



OBSCOT – 2014

Observation et gestion de l'érosion côtière à La Réunion

Rapport final

BRGM/RP-66592-FR
Mars 2017

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2014

CHATEAUMINOIS E., BUTTARAZI I., LE MOIGNE B., SALOMERO J., THIRARD G.

Vérificateur :

Nom : Belon R.

Fonction : Ingénieur littoral

Date : 14/03/2017

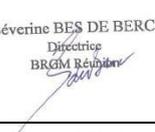
Signature : 

Approbateur :

Nom : Bes de Berc S.

Fonction Directrice BRGM Réunion

Date : 27/04/17

Signature : 
Séverine BES DE BERC
Directrice
BRGM Réunion

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 : Aléa, Érosion, Base de données événementielles, Gestion, Littoral, Observation, Risque, Suivi, Topographie, La Réunion.

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

CHATEAUMINOIS BUTTARAZI I., LE MOIGNE B., SALOMERO J., THIRARD G.
– OBSCOT 2014 – Observation et gestion de l'érosion côtière à La Réunion. Rapport final. BRGM/RP-66592-FR, 77 p., 3 annexes.

Synthèse

Le BRGM conduit depuis 2004 en partenariat avec l'Etat (DEAL) et la Région Réunion un suivi morphodynamique des littoraux de La Réunion. Ces observations constituent l'information de base pour développer l'expertise nécessaire à une meilleure gestion de l'érosion côtière.

Elles ont en effet mis en évidence qu'environ 50% du linéaire côtier de l'île se trouve en érosion (De la Torre, 2004) et identifié une douzaine de sites particulièrement sensibles sur lesquels les évolutions ont été quantifiées aux échelles pluri-décennale et interannuelle (De la Torre *et al.*, 2006). Sur cette base, des solutions de remédiations ont été proposées pour chaque site (Blangy *et al.*, 2009) puis regroupées sous la forme d'un guide didactique (De la Torre *et al.*, 2012).

Le programme OBSCOT 2014-2015, qui s'inscrit dans la poursuite des travaux antérieurs et dans le cadre du nouvel *Observatoire des Risques Naturels* (ORN) de La Réunion, a tout d'abord permis de caractériser l'évolution récente de 14 sites sensibles au moyens de levés topo-bathymétriques.

Cette étude reprend les grandes tendances de chaque site depuis le début des observations. Réalisées au mois de mars 2015, les campagnes de terrain ont mis en évidence le rôle des cyclones dont les houles ont eu un impact variable selon les sites du fait de leur trajectoire et de la particularité de chaque site (exposition, type de littoral, etc.).

Sur 11 sites complémentaires, une nouvelle campagne de suivi paysager vient s'ajouter à l'état initial réalisé en 2013 (prises de vues photographiques et fiches descriptives). Ce suivi doit permettre d'enrichir l'observatoire avec une analyse qualitative des franges littorales dans le temps.

Il est proposé dans le cadre de ce projet de mener des campagnes de mesures événementielles. L'objectif est d'initier une base de donnée de connaissance quantifiée sur les événements énergétiques qui peuvent impacter les littoraux réunionnais : événements cycloniques et houles australes.

Pour cela une première phase prévoit pour la présente étude la réalisation d'une liste exhaustive de sites potentiellement exposés aux risques d'érosion et de submersion marine. Ce travail a été réalisé sur tout le pourtour de l'île de La Réunion et a permis l'identification d'un ensemble de 61 points d'observation à expertiser en cas de survenue d'un événement météorologique exceptionnel (cyclone ou houle australe).

La définition de ces sites a pour but de cibler les secteurs sensibles et ainsi de se concentrer lors des phases d'expertises sur les zones connues pour être vulnérables. Cette identification s'est faite de manière empirique, en s'appuyant sur les événements et désordres constatés historiquement. Un modèle de fiche d'observation ainsi que la méthode pour la compléter est décrite dans cette étude. Enfin, il est présenté une de base de données mise en place pour stocker et référencer les observations collectées à la suite d'événements impactant le littoral. Les objectifs de cette base de données sont de simplifier, coordonner et structurer les interventions post-événementielles et d'acquérir de la donnée quantifiée sur l'impact des phénomènes paroxysmaux sur le trait de côte.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Evolution interannuelle des sites sensibles	12
2.1. LE RÉSEAU D'OBSERVATION.....	12
2.2. MÉTHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE	13
2.2.1. Suivi topo-bathymétrique	13
2.2.2. Réanalyse des données topo-bathymétrique	16
2.2.3. Suivi paysager	18
2.3. RÉSULTATS DES SUIVIS TOPO-BATHYMÉTRIQUES	19
2.3.1. Saint-Denis : le boulevard Lancastel.....	19
2.3.2. Sainte-Suzanne : Les falaises.....	21
2.3.3. Sainte-Suzanne : Le centre-ville	25
2.3.4. Saint-André : Champ Borne	28
2.3.5. Saint-Benoît : Le port du butor	32
2.3.6. Petite-Ile : Grande Anse.....	36
2.3.7. Saint-Pierre : La plage	41
2.3.8. Saint-Pierre : la Pointe du Diable	43
2.3.9. Étang Salé les bains : Bassin Pirogue.....	47
2.3.10. Saint-Paul : l'Ermitage.....	51
2.3.11. Saint-Paul : la baie	53
2.3.12. Le Port : la pointe des galets	57
3. Suivi évènementiel	62
3.1. DÉFINITION DES SITES À VISITER	62
3.2. FICHES D'OBSERVATION DES SITES IDENTIFIÉS	64
3.2.1. Bloc 1.....	64
3.2.2. Bloc 2.....	64
3.2.3. Bloc 3.....	64
3.2.4. Bloc 4.....	65
3.2.5. Bloc 5.....	66
3.3. STRATÉGIE DE VISITE	66
3.4. FICHES COMPLÉMENTAIRES	68
4. Base de données ACCESS	69
4.1. STRUCTURATION DE LA BASE.....	69

4.2. FORMULAIRE DE SAISIE	70
4.2.1. Bloc 1	70
4.2.2. Bloc 2	71
4.2.3. Bloc 3	72
4.2.4. Bloc 4	72
4.2.5. Bloc 5	72
4.2.6. Boutons de navigation	73
4.3. MODALITÉS DE MISE À JOUR DE LA BASE ACCESS.....	73
5. Eléments cartographiques.....	74
5.1. STRUCTURE ET INTÉRÊT DE LA COUCHE SIG.....	74
5.2. LES CARTES DE LOCALISATION	75
6. Conclusion.....	76
7. Bibliographie	77

Liste des illustrations

Illustration 1 – Localisation des sites (fond de carte IGN)	12
Illustration 2 – Dispositifs mobiles de levé topographique (DGPS - à gauche) et bathymétrique (DGPS couplé à un sondeur monofaisceau - à droite).....	13
<i>Illustration 3 – Réseau Lél@ de stations fixes permanentes (en vert - source Leica Geosystems).....</i>	<i>14</i>
Illustration 4 – Trajectoire du cyclone Bejisa (source Météo-France).....	15
Illustration 5 – Hauteurs maximum des vagues pour le cyclone Bejisa en comparaison avec les précédents (Source Météo-France à partir des données CANDHIS).....	15
<i>Illustration 6 – Exemple de localisation des profils effectués lors des différentes campagnes topographiques et bathymétriques sur le secteur Sud de Saint-Paul (orthophotographie IGN 2012).....</i>	<i>17</i>
<i>Illustration 7 – Principe du suivi paysager avec un repère fixe géoréférencé (en jaune) et des angles de prise de vue (en rouge)</i>	<i>18</i>
Illustration 8 – Profils de suivi du littoral du boulevard Lancastel (Fond : IGN SCAN25)	20
Illustration 9 – Profil transversal du site de St Denis – Bd Lancastel, zoom sur la partie émergée	21
Illustration 10 – Profils de suivi du littoral de Sainte-Suzanne – Les Falaises (Fond : IGN SCAN25).....	22

Illustration 11 : Photographie de la micro falaise du secteur Sainte-Suzanne (BRGM, 2015) ...	23
Illustration 12 – Profil topo-bathymétrique au pied de la falaise de Ste Suzanne avec détail sur les petits fonds et le profil topographique.	24
Illustration 13 : Localisation des traits de côte depuis 1950 au droit du temple tamoul à bel air dans la commune Sainte-Suzanne. En pointillés la position du haut de la crête de la micro falaise en 2015. (fond : Ortho IGN 2012).....	25
<i>Illustration 14 – Profils de suivi du littoral de Sainte-Suzanne – Centre-Ville (Fond : IGN SCAN25).....</i>	<i>26</i>
Illustration 15 – Accumulation de galets en haut du cordon dans le centre-ville de Ste Suzanne	27
Illustration 16 – Profil topo-bathymétrique du centre-ville de Ste Suzanne (haut) et zoom sur la partie terrestre (bas).....	28
<i>Illustration 17 – Profils de suivi du littoral de Saint-André - Champ-Borne (Fond : IGN SCAN25)</i>	<i>28</i>
Illustration 18 – Signes du recul du talus	29
Illustration 19 – Evolution du trait de côte sur le secteur du champs morne Saint-André (Chateauinois et al., 2014) (fond : Ortho IGN 2012).....	30
Illustration 20 – Position du haut du talus à Champ Borne en 2013 et 2015 en comparaison avec les dates antérieures avec interprétation orthophotographique (fond : Ortho IGN 2012) ..	30
Illustration 21 – Profil topo-bathymétrique du site de Champ Borne à St André	32
Illustration 22 – Profils de suivi du littoral de Saint-Benoit (Fond : IGN SCAN25).....	32
Illustration 23 – Accumulation sédimentaire au Sud (à gauche) et mise à nu du substratum par l'érosion au Nord du Port du Butor (à droite)	33
Illustration 24 – Vue d'ensemble des profils topo-bathymétriques au Sud (haut) et au Nord (bas) de la jetée du Butor à St Benoit	34
Illustration 25 – Zoom sur les profils topographiques au Sud (haut) et Nord (bas) de la jetée du Butor à St Benoit	35
Illustration 26 – Profils de suivi du littoral de Grande Anse à Petite-ile (IGN SCAN25)	36
Illustration 27 : Photographie des profils topographiques Nord (en bas) et Sud (en haut) sur la plage de Grande Anse.....	36
Illustration 28 – Trajectoires des acquisitions topo bathymétriques au Dud de la baie de Grand Anse.....	37
Illustration 29 – Profils bathymétriques et topographiques Sud de la plage de Grande Anse (mIGN89)	38
Illustration 30 – Trajectoire des acquisitions topo-bathymétriques – Grand Anse Nord.....	39

Illustration 31 – Profils bathymétriques et topographiques Nord de la plage de Grande Anse (mIGN89)	40
Illustration 32 – Profil de suivi du littoral de Saint-Pierre – La Plage (Fond : IGN SCAN25)	41
Illustration 33 – Pente de la plage en 2013.....	42
Illustration 34 – Profil topographique de la plage de St Pierre dans le secteur de la Gendarmerie. En pointillés noir une bathymétrie moyenne homogène entre deux groupe de profils : (1) avant 2006, (2) après 2006. En bleu : migration d’une micro bute de sédiments vers la plage.	43
<i>Illustration 35 – Profils de suivi du littoral de Saint-Pierre à la Pointe du Diable (Fond : IGN SCAN25).....</i>	<i>44</i>
Illustration 36 – Déstabilisation récente d’un pan de falaise de la Pointe du Diable	45
Illustration 37 – Position de la limite haute de l’abrupt de la falaise en 2013 par rapport aux limite du trait de côte de dates antérieures (orthophotographie IGN 20012)	46
Illustration 38 – Profil bathymétrique du site de la Pointe du Diable à St Pierre	47
<i>Illustration 39 – Profil de suivi de la cote de l’Étang Salé – Bassin Pirogue (Fond : IGN SCAN25)</i>	<i>48</i>
Illustration 40 – Plage du Bassin Pirogue à Etang Salé les bains en juin 2015	49
Illustration 41 – Profil topographique de la plage du Bassin Pirogue à Etang Salé les bains	50
<i>Illustration 42 – Profil de suivi de la Plage de l’Ermitage (Fond : IGN SCAN25)</i>	<i>51</i>
Illustration 43 – Plage de l’Ermitage à Saint Paul le 3 juillet 2015.....	52
Illustration 44 – Profils topographiques de la plage de l’Ermitage	53
Illustration 45 – Profils de suivi du littoral de la Baie de Saint-Paul (Fond : IGN SCAN25).....	54
Illustration 46 – Plage de la baie de St Paul en Juin 2015 – Partie Sud au droit du cimetierre (en haut), partie centre au droit de l’esplanade (au milieu) et partie Nord avant le CREPS (en bas).....	55
Illustration 47 – Profils topo-bathymétriques au Nord (en haut), au centre (au milieu) et au Sud (en bas) de la baie de St Paul	56
Illustration 48 – Merlon de matériau permettant le colmatage d’une brèche dans le dispositif de protection de haut de plage au niveau de la Pointe des Galets au Port.....	57
Illustration 49 – Position de la limite du jet de rive en 2011, 2013 et 2015 levé par DGPS (traits pointillés) et du haut du talus en 1997, 2003 et 2008 identifiés par photo interprétation (traits pleins) (fond ORTHO IGN 2012)	58
Illustration 50 – Limites de haut de talus relevé au DGPS, en orange 2011, violet 2013, vert 2015 (fond ORTHO IGN 2012)	58

Illustration 51 – Localisation des profils topo-bathymétriques suivis depuis 2006 sur le site de la Pointe des Galets (fond ORTHO IGN 2012)	59
Illustration 52 – Profil topo-bathymétrique et zoom sur la partie terrestre à la Pointe des Galets au Port	61
Illustration 53 – Localisation de l'ensemble des sites d'observation.....	63
Illustration 54 – Répartition des façades d'exposition aux houles	67
Illustration 55 – Relations de tables de la base de données Access.....	69
Illustration 56 – Boutons de navigation du formulaire	73

Liste des annexes

Annexe 1 Synthèse des suivis paysagers

Annexe 2 Exemple de fiche d'observation pré-remplie (SPA1)

Annexe 3 Fiche-type vierge

1. Introduction

Depuis 2004, le BRGM, en collaboration avec la DEAL Réunion (Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement) et la Région Réunion, mène un projet de suivi morphodynamique des littoraux de l'île afin de développer la connaissance des dynamiques littorales réunionnaises.

La Réunion est le lieu d'un équilibre très précaire entre nature et urbanisation. Environ 50 % du linéaire côtier réunionnais est dans un contexte érosif (De la Torre, 2004). Le taux d'artificialisation du littoral est caractérisé par un indicateur de suivi environnemental inscrit au SAR (Schéma d'Aménagement Régional). Pour l'année de référence SAR2014 (basée sur des données de 2012), cet indicateur montre que, en considérant une bande de 80m en arrière du trait de côte, le littoral réunionnais présente les caractéristiques suivantes :

- 43.6% du linéaire littoral est concerné par des constructions ou ouvrages
- 15.8% du linéaire littoral est concerné par la présence de routes
- 7.9% du linéaire littoral est concerné par des cultures ou des zones agricoles

La présence de nombreux enjeux à proximité du littoral est donc une donnée de base importante à considérer pour l'élaboration prochaine de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte à La Réunion. Dans le contexte insulaire de La Réunion, la mise en place et le suivi d'observatoires de l'environnement revêt donc une importance tout particulière afin de mieux connaître et gérer ces espaces littoraux. C'est dans ce contexte que le programme OBSCOT a été mis en place en 2004 et pérennisé depuis par la Région Réunion et la DEAL.

Dans le cadre du projet OBSCOT, plusieurs sites sensibles ont été choisis sur lesquels des suivis quantitatifs et/ou qualitatifs sont réalisés régulièrement. Il s'agit notamment :

- du suivi qualitatif et quantitatif de l'érosion côtière sur les 14 sites identifiés comme sensibles au moyen de levés topo-bathymétriques et photographiques ;
- De prolonger le suivi des 11 sites complémentaires par un suivi qualitatif (suivi photographique)

Ce rapport présente la méthodologie employée pour l'acquisition des données qualitatives/quantitatives et propose une restitution des résultats obtenus. Par ailleurs, ce projet a permis de travailler au développement d'outils et de procédures permettant :

- D'améliorer l'organisation et le déroulement des interventions opérationnelles dans le cadre d'interventions lors d'évènements énergétiques (cycloniques ou houles australes) : définir quels sont les sites à visiter en priorité en fonction du type d'évènement, de la trajectoire du cyclone, de la présence d'enjeux. Organiser ensuite la remontée et la centralisation des informations.
- La formalisation des observations dans une base de donnée de type ACCESS. Cette base de données servira d'outil de recueil d'information sur le terrain.
- La constitution d'une base de données structurée des observations réalisées (BDD Access et SIG)

Les méthodologies associées à ces éléments sont décrits dans les chapitres suivants.

2. Evolution interannuelle des sites sensibles

2.1. Le réseau d'observation

Le réseau d'observation comporte 24 sites identifiés comme sensibles c'est-à-dire présentant la conjugaison d'un aléa naturel d'érosion littorale et d'enjeux anthropiques potentiellement menacés (Illustration 1). Il concerne les 14 sites identifiés à l'origine du programme OBSCOT en 2004 (De la Torre et al., 2012) sur lesquels un suivi quantitatif topo-bathymétrique est réalisé. Ces 14 sites ont été complétés par 11 sites supplémentaires sur lesquels un suivi qualitatif photographique est effectué depuis 2013.

Ces sites couvrent l'ensemble des façades et microrégions de La Réunion et concernent l'ensemble des morphotypes présents sur l'île (falaises, microfalaises, cordons de galets, plages alluvionnaires et coralliennes).

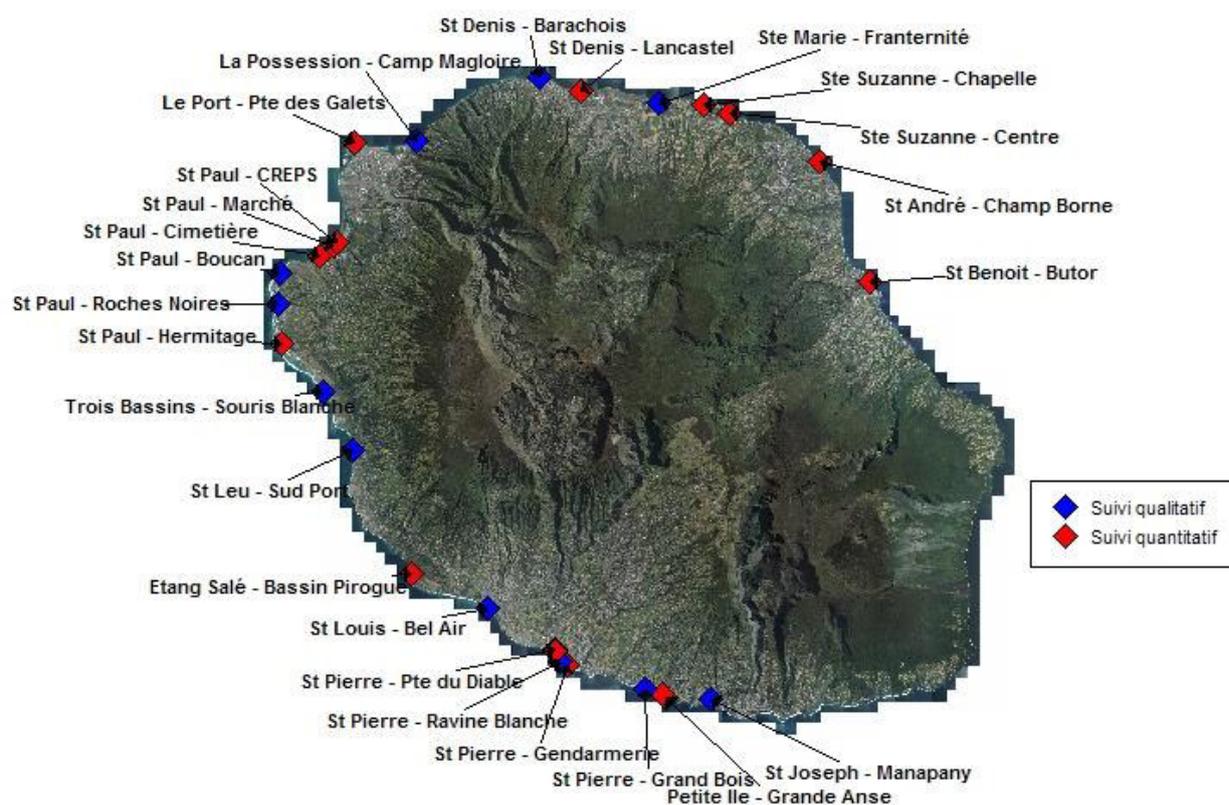


Illustration 1 – Localisation des sites (fond de carte IGN)

NB : le site de Champ Magloire à la Possession est inaccessible à cause des travaux de construction de la Nouvelle Route du Littoral et n'a donc pas pu être expertisé.

2.2. Méthodologie mise en œuvre

2.2.1. Suivi topo-bathymétrique

Les levés topographiques et bathymétriques ont été réalisés selon les mêmes modalités et le même emplacement que lors des phases antérieures avec des levés transversaux pour les profils et des levés longitudinaux pour le trait de côte (De la Torre et al., 2012) .

Le matériel utilisé pour le positionnement est globalement le même, à savoir un DGPS et un sondeur monofaisceau (Illustration 2), à la différence que le rattachement de la station mobile au réseau permanent Lél@ de Leica (Illustration 3) permet de s'affranchir de la mise en place fastidieuse d'une base fixe sur chaque site. La marge d'erreur en X, Y, Z est considérée comme inférieure au décimètre en topographie et inférieure au mètre en bathymétrie. Le référentiel altimétrique est le Nivellement Général de La Réunion (NGR) de l'IGN.

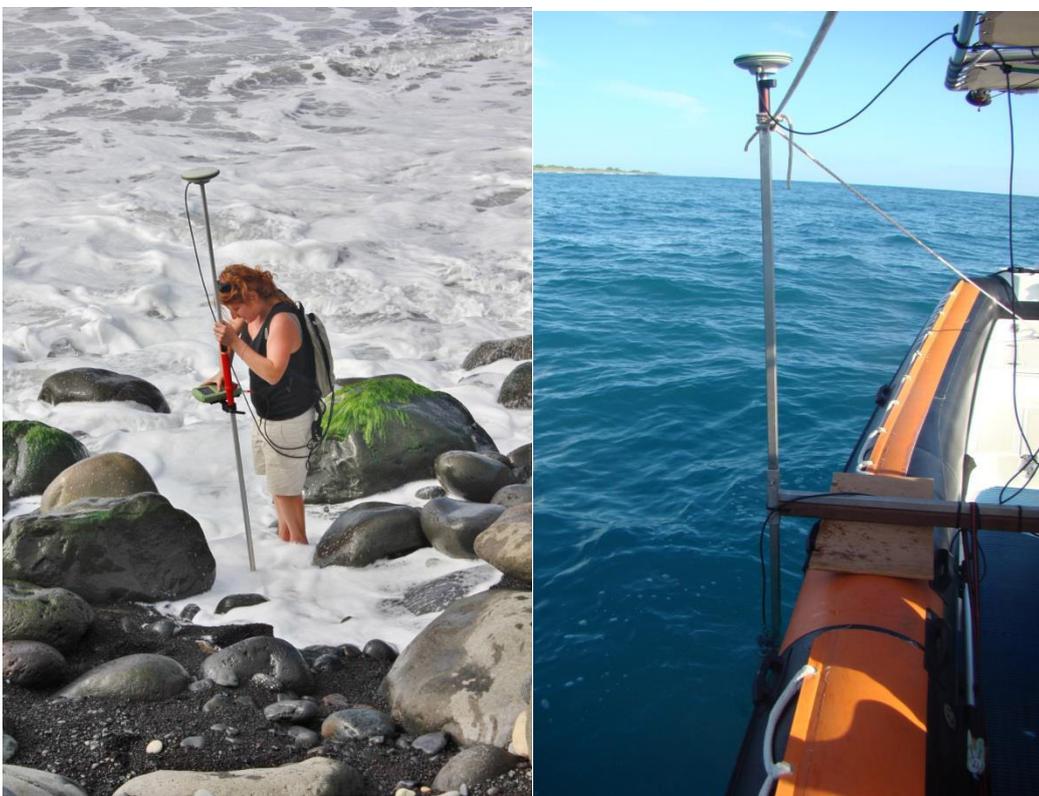
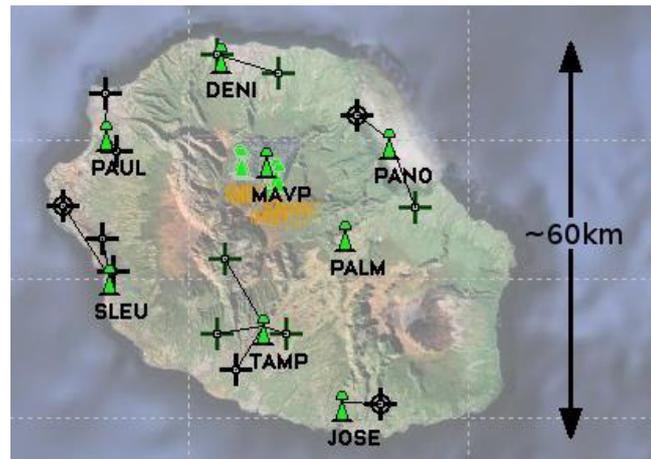


Illustration 2 – Dispositifs mobiles de levé topographique (DGPS - à gauche) et bathymétrique (DGPS couplé à un sondeur monofaisceau - à droite)



Légende :

 Station du réseau Lél@

Illustration 3 – Réseau Lél@ de stations fixes permanentes (en vert - source Leica Geosystems)

Il est à noter que les levés bathymétriques ont été réalisés selon les années en fonction de conditions météo-marines (agitation et courants) et fréquence d'acquisition (de 1 à 20 Hz) distinctes et d'un positionnement sur le profil moins précis qu'à terre. L'interprétation qui est faite intègre ces limitations techniques, sans les assimiler à des variations morphologiques.

La campagne de terrain s'est déroulée entre Juin et Juillet 2015.

D'après les bulletins climatologiques de Météo France, les alizés se sont montrés très irréguliers et le plus souvent relativement faibles au cours des hivers australs 2014 et 2015. L'été austral 2014/2015, n'aura pas été très venté avec toutefois à noter le passage d'une dépression tropicale à l'ouest de la Réunion, fin décembre puis le passage de la tempête Haliba au sud-ouest de l'île, ayant généré des vents légèrement supérieurs à 100 km/h.

Le dernier évènement cyclonique qui a touché les côtes de la Réunion est Bejisa le 2 janvier 2014. Les principaux dégâts liés au passage du cyclone étaient induits par la houle cyclonique ayant entraîné de la submersion marine et de l'érosion du trait de côte.

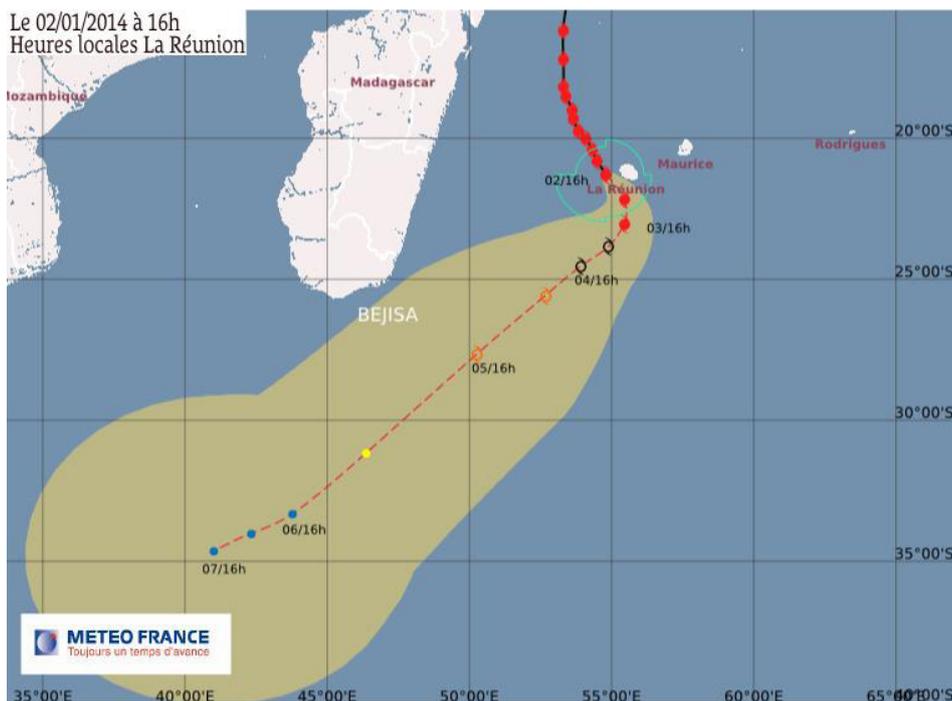


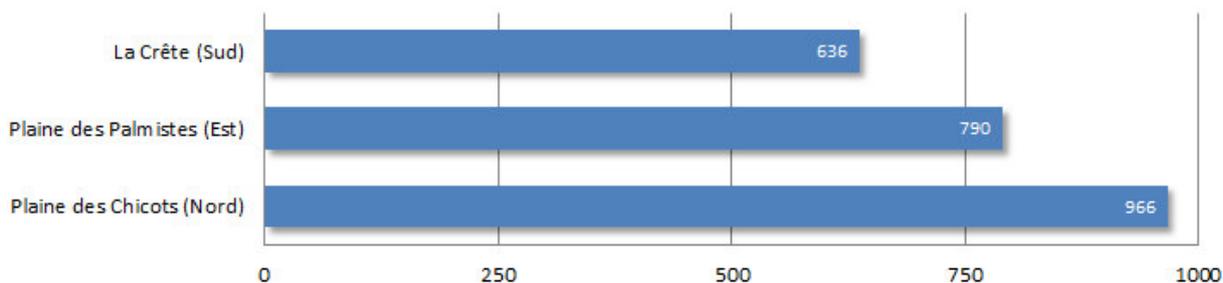
Illustration 4 – Trajectoire du cyclone Bejisa (source Météo-France)

Date	Phénomène générateur	Bouée	H1/3 max en mètres	H max en mètres
19/01/1993	COLINA	Ste-Marie	6,1	9,4
12/01/1994	DAISY	Ste-Marie	5,0	7,3
29/01/2000	CONNIE	Pointe du Gouffre	4,9	6,1
06/01/2001	ANDO	Port-Est	5,4	10,8
22/01/2002	DINA	Pointe du Gouffre	>4,2 (10 m estimé)	>6,3 (14 m estimé)
12/03/2002	HARY	Port-Ouest	5,3	8
06/02/2004	ELITA	Port-Ouest	4,4	6,2
07/03/2004	GAFILO	Pointe du Gouffre	4,7	7,1
27/02/2007	GAMEDE	Pointe du Gouffre	7,0	11,7
07/02/2009	GAËL	Pointe du Gouffre	6,2	10,6
08/02/2009		Port-Ouest	5,6	9,5
03/01/2013	DUMILE	Pointe du Gouffre	6,3	11,0
		Port-Est	5,3	8,6
		Port-Ouest	4,2	6,9
02/01/2014	BEJISA	St-Denis (bouée OCEANO) La Possession (bouée OCEANO)	≈7,5 ≈6,5	≈10,3 ≈10,6

Illustration 5 – Hauteurs maximum des vagues pour le cyclone Bejisa en comparaison avec les précédents (Source Météo-France à partir des données CANDHIS)

Les stations Météo France ont relevés plus de 500 mm sur l'épisode sur les stations les plus exposées, jusqu'à 966 mm à La Plaine des Chicots.

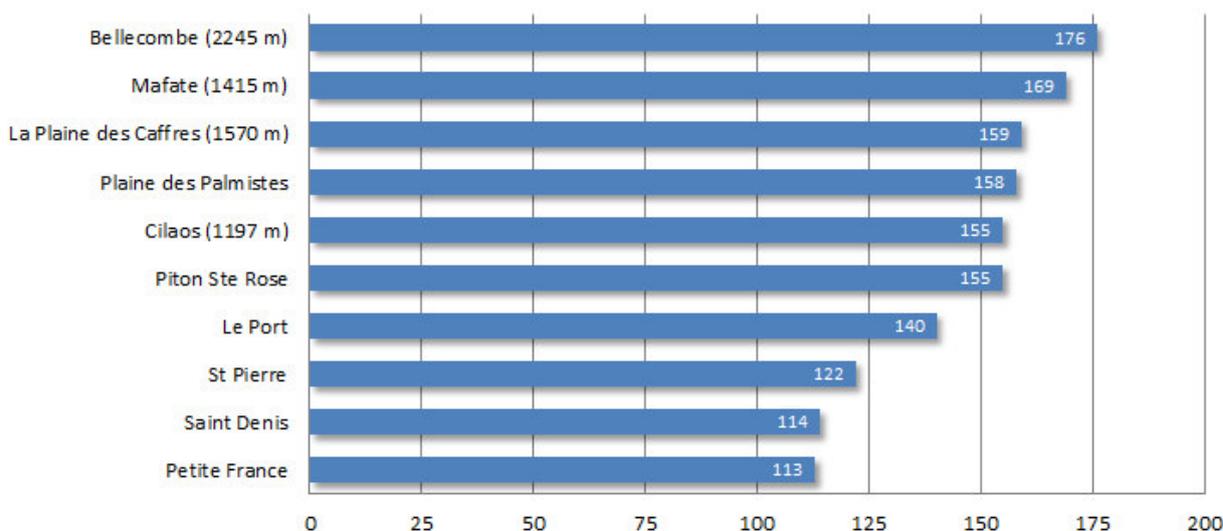
Lames d'eau au passage du cyclone Bejisa à La Réunion (en mm)
Source des données : Météo-France



Les intensités pluvieuses ont été particulièrement intenses avec localement des lames d'eau dépassant 200 mm en 3 heures (240 mm à Commerson au Sud-Ouest, 202 mm à Salazie à l'Est). Selon Météo-France, pour la zone Nord, un tel épisode se rencontre en moyenne une fois tous les deux ans pour les régions littorales et tous les cinq ans pour les Hauts.

Les rafales de vents ont dépassées les 100 km/h avec des rafales de 170 au Volcan.

Rafales de vent sur La Réunion au passage de Bejisa - ven 2 jan 2014
Source des données : Météo-France



La houle a été mesurée entre 6 et 7 m en moyenne sur les côtes Nord et Nord-Ouest, jusqu'à 12 m au déferlement sur les parties les plus exposées du littoral (source <http://www.meteo-paris.com> à partir des données Météo-France).

2.2.2. Réanalyse des données topo-bathymétrique

Lors de l'acquisition des points bathymétriques, d'une année sur l'autre, la trajectoire du navire d'acquisition n'est pas strictement positionnée au-dessus du profil de référence. En conséquence, en 2015, un travail d'homogénéisation de l'ensemble des données acquises depuis 2004 a été réalisé.

Les données ont été retraitées avec une méthode unique de façon à améliorer l'interprétation comparative des analyses produites. La méthode retenue consiste à définir un profil unique de

référence, pour chacun des secteurs, et de projeter l'ensemble des points d'acquisition sur ce segment. Cette projection permet ainsi d'accéder à deux éléments :

- La coordonnée du point d'acquisition projeté sur le segment de référence, ainsi que son abscisse curviligne qui servira de donnée de référence pour la comparaison des profils réalisés d'une année sur l'autre.
- Le vecteur de projection dont les caractéristiques informent sur la distance entre le point d'acquisition et le profil de référence. Cette information peut donner une information sur la qualité de la mesure en termes d'éloignement au profil de référence.

Lors de la projection, le segment de référence est orienté vers le large avec un point d'origine positionné sur le bas de plage. Ainsi, les données bathymétriques sont comptabilisées en abscisse positive et les données topographiques en abscisse négative.

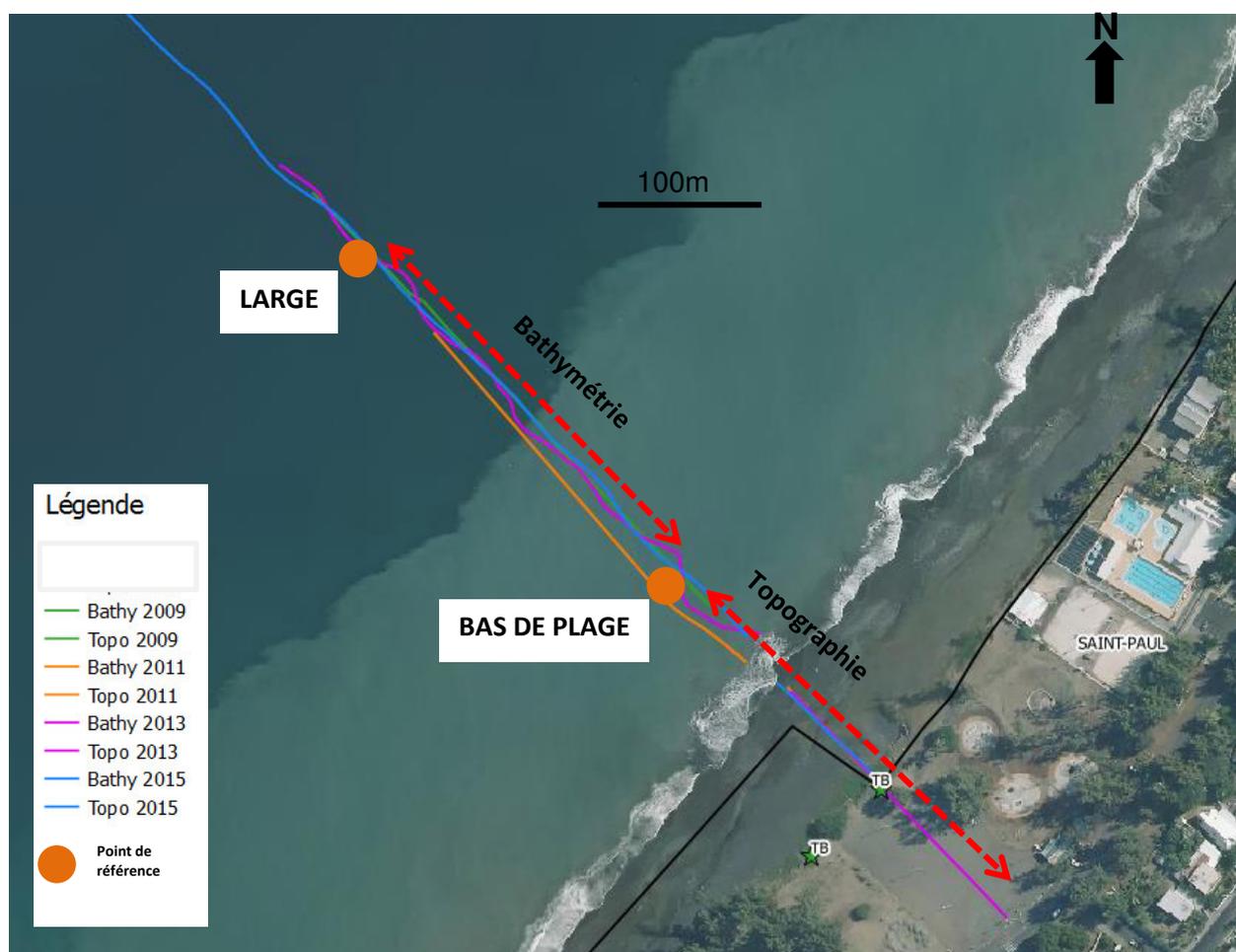


Illustration 6 – Exemple de localisation des profils effectués lors des différentes campagnes topographiques et bathymétriques sur le secteur Sud de Saint-Paul (orthophotographie IGN 2012).

2.2.3. Suivi paysager

En complément du suivi topo-bathymétrique, un suivi qualitatif des sites sensibles a été réalisé en constituant une base de données photographiques géoréférencées. Le principe de « suivi paysager » repose sur la réalisation d'un cliché d'un site à partir d'un repère connu, dans une direction et une focale donnée qui permet de couvrir exactement le même paysage d'une date à l'autre (Illustration 9 – Profil transversal du site de St Denis – Bd Lancastel, zoom sur la partie émergée). Cette démarche est appliquée aux 14 sites sensibles ainsi que sur 11 sites du littoral de La Réunion déterminés en Comité de Pilotage.

Cette technique de suivi est préconisée par le Guide de gestion du trait de côte (MEDDE, 2010). Elle s'inspire des recommandations de l'Observatoire photographique national du paysage – SINP (1) et permet de collecter aisément de l'information sur un nombre accru de sites.

En effet, le retour d'expérience des phases précédentes a montré que certains sites non intégrés au réseau peuvent être sujets à des phases d'érosion nouvelles (ex : Plages des Roches Noires à St Gilles les bains) et sur lesquels il est important de recueillir de l'information, sinon quantitative, au moins qualitative (prises de vue).

Les repères des points de vue sont géoréférencés en X/Y dans le système RGR92 et peuvent ainsi être retrouvés aisément sur le terrain à l'aide d'un GPS (Annexe 1).



Illustration 7 – Principe du suivi paysager avec un repère fixe géoréférencé (en jaune) et des angles de prise de vue (en rouge)

¹ Système d'information sur la nature et les paysages (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Systeme-d-information-sur-la,14021.html>)

Les observations relatives aux suivis paysagers sont synthétisées pour les 24 sites en Annexe 1. L'interprétation des suivis topo-bathymétriques est présentée ci-dessous.

Les tendances évolutives sur les 24 sites de suivi qualitatif sont synthétisées dans le tableau suivant :

	Site	Tendance évolutive du littoral sur la période de suivi
1	Saint-Denis / Barchois	Dégraissage progressif du profil de plage
2	Saint-Denis / Bd Lancastel	Plage en équilibre
3	Sainte-Marie / Bd de la Fraternité	Recul décimétrique à métrique
4	Sainte-Suzanne / Chapelle	Pas d'évolution de la position du trait de côte significative
5	Sainte-Suzanne/ Centre-ville	Plage en équilibre
6	Saint André / Champ Borne	Recul métrique composé par des apports anthropiques de remblais
7	Saint Benoit / Le Butor	En recul au nord, en engraissement au sud du Butor
8	Saint Joseph / Manapany	Plage en équilibre
9	Petite Ile / Grande Anse	Érosion importante au nord et stabilité ou érosion légère au sud
10	Saint Pierre / Grand Bois	Dégraissage de la plage
11	Saint Pierre / Gendarmerie	Pas d'érosion significative
12	Saint Pierre / Ravine Blanche	Plage en équilibre
13	Saint Pierre / Pointe du Diable	Démaigrissement de la plage et érosion active de la falaise
14	Saint Louis / Bel-Air	Talus côtier en érosion
15	Étang-Salé / Bassin Pirogue	Pas d'érosion significative
16	Saint Leu / Sud du Port	Pas d'évolution significative
17	Trois Bassins / La Souris Blanche	Poursuite des phénomènes érosifs
18	Saint Paul / Passe de l'Ermitage	Plage en équilibre
19	Saint Paul / Roches noires	Poursuite des phénomènes érosifs
20	Saint Paul / Boucan Canot	Engraissement de la plage
21	Saint Paul / Cimetière marin	Léger recul
22	Saint Paul / Marché forain	Engraissement de la plage
23	Saint Paul / Piscine du CREPS	Recul plurimétrique de la position du trait de côte
24	Le Port / Pointe des Galets	Cordon en érosion compensé par l'apport des matériaux érodés du talus amont

Tableau 1 : Tendances évolutives des 24 sites faisant l'objet d'un suivi paysager

2.3. Résultats des suivis topo-bathymétriques

2.3.1. Saint-Denis : le boulevard Lancastel

Le suivi de la côte au niveau du Boulevard Lancastel de Saint-Denis est réalisé selon 1 profil topographique et 1 profil bathymétrique (Illustration 8). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

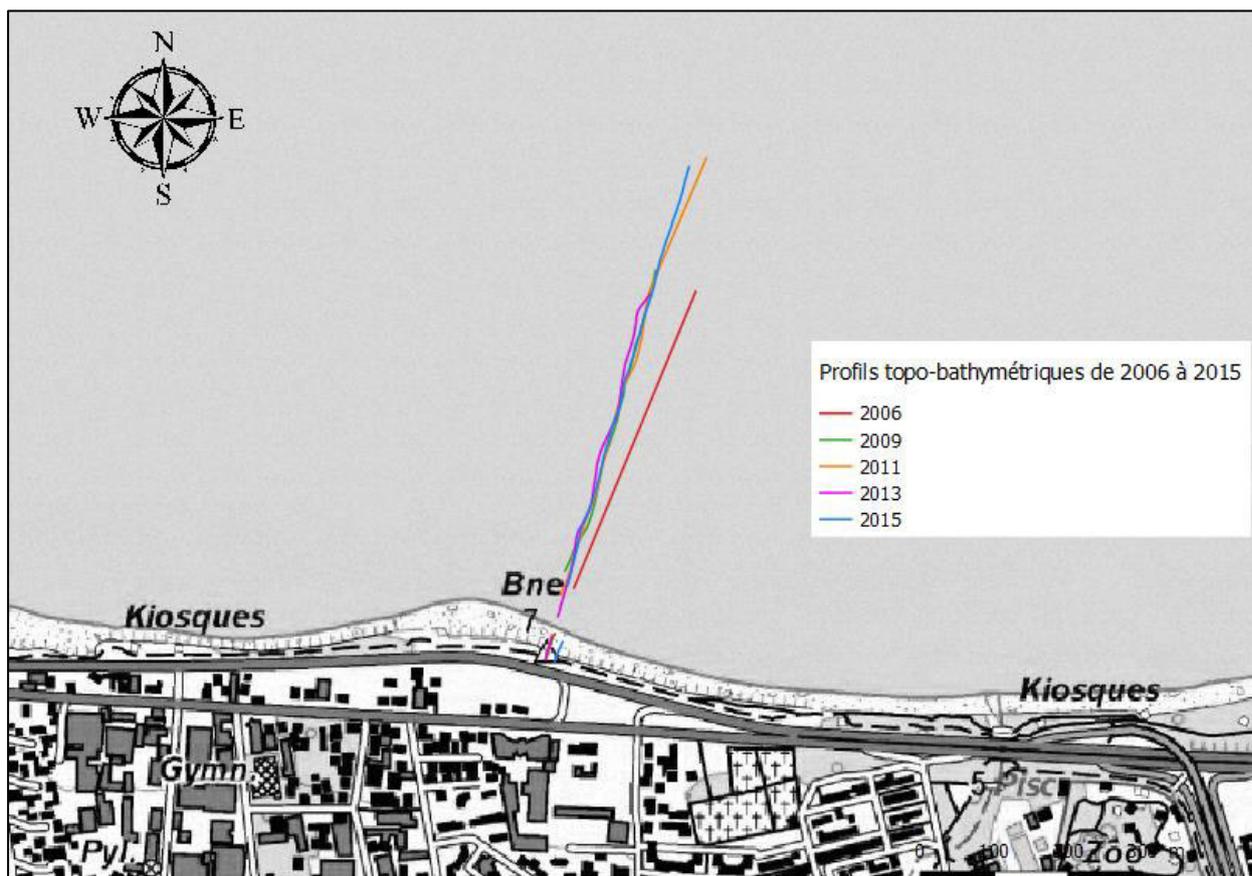


Illustration 8 – Profils de suivi du littoral du boulevard Lancastel (Fond : IGN SCAN25)

Sur le profil de 2015, on peut constater un amaigrissement de la partie aérienne du cordon littoral (Illustration 9). La microfalaise (berme de haut de plage formée par des éléments énergétiques) présente dans la partie sommitale du cordon a légèrement reculé par rapport au profil de 2013 (environ 3 à 6m horizontalement par endroits). Ce profil émergé constitue le profil le plus érodé depuis le début des relevés sur ce site (2006).

A contrario, on peut constater une accrétion de la partie sous-marine du profil par rapport à 2013. Une accumulation d'environ 1m de matériaux peut être constatée dans les fonds de 5 à 6m. Le cordon se rapproche d'une situation proche du profil de 2011, mais les pertes sédimentaires survenues lors de l'avant-dernier épisode cyclonique (GAMEDE, mars 2007) n'ont pas été compensées.

Les dynamiques observées entre 2013 et 2015 pourraient être imputées au passage du cyclone BEJISA, entraînant un déplacement de matériaux entre les parties émergée et immergées du cordon littoral.

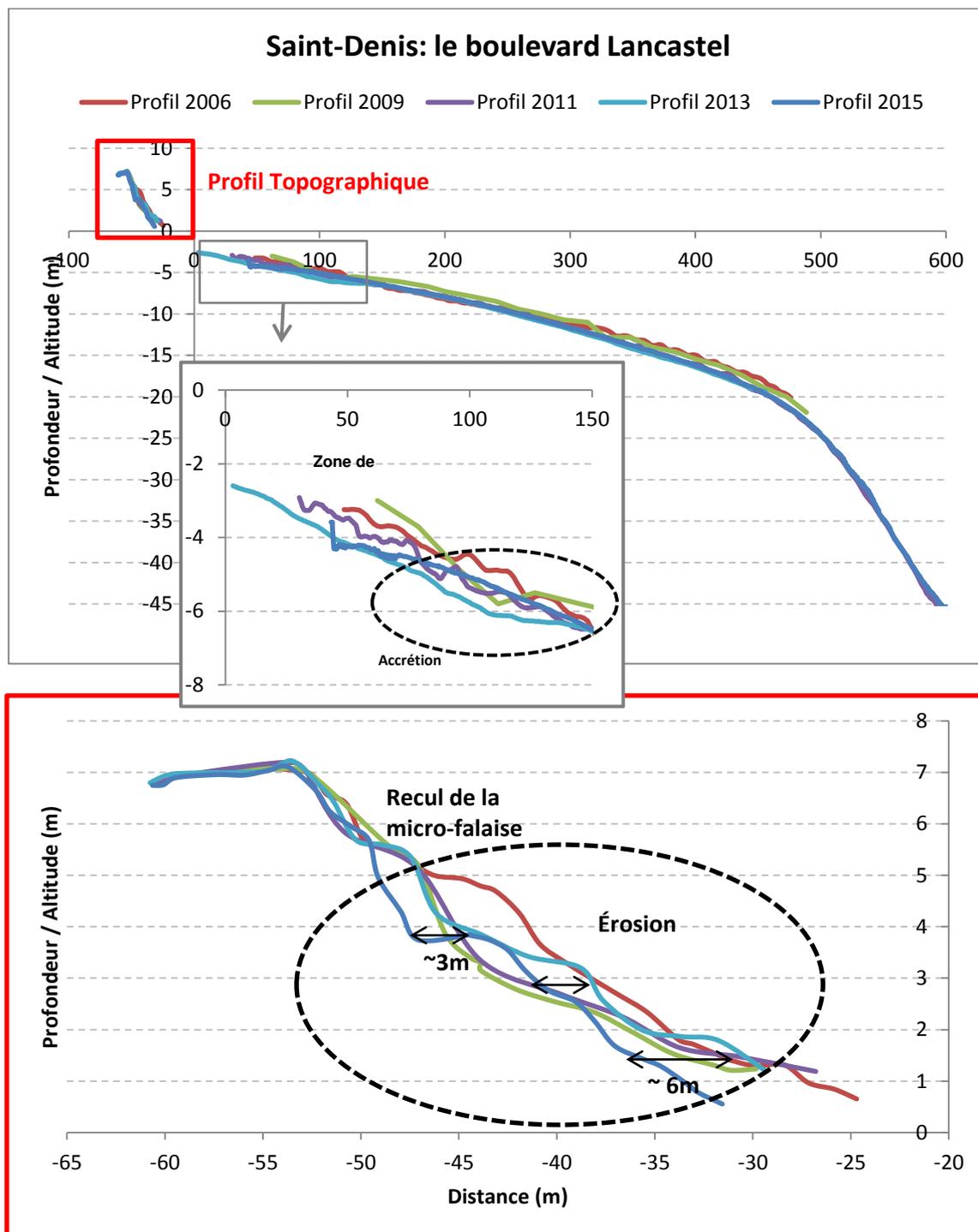


Illustration 9 – Profil transversal du site de St Denis – Bd Lancastel, zoom sur la partie émergée

2.3.2. Sainte-Suzanne : Les falaises

Le suivi de la côte de Sainte-Suzanne est réalisé selon 1 profil topographique et 1 profil bathymétrique (Illustration 10). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

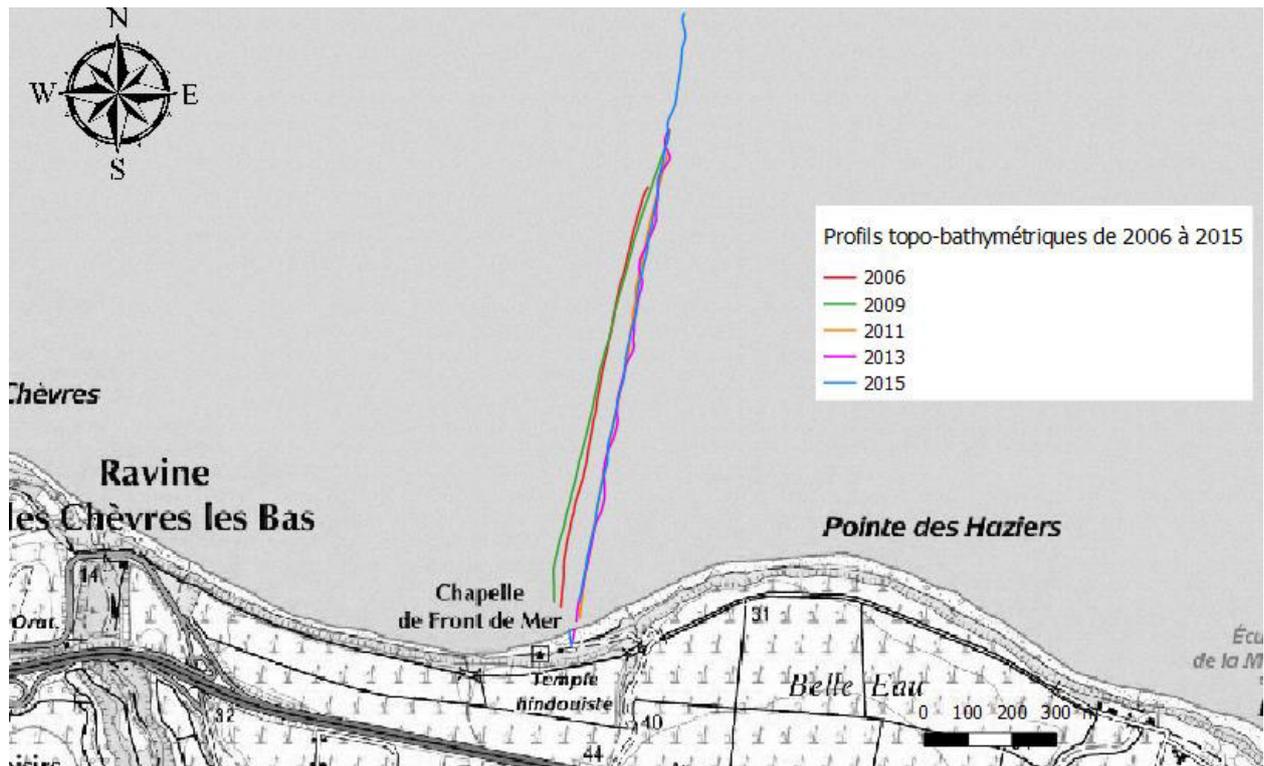


Illustration 10 – Profils de suivi du littoral de Sainte-Suzanne – Les Falaises (Fond : IGN SCAN25)

Sur le site des falaises de Sainte Suzanne (Illustration 11), on peut constater entre 2013 et 2015 deux phénomènes potentiellement en lien : une érosion du cordon littoral émergé (recul de 5 à 8m par endroits de la microfalaise devant la plateforme du temple Tamoul) et une accumulation de matériaux dans les petits fonds : environ 50cm d'accumulation entre -4m et -6m, sur au moins une centaine de mètre de longueur (Illustration 12).

Le phénomène d'érosion peut être imputé au Cyclone Bejisa qui a impacté l'île en 2014. Ce cyclone pourrait être responsable du phénomène d'érosion de la micro falaise constatée sur site. Ces matériaux pourraient avoir été déplacés dans les petits fonds par les houles cycloniques. Lors des visites de terrain, il a été constaté que des travaux de remblais avaient été réalisés depuis le passage du cyclone sur le talus littoral (Illustration 11). Ce talus a été réalimenté en matériaux de natures très diverses : on peut y constater de nombreux éléments non naturels (morceaux de béton, ferrallages, déchets...). La nature des matériaux observés ne permet pas de garantir la pérennité de ce remblai face à la houle. La plateforme située en arrière du talus semble servir de zone de stationnement pour les véhicules et l'accès au temple situé en arrière.



Illustration 11 : Photographie de la micro falaise du secteur Sainte-Suzanne (BRGM, 2015)

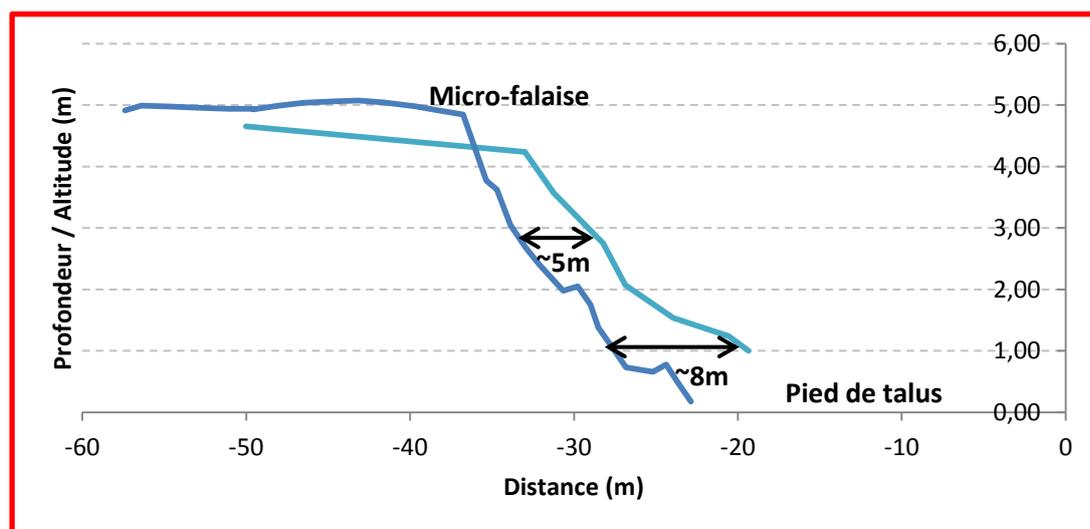
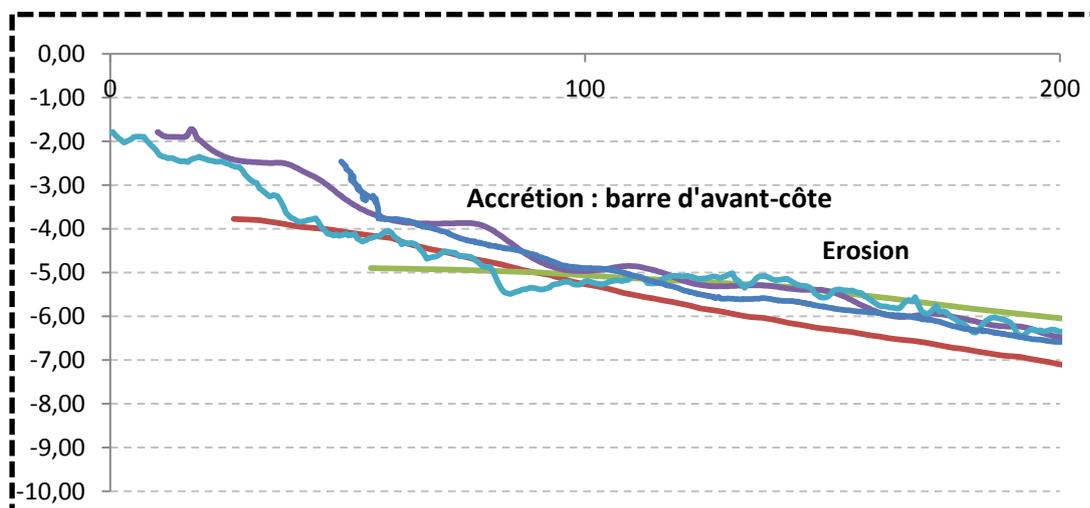
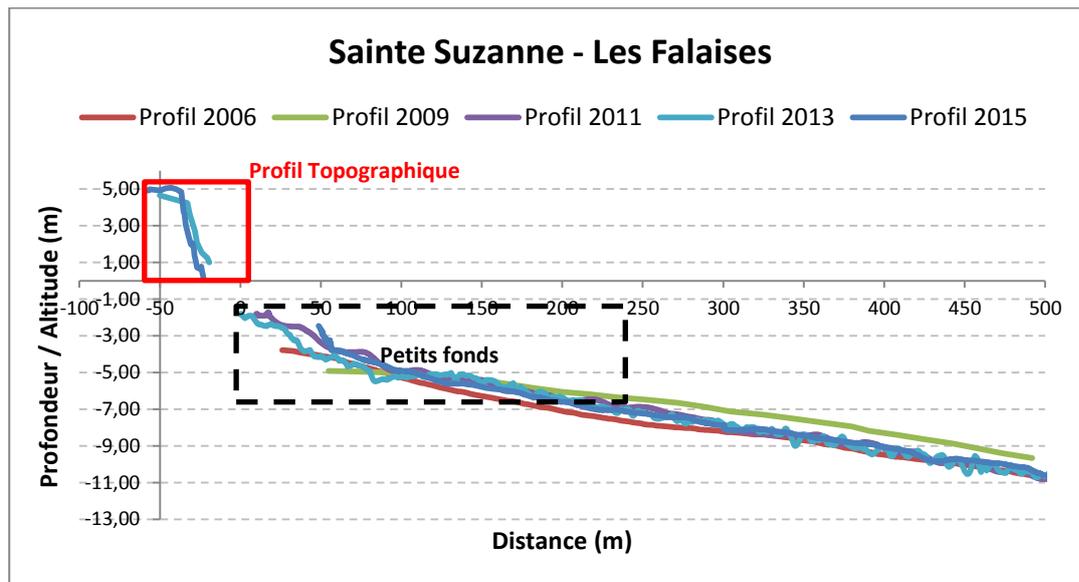


Illustration 12 – Profil topo-bathymétrique au pied de la falaise de Ste Suzanne avec détail sur les petits fonds et le profil topographique.

Ce site est situé dans un secteur dont l'évolution du trait de côte à long terme présente une forte variabilité dans le temps. L'illustration 13 suivante présente la position des traits de côte depuis 1950. En moyenne, sur ces 65 dernières années, le recul moyen du trait de côte est inférieur à 0.02m/an sur l'ensemble de cette zone. On distingue une érosion active de 1950 à 1989 (-2 à 4m/an). Depuis 1989 jusqu'à 2015, la tendance est à l'accrétion au niveau du profil de suivi bathymétrique (en gris sur l'illustration 16) avec des mêmes vitesses de progradation de l'ordre de +2 à 4 m/an. À l'Est du profil de suivi, la position du trait de côte a peu évolué depuis 1989. On peut constater sur l'illustration 13 que le trait de côte le plus érodé correspond à l'année 1989. Ensuite, le trait de côte connaît une progradation jusqu'à sa position actuelle. On peut faire l'hypothèse que cette inversion de dynamique est liée à des actions anthropiques. La stabilité à long terme de ce site est donc probablement artificielle car le site a du faire l'objet de nombreux travaux de rechargement comme celui constaté en 2015.

Lors de la dernière campagne il a été initié un relevé du haut de talus en pointillés noirs.

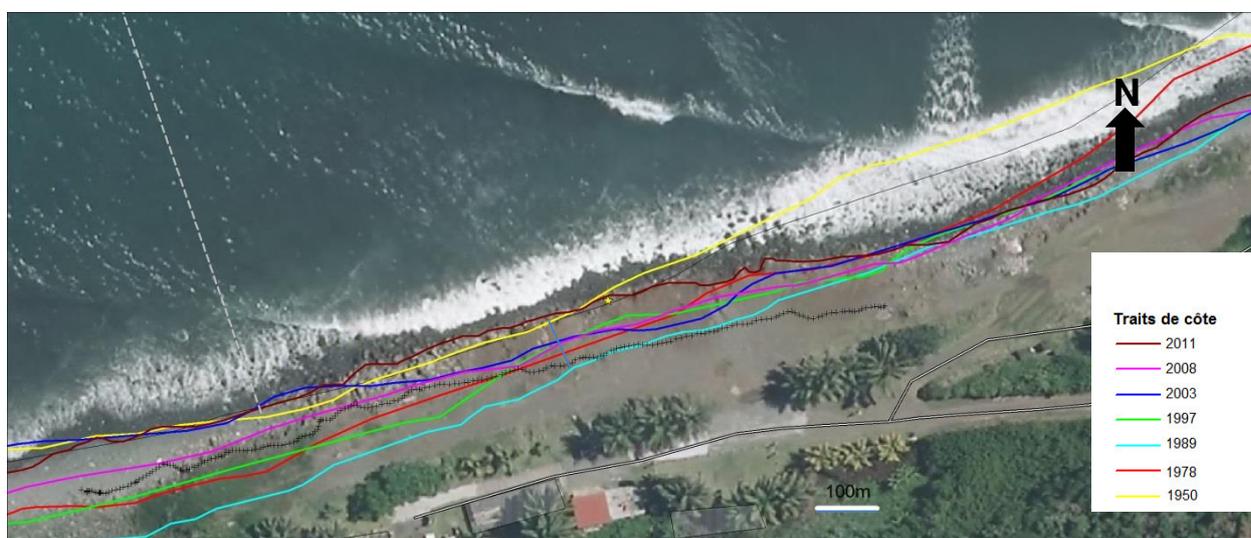


Illustration 13 : Localisation des traits de côte depuis 1950 au droit du temple tamoul à bel air dans la commune Sainte-Suzanne. En pointillés la position du haut de la crête de la micro falaise en 2015. (fond : Ortho IGN 2012)

2.3.3. Sainte-Suzanne : Le centre-ville

Le suivi de la côte de Sainte-Suzanne est réalisé selon 1 profil topographique et 1 profil bathymétrique (Illustration 14). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

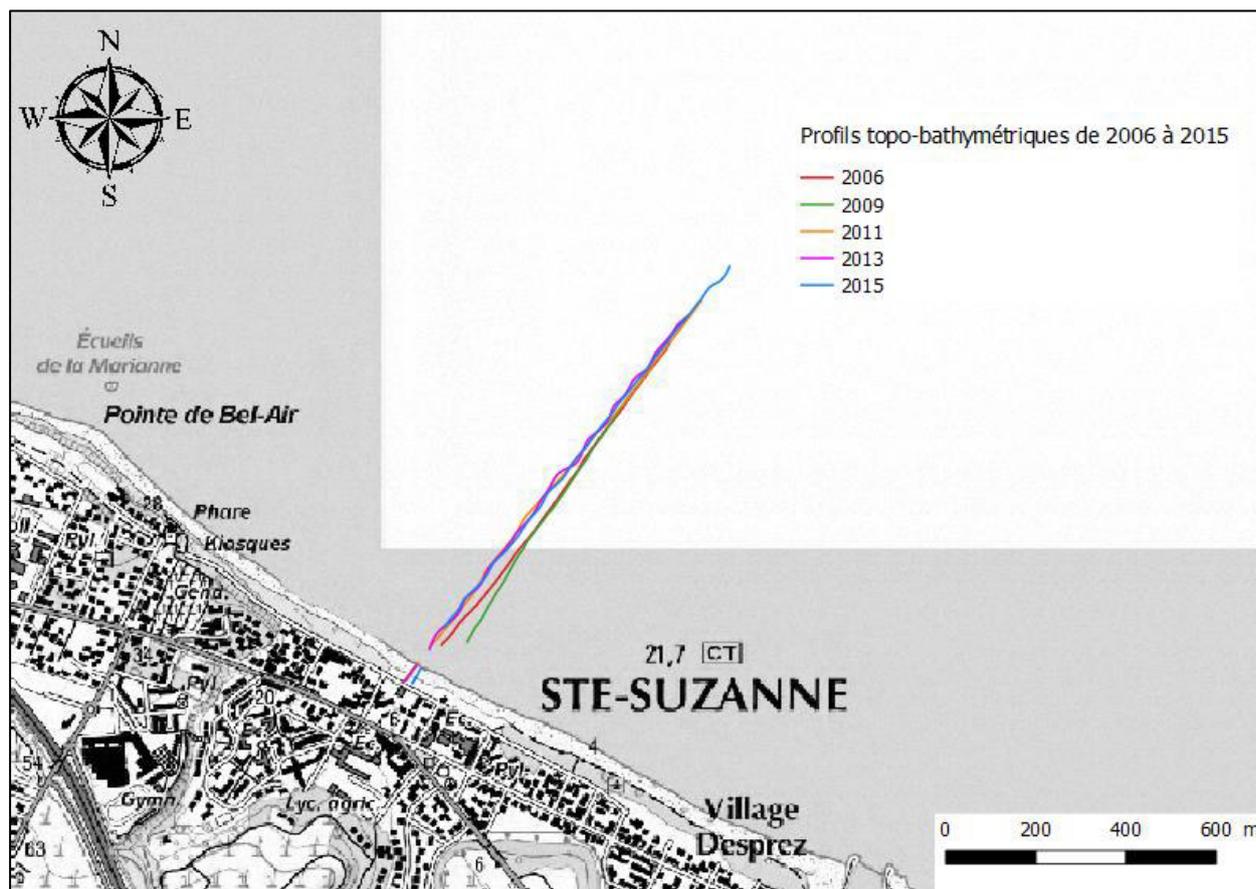


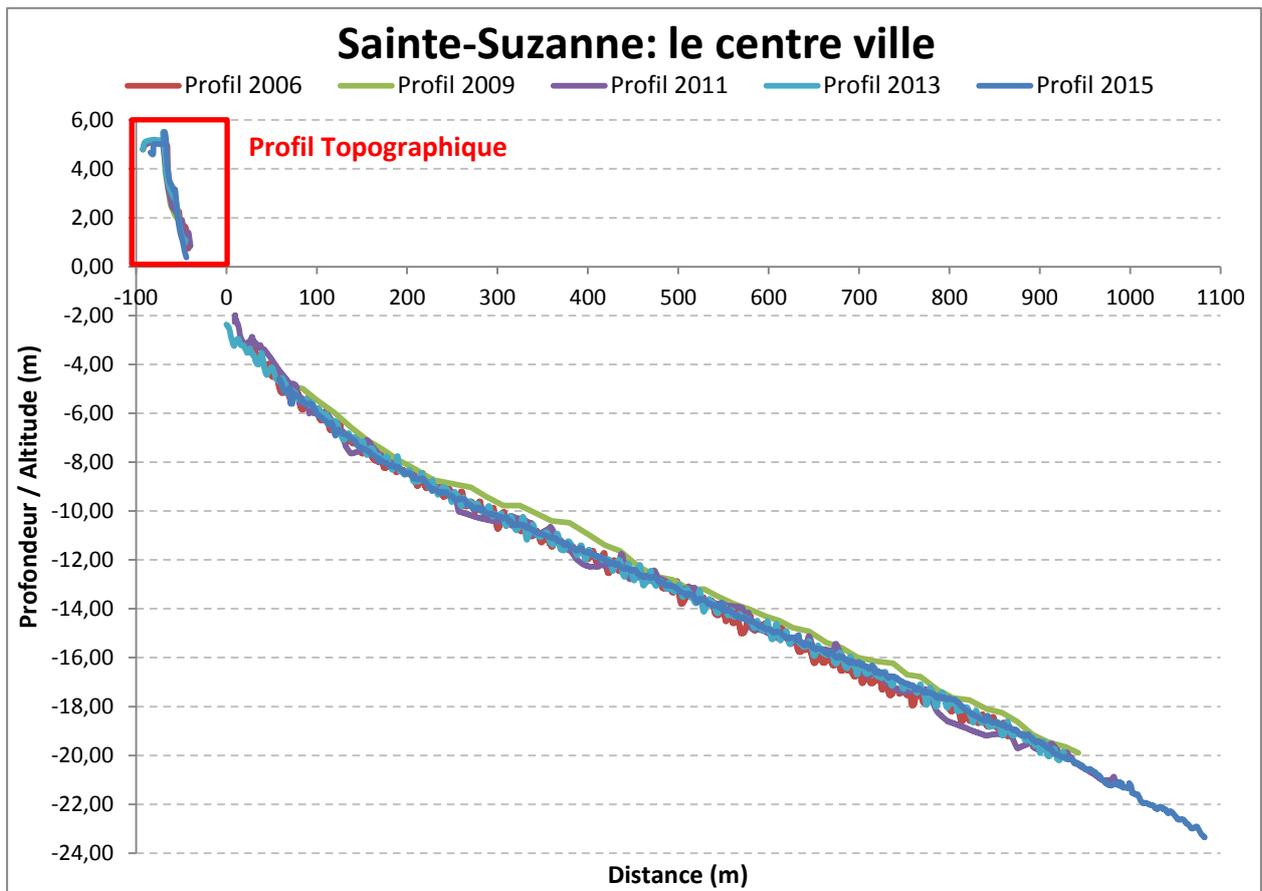
Illustration 14 – Profils de suivi du littoral de Sainte-Suzanne – Centre-Ville (Fond : IGN SCAN25)

Entre 2013 et 2015, les houles ont légèrement érodé le pied de la microfalaise du cordon littoral (Illustration 15 et Illustration 16). *A contrario*, sur la partie haute du cordon, on constate une accrétion du cordon de galets qui prograde d'environ 1m vers la mer. On peut par ailleurs constater sur le terrain la présence d'une végétation rampante développée sur la partie haute du cordon, celle-ci témoignant d'une certaine stabilité du cordon en place. Sur la partie émergée, le profil de 2015 se trouve approximativement au même niveau que celui de 2006, mais présente une pente plus raide.

Dans la partie sous-marine on constate peu de changements entre les différentes années. Le profil peut être qualifié de stable.



Illustration 15 – Accumulation de galets en haut du cordon dans le centre-ville de Ste Suzanne



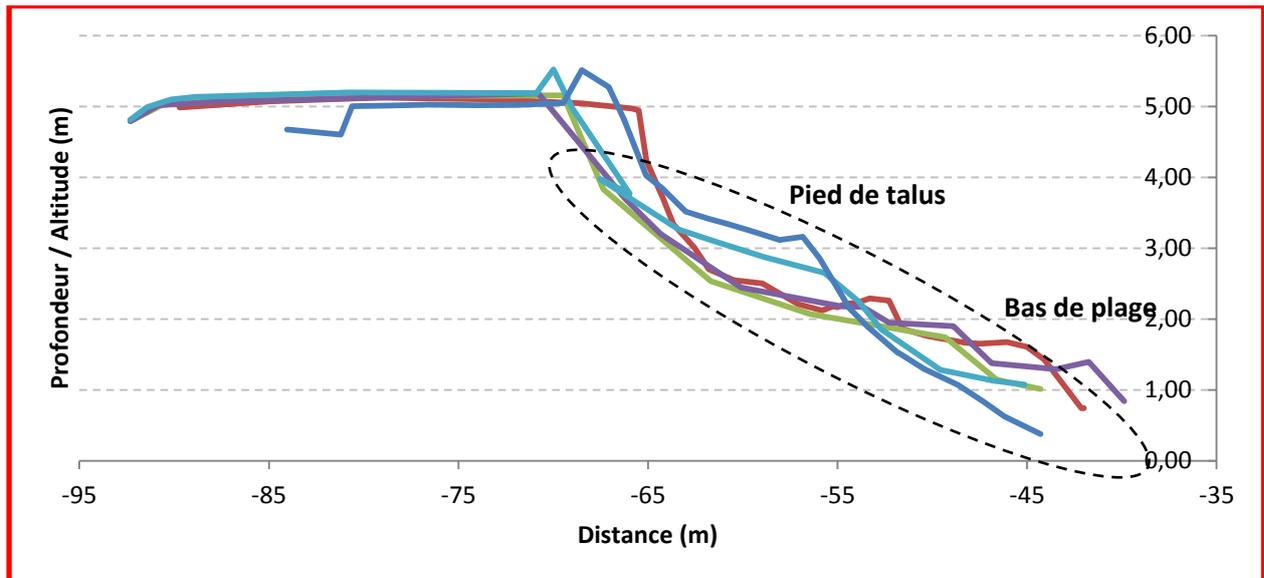


Illustration 16 – Profil topo-bathymétrique du centre-ville de Ste Suzanne (haut) et zoom sur la partie terrestre (bas)

2.3.4. Saint-André : Champ Borne

Le suivi de la côte de Saint-André est réalisé selon 1 profil topographique et 1 profil bathymétrique au niveau de Champ Borne (Illustration 17). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

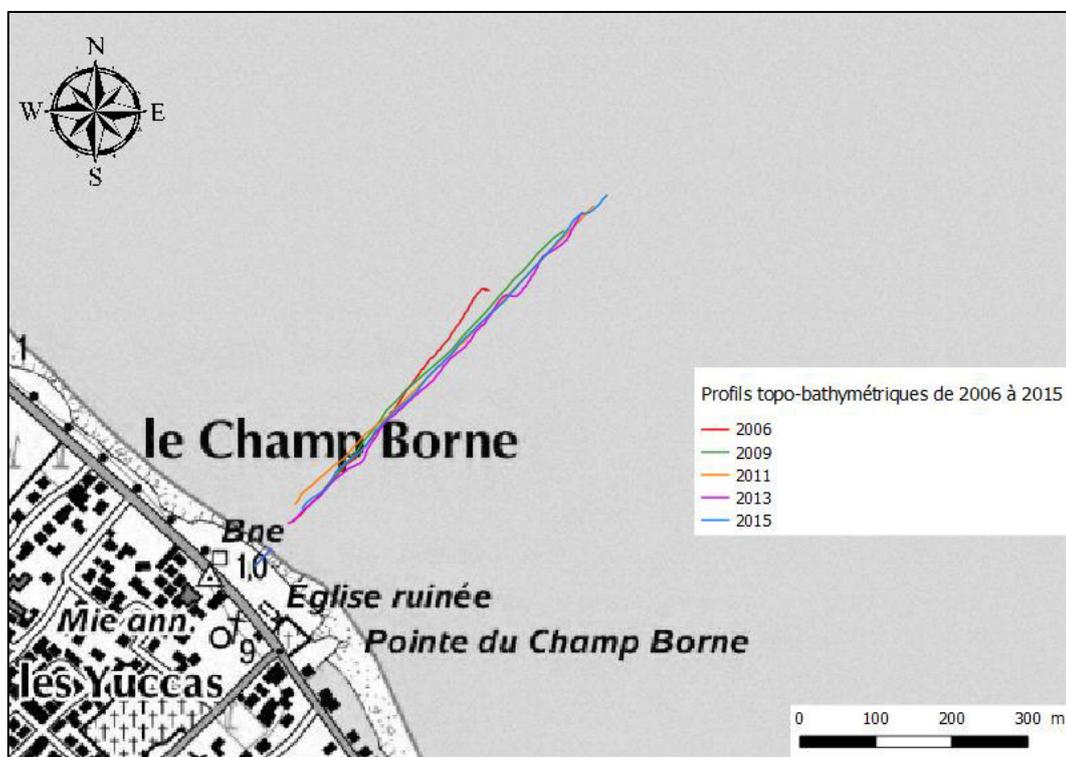


Illustration 17 – Profils de suivi du littoral de Saint-André - Champ-Borne (Fond : IGN SCAN25)

Le site du Champ Borne est caractérisé par un littoral fortement anthropisé par des activités de remblais artificiels qui sont opérés par la commune de Saint André depuis le début des années 2000. Ces remblais sont réalisés avec un matériau hétérogène, mélange de terre et de galets, issu de travaux de terrassements non déterminés. La nature même de ce matériau ne permet pas de garantir la stabilité du talus : les matériaux fins sont en effet emportés par la mer par l'effet de sapement des houles en pied du talus. Seuls les galets peuvent rester plus longtemps sur site. Les constatations sur site permettent de confirmer les signes d'érosion de la micro-falaise littorale (Illustration 18).



Illustration 18 – Signes du recul du talus

Cette perte de matériaux est compensée par un rechargement « artificiel » constant. Ce mode de gestion n'est pas une solution pérenne car les matériaux ne sont pas adaptés pour résister à l'action des vagues. La houle emporte constamment les remblais apportés par camion.

D'après l'étude sur la « Caractérisation et cartographie des aléas côtiers pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux des communes du Nord-Est de la Réunion » (Chateaminois et al. 2014), le secteur de Champ Borne appartient à une zone en vitesse de recul Fort. Dans cette étude, la dynamique naturelle du site a été déterminée en quantifiant les phénomènes érosifs sur les secteurs adjacents non perturbés par les actions anthropiques de remblaiement. Sur ces secteurs adjacents, le littoral présente un recul de 0.2m/an sur la période 1950 – 2011.

Lorsqu'on analyse l'évolution de l'indicateur du trait de côte sur ce site (Illustration 19), on peut constater une dynamique érosive du site entre 1950 et 1989, puis une inversion de la dynamique à partir de la fin des années 90. Ce changement de dynamique correspond probablement au démarrage des activités de remblaiements citées précédemment.



Illustration 19 – Evolution du trait de côte sur le secteur du champs morne Saint-André (Chateauminois et al., 2014) (fond : Ortho IGN 2012)

Un suivis de la limite du haut de talus a été effectué au travers de relevés GPS pour les années 2013 et 2015. L'illustration 20 permet d'analyser ces données qui confirment bien un phénomène de progradation de la crête du talus vers l'océan.

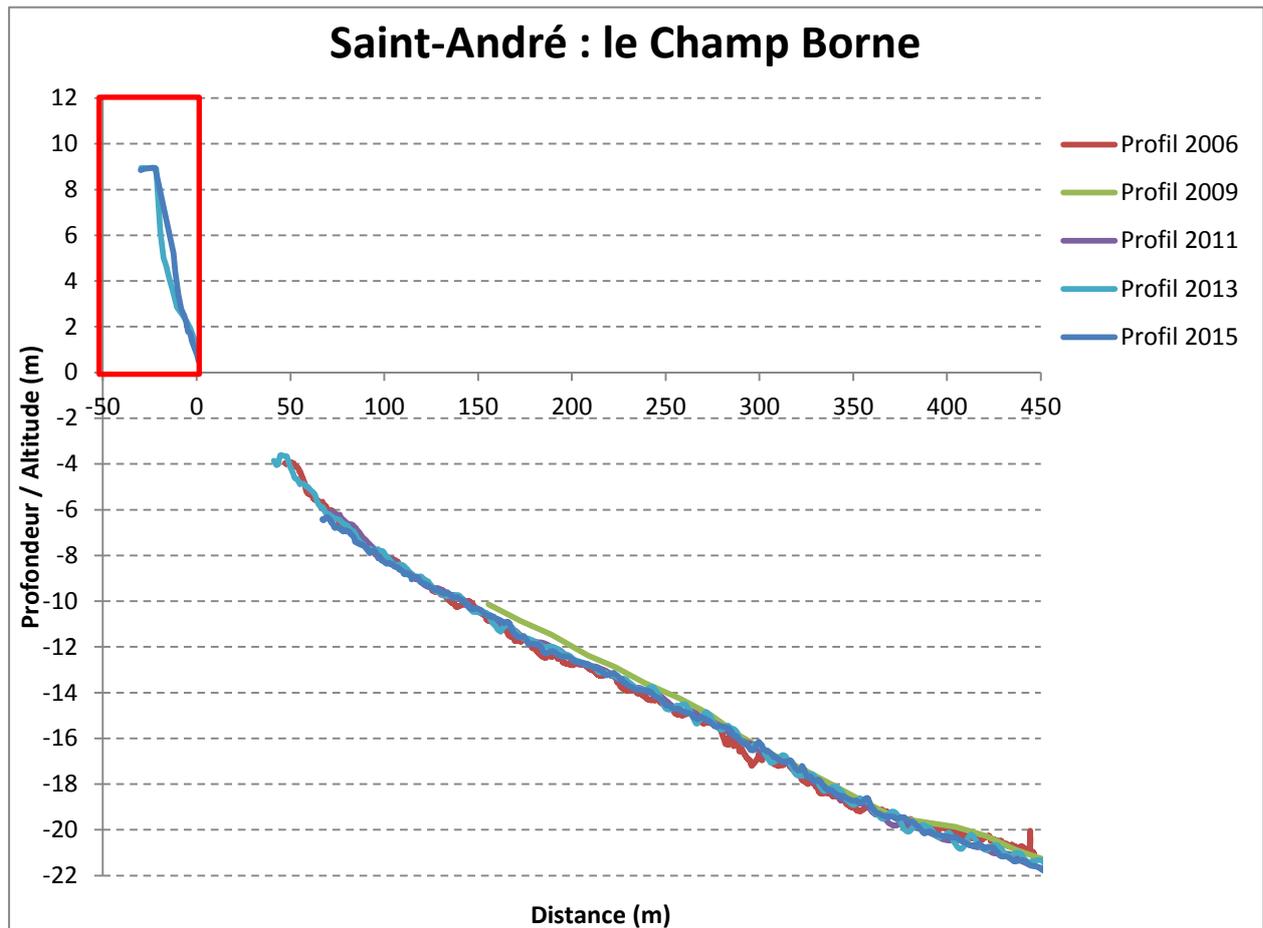


Illustration 20 – Position du haut du talus à Champ Borne en 2013 et 2015 en comparaison avec les dates antérieures avec interprétation orthophotographique (fond : Ortho IGN 2012)

L'analyse du profil bathymétrique (Illustration 21) ne montre pas d'évolution significative de la limite haute du talus de remblaiement par rapport à celui de 2013 (Illustration 21). On peut

constater une surélévation de 2 m du haut de plage se traduisant par une pente de talus plus douce en 2015 qu'en 2013. Cette constatation démontre que des apports de matériaux ont été réalisés sur la période, mais que ceux-ci ont connu des glissements par érosion en pied de la micro-falaise.

Sur la partie sous-marine du profil, on ne constate pas d'évolution majeure à court ou moyen terme, ce qui démontre que les matériaux perdus sur la partie émergée ne sont pas profitables à la partie sous-marine du site.



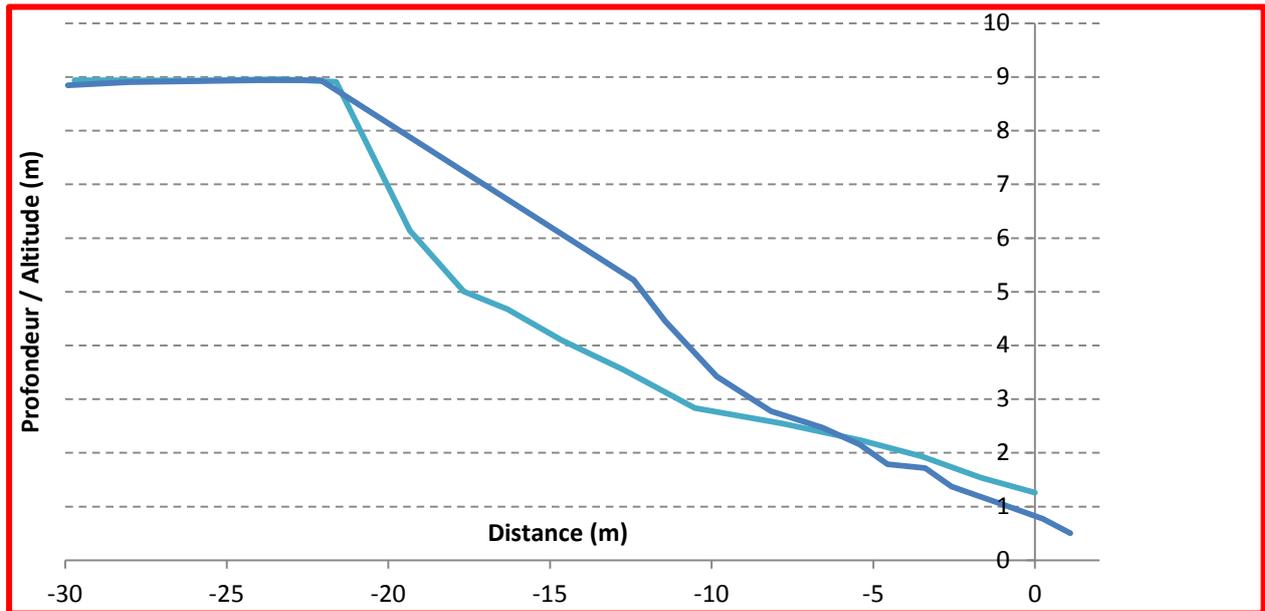


Illustration 21 – Profil topo-bathymétrique du site de Champ Borne à St André

2.3.5. Saint-Benoît : Le port du butor

Le suivi de la côte de Saint-Benoît est réalisé selon 2 profils topographiques et 2 profils bathymétriques (Illustration 22). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

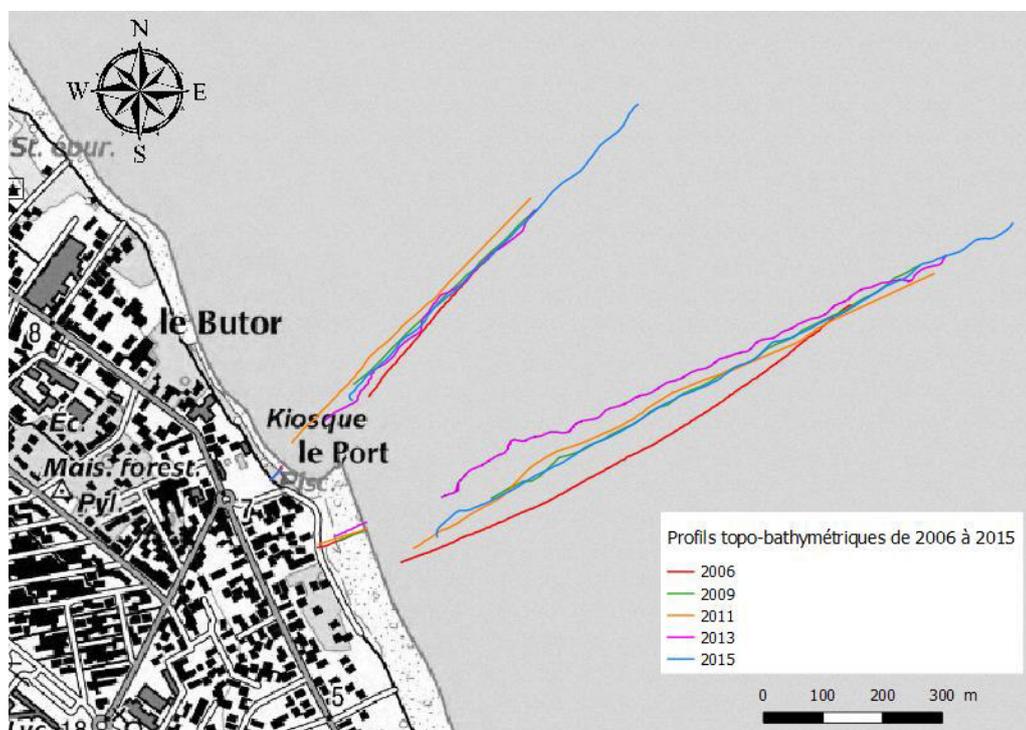


Illustration 22 – Profils de suivi du littoral de Saint-Benoît (Fond : IGN SCAN25)

Le Port du Butor à Saint-Benoit est responsable du blocage de la dérive sédimentaire Sud-Nord. Ce phénomène génère donc une accumulation de sédiments au Sud du Port et une forte érosion de la microfalaise au Nord qui provoque une mise à nu du substratum.



Illustration 23 – Accumulation sédimentaire au Sud (à gauche) et mise à nu du substratum par l'érosion au Nord du Port du Butor (à droite)

Sur la partie Sud, la tendance des années précédentes est confirmée. Les sédiments sont organisés en gradins de hauteur (7 m au maximum) et de position variable, traduisant un historique plus ou moins récent des états de mer. De manière générale, la forme de la berme de jet de rive a peu changé par rapport à 2013. La base de la berme a subi un recul de quelques mètres avec potentiellement un redressement de la pente et un transport de galets vers le haut du cordon. Même si la partie basse présente un recul par rapport à 2013, la tendance à l'accrétion à moyen terme de ce site est confirmée par les relevés (comparaison du profil par rapport à 2006).

Sur la partie sous-marine du profil Sud, on constate des différences notables entre les différentes années de mesure. De manière général, sur les 150 premiers mètres, ce profil sous-marin présente une pente moyenne de 3% jusqu'à une profondeur d'environ -14m. Un plateau sub-horizontale s'étend ensuite sur une distance d'environ 400m avant de plonger en pente forte au-delà de -40m. On peut s'interroger sur la pertinence du signal obtenu sur cette zone sub-horizontale : la mesure observée est-elle représentative de mouvements de matériaux ou s'agit-il d'un problème d'acquisition ? Les données ont été vérifiées et il semblerait qu'à part les années 2013 et 2006 lors desquelles les trajectoires d'acquisition ont dévié du profil de référence, les autres campagnes semblent relativement fiables et intercomparables. La présence de ces fortes variations pourraient donc s'expliquer par l'existence de formations sous-marines de type barres littorales sur ce plateau situé à une profondeur de -12 à -16m. A l'image des nombreuses bermes visibles sur la partie émergée du profil, et qui témoignent de l'activité intense du transport cross-shore sur ce site, il se pourrait donc que l'on soit en présence d'un phénomène de forte mobilité des barres littorales sur ce secteur.

Sur le profil Nord, on peut retrouver le même type de phénomène mais à moindre échelle sur la partie sous-marine, avec notamment l'apparition d'une dépression sur le profil bathymétrique de 2015, entre 5 et 10 m de profondeur, par rapport aux précédentes campagnes. Le même questionnement sur la pertinence du signal est posé. Le déficit sédimentaire sur la partie Nord du port pourrait expliquer le manque de mobilité des sédiments en place. La topographie émergée du profil au Nord du Butor est caractérisée par l'affleurement du substratum affecté de figures d'érosion

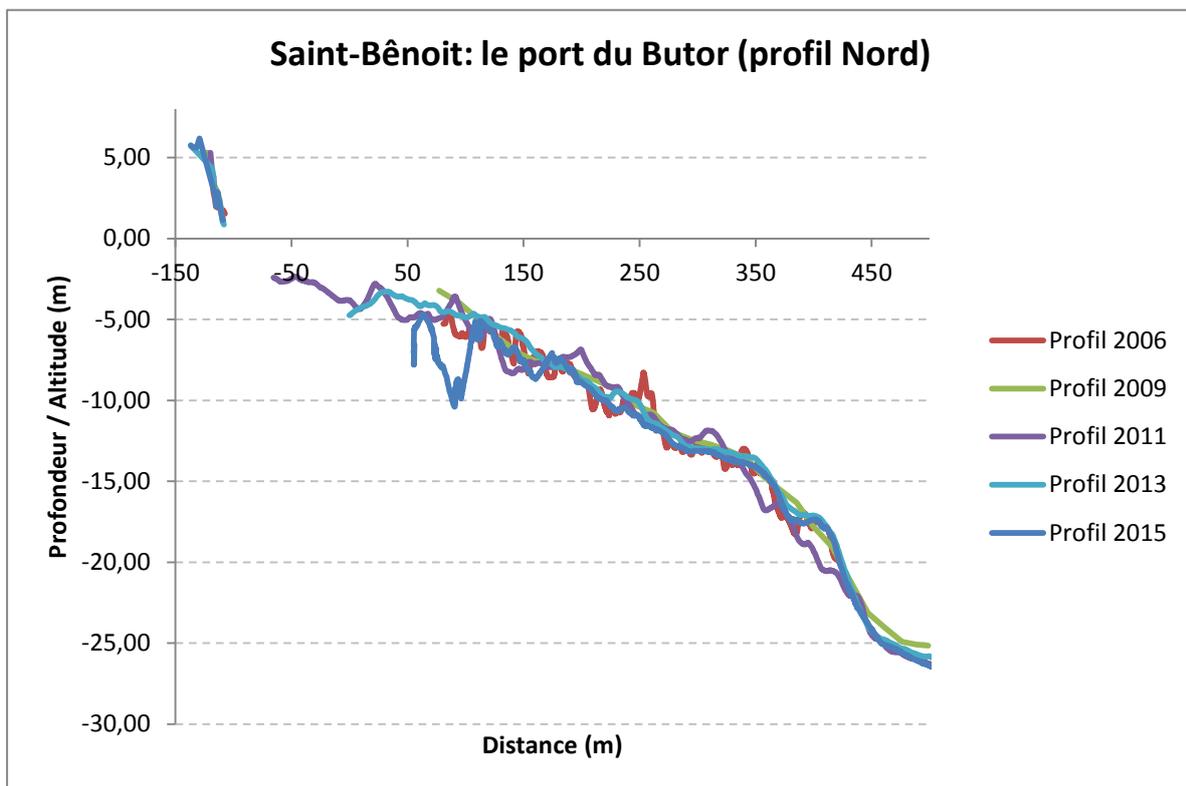
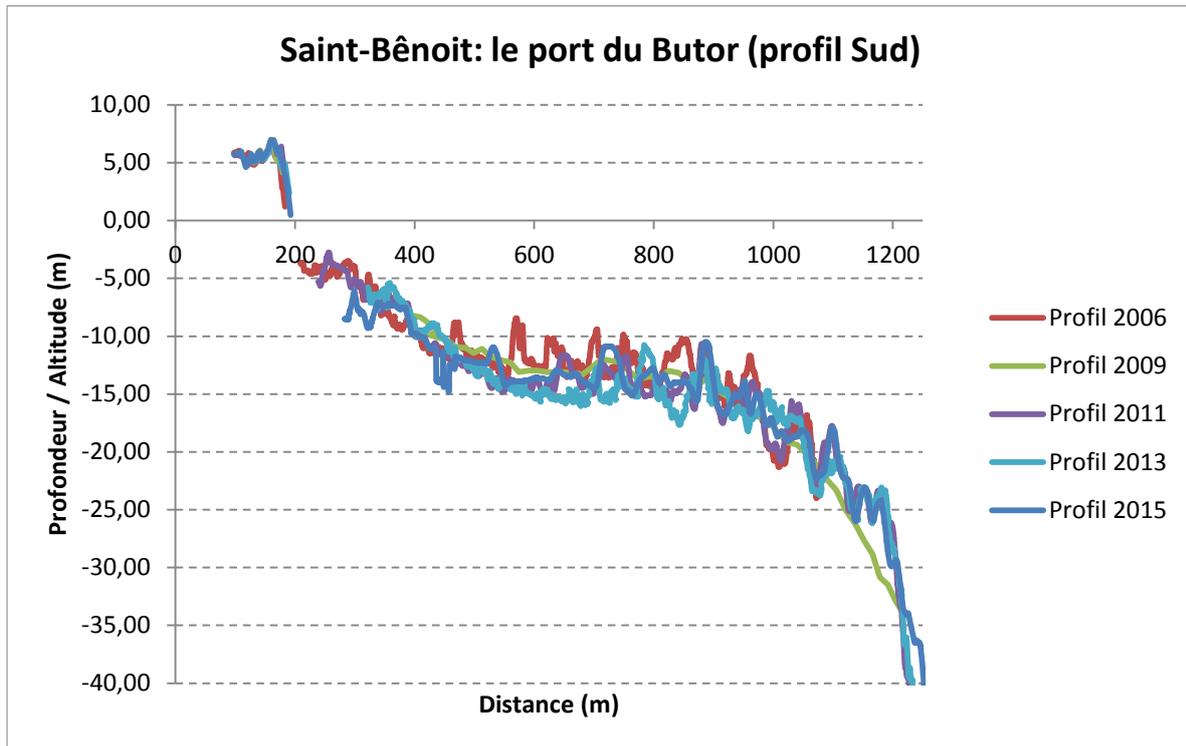


Illustration 24 – Vue d'ensemble des profils topo-bathymétriques au Sud (haut) et au Nord (bas) de la jetée du Butor à St Benoit

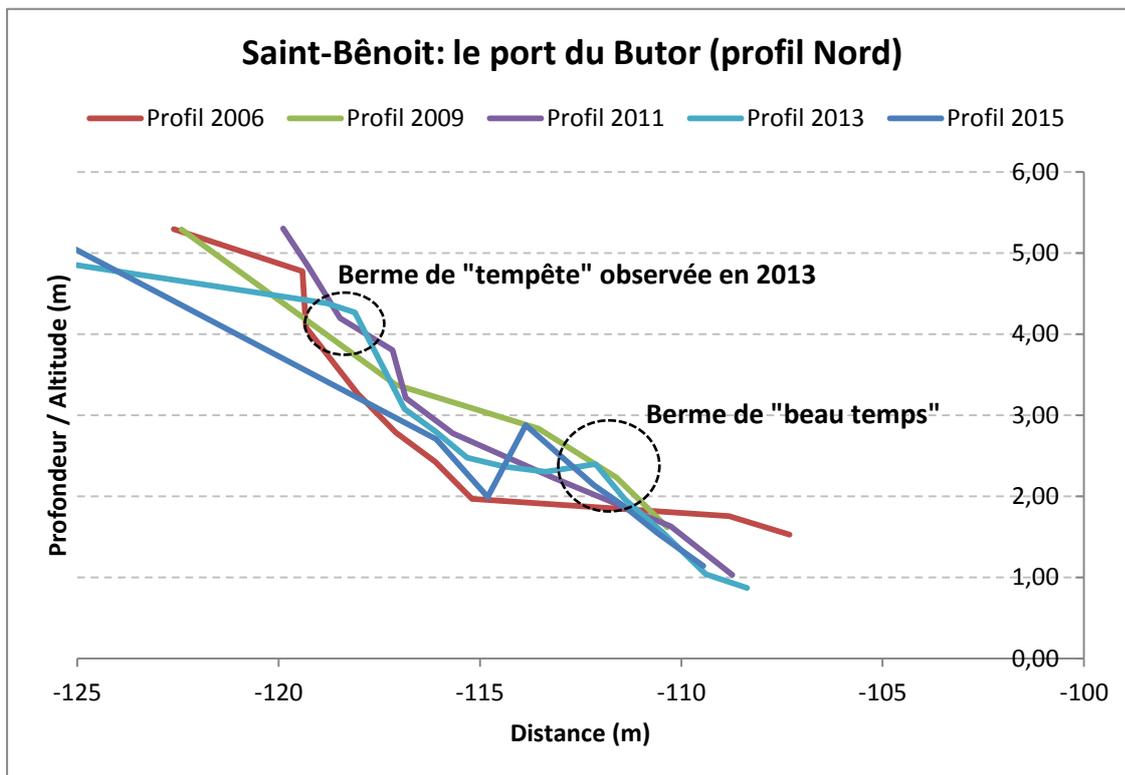
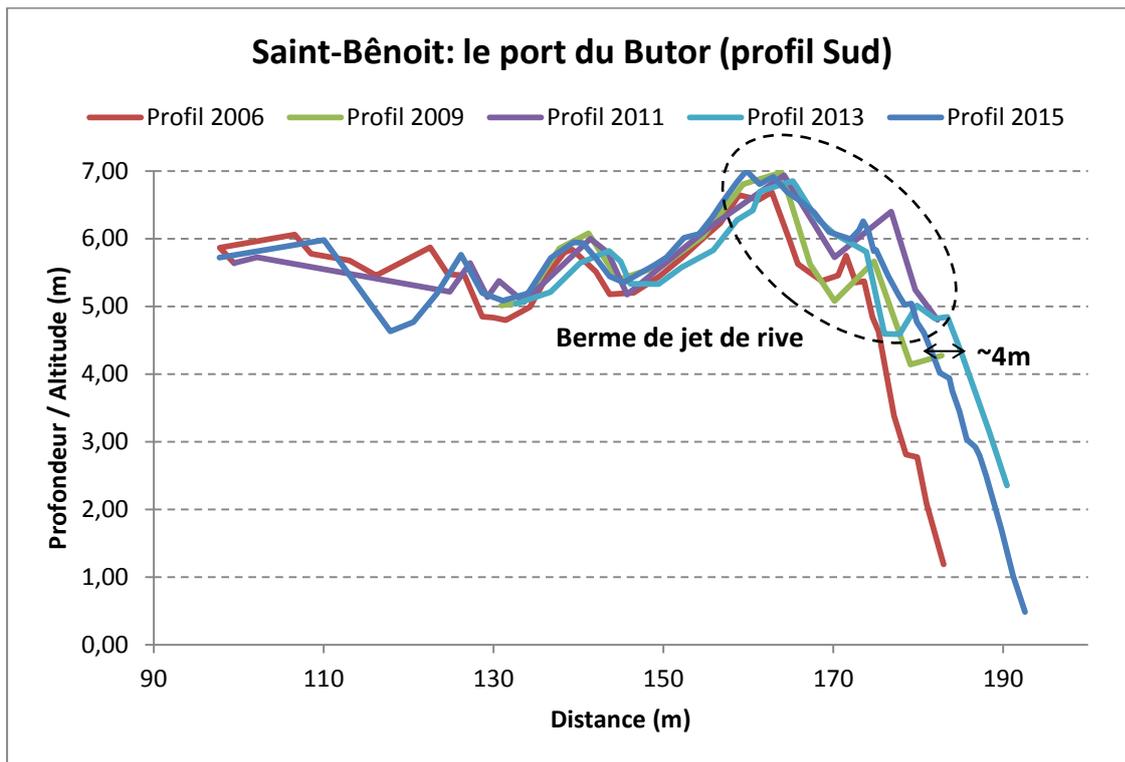


Illustration 25 – Zoom sur les profils topographiques au Sud (haut) et Nord (bas) de la jetée du Butor à St Benoit

2.3.6. Petite-Ile : Grande Anse

Le suivi de la côte de Grande Anse est réalisé selon 2 profils topographiques et 4 profils bathymétriques (Illustration 26). Les illustrations suivantes montrent les positions respectives de ces profils dans la baie de Grande Anse.

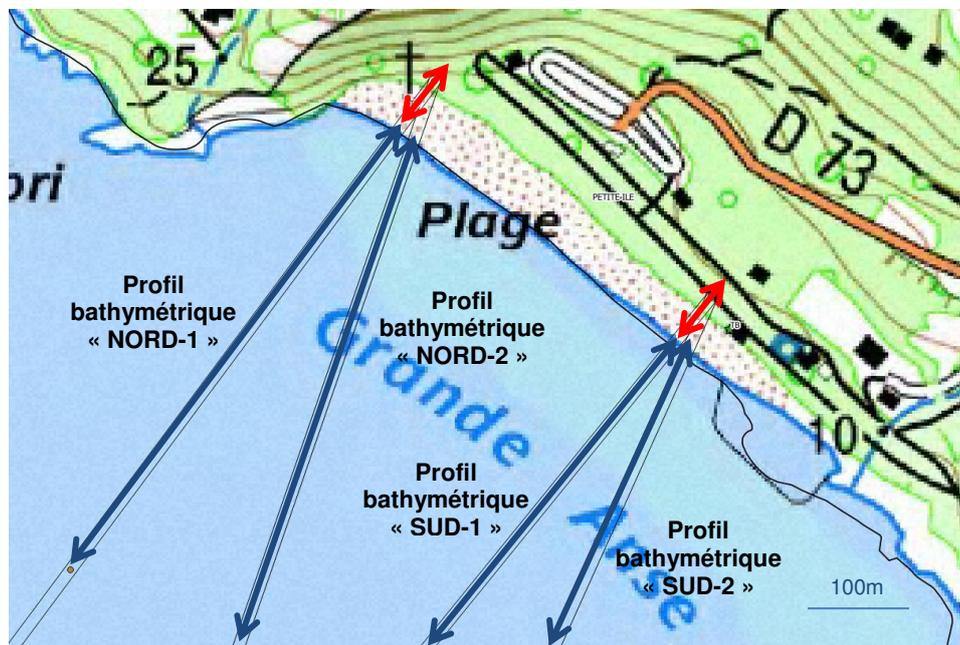


Illustration 26 – Profils de suivi du littoral de Grande Anse à Petite-ile (IGN SCAN25)

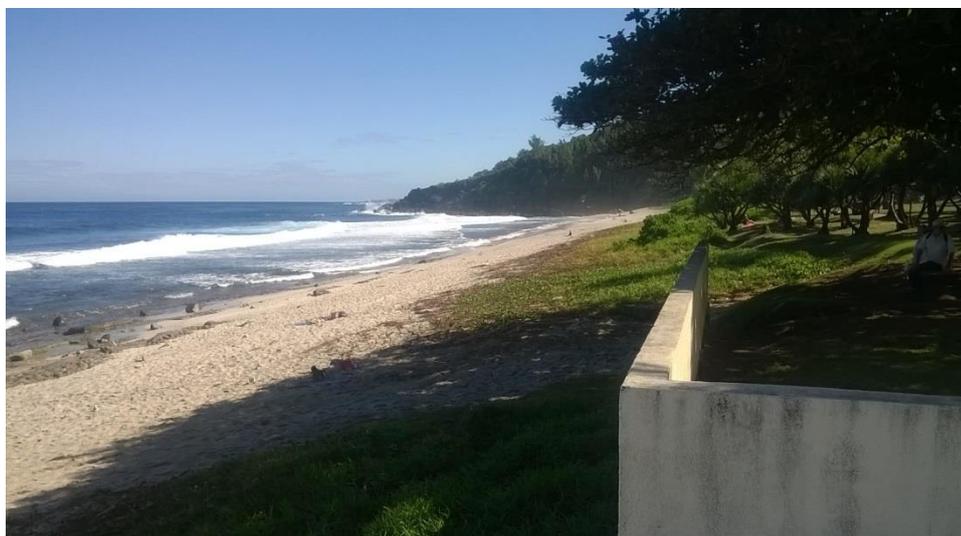


Illustration 27 : Photographie des profils topographiques Nord (en bas) et Sud (en haut) sur la plage de Grande Anse

Analyse des profils Sud

Les Illustration 28 et Illustration 29 permettent de visualiser le résultat des suivis sur les profils topographiques et bathymétriques du Sud de la baie. Le profil bathymétrique SUD-2 peut être segmenté en trois tronçons caractéristiques :

- Une première pente régulière d'environ 4 à 5% jusqu'à la profondeur de -13m
- On constate ensuite sur l'ensemble des profils un tombant subvertical d'environ 8 à 10m jusqu'à une profondeur de -22 à -23m
- Le profil reprend ensuite une pente plus douce d'environ 3 à 4% jusqu'à des profondeurs de plus de 30m

Sur le profil SUD-2, on peut constater des différences interannuelles entre les différents jeux de données. Compte tenu des profils observés, on est vraisemblablement sur une configuration de récif frangeant et du développement d'un tombant récifal. Ce type de formation sous-marine est connu et peut être observé sur d'autres secteurs de l'île. Les fonds sont généralement formés de petits canyons transversaux au trait de côte. Les crêtes des canyons sont constituées de massifs coralliens alors que les fonds sont parfois comblés de matériaux meubles (sables). De ce fait, on comprend bien qu'un suivi par profil en travers devient très sensible à la précision de la trajectoire du bateau lors du lever de terrain réalisé : un décalage de quelques mètres peut amener à mesurer une crête de canyon ou un fond de vallée. Ces considérations permettent d'expliquer en partie les écarts observés sur ces profils.

Les profils SUD-1 se montrent plus homogènes mais proposent moins de profondeur historique, ce profil ayant été instauré depuis 2013 seulement. On peut également y constater la présence d'un tombant d'une hauteur moins importante (5 m environ). Depuis 2013, de nouveaux outils de maintien de cap du navire d'acquisition ont été mis en place. Ces outils s'avèrent beaucoup plus efficaces comme en témoignent l'étroitesse du fuseau d'erreur de trajectoire sur les deux campagnes 2013 et 2015 du profil SUD-1.

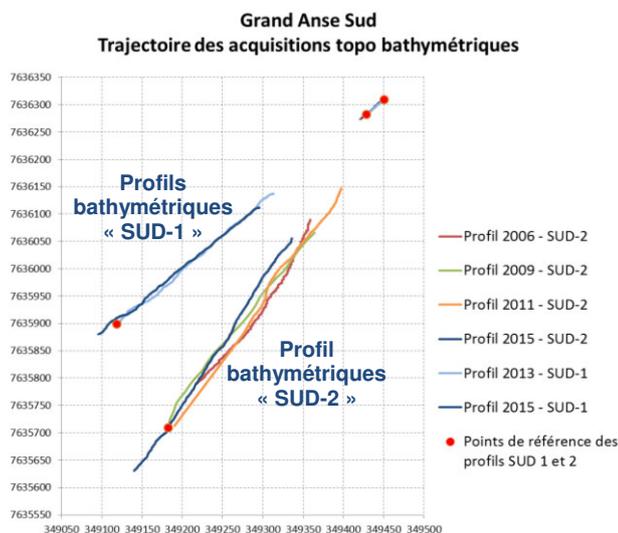


Illustration 28 – Trajectoires des acquisitions topo bathymétriques au Sud de la baie de Grand Anse

Malgré cette amélioration, des différences à petite échelle peuvent être constatées sur les profils entre 2013 et 2015. Ces variations peuvent correspondre à des variations locales du fond (patates, canyons) ou bien à un biais dans le traitement de la mesure. On peut notamment évoquer la prise en compte du roulis et tangage du bateau qui apporterait sans doute plus de finesse dans le traitement de l'information.

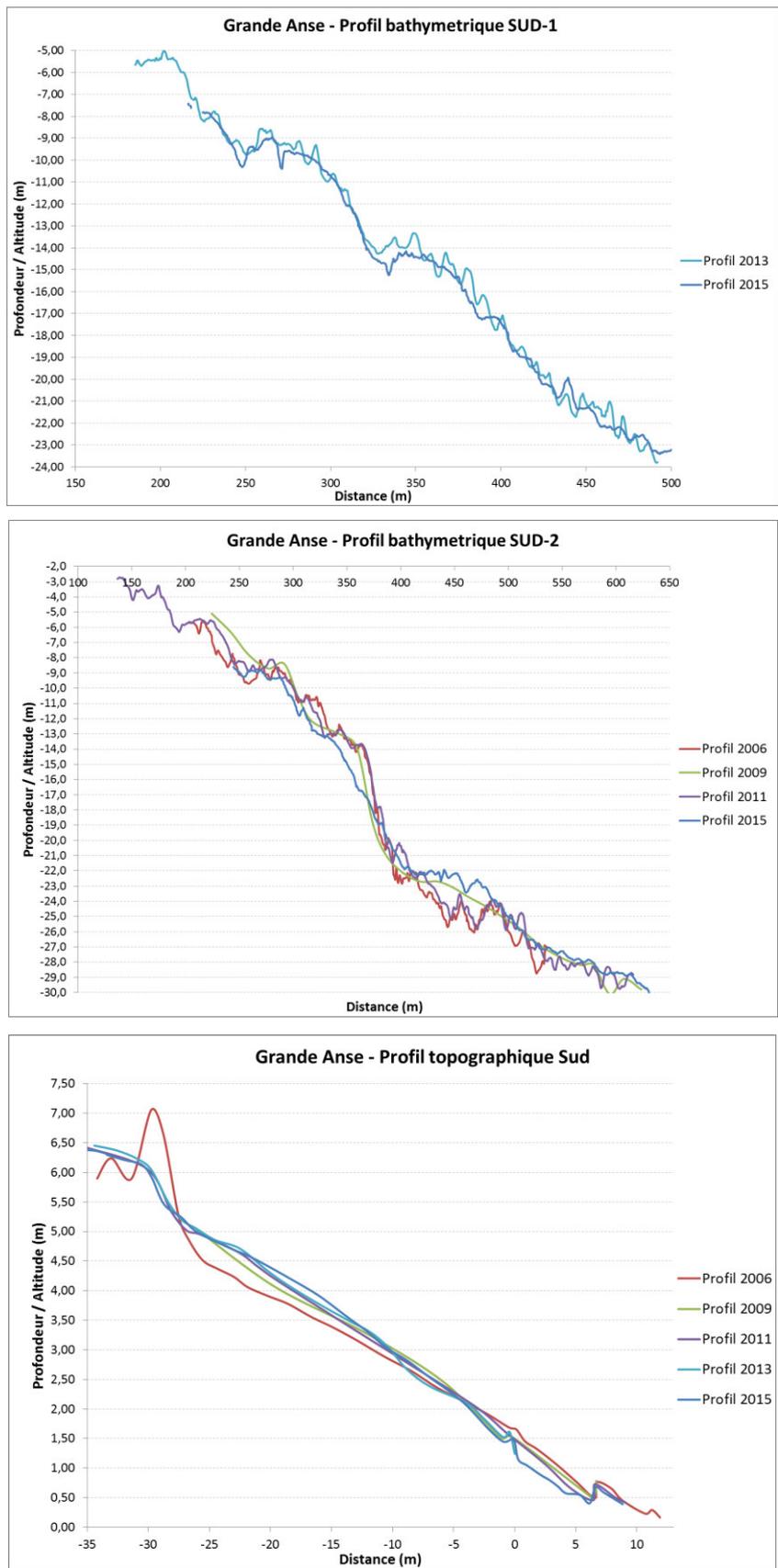


Illustration 29 – Profils bathymétriques et topographiques Sud de la plage de Grande Anse (mIGN89)

Au niveau de la plage aérienne, on constate un calage de très bonne qualité entre les différentes années de suivi. En effet, sur la partie basse du profil, le levé se réalise sur une dalle de beach-rock qui est très bien représentée par l'ensemble des profils (abscisse entre 6 et 7m).

Sur les 10 ans de suivi, ce profil a connu un point de basculement autour de l'altitude +2.00mIGN89. La partie basse de la plage a connu une légère érosion (jusqu'à 30 à 40cm en altimétrie), au profit de la partie haute du profil qui s'est élevé de 10 à 50cm localement. On peut constater néanmoins qu'un bourrelet dunaire de haut de plage est visible en 2006 et disparaît ensuite. Il est peut être à l'origine de l'engraissement du haut de plage.

Analyse des profils Nord

Les Illustration 30 et Illustration 31 permettent de visualiser le résultat des suivis sur les profils topographiques et bathymétriques du Nord de la baie.

Les deux profils bathymétriques Nord présentent une pente régulière de 4 à 5%. On ne constate pas la présence d'un tombant comme c'est le cas sur les deux profils Sud. Seul le profil Nord-1 présente un petit ressaut bathymétrique de 2m de haut entre -6 et -8m.

Sur les deux profils bathymétriques, l'ensemble des données se tient dans une enveloppe verticale d'un mètre en moyenne. On constate toutefois l'existence de variations interannuelles à des échelles géographiques très localisées : obstacles ou ressauts d'ordre métrique horizontalement et verticalement. Comme pour le Sud de la baie, on peut penser que le fond est tapissé de micro-canyons perpendiculaires au trait de côte ou de massifs coralliens qui donnent au fond une forte hétérogénéité bathymétrique. Cette hétérogénéité du fond est donc très complexe à restituer compte tenu de la méthode utilisée (profils bathymétriques) qui induit des approximations dans la chaîne d'acquisition à plusieurs niveaux:

- Les imprécisions liées à la trajectoire du bateau. Cette remarque est d'autant plus vraie pour les campagnes antérieures à 2013 (Illustration 30). Depuis cette date, des solutions ont été mises en place pour reproduire précisément la même trajectoire à chaque passage
- Les imprécisions liées au roulis et tangage.

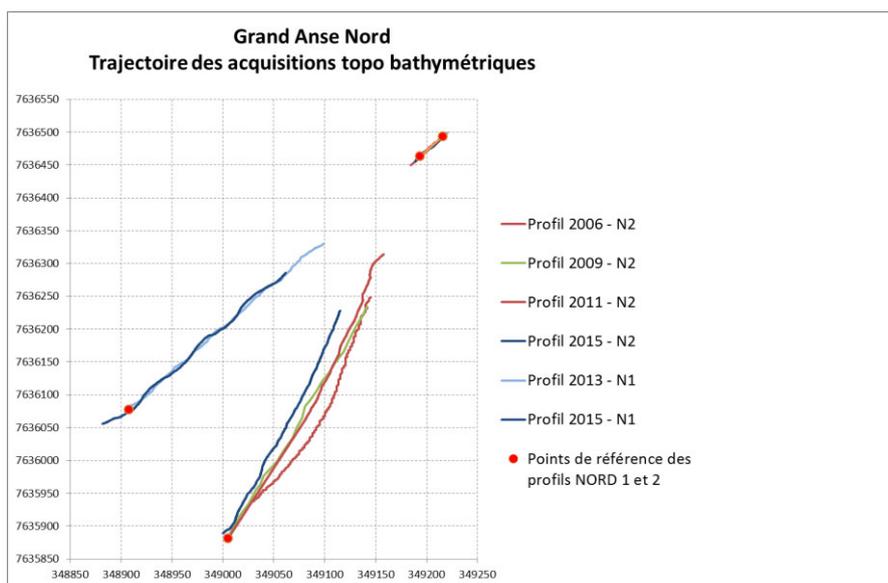


Illustration 30 – Trajectoire des acquisitions topo-bathymétriques – Grand Anse Nord

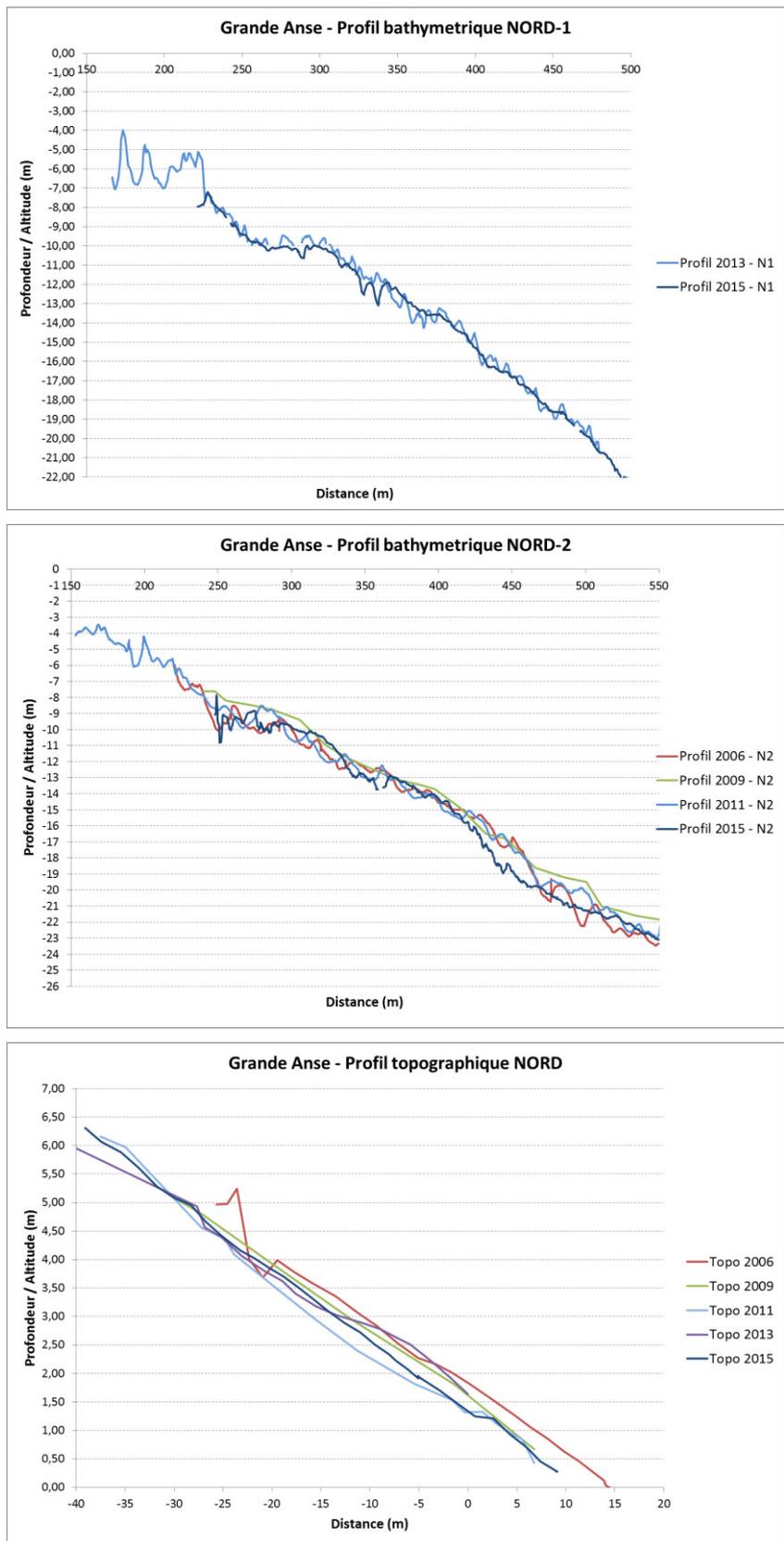


Illustration 31 – Profils bathymétriques et topographiques Nord de la plage de Grande Anse (mIGN89)

L'analyse du profil topographie de la plage émergée au Nord de Grande Anse (Illustration 31) montre un cordon littoral plutôt marqué par l'érosion sur la période 2006-2015, avec une perte d'épaisseur allant jusqu'à 50cm sur les parties basse et médianes. C'est en 2011 que le profil a présenté son état le plus érodé. Le profil s'est ensuite ré-engraissé pour atteindre en 2015 une situation intermédiaire entre 2006 et 2011. Lors des dernières campagnes, sur la partie basse du profil, les mesures se réalisent directement sur le beach-rock mis à nu dans la zone de swash. On peut constater qu'en 2006, le beach-rock était recouvert d'environ 50cm de sable.

Sur la partie haute du profil, un embryon dunaire présent en 2006 a ensuite disparu pour laisser place à une plage de pente homogène et régulière.

2.3.7. Saint-Pierre : La plage

Le suivi de la côte de Saint-Pierre est réalisé selon 1 profils topo-bathymétrique (Illustration 32). L'illustration suivante montre la position de ce profil.

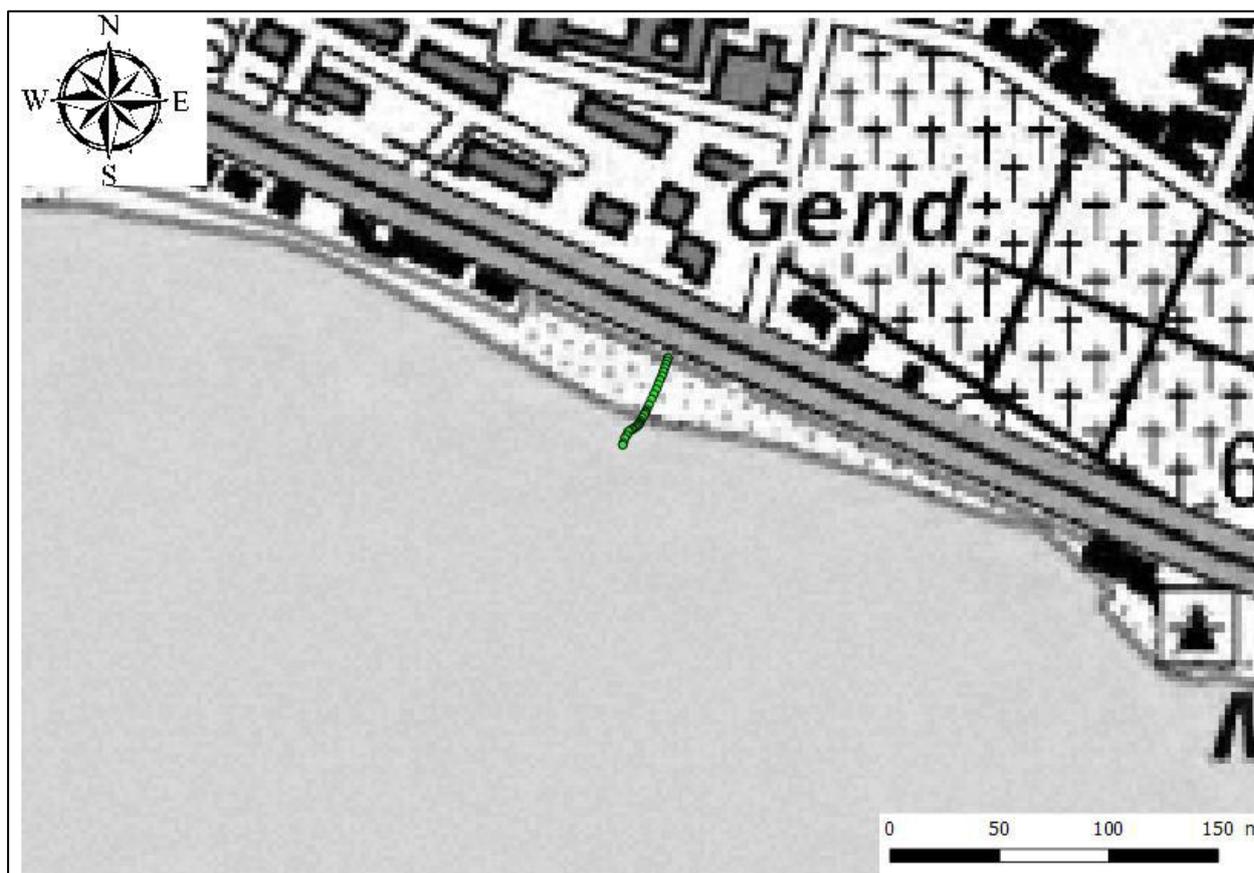


Illustration 32 – Profil de suivi du littoral de Saint-Pierre – La Plage (Fond : IGN SCAN25)

La plage de St Pierre dans le secteur de la Gendarmerie est marquée par une érosion qui se caractérise par un abaissement de son altitude et un redressement de son profil (Illustration 33).



Illustration 33 – Pente de la plage en 2013

Cette plage montre un profil assez raide : 10% pour les années antérieures à 2006, et 14% après l'année 2006 (Illustration 34). On peut constater la présence de deux configurations très différentes entre ces deux périodes : sur sa partie basse, la plage a perdu plus de 1m d'épaisseur de sable. Il est peut être possible d'attribuer ces fortes modifications de topographie à l'évènement de houles australes de mai 2007 qui a fortement marqué le Sud de l'île et procuré de nombreux dégâts sur le littoral. Sur la période post 2006, on peut constater que le profil présente toujours une dynamique d'érosion (perte encore environ de 50cm par rapport à 2006), mais dans une moindre mesure. Le profil de 2015 reste toutefois, avec celui de 2011, celui présentant le profil d'élévation le plus bas et érodé de la série. La tendance pour 2015 est donc toujours proche des tendances des années précédentes.

Le profil de 2002 semble sortir du faisceau de mesure et pourrait être erroné.

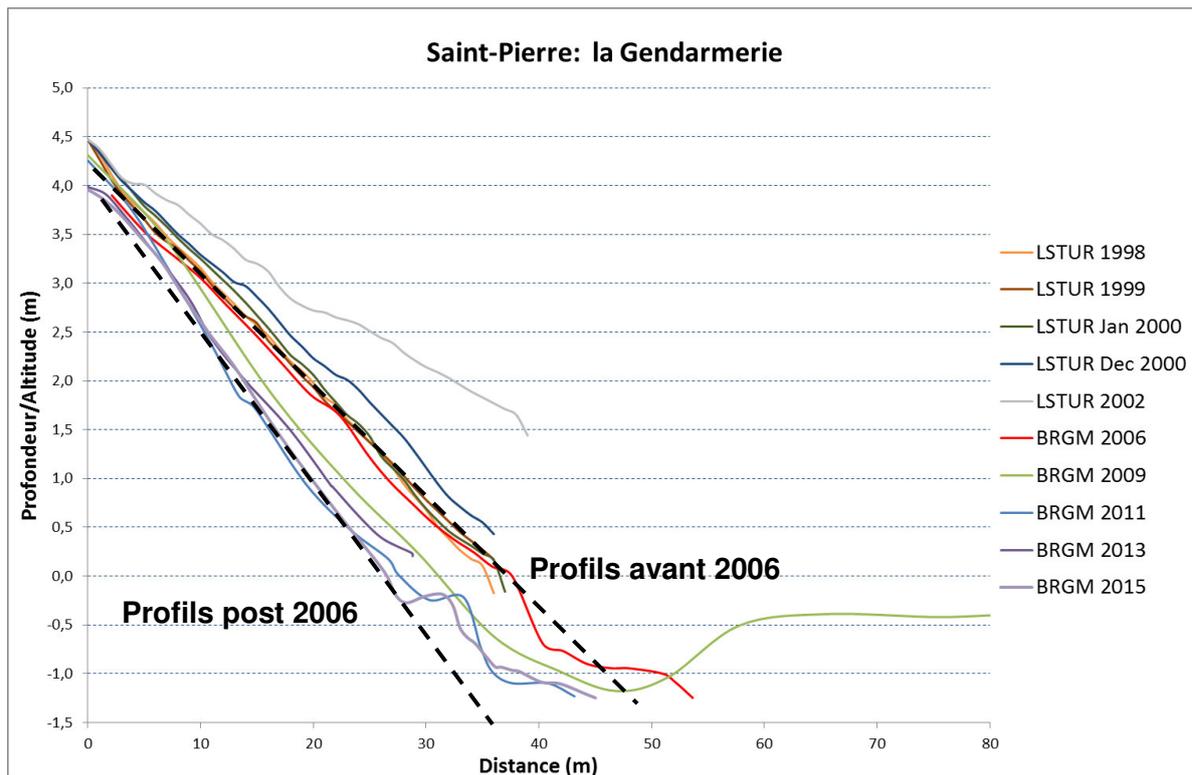


Illustration 34 – Profil topographique de la plage de St Pierre dans le secteur de la Gendarmerie. En pointillés noir une bathymétrie moyenne homogène entre deux groupe de profils : (1) avant 2006, (2) après 2006. En bleu : migration d'une micro bute de sédiments vers la plage.

Le profil de 2015 confirme les observations réalisées en 2011 et 2013. Sur la partie sous-marine du profil (Illustration 34), une petite dépression située à -1.2m laisse ensuite place à un platier sub-horizontale de grès de plage situé à environ -0.5m.

2.3.8. Saint-Pierre : la Pointe du Diable

Le suivi de la côte de Saint-Pierre à la Pointe du Diable est réalisé selon 1 profil bathymétrique (Illustration 35). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

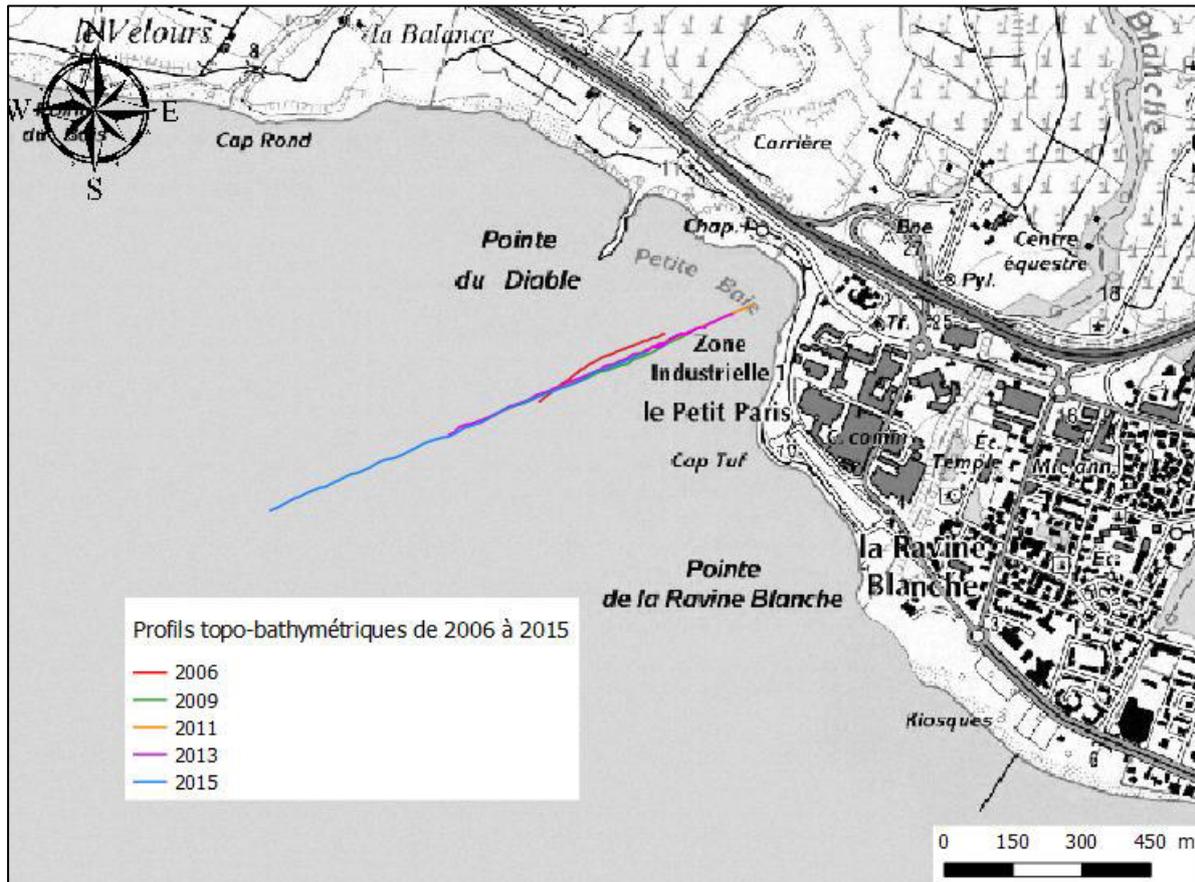


Illustration 35 – Profils de suivi du littoral de Saint-Pierre à la Pointe du Diable (Fond : IGN SCAN25)

Analyse de la dynamique de falaise

Le site de la Pointe du Diable est caractérisé par une falaise à recul composée de matériaux tendre (tuf) coiffé par une coulée massive (Illustration 36). Cette falaise est sujette à un recul lié des phénomènes d'éboulement. Les instabilités sont engendrées par l'érosion différentielle des dépôts pyroclastiques (Tufs) sensibles à l'érosion, entraînant le sous-cavage de la coulée basaltique en tête de falaise.



Illustration 36 – Déstabilisation récente d'un pan de falaise de la Pointe du Diable

Bien que la falaise présente des signes de déstabilisation récente (Illustration 36), l'inaccessibilité de la bordure immédiate de la tête de falaise pour des raisons de sécurité et la marge d'incertitude de l'ortho-interprétation, ne permettent quantifier avec précision le recul de crête de falaise (Illustration 37).

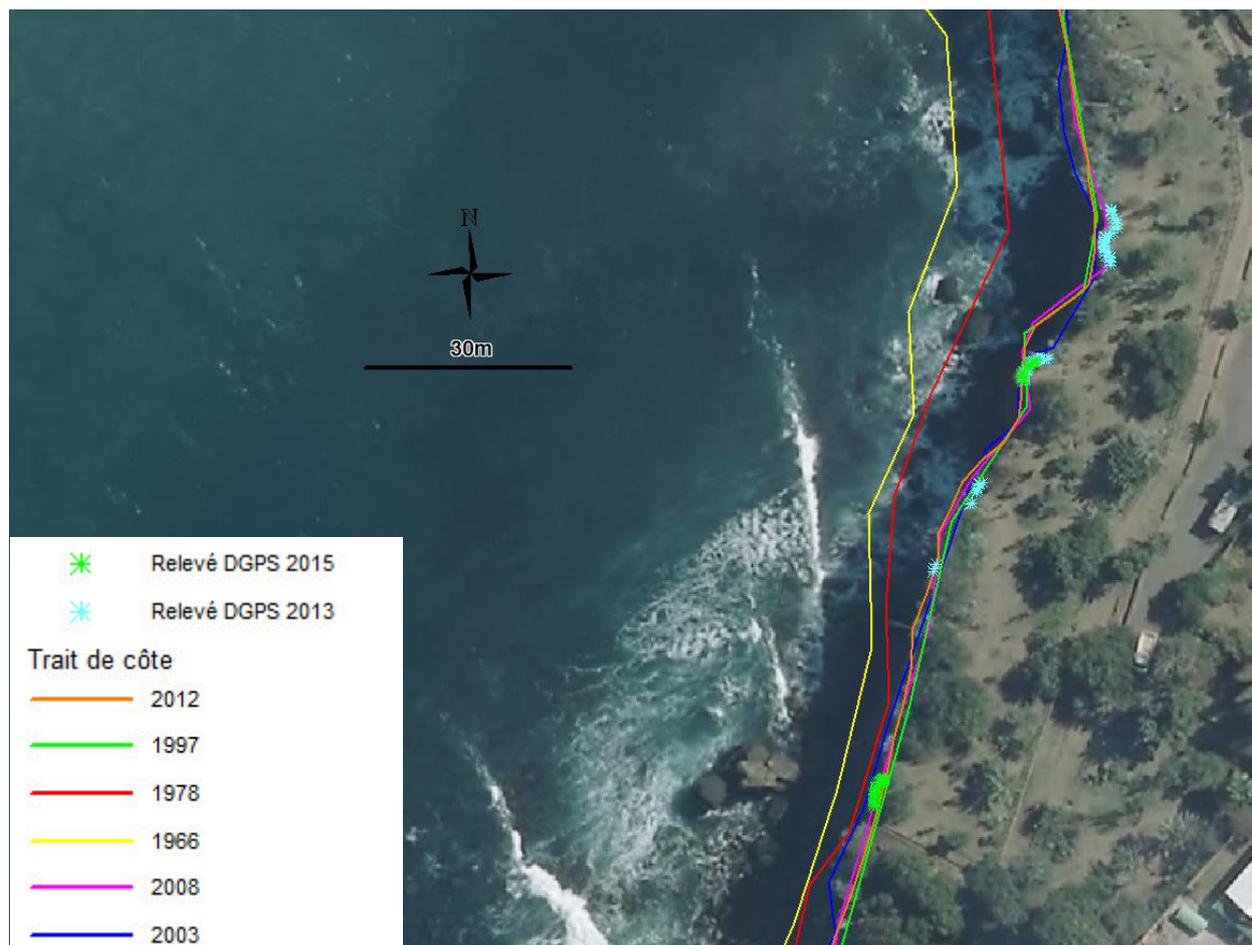


Illustration 37 – Position de la limite haute de l'abrupt de la falaise en 2013 par rapport aux limite du trait de côte de dates antérieures (orthophotographie IGN 20012)

Analyse de la bathymétrie

Le profil bathymétrique montre peu d'évolution (

Illustration 38). L'ensemble des profils évoluent dans une enveloppe de ± 1 m autour d'un profil moyen. On constate toutefois des variations interannuelles sur les profils. Les écarts observés peuvent être expliqués par les différences de trajectoire d'acquisition du bateau entre les années, et par l'absence de correction du roulis/tangage dans le post traitement des données.

Sur les profils réalisés, on peut toutefois observer une bute sous-marine d'environ 1m de hauteur entre -6.0m et -7.0m sur les profils 2011 et 2013. Cette bute sous-marine n'est plus observable en 2015. À part cette observation, ce site ne semble pas présenter de dynamique sédimentaire sous-marine importante, ni de lien avéré entre la dynamique de la falaise et les

petits

fonds

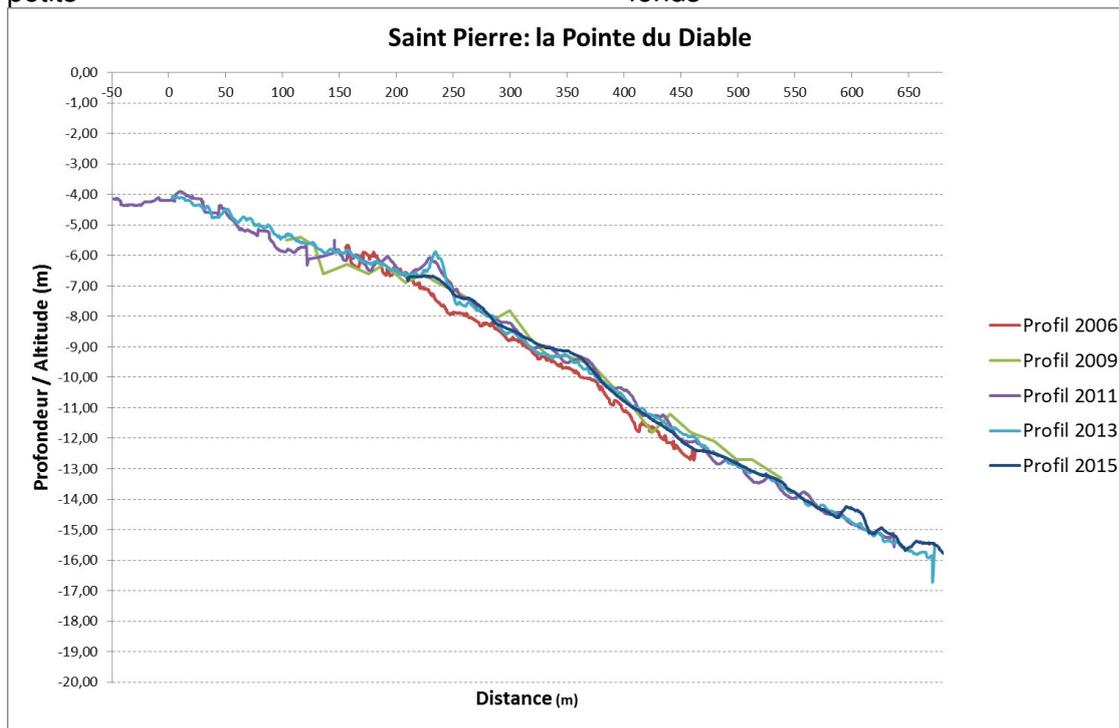


Illustration 38).

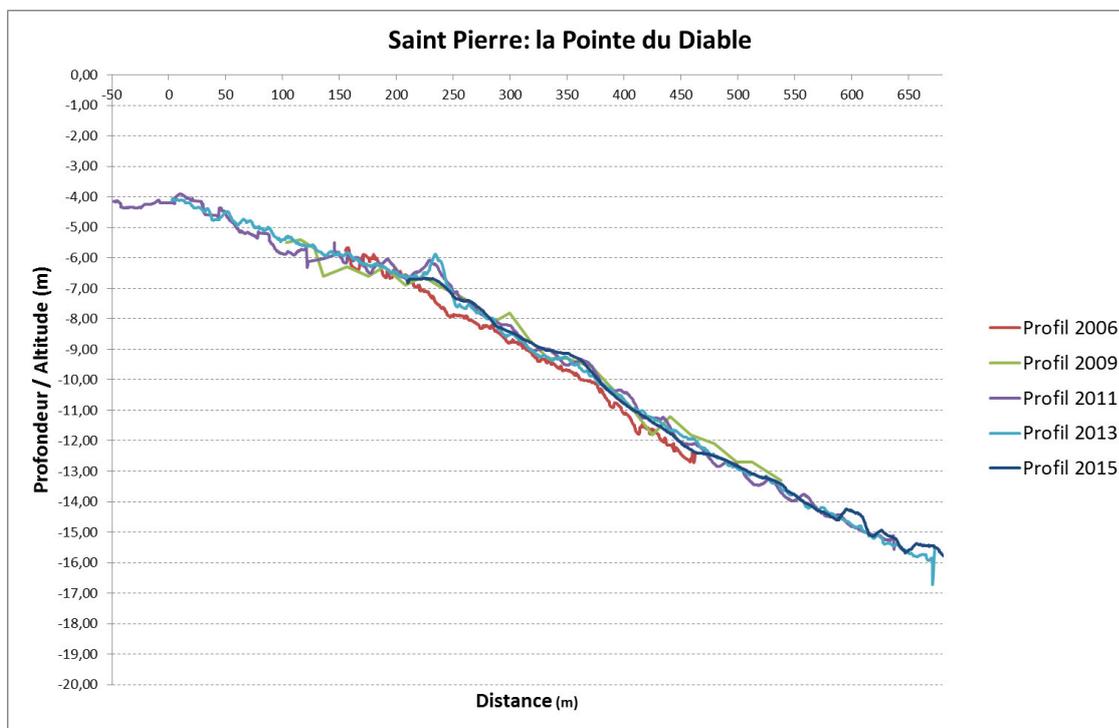


Illustration 38 – Profil bathymétrique du site de la Pointe du Diable à St Pierre

2.3.9. Étang Salé les bains : Bassin Pirogue

Le suivi de la cote à l'Étang Salé est réalisé selon 1 profil topo-bathymétrique dans le bassin Pirogue (Illustration 39). L'illustration suivante montre la position de ce profil.



Illustration 39 – Profil de suivi de la cote de l'Étang Salé – Bassin Pirogue (Fond : IGN SCAN25)

Le secteur de « Bassin Pirogue » à l'Étang Salé présente une plage relativement étroite, limitée en arrière par des aménagements : mur de soutènement et habitations (Illustration 40).



Illustration 40 – Plage du Bassin Pirogue à Etang Salé les bains en juin 2015

En 2015, le profil topographique ne semble pas avoir connu un changement substantiel par rapport aux années précédentes (Illustration 41). Depuis 2006, seul un comblement important la partie médiane du bassin peut être constaté, sur une épaisseur d'environ 50cm. Au niveau de la plage émergée, celle-ci semble avoir connu une érosion verticale d'environ 50cm par rapport à 2013. Cette dynamique n'est pas négligeable et est donc à surveiller. La plage reste toujours très étroite à cause des aménagements urbains présents en haut de plage.

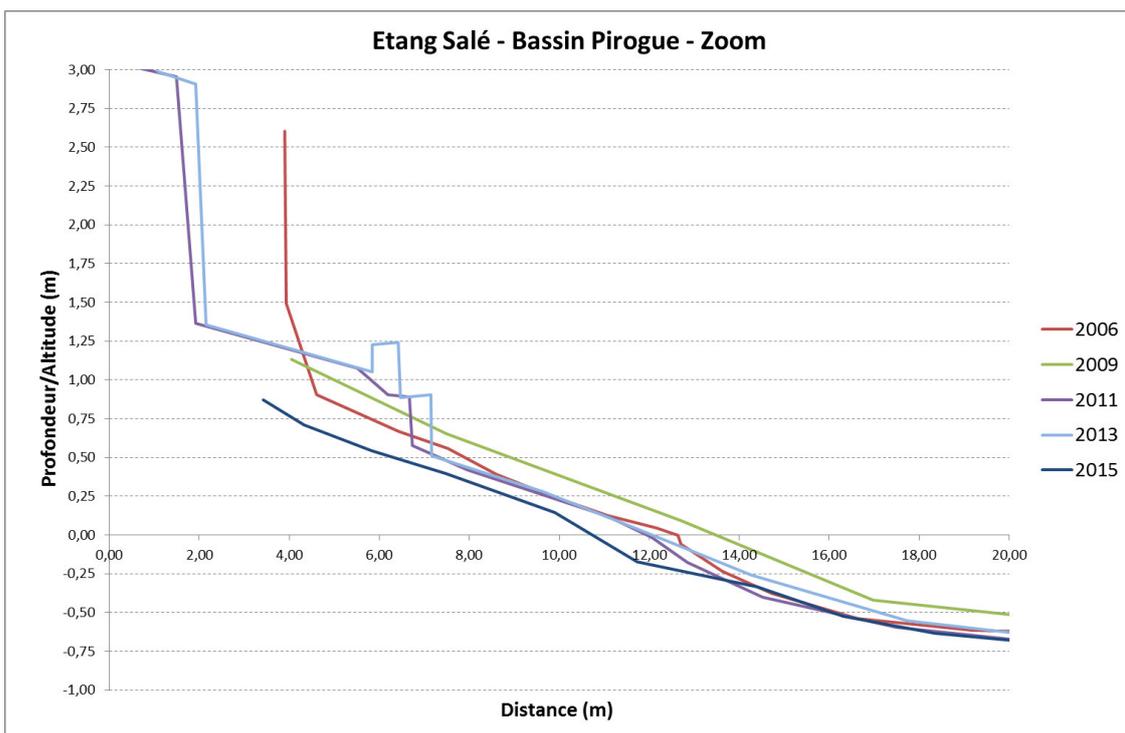
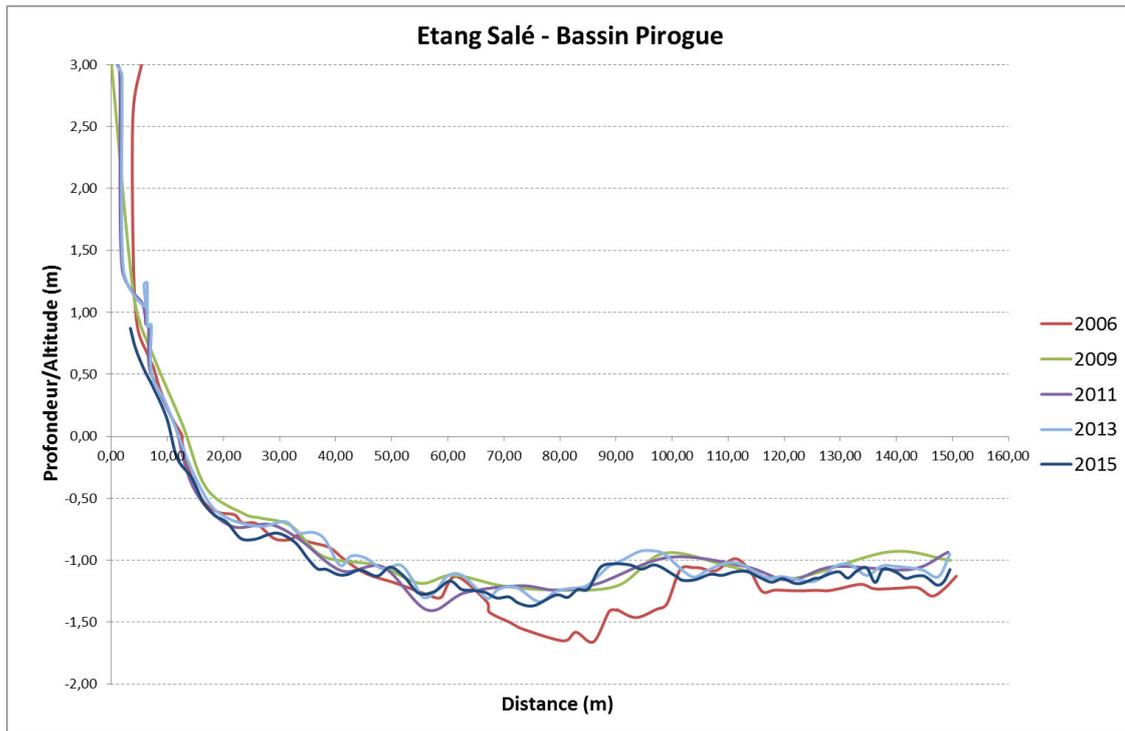


Illustration 41 – Profil topographique de la plage du Bassin Pirogue à Etang Salé les bains

2.3.10. Saint-Paul : l'Ermitage

Le suivi de la plage de l'Ermitage est réalisé selon 1 profil topo-bathymétrique (*Illustration 42*). L'illustration suivante montre la position de ce profil.

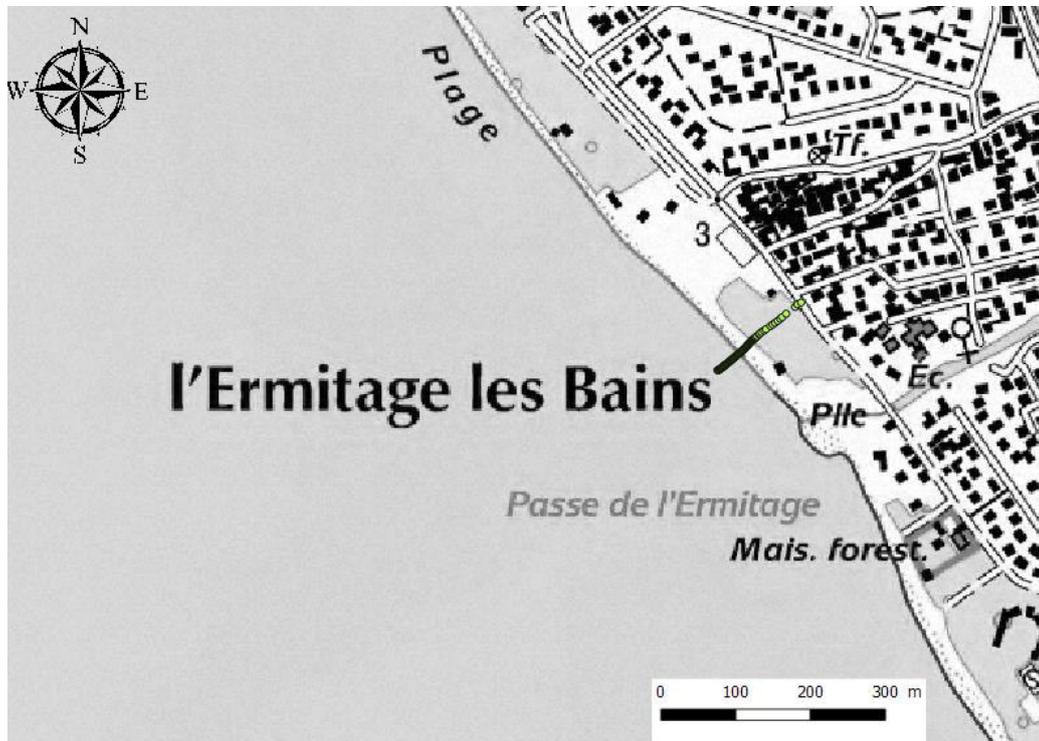


Illustration 42 – Profil de suivi de la Plage de l'Ermitage (Fond : IGN SCAN25)

Le profil de l'Ermitage se situe au niveau du poste de surveillance de la baignade.





Illustration 43 – Plage de l'Ermitage à Saint Paul le 3 juillet 2015

Le profil réalisé en 2015 a été ajouté à la base de données (Illustration 44). Le profil de la plage émergée de 2015 semble très proche de celui de 2013. Un très léger glissement du profil vers le bas peut être observé avec quelques centimètres de plus dans les petits fonds au dépend de la partie haute du profil.

Le site semble stable mais vulnérable aux événements extrêmes cyclones et/ou houles australes pouvant générer des érosions significatives telles qu'observées entre 2006 et 2009.

L'érosion du haut de plage observée en 2011, pourrait être liée au passage du cyclone Giovani en février 2011 au Nord de La Réunion.

L'abaissement des petits fonds observés en 2009 pourrait être quant à lui attribué au passage du Cyclone tropical intense Gaël à l'Ouest La Réunion.

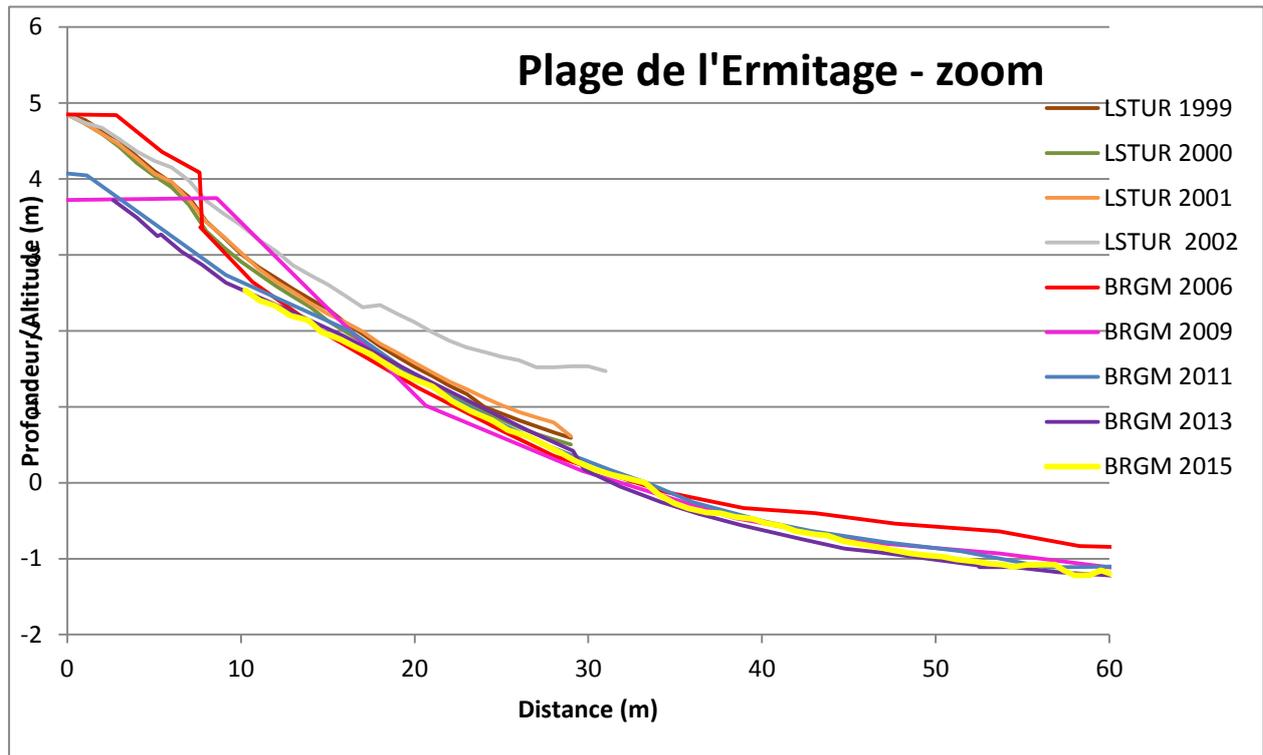
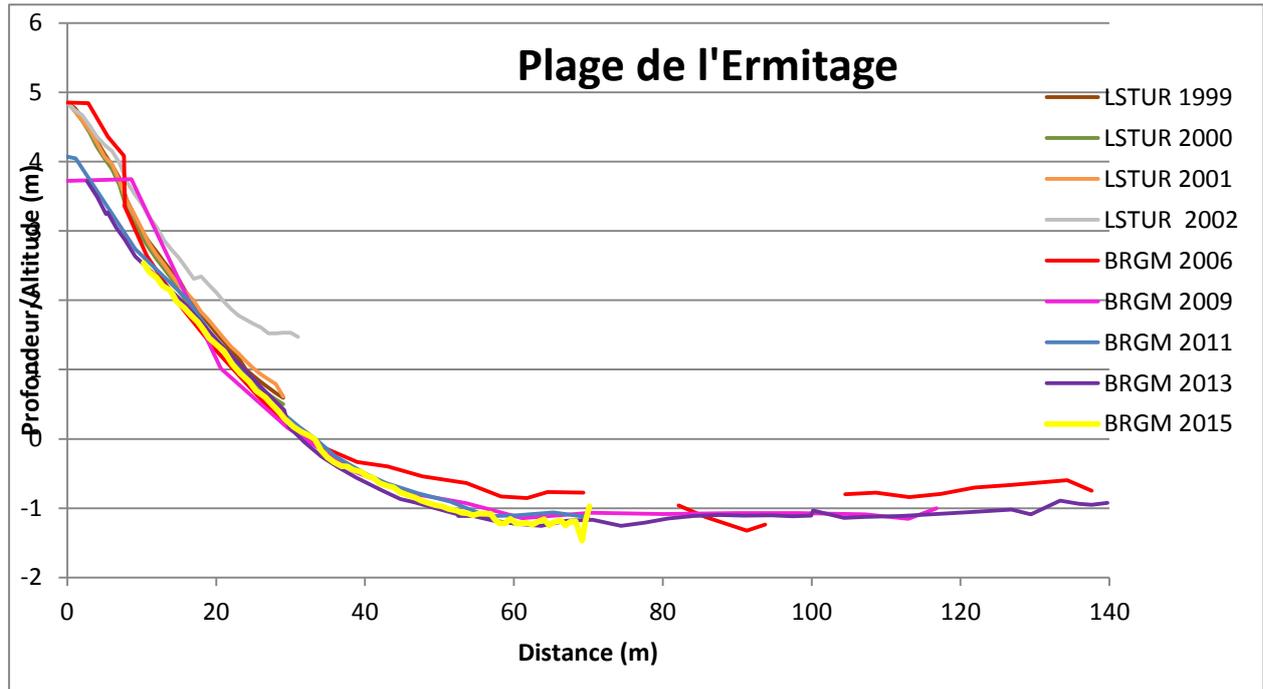


Illustration 44 – Profils topographiques de la plage de l'Ermitage

2.3.11. Saint-Paul : la baie

Le suivi de la côte de la Baie de Saint-Paul est réalisé selon 3 profils topographiques et 3 profils bathymétriques (Illustration 45). L'illustration suivante montre les positions respectives de ces profils.

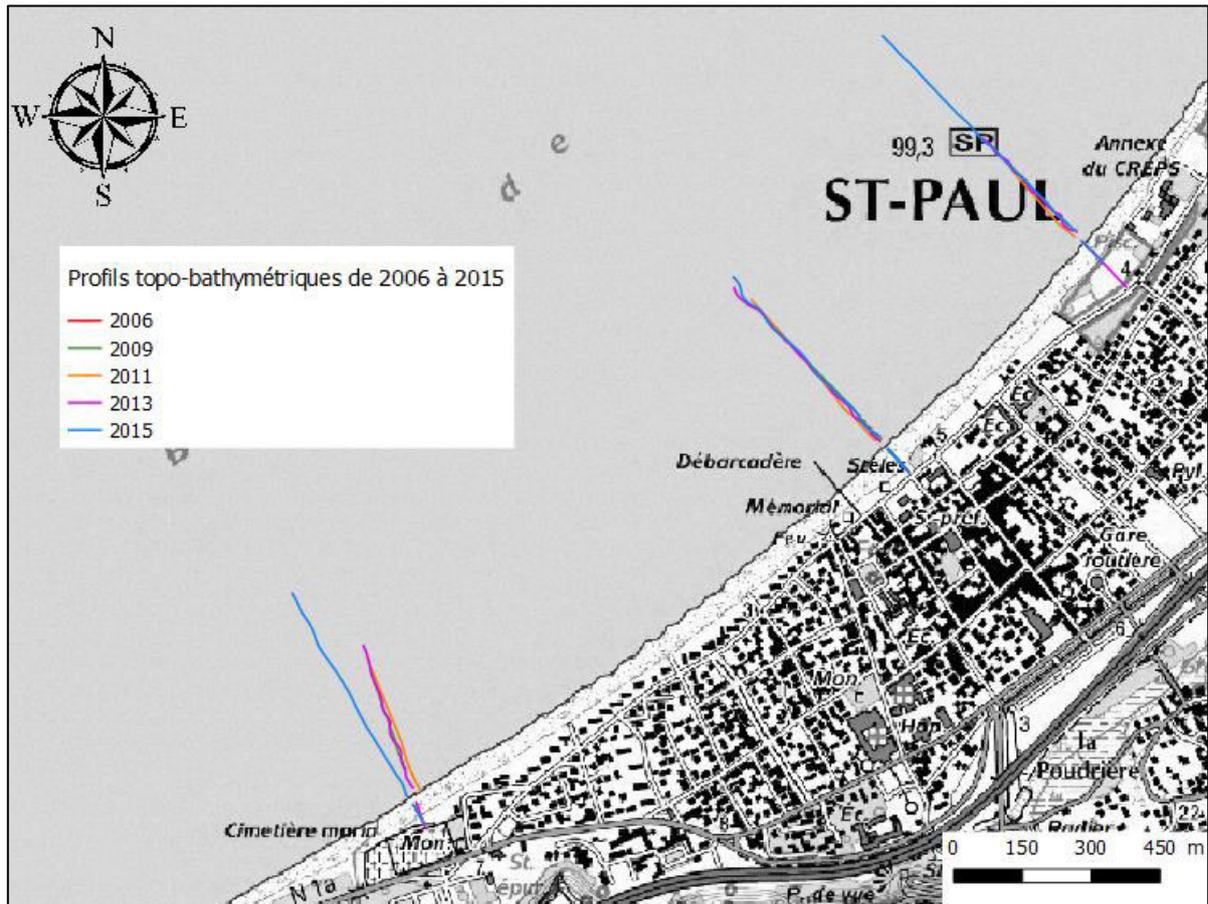


Illustration 45 – Profils de suivi du littoral de la Baie de Saint-Paul (Fond : IGN SCAN25)

Les trois profils topo bathymétriques de la baie de Saint Paul ont pu être réalisés en 2015, et ont été intégrés à la base de données. Les profils topographiques sont réalisés au niveau du cimetière, du centre-ville de Saint Paul, et au niveau du CREPS (Illustration 46). Les résultats des profils sont visibles dans l'illustration 47.



Illustration 46 – Plage de la baie de St Paul en Juin 2015 – Partie Sud au droit du cimetierre (en haut), partie centre au droit de l’esplanade (au milieu) et partie Nord avant le CREPS (en bas)

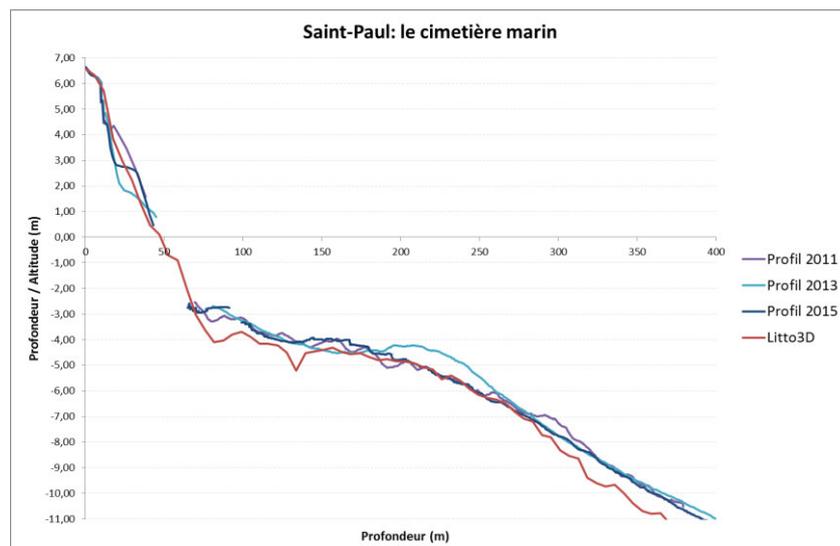
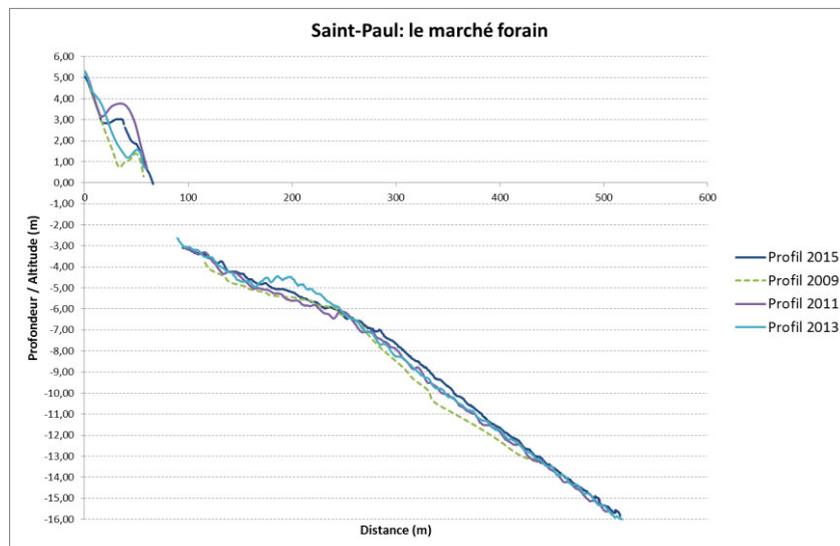
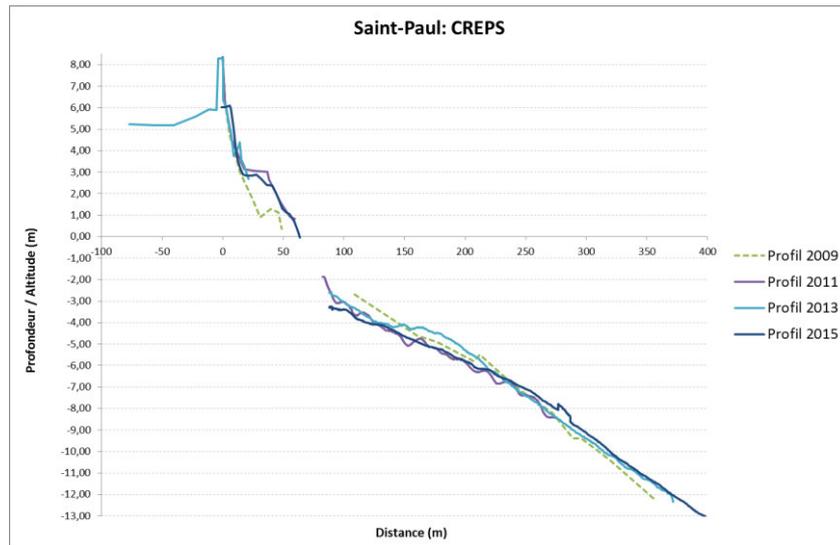


Illustration 47 – Profils topo-bathymétriques au Nord (en haut), au centre (au milieu) et au Sud (en bas) de la baie de St Paul

Le précédent rapport OBSCOT faisait référence aux effets des cyclones GAMEDE (2007), DUMILE (2012) ET FELLENG (2013). La baie de Saint Paul a en effet connu une érosion importante en 2007 suite au cyclone GAMEDE puis une phase de reconstruction naturelle, accompagnée par un rechargement en sable provenant du creusement du Port Est et des protections ponctuelles par les riverains.

Les effets des cyclones DUMILE ET FELLENG ont pu être constatés sur les profils de 2013 avec la formation d'une barre littorale sous-marine située entre -4 et -5m. Une quantité importante de matériaux a été arrachée de la partie aérienne de la plage de Saint Paul pour être transporté vers les petits fonds sous la forme d'une barre d'avant côte.

En 2015, on peut constater que cette formation sous-marine a de nouveau disparu, retrouvant une situation proche de 2011. On peut constater par ailleurs que la plage aérienne a connu une forte reconstitution sédimentaire sur les trois profils étudiés.

Compte tenu du manque de données plus fréquentes, il n'est pas possible d'associer ces mouvements de sédiments à un évènement météorologique particulier. On peut bien entendu noter l'impact potentiel du cyclone BEJISA début 2014, mais cet évènement, compte tenu de sa trajectoire et son intensité, aurait plutôt eu tendance à générer les mêmes effets que DUMILE et FELLENG, alors qu'on constate en 2015 un phénomène plutôt inverse de disparition de cette barre littorale. L'acquisition de données plus fréquentes associée à l'analyse de données de forçage (houle, période, direction) devrait permettre d'apporter des éléments d'interprétation de ces mouvements sédimentaire. C'est dans cette optique que le projet RENOVRISK TRANSFERT a été conçu et devrait démarrer en 2017.

2.3.12. Le Port : la pointe des galets

Depuis 2013, le site de la pointe des galets a fait l'objet d'importants travaux de rechargement et de reconstitution des butes de protection existantes en haut de plage (Illustration 48). La brèche qui existait dans la protection et avait été identifiée en 2013 a été comblé par un merlon de matériau. Ces matériaux proviennent apparemment des travaux de dragage de la passe du Port Ouest.



Illustration 48 – Merlon de matériau permettant le colmatage d'une brèche dans le dispositif de protection de haut de plage au niveau de la Pointe des Galets au Port

La comparaison des limites du jet de rive au niveau de la Pointe met en évidence un recul de l'ordre de 200m en 50 ans. À plus court terme, on remarque une forte évolution de la position du trait de côte imputable aux événements cycloniques de début 2013 et 2014 (Illustration 49).

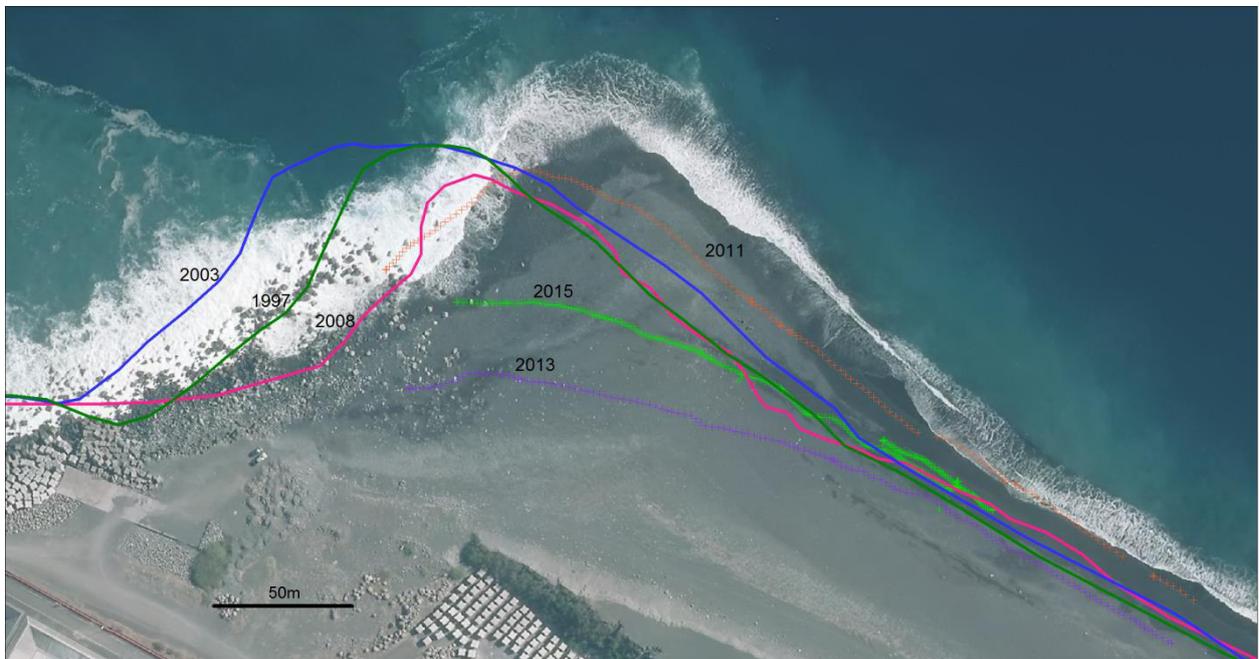


Illustration 49 – Position de la limite du jet de rive en 2011, 2013 et 2015 levé par DGPS (traits pointillés) et du haut du talus en 1997, 2003 et 2008 identifiés par photo interprétation (traits pleins) (fond ORTHO IGN 2012)

Les stocks de remblais continuent également à s'éroder, le haut du versant de celle située à proximité de la Pointe ayant reculé d'environ 5 à 10m depuis 2013 (Illustration 50).



Illustration 50 – Limites de haut de talus relevé au DGPS, en orange 2011, violet 2013, vert 2015 (fond ORTHO IGN 2012)

Le profil topographique indique clairement la poursuite du recul du talus entre 2013 et 2015 avec -10 m au pied du versant (Illustration 52). L'écart de recul entre le haut et le bas du versant s'explique par le raidissement de la pente. Du fait des dépôts de sédiments issus de la butte, le haut du cordon est légèrement plus engraisé qu'en 2011. Cependant, la partie inférieure du cordon connaît une perte d'épaisseur notable (entre 1 et 2 m).

La partie sous-marine du profil est nettement marquée par un abaissement de plusieurs mètres dans les petits fonds avant la rupture de pente vers les grands fonds, ce qui équivaut à un retour à la position de 2009 (post-GAMEDE).

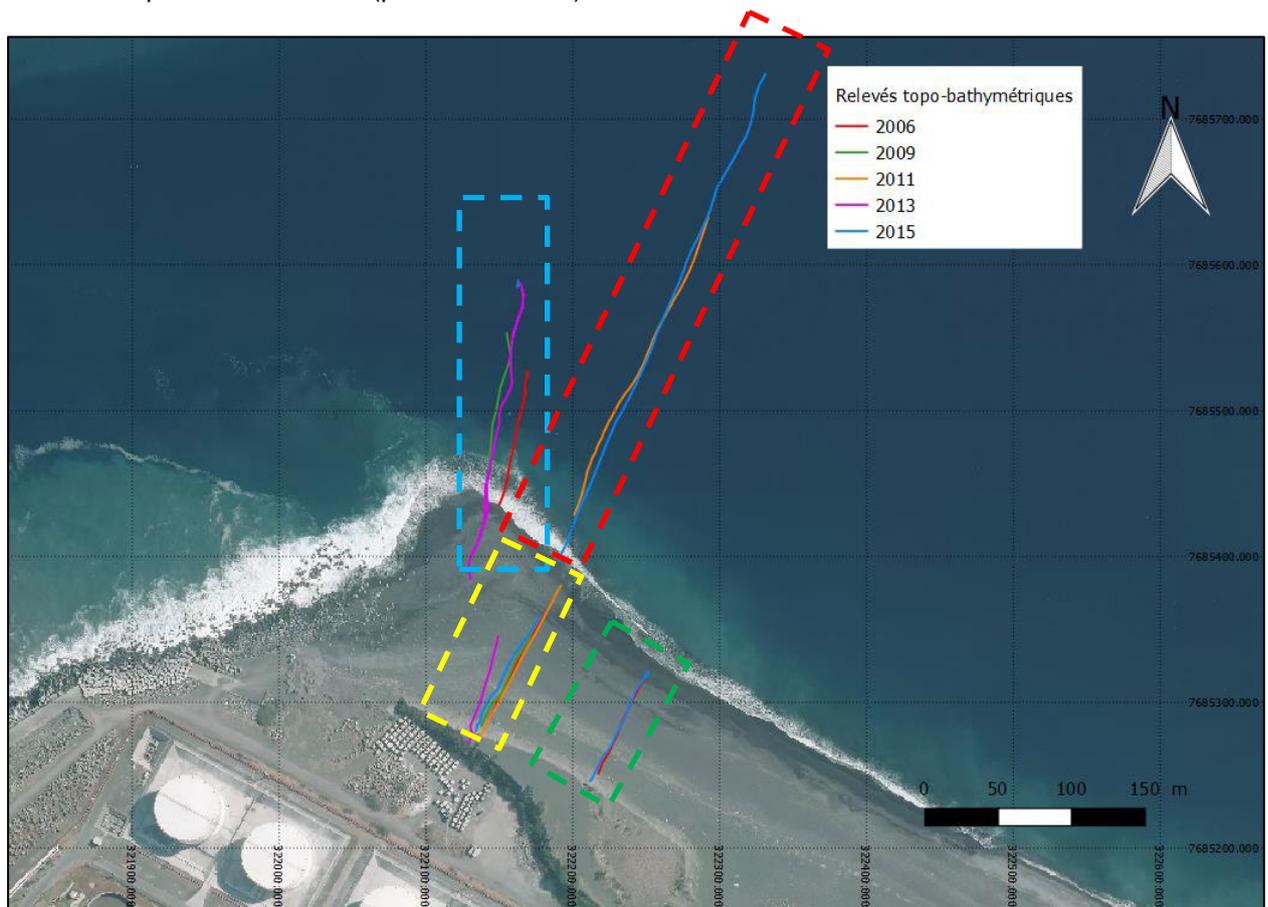
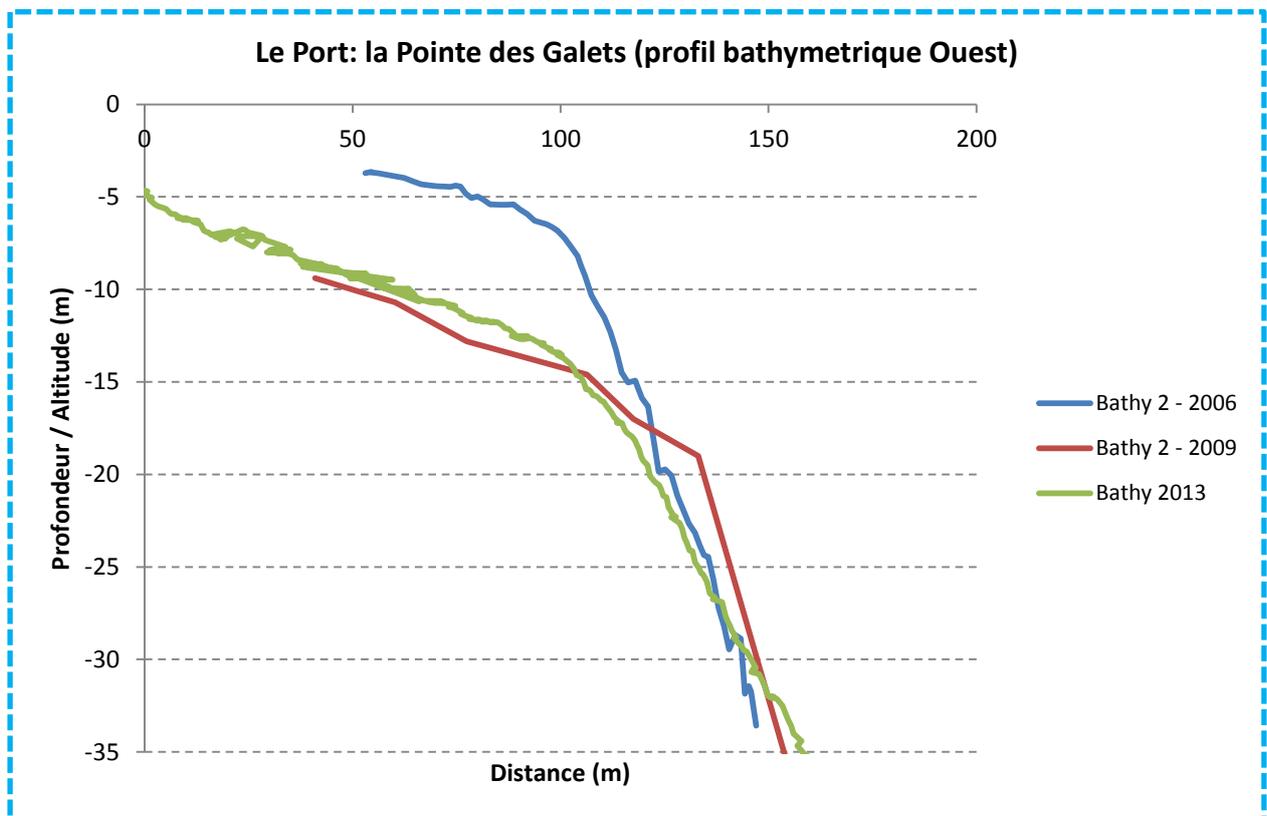
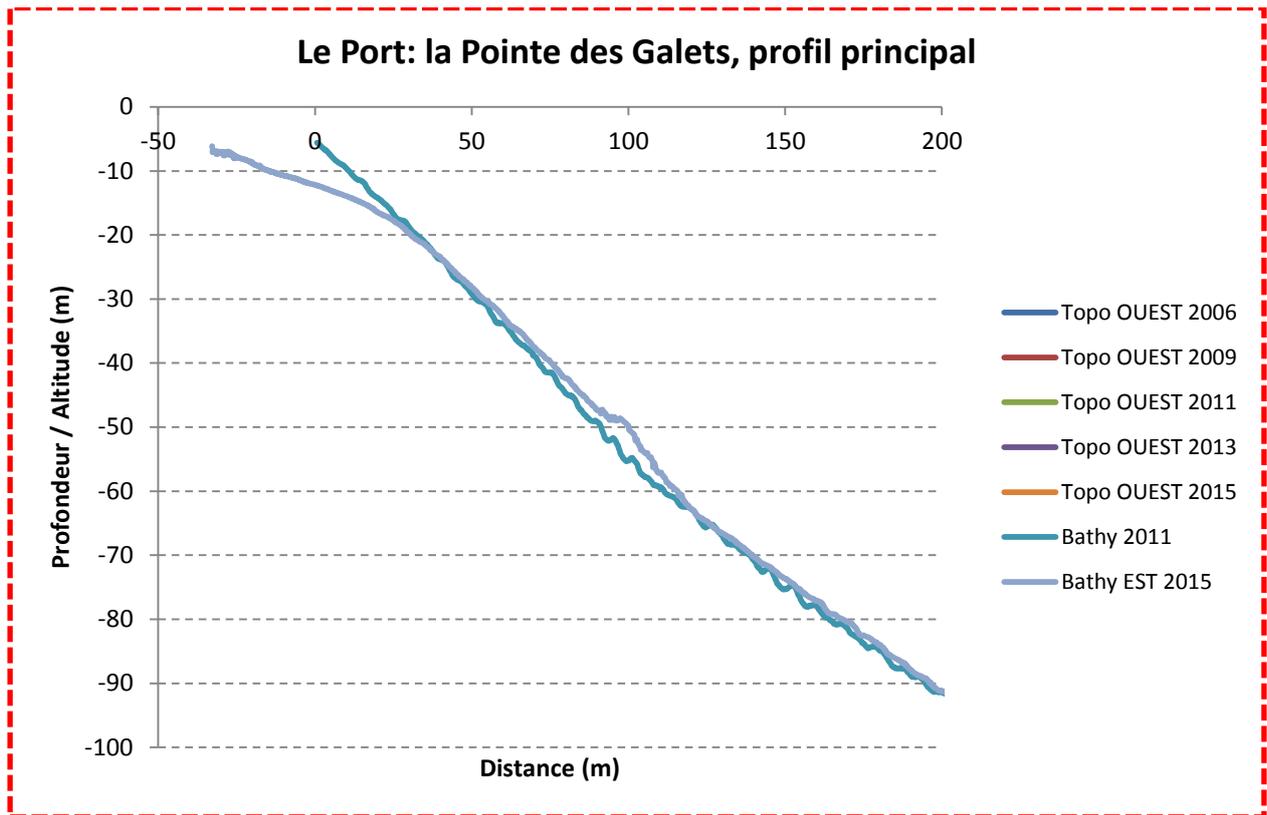


Illustration 51 – Localisation des profils topo-bathymétriques suivis depuis 2006 sur le site de la Pointe des Galets (fond ORTHO IGN 2012)



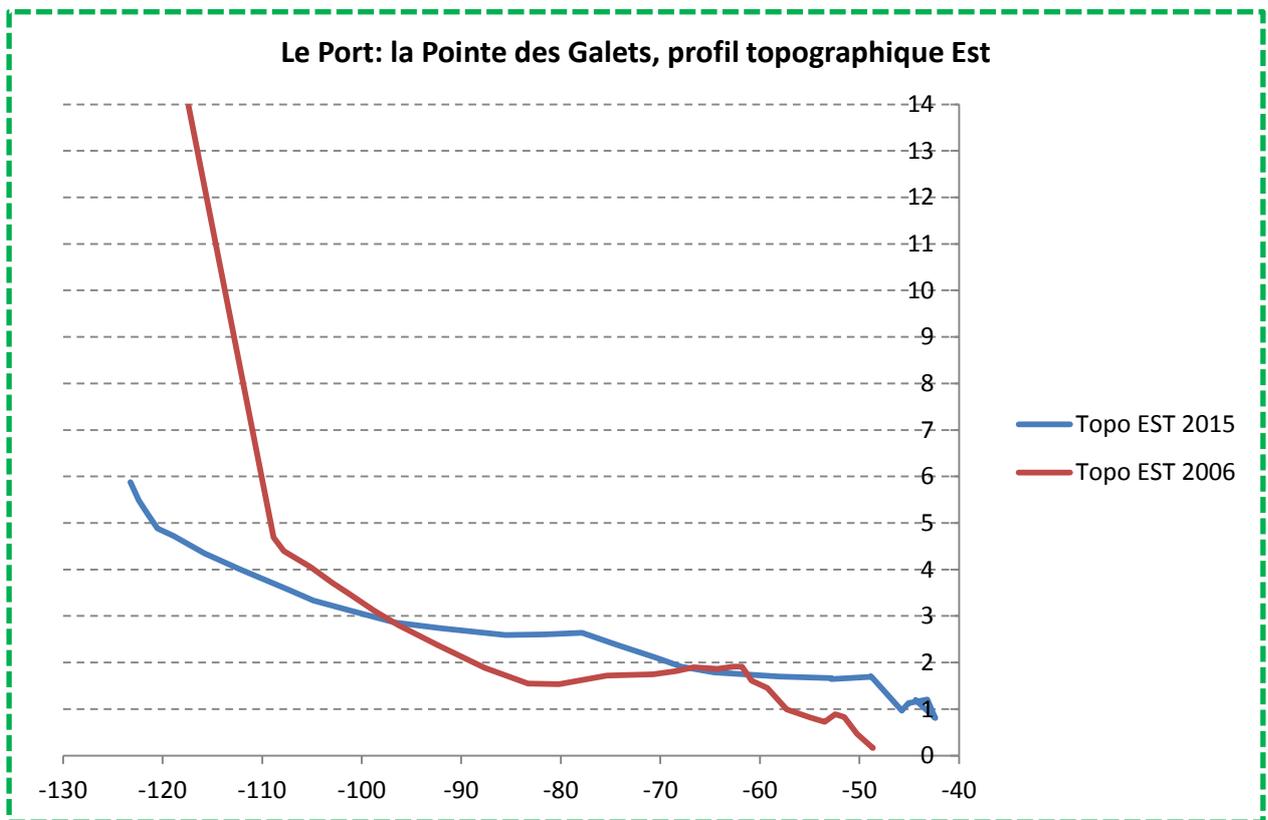
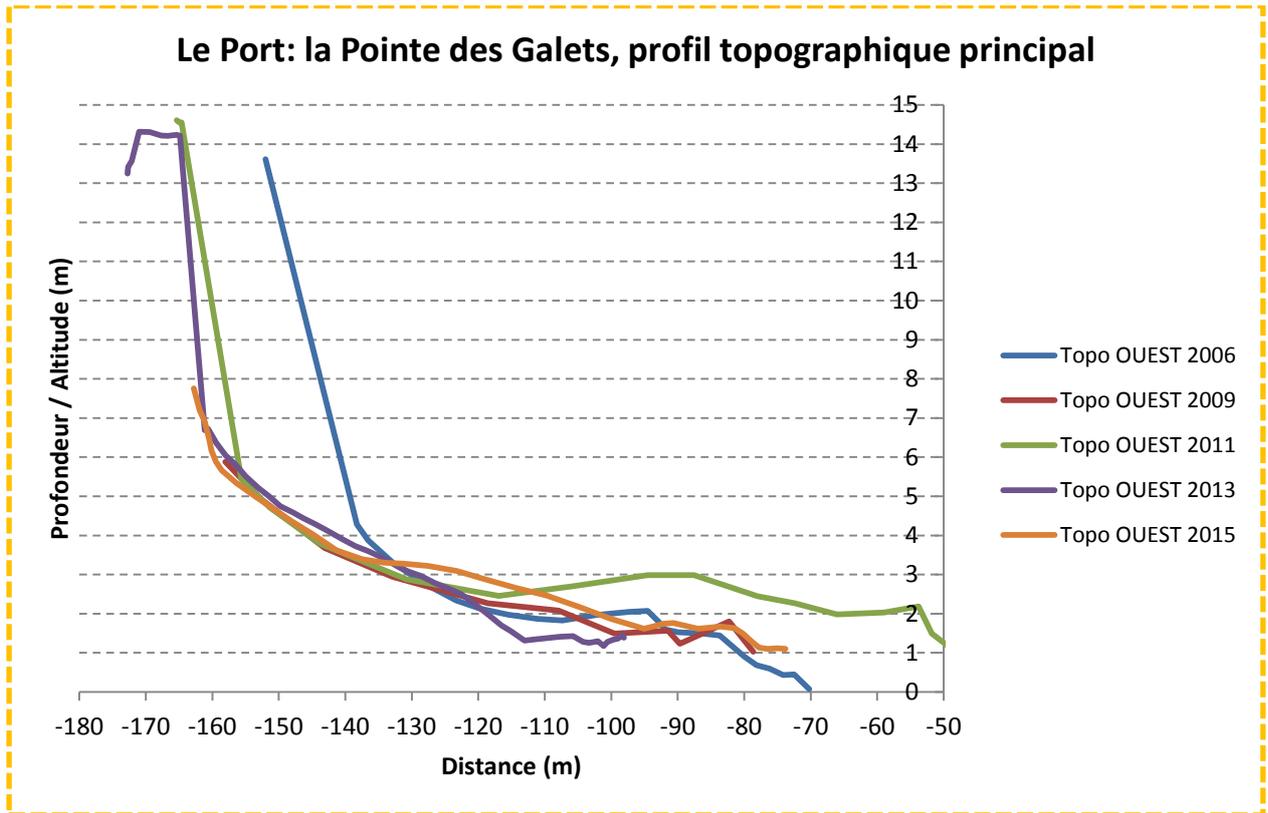


Illustration 52 – Profil topo-bathymétrique et zoom sur la partie terrestre à la Pointe des Galets au Port

3. Suivi évènementiel

Dans le cadre de ce projet, un travail de mise en place méthodologie a été réalisé afin de définir une stratégie permettant de mieux organiser, lors de la survenue d'un évènement énergétique notable sur le littoral, l'acquisition et la bancarisation des données d'observation produites.

L'objectif est d'initier une base de donnée de connaissance quantifiée sur les évènements énergétiques qui peuvent impacter les littoraux réunionnais : évènements cycloniques et houles australes.

3.1. Définition des sites à visiter

Tel que prévu dans le cahier des charges initial, une liste exhaustive de sites potentiellement exposés aux risques d'érosion et de submersion marine à la réunion a été réalisée. Ce travail a été réalisé sur tout le pourtour de l'île de la Réunion et a permis l'identification d'un ensemble de 61 points d'observation à expertiser en cas de survenue d'un évènement météorologique exceptionnel (cyclone ou houle australe).

La définition de ces sites a pour but de cibler les secteurs sensibles et ainsi de se concentrer lors des phases d'expertises sur les zones connues pour être vulnérables. Cette identification s'est faite de manière empirique, en s'appuyant sur les évènements et désordres constatés historiquement. Par ailleurs, les derniers zonages d'érosion et de submersion réalisés dans le cadre des Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) ont été intégrés, afin de disposer d'un listing aussi complet que possible.

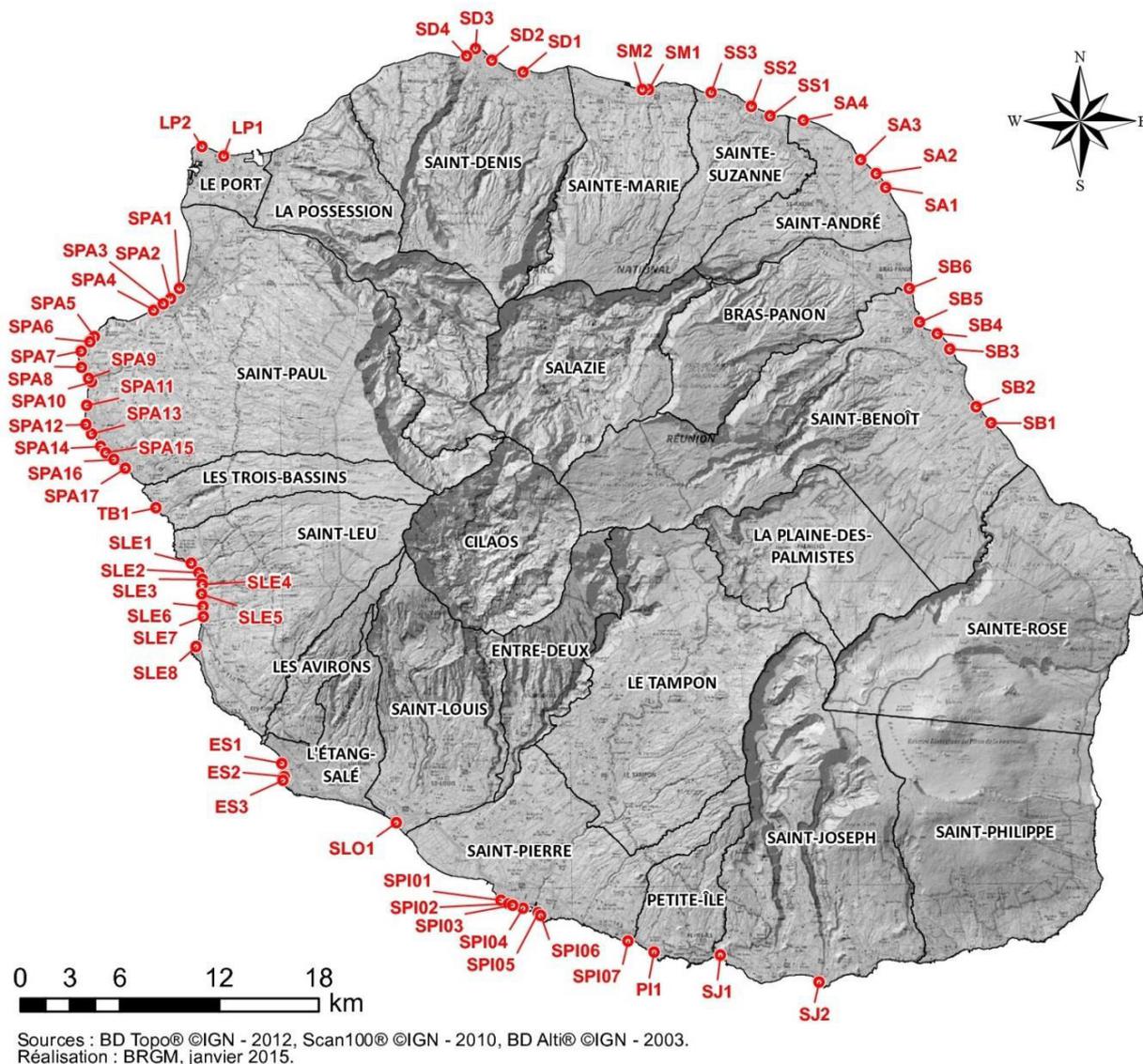


Illustration 53 – Localisation de l'ensemble des sites d'observation

Les sites ainsi identifiés mettent en avant un premier regroupement de points d'observation sur les façades nord et nord-est de l'île, avec 19 points entre Saint-Benoît et Saint-Denis. Les 42 points restants sont répartis de la commune du Port à celle de Saint-Joseph, avec une concentration de points de visite au droit des lagons de Saint-Paul et de Saint-Leu. Saint-Paul, commune fortement exposée aux aléas littoraux, dispose d'un total de 17 secteurs à visiter en cas de forte houle. Le quart sud-est de l'île (Sainte-Rose et Saint-Philippe) est quant à lui exclu de toute expertise, notamment en raison de la configuration de son littoral peu soumis à l'interaction avec la houle et à l'évolution du trait de côte (côte basaltique à falaises).

Les 61 sites disposent d'un identifiant unique réalisé à partir des premières lettres de la commune concernée (« SB » pour Saint-Benoît, « SD » pour Saint-Denis, etc.), suivi d'un numéro incrémentiel appliqué, en longeant le trait de côte. Dans le cas particulier où deux communes disposent des mêmes initiales, une troisième lettre est ajoutée afin d'éviter les doublons d'identifiants (par exemple, « SPA5 » pour Saint-Paul, « SPI5 » pour Saint-Pierre)

3.2. Fiches d'observation des sites identifiés

Les 61 secteurs identifiés ont par la suite fait l'objet de fiches d'observation pré-remplies (exemple de fiche en annexe 2). L'objectif est de disposer d'un document de référence permettant de se repérer et de faciliter l'expertise de terrain. Les fiches ainsi réalisées sont constituées de différents groupes d'information, ou « blocs », permettant de renseigner avec précision les désordres constatés.

3.2.1. Bloc 1

Le premier bloc est rempli au préalable et permet une localisation précise du site avec un ensemble de renseignements tels que :

- La commune/Code INSEE
- Le lieu-dit
- L'orientation des houles dominantes affectant le secteur
- Les coordonnées du secteur à visiter
- Un historique succinct du site et des désordres attendus sur place (permettant de cibler les investigations sur le terrain)

Un champ caractérise par ailleurs la « priorité d'intervention ». Il s'agit ici, en cas d'évènement majeur, de prioriser les visites de terrain si l'agent ne dispose pas du temps nécessaire pour couvrir l'ensemble des points d'observation. Deux niveaux de priorité ont été définis et l'agent devra dans ce cas privilégier les sites référencés comme étant de priorité « 1 » (très sensibles), et mettre de côté les sites de priorité « 2 » (sensibles). Il va de soi que si l'agent dispose de suffisamment de temps, l'ensemble des sites devront être traités sans considération pour leur niveau de priorité.

3.2.2. Bloc 2

Le bloc 2 intègre une vue du site à visiter à l'échelle du 1 : 15 000 sur fond IGN de type Scan25, afin de localiser aisément le secteur. Un fond ortho est également présent à l'échelle du 1 : 5 000, permettant d'indiquer les désordres observés (localisation de dégâts, laisses de mer, etc.). Il est également possible d'indiquer dans ce bloc des coordonnées GPS (X, Y et Z), afin de localiser précisément le phénomène mis en évidence et faisant l'objet de la fiche.

3.2.3. Bloc 3

Cette troisième partie permet une description succincte du contexte de l'évènement, en précisant la date, l'évènement de référence (nom du cyclone, type de houle), ainsi que la nature de l'observation. Ce dernier champ peut par exemple caractériser :

- Une accrétion/ensablement
- Une érosion/excavation
- Des projections de galets
- Une submersion marine
- Une dégradation de biens matériels (mur/clôture/bâtiment/etc.)

Plusieurs observations peuvent potentiellement être faites pour un site donné. Plusieurs fiches pourront donc être remplies afin de bien dissocier chaque type d'entrée. Par exemple, une

submersion marine ayant entraîné la rupture d'un mur en moellon fera l'objet de 2 fiches : l'une décrivant la submersion et sa limite spatiale, l'autre décrivant l'étendue des dégâts sur le mur).

3.2.4. Bloc 4

Le bloc 4 concerne l'évaluation qualitative et quantitative du désordre constaté. Elle permet de renseigner divers paramètres tels que la longueur, la profondeur, ou la hauteur de l'observation. D'autres précisions peuvent être apportées dans un cadre « autres éléments quantifiables », afin de renseigner des détails tels qu'une estimation volumique ou toute autre précision jugée pertinente. Par ailleurs, ce bloc permet la notation de l'intensité des dégâts et du phénomène rencontrés sur une échelle allant de 1 à 4, comme précisé dans les Tableau 2 et Tableau 3 ci-après :

Degré d'intensité	Intensité du phénomène	Période de retour/ occurrence	Définition
1	Faible	Occurrence possible plusieurs fois par an	Parade supportable financièrement par un propriétaire individuel
2	Moyen	Occurrence possible entre 1 et 10 ans : cyclone ou événement météorologique de faible à moyenne intensité	Parades supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)
3	Fort	Occurrence > 10 ans	Intéressant une aire géographique débordant le cadre parcellaire et/ou d'un coût très important techniquement difficile
4	Majeur	Centennale	Pas de parade technique.

Tableau 2 : Classes d'intensité des phénomènes observés

Degré de gravité	Gravité des dégâts	Préjudices matériels
1	Faible	Pas ou peu de dégâts. Quelques travaux de nettoyage.
2	Moyen	Habitation ou aménagement endommagés. Reconstruction ou réparation possible.
3	Fort	Habitation ou aménagement partiellement détruits nécessitant des travaux lourds de reconstruction.
4	Majeure	Habitation, groupement d'habitation ou aménagement totalement détruits. Pas de reconstruction possible.

Tableau 3: Classes d'intensité des dégâts observés

3.2.5. Bloc 5

Le cinquième et dernier bloc de la fiche d'observation concerne la description textuelle :

- des dégâts et observations constatées,
- des causes de ces dégâts et observations.

Il s'agit d'un espace permettant à l'agent d'explicitier tout élément jugé utile à la compréhension et à la description du désordre constaté.

3.3. Stratégie de visite

Du fait de l'exposition différenciée des sites lors d'un épisode de forte houle, il a été convenu de découper l'ensemble des sites définis en 4 grandes façades littorales (voir Illustration 54 ci-après):

- Façade est – 10 sites
- Façade nord – 19 sites
- Façade ouest – 31 sites
- Façade sud – 14 sites

Le but est de pré-cibler les sites potentiellement soumis en fonction de la houle incidente affectant l'île. Des recoupements existent par ailleurs à la jonction de ces grands découpages.

Des fichiers au format pdf et regroupant l'ensemble des fiches de chaque façade seront ainsi à la disposition de la DEAL par le BRGM. L'objectif est de pouvoir imprimer rapidement l'ensemble des fiches pertinentes pour un évènement donné avant de partir effectuer les visites de terrain. Par exemple, lors d'un épisode de houles australes, ne seront éditées que les fiches concernant les façades ouest et sud.

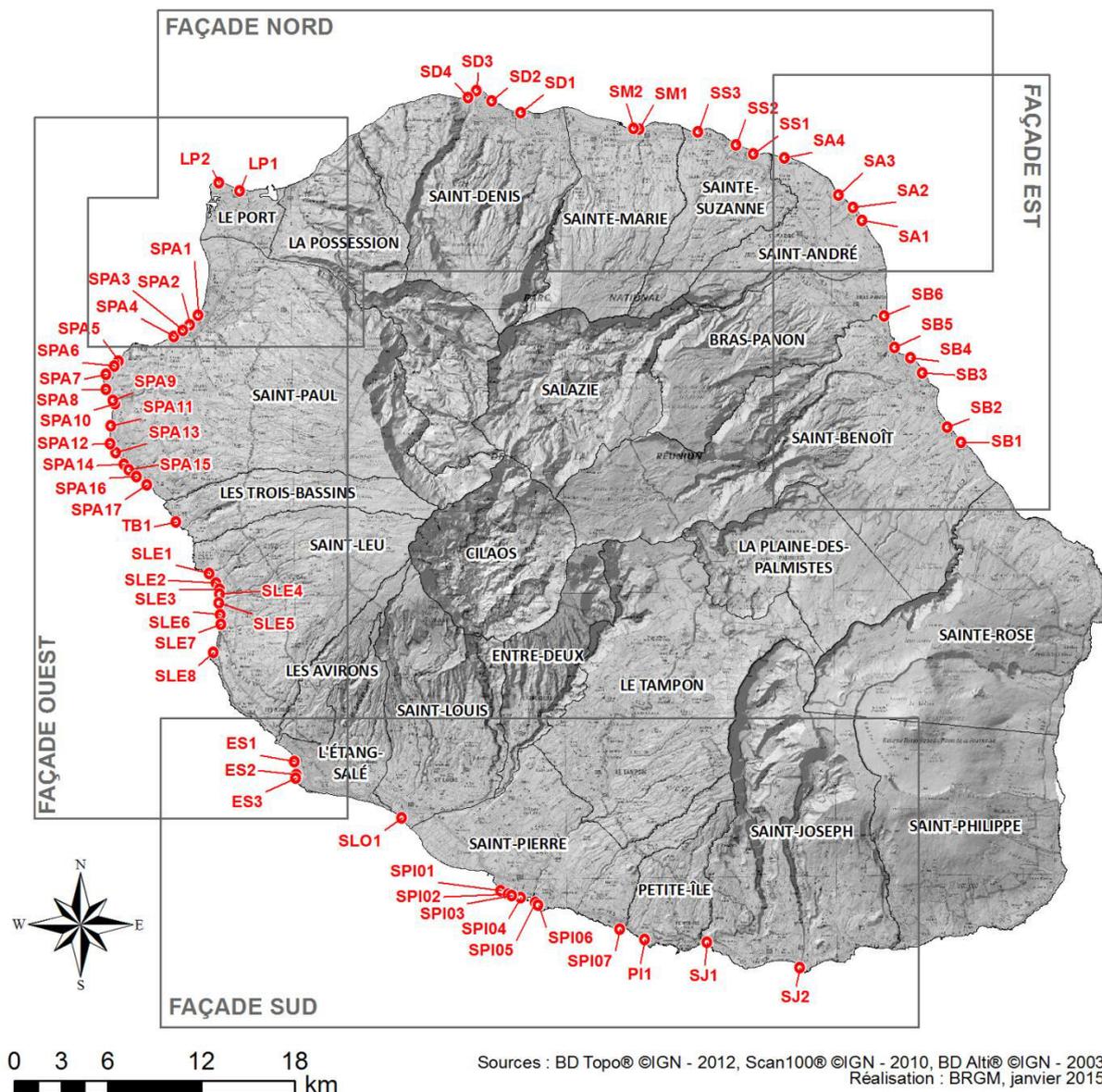


Illustration 54 – Répartition des façades d'exposition aux houles

La répartition des sites expertisés entre les deux organismes compétents (DEAL et BRGM) devra être fixée en concertation avant chaque série d'expertises, au vu du nombre d'agents mobilisables et de leur localisation par rapport aux sites d'observation, l'objectif étant de couvrir le maximum de sites prédéfinis en optimisant les temps de déplacement. Dans l'éventualité où la répartition se ferait par grande façade, il faudra veiller à ne pas doubler les expertises sur les sites situés au recoupement de deux façades (Ex : ES1/ES2/ES3 pour les façades sud et ouest).

3.4. Fiches complémentaires

En complément des sites identifiés dans le cadre de la présente étude, des désordres peuvent être constatés en d'autres points du littoral par les agents déployés sur le terrain. De manière à pouvoir bancariser d'éventuelles informations complémentaires, une « fiche-type » vierge permettra aux agents présents de renseigner les informations afférentes à leurs constatations.

Cette fiche vierge est assez similaire aux fiches des 61 points d'observation précédemment décrite. Elle reprend l'«armature» du formulaire de saisie de la base de données Access qui servira à bancariser l'ensemble des fiches d'observation. On retrouve donc les grands « blocs » descriptifs, à l'exception principale des blocs 1 (description et historique du site visité) et 2 (fonds de carte IGN). On constatera également un espace réservé aux photographies réalisées sur le terrain, ce champ n'a pas vocation à être rempli que via la base Access. Cette « fiche-type » est disponible à l'annexe 2 et sera donc fournie à la DEAL en format pdf, afin de pouvoir en éditer plusieurs exemplaires avant le départ sur le terrain.

4. Base de données ACCESS

4.1. Structuration de la base

L'ensemble des fiches renseignées devront faire l'objet d'une saisie dans une base Access. Ce type de base de données permet la centralisation d'un ensemble de données dans une ou plusieurs tables qu'il est possible de lier par l'établissement de relations entre des champs communs (ou clé primaire).

La base de données réalisée dans le cadre de cette étude se décompose en 4 tables distinctes nommées :

- « OBSCOT »
- « EVENEMENT »
- « COMMUNES »
- « PHENOMENE_REFERENCE »

La table « OBSCOT » est la table de référence (ou principale), alors que les trois autres tables sont des tables « périphériques », liées à la table principale, et servant à alimenter cette dernière ou à en simplifier la saisie.

Les relations de cette base de données ont été simplifiées de façon optimale et se présentent comme le montre l'illustration 55 :

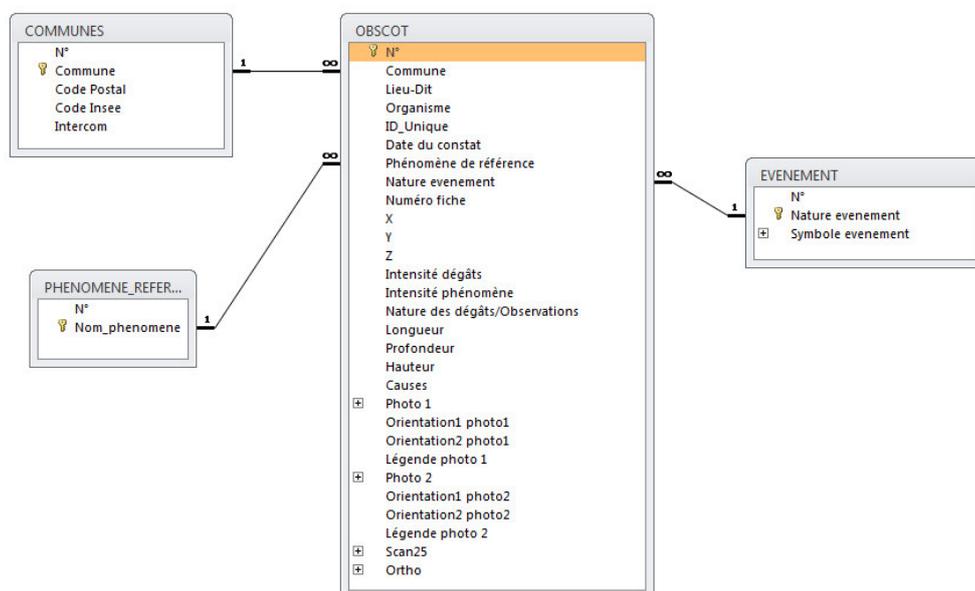


Illustration 55 – Relations de tables de la base de données Access

La table « COMMUNES » contient la liste de toutes les communes de la Réunion, leur code postal, code Insee et leur intercommunalité. Cette liste est liée à la table « OBSCOT » par le champ « Commune ».

La table « PHENOMENE_REFERENCE » contient quant à elle la liste des phénomènes météorologiques ayant engendré des dégâts. En la liant au champ « Phénomène de référence » de la table « OBSCOT », elle permet de sélectionner le phénomène concerné de manière semi-automatique, par un système de menu déroulant. Lors de chaque nouvel événement, il sera donc nécessaire d'ouvrir cette table et de l'alimenter en ajoutant le nom du phénomène (cyclone ou houle australe) faisant l'objet des nouvelles fiches d'observation, afin de le voir apparaître dans le menu déroulant du formulaire de saisie.

La table « EVENEMENT » a pour but de recenser le type d'évènements pouvant être constatés (accrétion, érosion, projections de galets, submersion, dommages matériels...). Chaque type d'évènement est lié à un figuré (champ « Symbole évènement »), qui, par l'intermédiaire du lien établi avec la table « OBSCOT », sera automatiquement associé à chaque nouvelle entrée de fiche.

On constate sur l'illustration 55 que la plupart des champs à renseigner sont stockés dans la base de données principale « OBSCOT ». Les tables périphériques lui sont toutes liées avec une relation dite « 1-n » ou « 1-∞ », c'est-à-dire que plusieurs entrées de « OBSCOT » peuvent être associées à une même entrée des tables périphériques. Le but est de définir les relations suivantes :

- une commune peut être associée à plusieurs fiches d'observations ;
- un même phénomène générateur de houle peut faire l'objet de plusieurs fiches d'observations ;
- un même évènement (submersion, érosion, etc.) peut engendrer la réalisation de plusieurs fiches d'observation.

4.2. Formulaire de saisie

La saisie des informations récoltées sur le terrain se fait ensuite par l'intermédiaire d'un formulaire de saisie qui fait le lien entre les différentes tables présentées précédemment. Le formulaire de saisie ne permet d'alimenter que la table principale « OBSCOT ». En revanche, il se sert des tables périphériques pour proposer à l'utilisateur des choix multiples par l'intermédiaire de menus déroulants (champs « Commune », « Code INSEE », « Phénomène de référence », « Nature de l'évènement », etc...). Le remplissage de ce formulaire a été automatisé autant que possible afin de faciliter la saisie des fiches par l'agent. Comme pour les fiches de terrain, le formulaire est constitué de différents blocs.

4.2.1. Bloc 1

Les champs du bloc 1 permettent de décrire succinctement le lieu et le type de phénomène rencontré. On y trouve les champs :

- **Commune** : liste déroulante en lien avec la table « COMMUNES » ;
- **Code INSEE** : remplissage automatique une fois la commune renseignée via un lien avec la table « COMMUNES » ;
- **Lieu-dit** : saisie manuelle ;

- **Date du constat** : un masque de saisie facilite le remplissage du champ. Il s'agit ici de remplir la date de l'expertise et non la date de survenue des désordres ;
- **Organisme** : un menu déroulant permet de choisir l'organisme (BRGM ou DEAL) ayant réalisé la fiche ;
- **Phénomène de référence** : liste déroulante en lien avec la table « PHENOMENE_REFERENCE » ;
- **Nature évènement** : liste déroulante en lien avec la table « EVENEMENT » ;
- **Symbole evenement** : icône en lien avec la table « EVENEMENT » ; se remplit automatiquement en renseignant le champ « Nature évènement ». Ce symbole constitue un code visuel qui permet d'identifier facilement le type de désordre rencontré ;
- **Numéro d'observation** : numéro de fiche incrémentiel renseigné par l'agent. Ce numéro se réfère aux fiches réalisées de 1 à « n » pour un phénomène donné. La numérotation repart donc à 1 pour chaque nouvelle série d'expertises.
- **ID_Unique** : Identifiant unique de la fiche. Il est constitué des trois premières lettres du phénomène (ex : « BEJ » pour BEJISA, « AUS » pour une houle australe, etc.), suivi de 6 chiffres correspondant à la date de l'expertise, des 3 premières lettres de l'évènement (« ERO » pour érosion, « LAI » pour une laisse de mer, etc.) et enfin du numéro d'observation. Un masque de saisie facilite le remplissage du champ par l'agent.
Exemple : **BEJ030114ERO31** = fiche n°31 réalisée lors du cyclone BEJISA le 03/01/2014 et décrivant une érosion.
Ce numéro constitue un identifiant qui permettra de faire le lien avec le SIG et de pouvoir identifier précisément une fiche dans l'ensemble de la base de données.

Nb : Comme précisé, il n'est pas possible de mettre à jour le champ « Phénomène de référence » directement depuis le formulaire. Le nom de chaque nouveau cyclone ou phénomène météorologique non référencé doit faire l'objet d'une saisie préalable directement dans la table « PHENOMENE_REFERENCE ». Un enregistrement de la table « PHENOMENE_REFERENCE » et une actualisation du formulaire seront alors nécessaires afin de voir apparaître la nouvelle entrée dans le menu déroulant.

4.2.2. Bloc 2

Ce bloc permet de localiser l'évènement par l'intermédiaire des champs :

- **Scan25** : champ de type « pièce jointe » permettant d'insérer une illustration présentant un fond scan 25 IGN – à grande échelle – avec une indication de la localisation de l'observation ;
- **Ortho** : champ de type « pièce jointe » permettant d'insérer une illustration présentant un fond Ortho 2012 – à petite échelle – avec une indication de la localisation des photographies de l'évènement insérées dans le bloc 3 du formulaire ainsi que le numéro associé (photo 1 ou 2) ;
- **X** : coordonnée en abscisse du point GPS pris sur le lieu d'observation, un masque de saisie facilite le remplissage du champ ;
- **Y** : coordonnée en ordonnée du point GPS pris sur le lieu d'observation, un masque de saisie facilite le remplissage du champ ;
- **Z** : altitude du point GPS pris sur le lieu d'observation.

Nb : les champs X, Y et Z doivent être renseignés en mètres et correspondre au système de projection RGR92 - WGS84 Zone 40S.

4.2.3. Bloc 3

Le bloc 3 permet de renseigner des photographies permettant d'illustrer les observations de terrain, ainsi que des informations associées :

- **Photo 1** : champ de type « pièce jointe » permettant d'insérer une première photographie de l'évènement ;
- **Orientation1 photo1** : menu déroulant permettant de préciser l'orientation sur la gauche de la photo 1 ;
- **Orientation2 photo1** : menu déroulant permettant de préciser l'orientation sur la droite de la photo 1 ;
- **Légende photo 1** : champ texte indiquant la légende de la photographie n°1 ;
- **Photo 2** : champ de type « pièce jointe » permettant d'insérer une seconde photographie de l'évènement ;
- **Orientation1 photo2** : menu déroulant permettant de préciser l'orientation sur la gauche de la photo 2 ;
- **Orientation2 photo2** : menu déroulant permettant de préciser l'orientation sur la droite de la photo 2 ;
- **Légende photo 2** : champ texte indiquant la légende de la photographie n°2.

Nb : Le format défini dans le formulaire étant fixe et non adaptable d'une fiche à l'autre, il est important que les photos insérées soient toutes au format paysage. Il est également préférable d'éviter les panoramiques qui seront peu visibles au vu de la taille du cadre alloué à chaque photographie. Il est par ailleurs important de penser à faire a minima 2 photographies pour chaque fiche renseignée sur le terrain, de façon à compléter intégralement les fiches d'observation sur Access. La taille des photographies sera également réduite à 800 x 800 pixels, afin de ne pas alourdir la base de données.

4.2.4. Bloc 4

Ce bloc renvoie à la description de l'intensité du phénomène :

- **Longueur (en m)** : champ texte (permet des annotations complémentaires) ;
- **Profondeur (en m)** : champ texte (permet des annotations complémentaires) ;
- **Hauteur (en m)** : champ texte (permet des annotations complémentaires) ;
- **Intensité des dégâts** : liste déroulante permettant de choisir l'intensité associée de 1/4 à 4/4 ;
- **Intensité du phénomène** : liste déroulante permettant de choisir l'intensité associée de 1/4 à 4/4.

4.2.5. Bloc 5

Comme pour la fiche de terrain, le bloc 5 du formulaire de saisie renvoie aux champs :

- **Nature des dégâts/Observations** : champ de type « mémo » ;

- **Causes** : champ de type « mémo ».

Nb : le champ de type « mémo » est préféré au type « texte » quand les annotations sont susceptibles d'être longues, le type « texte » étant limité à 256 caractères contre 64 000 caractères pour le type « mémo ».

4.2.6. Boutons de navigation

En partie haute du formulaire de saisie a été créée une interface de navigation pour l'utilisateur. Ces boutons permettent d'effectuer diverses actions décrites à l'illustration 56, ci-dessous.

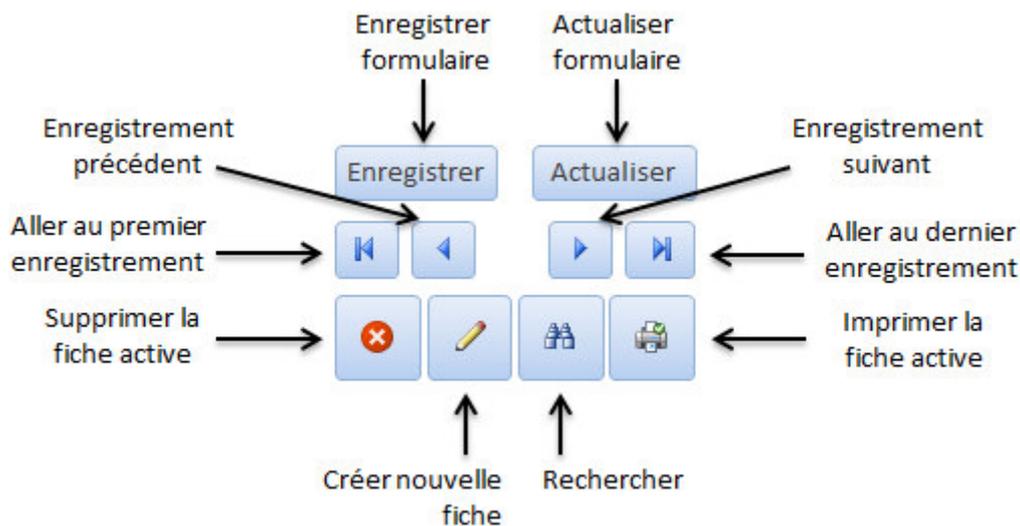


Illustration 56 – Boutons de navigation du formulaire

Toutes ces options d'interface sont disponibles dans les différents menus d'Access. L'objectif est principalement ici de simplifier les démarches et de limiter les manipulations faites par l'utilisateur.

4.3. Modalités de mise à jour de la base access

Une fois les visites de terrain réalisées, chaque organisme renseigne donc ses propres fiches d'observation au sein de la base de données Access via le formulaire.

Les services de la DEAL renvoient ensuite la base contenant leurs observations au BRGM, qui peut procéder à la mise à jour de la base de données commune hébergée sur son serveur. Une fois la mise à jour de la base effectuée, le BRGM renvoie la base Access complétée aux services de la DEAL.

5. Eléments cartographiques

5.1. Structure et intérêt de la couche SIG

Le remplissage du bloc 2 du formulaire Access induit la réalisation de deux cartes de localisation.

Ces cartes nécessitent un petit travail préalable sous SIG afin de localiser les évènements constatés.

Pour ce faire, il sera nécessaire de renseigner un fichier nommé « Fiches_observation.shp ». Etant donné que l'on travaille en shape, la table attributaire de cette couche SIG peut être renseignée indifféremment dans ArcGis ou Quantum GIS.

Cette table a pour objectif de localiser quelques éléments sur un fond cartographique, sous forme de point (la forme la plus appropriée aux informations à renseigner dans le cas présent) et notamment :

- le point GPS correspondant à la fiche d'observation ;
- la localisation des deux points de vue des photographies de terrain ;
- d'autres données utiles telles que la limite haute des laves de mer observées.

Afin de limiter les manipulations et le nombre de fichiers, toutes ces informations seront donc renseignées dans la même classe d'entités. La précision de la nature du point se fera dans la table attributaire qui est constituée des champs suivants :

- FID : identifiant de création d'entité (se renseigne automatiquement lors de la digitalisation) ;
- Shape : Type d'entité (champ automatique indiquant le type de classe d'entité, dans le cas présent « point ») ;
- ID_Unique : correspond au champ « ID_Unique » de la base Access. A partir de ce champ, on peut immédiatement identifier la fiche à laquelle fait référence l'entité SIG (cf. 4.2.1) ;
- Type_Info : permet de renseigner le type d'information que l'on veut localiser pour la fiche en question (point GPS, photo, lave de mer, etc.) ;
- Commentaire : champs permettant d'apporter des précisions sur le point localisé. Cela peut être le nom de la photo, le numéro de point GPS, ou toute information jugée utile d'être précisée.

Ces quelques champs permettent de faire le lien avec la fiche. Il n'est donc pas nécessaire de renseigner sous SIG tous les champs déjà renseignés sous Access. Le lien sera ensuite fait par jointure entre la base Access et la couche SIG par le champ commun « ID_Unique ». Il est donc important de veiller à ce que ce champ soit bien renseigné.

Le but de cette couche est donc double :

- Elle permet de faire le lien avec la base Access
- Elle permet de localiser les éléments nécessaires à la réalisation des deux illustrations cartographiques de la fiche.

Une fois renseignée, la DEAL devra envoyer la classe d'entités SIG au BRGM en même temps que la base Access afin de procéder à son intégration dans un fichier shape général dans lequel sera stocké, à terme, l'intégralité des points relatifs aux fiches d'observation.

5.2. Les cartes de localisation

Deux éléments cartographiques doivent être réalisés afin d'illustrer les fiches d'observation individuelles.

La première carte sera réalisée avec un fond de type Scan25© IGN, à petite échelle. Cette échelle doit cependant être adaptée à la zone expertisée, et doit permettre d'identifier le secteur de la commune concerné par la fiche. Une échelle adaptée est de l'ordre du 1 : 20 000, a minima. Sur cette carte doit être indiqué le figuré du point GPS correspondant à la fiche.

La seconde carte réalisée devra être à plus grande échelle, avec un fond d'orthophotographie récente, idéalement la BD ortho© IGN 2012. L'objectif est d'identifier plus précisément le secteur d'étude et de mieux appréhender la configuration du site. Une échelle adaptée se situerait plutôt autour du 1 : 2 000, mais l'échelle choisie reste à l'appréciation de l'agent, en fonction de la localisation des éléments à faire apparaître sur l'illustration. A cette échelle, on fera apparaître la localisation des 2 photographies illustrant le bloc 3 de la fiche Access, ainsi que leur numéro, de manière à pouvoir les distinguer aisément sur la fiche.

L'agent fera apparaître systématiquement une échelle et une flèche d'orientation sur les illustrations avant de procéder à leur export.

La taille de la figure est également importante pour l'insertion dans la fiche Access. Le rapport hauteur/longueur doit être environ égal à 1,85, la taille des cartes étant de 8,6 cm x 4,6 cm dans le formulaire Access.

Il est ensuite important de les exporter en résolution moyenne (150 dpi) afin de ne pas trop alourdir la base de données Access avec les pièces jointes.

6. Conclusion

Le programme OBSCOT 2015, qui s'inscrit dans la poursuite des travaux antérieurs et dans le nouvel *Observatoire des Risques Naturels* (ORN) de La Réunion récemment créé, a tout d'abord permis de caractériser l'évolution de 14 sites sensibles au moyens de levés topobathymétriques. Les sites ont connu des évolutions contrastées en fonction de leur façade d'exposition sur cette période d'étude. L'analyse globale des dynamiques littorales a été complétée au travers des travaux réalisés sur cette étude.

Le suivi paysager a permis des comparaisons par rapport à l'état initial du précédent rapport. Ce suivi apporte une vision globale de l'évolution de la frange littorale des différents sites (végétation, aménagements, profil de plage global, transits sédimentaires sur la plage aérienne).

Sur les 24 sites de suivi paysager, 12 présentent une tendance évolutive à l'érosion, 10 une situation de stabilité ou d'équilibre relatif et 2 sont en situation d'accrétion.

La mise en place d'une procédure pour le diagnostic d'évènement exceptionnel et la mise en place de la base de données pour les sites sensible vient enrichir l'observatoire d'un nouvel outil de suivi qui permet de caractériser l'impact immédiat des évènements météo-marins sur la côte. L'objectif est d'initier une base de donnée de connaissance quantifiée sur les évènements énergétiques qui peuvent impacter les littoraux réunionnais : évènements cycloniques et houles australes.

Dans le cadre de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, l'observatoire est voué à aborder les stratégies de gestion du linéaire côtier sur des sites pilotes. Ce projet fera l'objet d'une étude dans le rapport OBSCOT 2016.

7. Bibliographie

BLANGY A., DE LA TORRE Y. et VASLET E., coll. MALLET C. et DEWEZ T. (2009) – Morphodynamique des littoraux de La Réunion. Phase 3 : Suivi et gestion de l'érosion côtière sur 12 sites identifiés comme sensibles. BRGM/RP-57431-FR, 105 p., 67 ill.

CHATEAUMINOIS E., THIRARD G., PEDREROS R. et LONGUEVILLE F. (2014) – Caractérisation et cartographie des aléas côtiers pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux des communes du Nord-Est de la Réunion. Rapport final. BRGM/RP-64088-FR, 69 p et 4 annexes hors-texte.

DE LA TORRE Y. (2004) – Synthèse morphodynamique des littoraux de La Réunion, état des lieux et tendances d'évolution à l'échelle de l'île. BRGM/RP53307-FR, 93 p., 59 ill., 6 ann.

DE LA TORRE Y. coll. BALOUIN Y. et DEWEZ T. (2006) – Morphodynamique des littoraux de la Réunion - phase 2 : estimation de l'érosion côtière sur les sites identifiés comme sensibles. BRGM/RP-55014-FR, 84 p.

DE LA TORRE Y. ; BASTONE V., coll. BODERE G. et DESPREZ A. (2012) – Morphodynamique des littoraux de La Réunion. Phase 4. BRGM/RP-60714-FR, 103 p., 56 ill.

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

Annexe 1

Synthèse des suivis paysagers

Commune : **Saint-Denis** Lieu : **Barchois**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire et aménagements à venir

Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

1

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 338 394 m ; y : 7 691 050 m

Repère : A l'avancée du mur, entre les canons



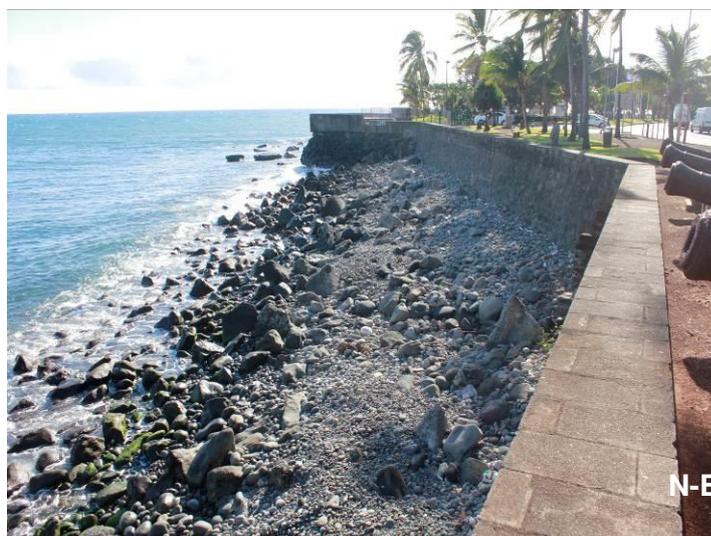
Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des aménagements sur le cordon sédimentaire

Prises de vue



1 - Vers le Sud-Ouest
Du mur du Barchois au massif de la montagne



2 - Vers le Nord Est
Mur du Barchois

Commentaire

Description paysagère

Le front de mer de St Denis dans le secteur du Barchois se caractérise par un cordon sédimentaire alimenté par les cours d'eau avoisinants (dont Rivière St Denis à proximité). Ce cordon, constitué essentiellement de blocs et de galets, est surmonté par un mur maçonné (témoignage « historique ») soutenant une promenade de front de mer.

Evolution observée

Le cordon de galets est toujours alimenté par l'apport de sédiments de la dérive littorale. Néanmoins les phénomènes cycloniques sont responsables d'un dégraissage décimétrique du profil de plage. La végétation (Patate à Durand, côté Ouest de la plage) reste présente sur de faibles étendues. Les aménagements n'ont pas subi des désordres manifestes, malgré un sous-cavage un peu plus important à la pointe de l'esplanade au Nord-est.

Commune : **Saint-Denis** Lieu : **Bd Lancastel**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire et sentier littoral

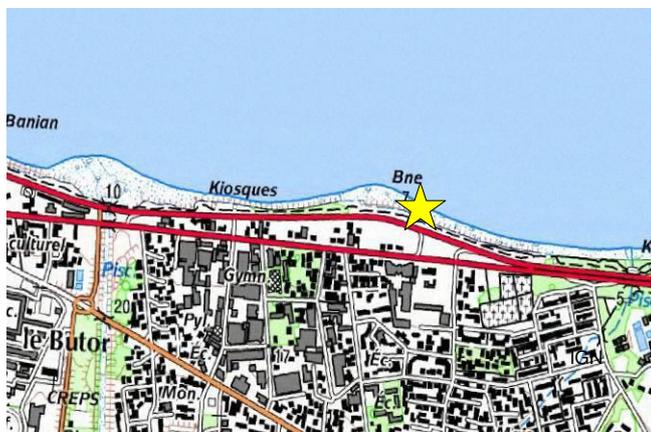
Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

2*

** Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire*

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 342 024 m ; y : 7 689 788 m

Repère : A gauche du panneau d'affichage



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones sur le cordon sédimentaire et sur les aménagements du sentier littoral

Prises de vue



1 - Vers le Nord-Ouest
En direction du cimetière

BRGM



2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Jamaïque

BRGM

Commentaire

Description paysagère

Le front de mer de St Denis dans le secteur du Bd Lancastel se caractérise par un cordon sédimentaire alimenté par les cours d'eau avoisinants (dont Rivière des pluies). Ce cordon, constitué essentiellement de blocs et de galets, est surmonté localement par un talus (remblais) entaillé en micro-falaise sur lequel passe un sentier littoral bitumé.

Evolution observée

Les observations faites cette année montrent le maintien de l'équilibre hydrosédimentaire et une capacité de résilience face aux phénomènes paroxysmiques. Le trait de côte a reculé et le profil de plage a subi un abaissement, en revanche la végétation (graminées et Patate a Durand) a avancé de quelques mètres sur la partie Ouest du cordon.

Commune : **Sainte-Marie** Lieu : **Bd de la Fraternité**

Nature de l'observation : falaise, cordon sédimentaire et aménagements

Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

3

Localisation du suivi



Points d'observation (RGR92) :

1 - x : 348 858 m ; y : 7 688 748 m

2 - x : 348 894 m ; y : 7 688 744 m

Repères : 1 – Depuis les blocs ; 2 – Depuis la falaise



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones sur le cordon sédimentaire, la falaise et sur les aménagements du sentier littoral

Prises de vue



1 - Vers l'Est
En direction de la falaise



2 - Vers l'Ouest
En direction du port de Ste Marie

Commentaire

Description paysagère

Le front de mer de Ste Marie le long du Bd de la Fraternité se caractérise par un cordon sédimentaire principalement composé de galets et de blocs, d'une falaise de formation superficielle (lahars) en arrière des quels sont implantés des aménagements urbains (sentier du littoral, voirie, lotissement,...).

Evolution observée

Lors du dernier phénomène cyclonique le front d'érosion des microfalaises ainsi que le cordon sédimentaire ont subi un recul décimétrique voire métrique. De nombreux blocs ont été mis à nu par l'important abaissement du profil de plage. La végétation (Patate a Durand) a légèrement progressé sur la partie Ouest du secteur (évolution saisonnière difficilement interprétable).

Commune : **Sainte-Suzanne**

Lieu : **Chapelle du front de mer**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire, aménagements et falaise

Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

4*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :

x : 352 877 m ; y : 7 688 568 m

Repères : Au bord du remblai, devant le temple



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones et des aménagements sur le cordon sédimentaire et sur la falaise

Prises de vue



BRGM

1 - Vers le Sud-Ouest
En direction de la Pointe de la Ravine des Chèvres



N-E

BRGM

2 - Vers le Nord Est
En direction de la Pointe des Haziers

Commentaire

Description paysagère

La petite anse située entre la Pointe de la Ravine des Chèvres et la Pointe des Haziers se caractérise par un cordon sédimentaire d'origine alluvionnaire principalement composé de galets. Ce cordon est surmonté par une imposante falaise (lahars et basalte) et localement par un remblai sur lequel un temple tamoul est implanté.

Évolution observée

La falaise demeure très fragilisée par les phénomènes érosifs. Le trait de côte n'a pas substantiellement évolué par rapport aux observations des années précédentes malgré une accentuation du sapement basal des falaises sur la partie sud couplée à un léger engraissement du profil de plage. L'évolution du cordon sédimentaire semble suivre les fluctuations climatiques. La végétation a sensiblement colonisé le haut du talus d'érosion (graminées).

Commune : **Sainte-Suzanne** Lieu : **Centre-ville**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire et aménagements

Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

5*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 355 13 m ; y : 7 687 822 m

Repère : Au bord du terrain de boules



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones et des aménagements sur le cordon sédimentaire et la micro-falaise

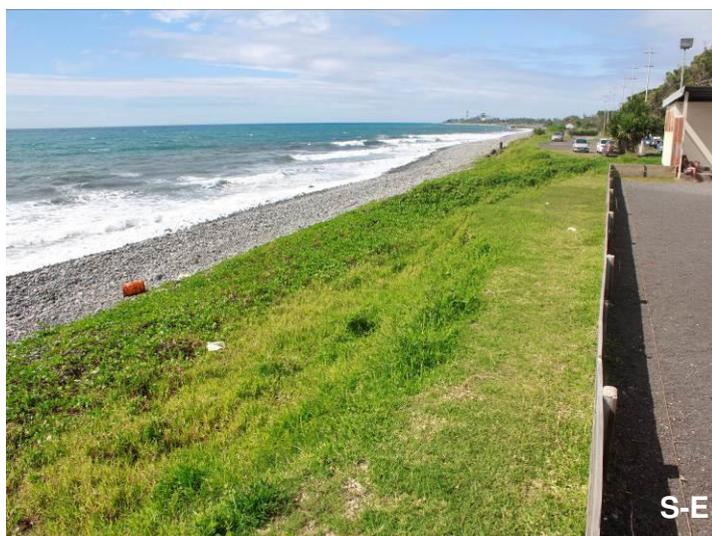
Prises de vue



N-O

BRGM

1 - Vers le Nord-Ouest
En direction de la Pointe de Bel-Air



S-E

BRGM

2 - Vers le Sud-Est
En direction de la rivière Ste-Suzanne

Commentaire

Description paysagère

Le front de mer de Ste Suzanne se caractérise par un cordon sédimentaire d'origine alluvionnaire (Rivière Ste-Suzanne à proximité) composé essentiellement de galets et surmonté d'un talus (remblais vraisemblablement) entaillé en micro-falaise. Des aménagements urbains sont implantés sur ce talus (terrains de boule, place du marché forain).

Evolution observée

La plage montre une certaine stabilité. Le cordon de galets a subi une érosion pluri-décimétrique avec un léger dégraissement du profil de plage. Cependant, la patate à Durand a pris pied sur le haut de plage et a colonisé l'estran sur plusieurs mètres de largeur. Ce développement végétal empêche l'observation de l'évolution des talus d'érosion, qui ne semblent pas marquer d'évolution remarquable. L'endiguement est toujours à observer pour limiter les effets du blocage sédimentaire.

Commune : **Saint André** Lieu : **Champ Borne**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire et aménagements

Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

6*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 362 938 m ; y : 7 683 579 m

Repères : Au bord du talus, au droit du parking



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones et des aménagements sur le cordon sédimentaire et la micro-falaise

Prises de vue



1 - Vers le Nord-Ouest
En direction du Colosse

N-O

BRGM



2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Pointe de Champ Borne

S-E

BRGM

Commentaire

Description paysagère

Le front de mer de Champ Borne se caractérise par un cordon sédimentaire d'origine alluvionnaire (Rivière du Mât à proximité) composé essentiellement de galets et surmonté d'un talus (remblais) entaillé en micro-falaise. Des aménagements urbains sont implantés sur ce talus (restaurant, église en ruine, voirie).

Evolution observée

Le haut du talus subit parallèlement un recul métrique dû aux houles cycloniques et une accrétion liée aux apports anthropiques (remblai). L'impact des cyclones sur le cordon de galets a également généré un fort abaissement du profil de plage ainsi qu'un fort recul du trait de côte.

Commune : **Saint Benoit** Lieu : **Le Butor**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire et aménagements

Date du constat : 10 Juin 2015

Site n°

7*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 367 404 m ; y : 7 673 025 m

Repère : Au bout de la jetée



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones et du port sur le cordon sédimentaire et la micro-falaise

Commentaire

Description paysagère

Le secteur du Butor à St Benoit se caractérise par un cordon de galet entravé par un aménagement portuaire (jetée, cale de halage). Au Sud, le cordon est bien engraisé et au Nord, il est résiduel et surmonté d'une micro-falaise dans des formations superficielles. Le substratum rocheux y est désormais affleurant.

Evolution observée

Le front de mer de Saint Benoit est sujet à un recul accéléré du fait de la digue du Butor. La jetée bloque les courants de dérive littorale provoquant un abaissement du cordon avec un recul des microfalaises au Nord et un engraissement du profil de plage au Sud. Cet ouvrage montre des signes importants d'endommagement par rapport aux années précédentes.

Prises de vue



1 - Vers l'Ouest

En direction de la cale de halage et du front de mer

BRGM



2 - Vers le Sud

En direction de la Pointe de la Ravine Sèche

BRGM

Commune : **Saint Joseph** Lieu : **Manapany les Bains**

Nature de l'observation : cordon sédimentaire et aménagements

Date du constat : 18 Juin 2015

Site n°

8

Localisation du suivi



IGN

Point d'observation (RGR92) :
x : 353 464 m ; y : 7 636 100 m

Repères : Sur le mur, en haut de la cale de halage



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes (et des cyclones) sur le cordon sédimentaire et les aménagements

Prises de vue



BRGM

1 - Vers l'Ouest
En direction de Petite Ile



BRGM

2 - Vers le Sud-Est
En direction du bassin de baignade

Commentaire

Description paysagère

L'anse de Manapany les Bains se caractérise par un cordon de galets et de blocs très raide et surmonté par divers aménagements : une promenade (muret, belvédère), un bassin de baignade, une cale de halage, une voirie et des habitations.

Evolution observée

Le cordon sédimentaire observé les années précédentes semble se maintenir dans un contexte à très fort dynamisme hydro sédimentaire. Étant donné le risque de submersions marines très élevé, les aménagements sont toujours à surveiller.

Commune : **Petite Ile** Lieu : **Grande Anse**

Nature de l'observation : plage corallienne

Date du constat : 18 Juin 2015

Site n°

9*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Points d'observation (RGR92) :

1 - x : 349 194 m ; y : 7 636 470 m

2 - x : 349 466 m ; y : 7 636 281 m

IGN

Repères : 1 – A côté du rocher ; 2 – Sur l'escalier



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes (et des cyclones) sur la plage

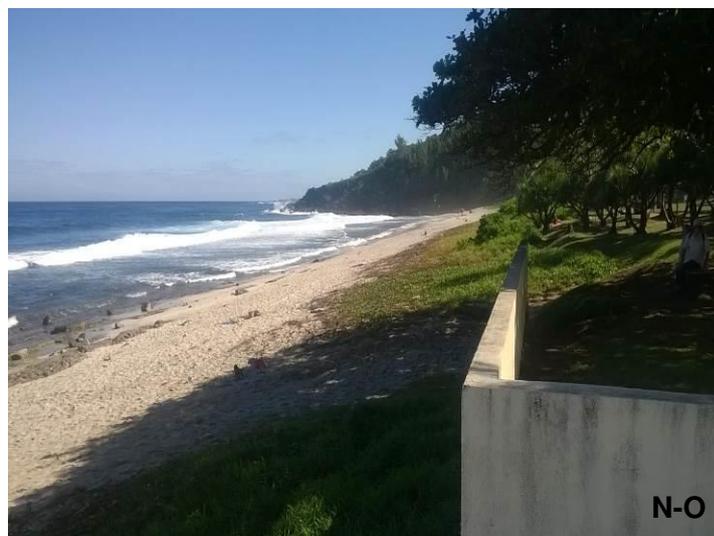
Prises de vue



S-E

BRGM

1 - Vers le Sud-Est
En direction du bassin de baignade



N-O

BRGM

2 - Vers le Nord-Ouest
En direction l'autre extrémité de l'anse

Commentaire

Description paysagère

La plage de Grande Anse se caractérise par un sédiment biodétritique alimenté par le récif corallien frangeant. Le *beachrock* affleure dans la zone du jet de rive. Le haut de plage est végétalisé par de la Patate à Durand (ipomées) et des graminées, et l'arrière-plage se compose de formations superficielles sur lesquelles a été plantée anciennement une cocoteraie. Un bassin de baignade est implanté dans partie Sud de la plage.

Evolution observée

La partie Nord de la plage présente une érosion importante qui se manifeste par un recul de la limite des ipomées. Au Sud, les phénomènes érosifs ne semblent pas atteindre la plage qui est recouverte par de larges étendues de végétation (protection par le bassin artificiel ?). Néanmoins les beachrocks affleurent plus par rapport aux années précédentes.

Commune : **Saint Pierre** Lieu : **Grand Bois**

Nature de l'observation : plage corallienne

Date du constat : 18 Juin 2015

Site n°

10

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92):
x : 347 706 m ; y : 7 636 974 m

Repère : Sur le muret de haut de plage



Prises de vue



1 - Vers l'Ouest
En direction du bassin de baignade



2 - Vers l'Est
En direction de Grande Anse

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes (et des cyclones) sur la plage et ses aménagements

Commentaire

Description paysagère

La plage de Grand Bois se caractérise par un sédiment biodétritique alimenté par le récif corallien attenant. La pente est relativement raide et l'on observe des dalles de beachrock affleurant sur toute la longueur du linéaire côtier. Le haut de plage est largement colonisé par de la Patate à Durand et des graminées, et une promenade est implantée en arrière (muret, voirie). Un bassin de baignade est situé en limite Ouest de la plage (non visible) et des habitations sont installées en arrière de la voirie.

Evolution observée

La plage est protégée par le récif corallien (pas de passe) et est globalement assez basse. On note un abaissement du profil de plage avec une mise à nue de nouvelles dalles de beachrock. Par ailleurs, le recul de la végétation est plurimétrique sur l'ensemble du linéaire côtier suivi. Le contexte de plage étroite, au profil peu élevé expose ce secteur à un aléa submersion élevé.

Commune : **Saint Pierre** Lieu : **Gendarmerie**

Nature de l'observation : plage corallienne

Date du constat : 30 Juin 2015

Site n°

11*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92):
x : 340 882 m ; y : 7 639 145 m

Repère : A l'angle derrière le snack, côté plage



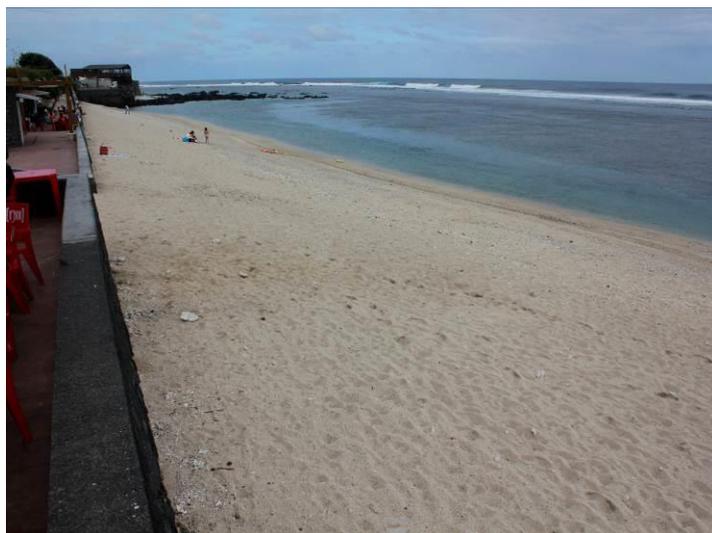
IGN

Prises de vue



BRGM

1 - Vers l'Ouest
En direction de Ravine Blanche



BRGM

2 - Vers l'Est
En direction du port

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes et des aménagements sur la plage

Commentaire

Description paysagère

La plage de St Pierre qui fait face à la Gendarmerie se caractérise par un sédiment biodétritique alimenté par le récif corallien attenant. La pente est relativement raide et le profil assez « bombé » (convexe). Un *beachrock* affleure dans la zone de jet de rive. La plage est surmontée par un mur maçonné soutenant un front de mer (trottoir, snacks,...) et la voirie. Elle délimitée à l'Est par un petit cap rocheux et à l'Ouest par des habitations « les pieds dans l'eau ».

Evolution observée

Le très faible stock sédimentaire de la plage conditionne toujours une forte variabilité morphologique. On note toujours la présence de *beachrock*, caractéristique d'un dégraissage du profil de plage. Celui-ci est plus visible du fait d'une marée plus basse que lors des observations des années précédentes. L'absence de marqueurs clairs (talus d'érosion, végétation) sur le secteur rend difficile l'observation de l'évolution de la dynamique sédimentaire. Il semble cependant que la plage n'ait pas connu d'érosion importante.

Commune : **Saint Pierre** Lieu : **Ravine Blanche**

Nature de l'observation : plage corallienne

Date du constat : 30 Juin 2015

Site n°

12

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 340 257 m ; y : 7 639 348 m

Repère : Face à l'émissaire en mer



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes sur la plage et les aménagements

Prises de vue



N-O

BRGM

1 - Vers le Nord-Ouest
En direction du Cap Tuf



S-E

BRGM

2 - Vers le Sud-Est
En direction du port

Commentaire

Description paysagère

La plage de la Ravine Blanche à St Pierre se caractérise par un sédiment essentiellement biodétritique alimenté par le récif corallien attenant et par de petits galets provenant du Cap Tuf ou des affleurements rocheux alentours. Le haut de plage est colonisé par la Patate à Durand et marqué par une petite micro-falaise au contact avec les formations superficielles arrière-littorales.

Evolution observée

Le profil de plage reste bas mais la plage conserve une végétation assez dense, notamment sur le secteur Est. Le profil du secteur Ouest semble quant à lui plus démaigré (affleurement de blocs basaltiques, talus d'érosion disparates) mais n'a que peu évolué par rapport aux années précédentes. Ce secteur semble donc caractérisé par une certaine stabilité depuis les dernières observations effectuées.

Commune : **Saint Pierre** Lieu : **Pointe du Diable**

Nature de l'observation : falaise

Date du constat : 30 Juin 2015

ATTENTION : ce suivi nécessite une mise en sécurité pour les prises de vue

Site n°

13*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Points d'observation (RGR92) :

1 - x : 339 696 m ; y : 7 640 453 m

2 - x : 339 776 m ; y : 7 640 338 m

Repères : 1 – Belvédère ; 2 – Face au parking



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes sur la falaise et les aménagements

Commentaire

Description paysagère

Les falaises de ce secteur sont composées de tuf d'une part et de basalte d'autre part (coulée massive qui coiffe les formations du Cap Tuf et arme le cap rocheux constituant la Pointe du Diable). Le versant y est subvertical avec localement un sous-cavage et des débris rocheux. Une plage étroite de sable d'origine volcanoclastique s'accumule en fond de baie. Une route, un parking et des habitations sont implantés en arrière du sommet de la falaise.

Evolution observée

On note un démaigrissement important du profil de plage (décimétrique à métrique) sur tout le linéaire côtier. Les falaises au Nord continuent de subir un sous-cavage qui s'accroît depuis les observations de 2013. Sur la côte Sud, les cônes d'éboulement constatés sont de plus en plus importants (nouvelles chutes de blocs constatées) et le recul en sommet semble plus marqué qu'au Nord.

Prises de vue



S-E

BRGM

1 - Vers le Sud-Est
En direction du Cap Tuf



N-O

BRGM

2 - Vers Nord-Ouest
En direction de la Pointe du Diable

Commune : **Saint Louis** Lieu : **Bel-Air**

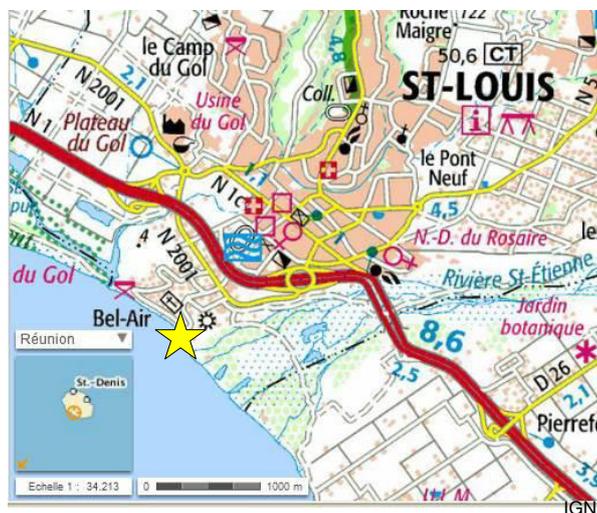
Nature de l'observation : cordon sédimentaire et aménagements

Date du constat : 30 Juin 2015

Site n°

14

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92):
x : 333 822 m ; y : 7 644 202 m

Repère : en limite de microfalaise



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes sur le cordon sédimentaire et les aménagements

Commentaire

Description paysagère

Le cordon de galet à Bel Air est compartimenté entre la Rivière St Etienne et l'Étang du Gol. Il est composé de matériel alluvionnaire (sable, galets, blocs) et est surmonté par une microfalaise de formation superficielles, probablement du remblai. En arrière sont implantés des aménagements (promenade, voirie, habitations).

Evolution observée

Le cordon sédimentaire étant étroit et le talus apparaissent clairement affectés par l'érosion côtière. La totalité de la plage présente un recul du talus par rapport aux observations des années antérieures et les aménagements en arrière présentent toujours un fort risque de submersion pendant les phénomènes paroxysmiques.

Prises de vue



N-O

BRGM

1 - Vers le Nord-Ouest
En direction de l'Étang du Gol



S-E

BRGM

2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Rivière St Etienne

Commune : **Etang-Salé les bains** Lieu : **Bassin Pirogue**

Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 30 Juin 2015

Site n°

15*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 327 180 m ; y : 7 647 199 m

Repère : en haut de la cale de halage



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes et des aménagements sur la plage

Commentaire

Description paysagère

La plage dans le secteur du Bassin Pirogue est composée d'un gradient de sédiment biodétritique vers le Sud (récif frangeant) à un sédiment volcanoclastique vers le Nord (sables et dunes de l'Étang Salé). Elle est relativement plate et étroite et est surplombée d'un mur soutenant une promenade et des habitations. Elle abrite un port de plaisance (corps-morts, ponton et cale de halage) et un chenal de navigation est creusé dans la partie immergée.

Évolution observée

La plage connaît des phases d'érosion et d'accrétion successives en fonction des tempêtes australes en lien avec les échanges de la plage avec la flèche de la Pointe des Sables et l'érosion du récif. La fixation du trait de côte par les nombreux aménagements et le creusement du chenal jouent également un rôle non-négligeable dans la modification des transferts sédimentaires. Pas d'évolution remarquable par rapport aux années précédentes, excepté un léger démaigrissement en haut de plage.

Prises de vue



1 - Vers le Nord-Ouest
En direction de la Pointe des Sables



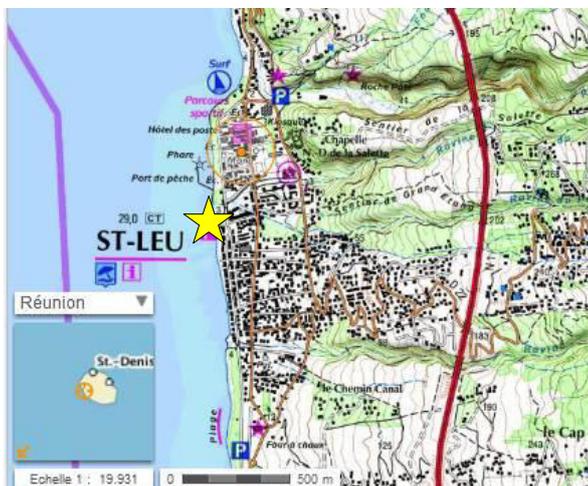
2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Pointe de l'Étang-Salé

Commune : **Saint Leu** Lieu : **Sud du Port**
Nature de l'observation : plage et aménagements
Date du constat : 30 Juillet 2015

Site n°

16

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 322 036 m ; y : 7 658 074 m

Repère : à la base de l'enrochement



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes sur la plage et les aménagements

Prises de vue



1 - Vers le Nord
En direction du port



2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Ravine des Poux

Commentaire

Description paysagère

La plage au Sud du port de St Leu est une plage mixte composée de sables d'origines alluvionnaires et biodétritique. Elle est relativement large et accueille des aménagements (restaurant, terrain de sport, habitations,...) et des ouvrages de défense (enrochements).

Evolution observée

Malgré la marée basse, présente au moment de la prise des photos, le profil de plage ne montre pas de variations substantielles. La plage profite toujours de la protection du récif, néanmoins l'altitude relativement faible du profil expose potentiellement les aménagements aux submersions marines en période cyclonique.

Commune : **Trois Bassins** Lieu : **La Souris Blanche**

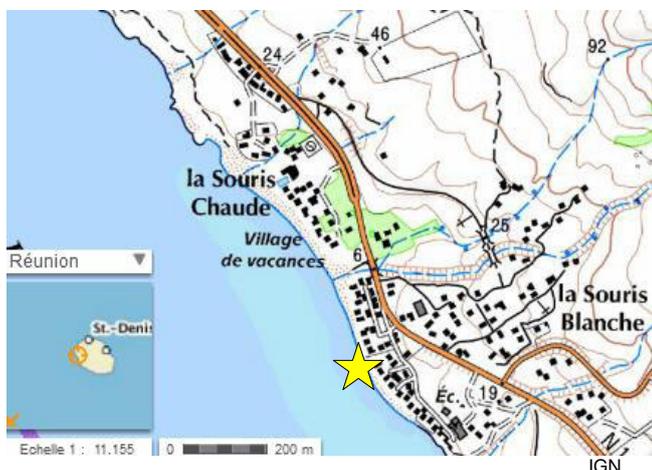
Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 03 Juillet 2015

Site n°

17

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 319 392 m ; y : 7 663 237 m

Repère : devant les habitations



Prises de vue



1 - Vers le Nord-Ouest
En direction de la Ravine de la Souris Chaude

BRGM



2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Grande Ravine

BRGM

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes sur la plage et les aménagements

Commentaire

Description paysagère

La plage de la Souris Blanche se caractérise par un sédiment bioclastique et une pente relativement raide. Le récif est accolé à la côte et le beachrock affleure localement en bas de plage. Le haut de plage est colonisé par la Patate à Durand qui jouxte les murs des habitations implantées le long de la plage.

Evolution observée

Malgré la protection que le récif offre, les signes de fragilisation constatés les années précédentes sur les murs de soutènement des habitations témoignent du contexte érosif qui se poursuit sur la zone. Le profil de plage a subi un dégraissage d'ordre métrique avec l'apparition d'affleurements de beachrock et un recul très important de la végétation (Patate à Durand).

Commune : **Saint Paul** Lieu : **Passé de l'Ermitage**

Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 03 Juillet 2015

Site n°

18*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 315 676 m ; y : 7 667 589 m

IGN

Repère : en face du poste de secours



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes sur la plage et les aménagements

Prises de vue



N-O

1 - Vers le Nord-Ouest
En direction des restaurants

BRGM



S-E

2 - Vers le Sud-Est
En direction de la Passe de l'Ermitage

BRGM

Commentaire

Description paysagère

La plage de l'Hermitage se caractérise par un sable biodétritique approvisionné par le récif corallien. Relativement large au niveau de la passe, elle se rétrécit considérablement au contact des restaurants qui y sont implantés. La végétation de haut de plage est importante (Filaos, Patate à Durand).

Evolution observée

Des signes d'érosion, notamment le déracinement des filaos et les dégâts sur les fondations des restaurants, sont observables sur toute la longueur de la plage. Par rapport aux observations faites les années précédentes, son profil semble être stable au Nord et en légère accrétion au Sud. La végétation connaît un léger recul sans disparaître.

Commune : **Saint Paul** Lieu : **Roches noires**

Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 03 Juillet 2015

Site n°

19

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 315 453 m ; y : 7 670 951 m

Repère : au bord de l'esplanade



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes et des aménagements sur la plage

Prises de vue



N-O

BRGM

1 - Vers le Nord-Ouest
En direction de l'esplanade



S-E

BRGM

2 - Vers le Sud-Est
En direction du port

Commentaire

Description paysagère

La plage des Roches Noires se caractérise par un sable biodétritique approvisionné par le récif corallien attenant. La passe est décalée par rapport à la ravine du fait de l'endiguement de l'embouchure pour la construction du port. La plage est relativement large au niveau de l'embouchure et devient beaucoup plus étroite au contact avec les aménagements qui y sont implantés (enrochement, promenade, voirie et restaurants).

Evolution observée

Les travaux d'aménagement de la nouvelle esplanade ne se sont pas répercutés sur la dynamique de la plage qui continue à suivre sa tendance à l'érosion pendant et hors des épisodes tempétueux. En effet, un abaissement décimétrique du profil de plage est visible sur les marches de l'escalier d'accès. Par ailleurs, un recul métrique de la végétation marque le haut de plage au Sud du site, entre l'esplanade et la ravine Saint-Gilles.

Commune : **Saint Paul** Lieu : **Boucan Canot**

Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 03 Juillet 2015

Site n°

20

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 315 663 m ; y : 7 673 763 m

Repère : sur la terrasse du poste de secours



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des houles australes et des aménagements sur la plage

Prises de vue



1 - Vers le Nord
En direction du Cap Boucan Canot

BRGM



2 - Vers le Sud-Ouest
En direction du Cap Homard

S-O

BRGM

Commentaire

Description paysagère

La plage de Boucan Canot se caractérise par un sable biodétritique approvisionné par le récif corallien adossé. Elle est relativement large et dispose d'un sédiment assez grossier. Une passe est située à proximité du Cap Boucan Canot. Des aménagements « doux » (terrasses en bois, construction sur pilotis) sont implantés en haut de plage au-dessus de constructions plus lourdes (voiries, restaurants, lotissements).

Evolution observée

Cette plage montre une bonne résistance vis-à-vis des tempêtes et un très faible impact des aménagements sur l'évolution de la plage. Les affleurements rocheux sont par ailleurs recouverts par le sable sur quasiment toute la largeur du profil, exprimant une accrétion pluridécimétrique. La végétation semble être stable malgré un léger recul saisonnier de la patate à Durand en pied de cordon.

Commune : **Saint Paul** Lieu : **Cimetière marin**

Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 05 Juin 2015

Site n°

21*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92):
x : 319 162 m ; y : 7 675 272 m

Repère : en haut de l'escalier en bois



IGN

Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones et houles australes sur la plage et les aménagements

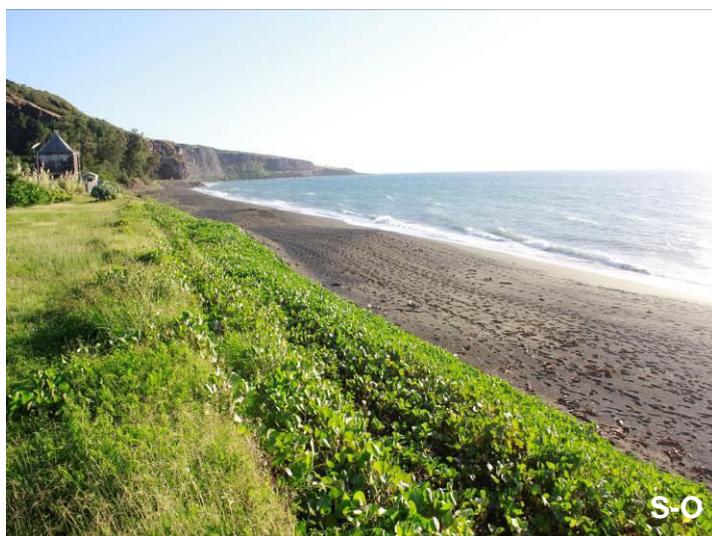
Prises de vue



N-E

BRGM

1 - Vers le Nord-Est
En direction du centre-ville



S-O

BRGM

2 - Vers le Sud-Ouest
En direction du Cap La Houssaye

Commentaire

Description paysagère

Le secteur du cimetière marin de la baie de St Paul se caractérise par une plage composée de sable (très peu de galets) d'origine alluvionnaire (Rivière des Galets à proximité). La plage est assez large et est surmontée par un important talus (traces de l'impact du cyclone Gamède de 2007), aujourd'hui en pente douce sur lequel a été installé des terrasses en bois et planté de la Patate à Durand et de Filaos.

Evolution observée

La végétation présente (Patate à Durand) protège le haut talus des attaques cycloniques. Néanmoins un léger recul est observable. Le profil de plage, toujours très bas, n'a pas subi des modifications importantes. En revanche les aménagements de maintien du trait de côte (tunages) semblent être endommagés.

Commune : **Saint Paul** Lieu : **Marché forain**

Nature de l'observation : plage et aménagements

Date du constat : 05 Juin 2015

Site n°

22*

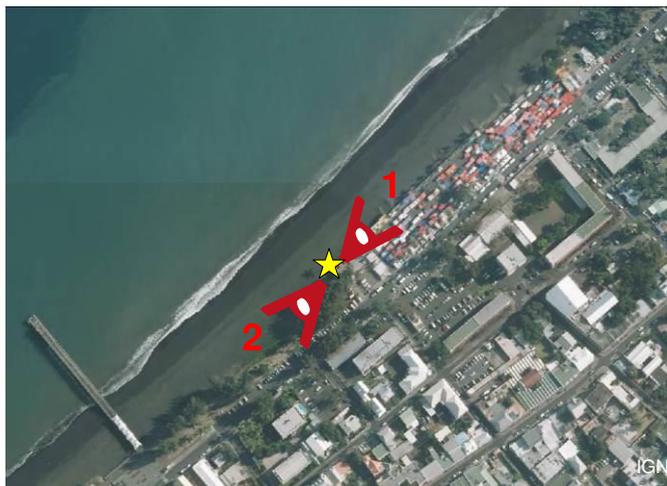
* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 320 287 m ; y : 7 676 118 m

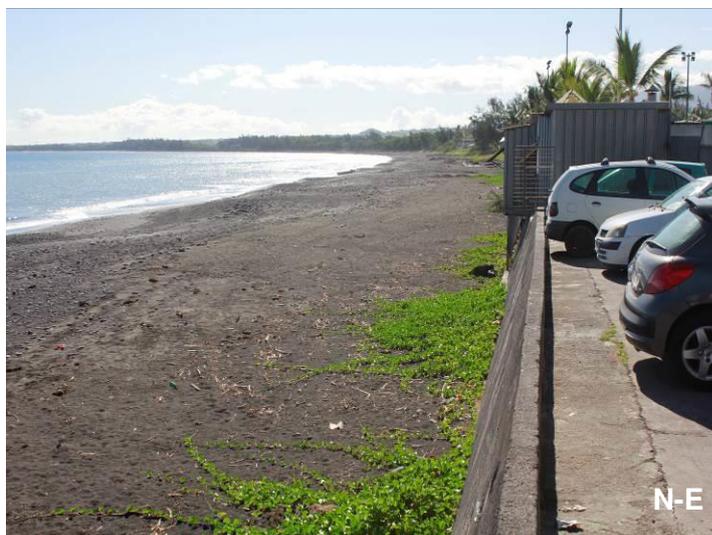
Repère : à l'angle Sud de l'esplanade du marché



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones et houles australes sur la plage et les aménagements

Prises de vue



N-E

BRGM

1 - Vers le Nord-Est
En direction de l'esplanade



S-O

BRGM

2 - Vers le Sud-Ouest
En direction du ponton

Commentaire

Description paysagère

Le secteur du centre-ville de la baie de St Paul se caractérise par une plage composée de sable (en majorité) et galets d'origine alluvionnaire (Rivière des Galets à proximité). La plage est assez large et est surmontée par un petit talus localement entaillé en micro-falaise (traces de l'impact du cyclone Gamède de 2007) et globalement recouvert de Patate à Durand et de Filaos. Au niveau de l'esplanade du marché, un mur de soutènement vertical jouxte la plage.

Évolution observée

La houle cyclonique entraîne d'importantes variations du stock sédimentaire sur ce secteur. La plage s'est considérablement engraisée depuis la précédente observation. Cette observation est particulièrement visible sur les piliers de la jetée au Sud, le sable touchant presque le tablier de la structure. La pente de la plage semble plus régulière (pas de rupture de pente marquée), avec une accréion métrique du profil de plage. Le haut de plage a été colonisé par de la patate à Durand, notamment sur la partie Nord.

Commune : **Le Port** Lieu : **Pointe des Galets**
Nature de l'observation : plage et aménagements
Date du constat : 05 Juin 2015

Site n°

24*

* Site faisant l'objet d'un suivi quantitatif complémentaire

Localisation du suivi



Point d'observation (RGR92) :
x : 322 142 m ; y : 7 685 273 m

Repère : en haut de la butte



Type de suivi

Suivi paysager de l'impact des cyclones sur le cordon sédimentaire et les aménagements

Prises de vue



1 - Vers le Nord-Ouest
En direction du Port-Ouest



2 - Vers le Sud-Est
En direction du Port-Est

Commentaire

Description paysagère

La Pointe des Galets au Port se caractérise par un cordon sédimentaire composée de sable et galets d'origine alluvionnaire. La plage est très large et relativement plate, hormis dans la zone de jet de rive. Elle est surmontée par des buttes de remblais issues du creusement du Port-Est dont le versant est subvertical. En arrière sont implantées des cuves d'hydrocarbures.

Evolution observée

Le blocage sédimentaire de la rivière des Galets génère une érosion accélérée de tout le cordon. L'évolution des falaises montre un recul assez important en crête de talus. En revanche, les apports anthropiques (remblaiement et terrassement des remblais face à la SRPP) semblent contribuer à un maintien artificiel du bas du profil de plage (et donc de la limite de rivage) entre 2013 et 2015.

Annexe 2

Exemple de fiche d'observation pré-remplie (SPA1)

Fiches d'observation - Visites de terrain

Commune :	<input type="text" value="Saint-Paul"/>	Code INSEE :	<input type="text" value="97415"/>
Lieu-Dit :	<input type="text" value="CREPS"/>		
Exposition :	<input type="text" value="N/W"/>	Priorité intervention :	<input type="text" value="1"/>
Coordonnées en mètres (WGS84 Zone 40S) :			
X :	<input type="text" value="320 778"/>	Y :	<input type="text" value="7 676 653"/>
Historique du site :	<input type="text" value="Erosion/ submersion / destructuration des murs et clôtures"/>		

Site d'observation SPA1
Numéro de fiche : -----

Localisation du site (©IGN)

Localisation des désordres observés (©IGN)



Waypoint : _____ X : _____ Y : _____ Z : _____

Désordre observé

Date du constat :

Cyclone/houle de référence :

Nature évènement :

Description de l'intensité

Autres éléments quantifiables

Longueur (en m) :

Profondeur (en m) :

Hauteur (en m) :

Dégâts : Phénomène :

Description des désordres

Nature des dégâts/Observations :

Causes :

Annexe 3

Fiche-type vierge



OBSCOT

Observation et Gestion de l'Érosion Côtière à la Réunion



Commune : <input type="text"/> Code Commune INSEE : <input type="text"/> Lieu-Dit : <input type="text"/> Date du constat : <input type="text"/> Phénomène de référence : <input type="text"/> Nature évènement : <input type="text"/>	Observation
<p>Localisation de l'évènement (©IGN)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> <p>Coordonnées en mètres (WGS84 Zone 40S) :</p> X : <input type="text"/> Y : <input type="text"/> Z : <input type="text"/>	<p>Photographies</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>
<p>Description de l'intensité</p> Longueur (en m) : <input type="text"/> Profondeur (en m) : <input type="text"/> Hauteur (en m) : <input type="text"/> Intensité dégâts : <input type="text"/> /4 Phénomène : <input type="text"/> /4	<p>Description des désordres</p> Nature des dégâts/Observations <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> Causes <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>



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

Direction Régionale Réunion
5 rue Sainte Anne
CS 51016
97404 Saint-Denis
Tél. : 02 62 21 22 14