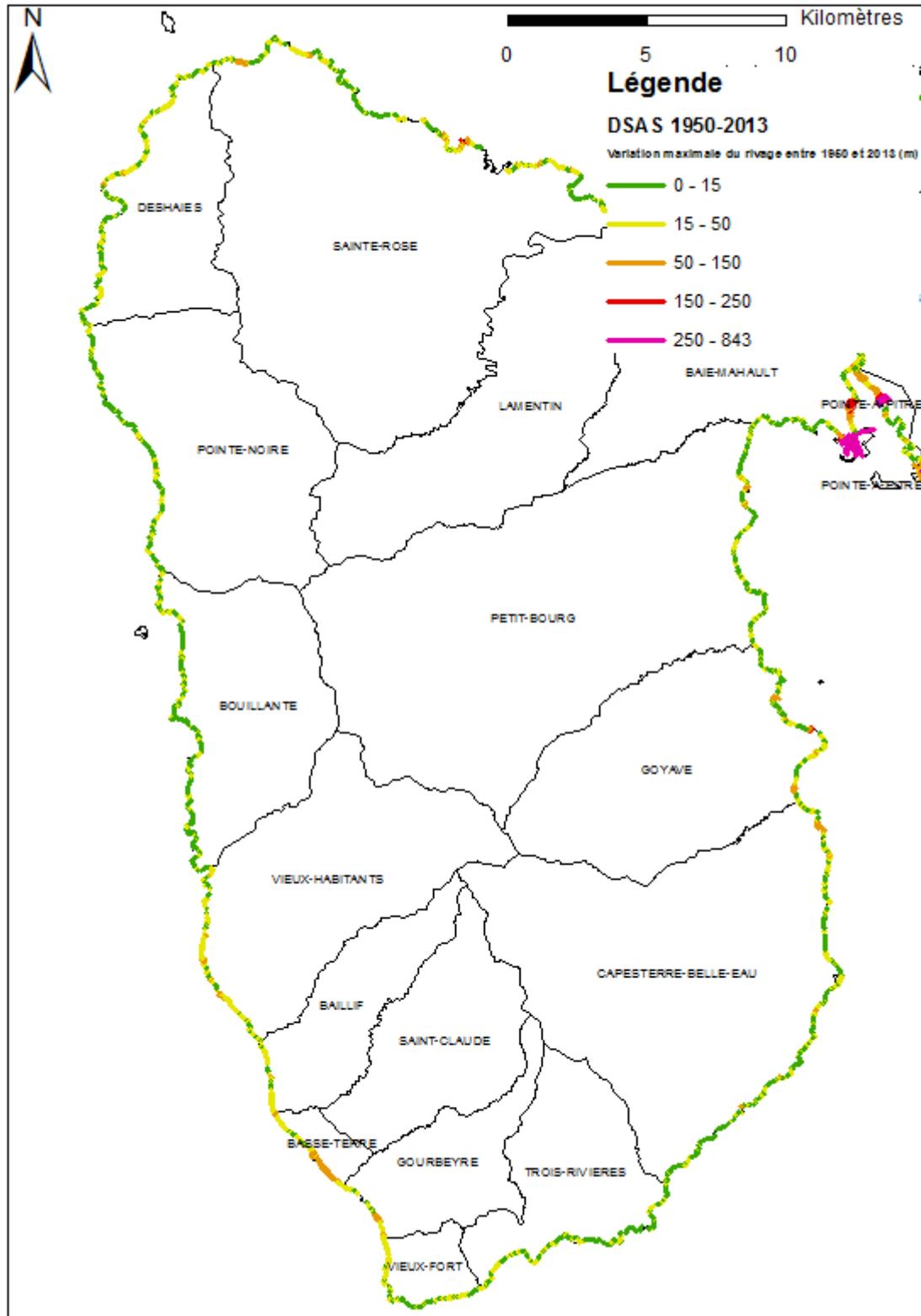
## **Annexe 17 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH5**



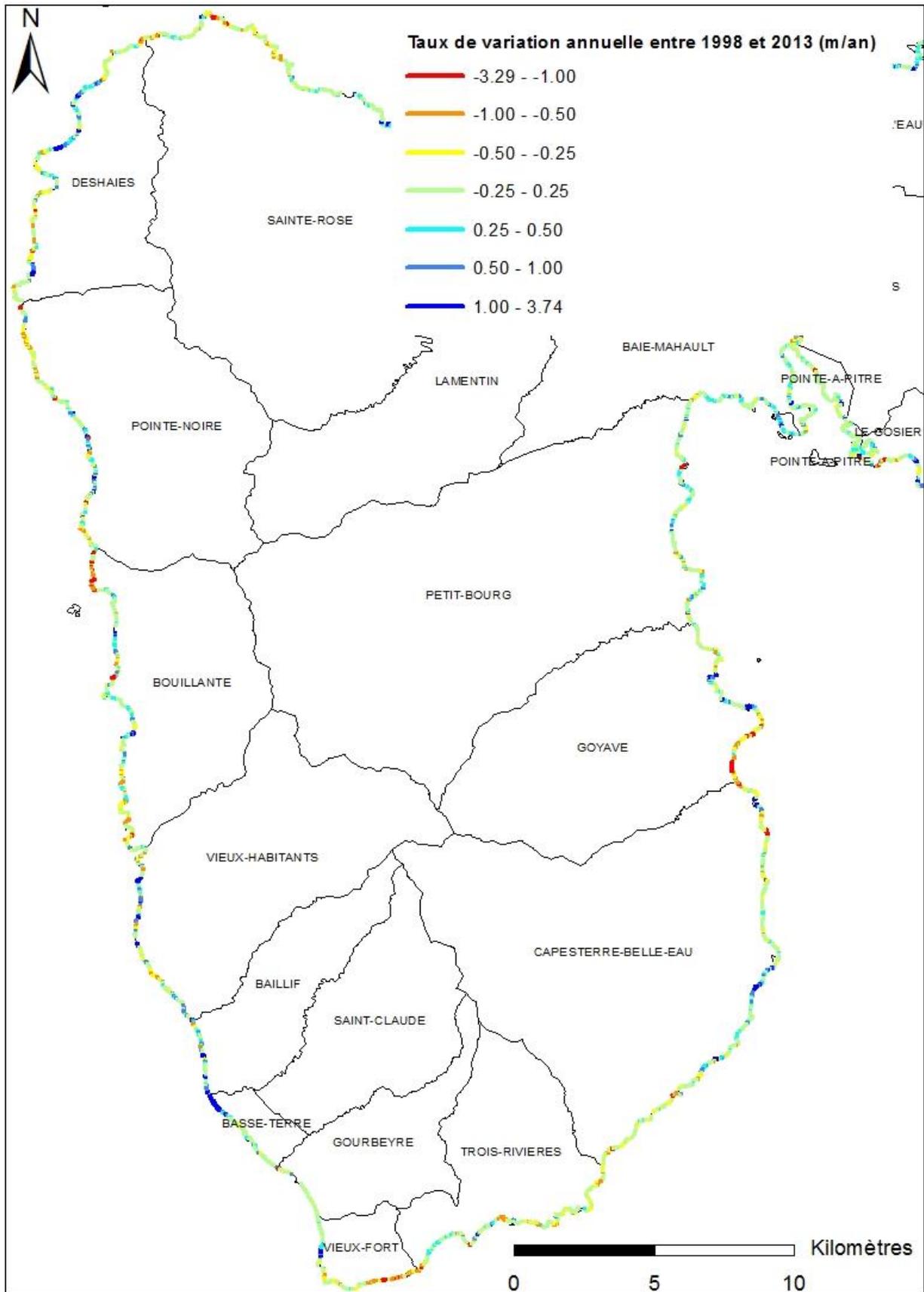
## **Annexe 18 :**

### **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1950 et 2013 pour l'unité littorale ULH5**



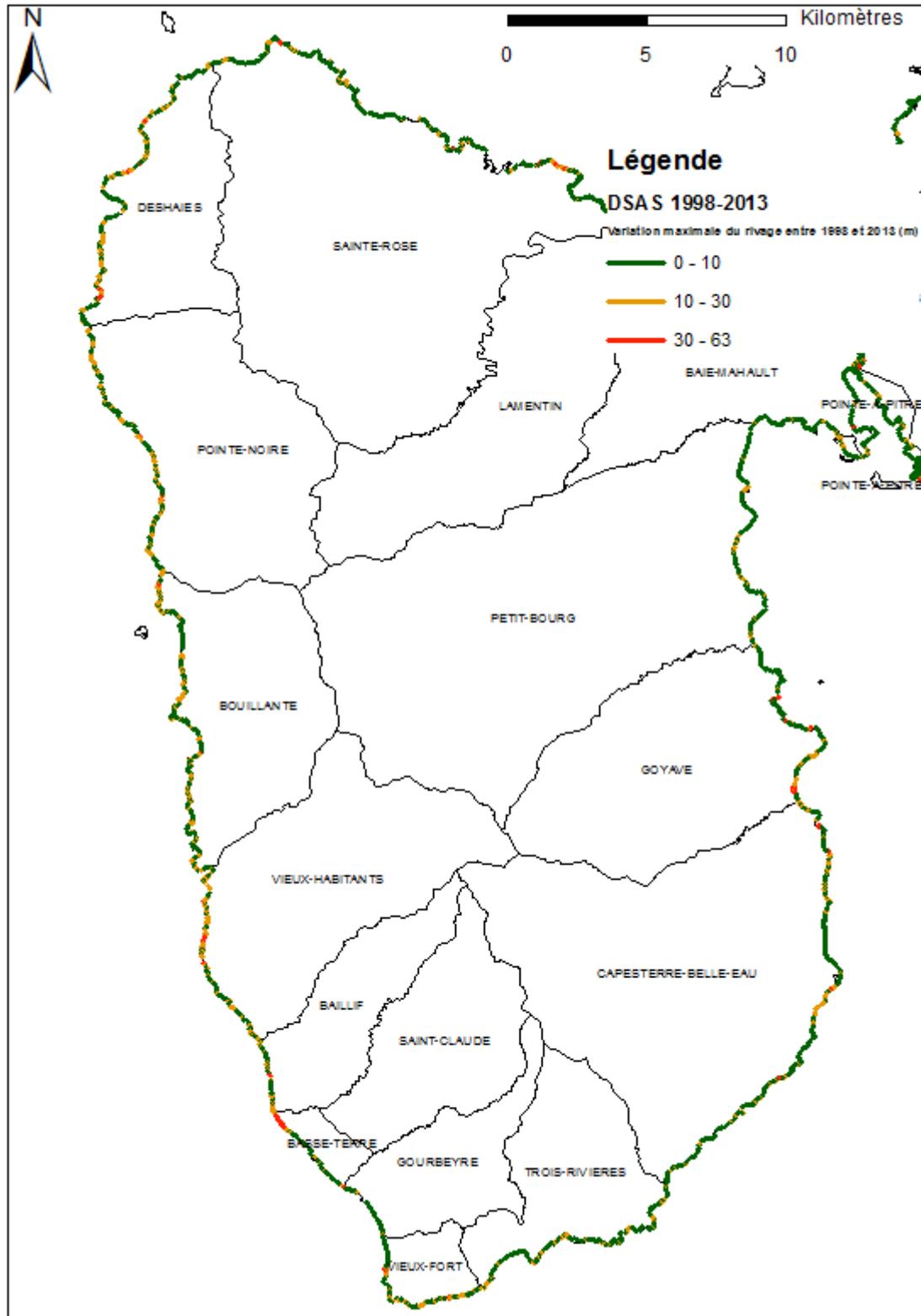
## **Annexe 19 :**

# **Cartographie du taux de variation annuel entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH5**



## **Annexe 20 :**

### **Cartographie de la variation maximale du rivage entre 1998 et 2013 pour l'unité littorale ULH5**



## **Annexe 21 :**

### **Tableau des 51 sites remarquables recensés sur les périodes 1950-2013 et 1998-2013**

Lieux-dits	Commune	Morphotype	Unité Littorale	Dynamique	Sites caractérisés dans l'étude BRGM de 2010	Période
Pointe Plate	Anse Bertrand	Côtes sableuses	ULH2	recul	non	1950-2013
Petite Anse à la Barque	Anse Bertrand	Côtes rocheuses	ULH2	recul	non	1998-2013
Pointe Petite Tortue	Anse Bertrand	Côtes rocheuses	ULH2	recul	non	1998-2013
Falaise Quiforme	Anse Bertrand	Côtes rocheuses	ULH2	recul	non	1998-2013
Anse Montillon	Anse Bertrand	Côtes rocheuses	ULH2	recul	non	1998-2013
Birmingham	Baie-Mahault	Mangroves	ULH3	avancée	non	les 2
Birmingham	Baie-Mahault	Côtes artificialisées	ULH3	avancée	non	1950-2013
Port Autonome	Baie-Mahault	Côtes artificialisées	ULH4	avancée	oui	1950-2013
Pointe Morne à Savon	Baie-Mahault	Mangroves	ULH4	avancée	oui	1950-2013
Baie Mahault	Baie-Mahault	Côtes artificialisées	ULH3	avancée	non	1998-2013
Port de Baillif	Baillif	Côtes artificialisées	ULH5	avancée	non	1998-2013
Littoral Basse-Terre	Basse-Terre	Côtes artificialisées	ULH5	avancée	oui	1950-2013
Rivière des Pères	Basse-Terre	Côtes artificialisées	ULH5	avancée	oui	1998-2013
Falaise Bellon	Bouillante	Côtes rocheuses	ULH5	recul	non	1998-2013
Sainte Marie	Capesterre-Belle-Eau	Côtes sableuses	ULH5	avancée	oui	les 2
Grande Anse	Deshaies	Côtes sableuses	ULH5	avancée	non	1998-2013
Fort fleur d'épée	Gosier	Côtes artificialisées	ULH1	avancée	oui	1950-2013
Marina du Gosier	Gosier	Côtes artificialisées	ULH4	recul	non	1950-2013
Marina du Gosier	Gosier	Côtes artificialisées	ULH4	avancée	non	1950-2013
Plage de Saint Félix	Gosier	Côtes sableuses	ULH1	recul	oui (appelée Pointe Canot)	1950-2013
Pointe de la Saline	Gosier	Côtes sableuses	ULH1	recul	oui	1950-2013
Grande Baie	Gosier	Mangroves	ULH4	avancée	non	1950-2013
Fort l'Union et marina	Gosier	Côtes sableuses	ULH4	avancée	oui	1998-2013
Morne Rouge	Goyave	Côtes sableuses	ULH5	recul	non	les 2
Douville	Goyave	Mangroves	ULH4	avancée	non	1950-2013
Pointe nord de la Rivière à Goyave	Goyave	Mangroves	ULH4	avancée	non	1950-2013
Anse Marguerite	Le Moule	Côtes rocheuses	ULH2	recul	non	1950-2013

Lieux-dits	Commune	Morphotype	Unité Littorale	Dynamique	Sites caractérisés dans l'étude BRGM de 2010	Période
Pierrefite	Morne-à-l'Eau	Mangroves	ULH3	recul	non	les 2
Nord Pointe à Bacchus	Petit-Bourg	Mangroves	ULH4	recul	non	1950-2013
Pointe sable de Bar	Petit-Canal	Côtes sableuses	ULH2	avancée	non	les 2
Anse Maurice	Petit-Canal	Côtes sableuses	ULH2	recul	non	1950-2013
Lauricisque à Bergevin	Pointe-à-Pitre	Côtes artificialisées	ULH4	avancée	oui	1950-2013
Cato	Pointe-Noire	Côtes rocheuses	ULH5	recul	non	1998-2013
Port de Port Louis	Port-Louis	Côtes artificialisées	ULH2	avancée	non	les 2
Anse du Belley	Sainte-Anne	Côtes sableuses	ULH1	avancée	non	1950-2013
Anse Pointe gros bœuf	Sainte-Anne	Côtes sableuses	ULH1	recul	non	1950-2013
Bois Jolan Est	Sainte-Anne	Côtes sableuses	ULH1	recul	oui	1950-2013
Pointe de la Grande Rivière	Sainte-Rose	Mangroves	ULH3	avancée	oui	1950-2013
Dépôt	Sainte-Rose	Mangroves	ULH3	avancée	oui (embouchure rivière moustique)	1950-2013
Bébel	Sainte-Rose	Mangroves	ULH3	avancée	non	1950-2013
Welch	Sainte-Rose	Mangroves	ULH3	avancée	non	1998-2013
Saint-François port de pêche	Saint-François	Côtes artificialisées	ULH1	avancée	oui	les 2
Littoral d'Espérance ou Boisvin	Saint-François	Côtes rocheuses	ULH1	recul	oui (Boisvin)	1950-2013
Anse à l'eau	Saint-François	Côtes rocheuses	ULH2	recul	oui	1950-2013
Petites Salines ou Anse des Salines	Saint-François	Côtes sableuses	ULH1	recul	oui (Petites Salines)	1950-2013
Anse à la Barque	Saint-François	Côtes rocheuses	ULH2	recul	oui	1998-2013
Littoral d'Espérance ou Boisvin	Saint-François	Côtes sableuses	ULH1	recul	oui (Boisvin)	1998-2013
Plage des Raisins Clairs	Saint-François	Côtes sableuses	ULH1	recul	oui	1998-2013
Anse du morne rouge	Trois-Rivières	Côtes rocheuses	ULH5	recul	non	1998-2013
Pointe Mazarin	Vieux Fort	Côtes artificialisées	ULH5	avancée	non	1998-2013
Petits Galets ou Beau Soleil	Vieux Fort	Côtes rocheuses	ULH5	recul	non	1998-2013



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction Régionale Guadeloupe**

Parc d'activités de Colin  
La Lézarde

97170 – Petit-Bourg –Guadeloupe (FWI)

Tél. : 05 90 41 35 48