













# OBSCOT – 2019-2020 Observation et gestion de l'érosion côtière à la Réunion

Rapport final

BRGM/RP-70759-FR Avril 2021

BELON R., GAYER C. et MOUTOUSSAMY L. Avec la collaboration de HUEBER N. et DURAND G.

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2021

#### Vérificateur:

Nom: Franck Desmazes

Fonction: Ingénieur risques côtiers

Date: 26/03/2021

#### Approbateur:

Nom : K. Samyn

Fonction: Directeur régional - La

Réunion

Date: 08/04/2021

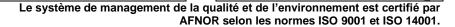








Photo de la page de couverture : Littoral du Butor sur la commune de Saint Benoit (27 juin 2016)
<b>Mots-clés</b> : Aléa, Erosion, Base de données évènementielles, Gestion, Littoral, Trait de côte, Risques, Observation, Suivi topo-bathymétrique, La Réunion.
En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :
<b>BELON R., GAYER C. et MOUTOUSSAMY L</b> (2021) – OBSCOT 2019-2020 – Observation et gestion de l'érosion côtière à La Réunion. Rapport final. BRGM/RP-70759-FR, 196 p., 175 ill., 1 annexe (53p.).
© BRGM, 2021, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## **Synthèse**

e BRGM conduit depuis 2004 en partenariat avec l'Etat (DEAL, Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion) et la Région Réunion un suivi morphodynamique des littoraux de La Réunion. Ces observations constituent une information de référence 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), ce qui a permis d'identifier 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 2019-2020, qui s'inscrit dans la poursuite des travaux antérieurs et dans le cadre du nouvel *Observatoire du Littoral* de La Réunion, a tout d'abord permis de caractériser l'évolution récente de 13 sites sensibles au moyen de levés topo-bathymétriques ainsi que l'évolution de 10 sites supplémentaires basée sur des prises de vue photographiques et des fiches descriptives. Ce suivi récurrent/régulier permet d'enrichir la base de données du programme et de proposer une analyse qualitative de l'évolution des franges littorales du territoire.

Cette étude présente les grandes tendances d'évolutions de l'ensemble de ces sites depuis le début des observations et jusqu'à l'année 2020. Elle met également 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.).

Les acquisitions de données réalisées dans le cadre du programme OBSCOT peuvent se résumer ainsi (Illustration 1) :

SITES	SUIVI PHOTOGRAPHIQUE	SUIVI QUANTITATIF			
		TOPO	ВАТНҮ	TRAIT DE COTE	
St Denis (Barachois)	17 mai 2013 10 juin 2015 31 mai 2016 14 septembre 2018 10 juin 2020				
St Denis (Lancastel)	17 mai 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 13 septembre 2018 31 juillet 2020	18 janvier 2006 16 mars 2009 28 novembre 2011 Mars 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 13 septembre 2018 31 juillet 2020	21 janvier 2006 25 Mars 2009 28 novembre 2011 Mars 2013 30 juin 2015 13 septembre 2018 31 juillet 2020	31 mai 2016 ( <u>Végétation</u> <u>et sec-mouillée</u> ) 13 septembre 2018 ( <u>Jet</u> <u>de rive</u> )	
Ste Marie (Port)	13 septembre 2018 10 juin 2020	13 septembre 2018 Pas de topo le 31 juillet 2020 car travaux sur la plage	13 septembre 2018 31 juillet 2020	27 avril 2018 (Fakir) ( <u>Jet</u> <u>de rive</u> ) 13 septembre 2018 ( <u>Jet</u> <u>de rive</u> ) 10 juin 2020 ( <u>Jet de rive</u> )	

SITES	SUIVI PHOTOGRAPHIQUE		SUIVI QUANTITATI	F
		ТОРО	ВАТНҮ	TRAIT DE COTE
Ste Marie (Fraternité)	17 mai 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 14 septembre 2018 10 juin 2020			
Ste Suzanne (Chapelle)	17 mai 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 14 septembre 2018 10 juin 2020	18 janvier 2006 17 mars 2009 29 novembre 2011 Mars 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 (Fin)	21 janvier 2006 25 Mars 2009 29 novembre 2011 Mars 2013 30 juin 2015 (Fin)	17 mai 2013 ( <u>Haut micro</u> <u>falaise</u> ) 30 juin 2015 ( <u>Haut micro</u> <u>falaise</u> ) 31 mai 2016 ( <u>Haut talus</u> <u>et sec-mouillée</u> ) (Fin)
Ste Suzanne (centre- ville)	17 mai 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 13 septembre 2018 31 juillet 2020	18 janvier 2006 17 mars 2009 29 novembre 2011 Mars 2013 30 juin 2015 31 mai 2016 13 septembre 2018 31 juillet 2020	21 janvier 2006 25 Mars 2009 29 novembre 2011 Mars 2013 30 juin 2015 13 septembre 2018 31 juillet 2020	10 juin 2015 ( <u>Végétation</u> et jet de rive) 31 mai 2016 ( <u>Végétation</u> et sec-mouillée) 13 septembre 2018 ( <u>Végétation</u> et sec- mouillée)
Saint André (Champ Borne)	17 mai 2013 10 juin 2015 31 mai 2016 13 septembre 2018 10 juin 2020 31 juillet 2020	18 janvier 2006 17 mars 2009 29 novembre 2011 Mars 2013 10 juin 2015 (Fin)	21 janvier 2006 25 Mars 2009 29 novembre 2011 26 Mars 2013 30 juin 2015 13 septembre 2018 31 juillet 2020 (bathy + suivi vidéo sous-marine)	17 mai 2013 (Haut de talus) 10 juin 2015 (Haut de talus) 31 mai 2016 (Haut de talus et sec-mouillée) 27 avril 2018 (Fakir) (Haut de talus) 13 septembre 2018 (Haut de talus) 10 juin 2020 (Haut de talus) 31 juillet 2020 (Haut de talus)
Saint-André (Bois Rouge)	13 septembre 2018 31 juillet 2020	13 septembre 2018 31 juillet 2020	13 septembre 2018 31 juillet 2020	13 septembre 2018 ( <u>Végétation</u> )
St Benoit (Butor)	20 mars 2013 10 juin 2015 31 mai 2016 14 septembre 2018 10 juin 2020	18 janvier 2006 17 mars 2009 29 novembre 2011 20 mars 2013 10 juin 2015 31 mai 2016 14 septembre 2018 10 juin 2020	21 janvier 2006 25 Mars 2009 29 novembre 2011 26 Mars 2013 30 juin 2015	16 juin 2015 ( <u>Jet de rive</u> ) 31 mai 2016 ( <u>Jet de rive</u> ) 27 avril 2018 (Fakir) ( <u>Jet</u> <u>de rive</u> )
St Joseph (Manapany)	25 mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 17 octobre 2018 10 juin 2020			

SITES	SITES SUIVI PHOTOGRAPHIQUE		SUIVI QUANTITATIF		
			BATHY	TRAIT DE COTE	
Petite-Ile (Grande Anse)	25 mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 17 octobre 2018 10 juin 2020	24 janvier 2006 19 mars 2009 02 décembre 2011 25 mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 17 octobre 2018 10 juin 2020	27 janvier 2006 26 Mars 2009 02 décembre 2011 27 Mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 (Fin)	18 juin 2015 ( <u>Bas de</u> plage? et végétation) 07 juin 2016 ( <u>Végétation</u> ) 17 octobre 2018 ( <u>Végétation</u> )	
St Pierre (Grand Bois)	25 mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 27 juillet 2017 (Houles australes, HA) 17 octobre 2018 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 10 juin 2020	27 juillet 2017 (HA) 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 10 juin 2020			
St Pierre (Gendarmerie)	25 mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 27 juillet 2017 (HA) 11 septembre 2018 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 17 janvier 2020 10 juin 2020 28 juillet 2020 (HA)	1 PROFIL Décembre 1998 Février 1999 Décembre 2000 Janvier 2000 Février 2002 24 janvier 2006 19 mars 2009 02 décembre 2011 25 mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 27 juillet 2017 (HA)  11 septembre 2018 (2 profils) 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 17 janvier 2020 10 juin 2020 (2 profils) 28 juillet 2020 (HA)			
St Pierre (Ravine Blanche)	16 avril 2013 30 juin 2015 07 juin 2016 17 octobre 2018 22 août 2019 (HA) 10 juin 2020				
St Pierre (Pointe du diable) — Arrêt du suivi en 2018	23 mai 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 <b>(Fin)</b>	24 janvier 2006 19 mars 2009 02 décembre 2011 mars 2013 (Fin)	27 janvier 2006 26 mars 2009 02 décembre 2011 Mars 2013 18 juin 2015 07 juin 2016 11 septembre 2018 (Fin)	23 mai 2013 ( <u>Haut</u> <u>falaise</u> ) <b>(Fin)</b>	

SITES	SUIVI PHOTOGRAPHIQUE		SUIVI QUANTITATI	F
		TOPO	BATHY	TRAIT DE COTE
St Louis (Bel Air)	16 avril 2013 30 juin 2015 25 mai 2016 27 juillet 2017 (HA) 11 septembre 2018 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 17 janvier 2020 22 juin 2020 28 juillet 2020 (HA) 16 septembre 2020	11 septembre 2018 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 17 janvier 2020 22 juin 2020 28 juillet 2020 (HA) 16 septembre 2020	11 septembre 2018 22 juin 2020 (1 profil, problème acquisition) 16 septembre 2020	25 mai 2016 ( <u>Haut de talus</u> ) 27 juillet 2017 (HA) ( <u>Haut de talus</u> ) 11 juillet 2019 (HA) ( <u>Haut de talus</u> ) 18 juillet 2019 (HA) ( <u>Haut de talus</u> ) 22 août 2019 (HA) ( <u>Haut de talus</u> )
Etang Salé les Bains	27 mars 2013 05 juin 2015 25 mai 2016 27 juillet 2017 (HA) 17 octobre 2018 10 juin 2020	24 janvier 2006 19 mars 2009 02 décembre 2011 Mars 2013 05 juin 2015 25 mai 2016 27 juillet 2017 (HA)		
Etang Salé (plage de la Pointe des Sables, suivi exceptionnel)	14 mai 2020 12 juin 2020 28 juillet 2020 16 septembre 2020 01 décembre 2020	12 juin 2020 28 juillet 2020 16 septembre 2020 01 décembre 2020		14 mai 2020 Jet de rive
St Leu (Sud du port)	16 avril 2013 13 août 2015 25 mai 2016 17 octobre 2018 09 juin 2020	09 juin 2020		
Trois Bassins (Souris Blanche)	16 avril 2013 13 août 2015 25 mai 2016 17 octobre 2018 09 juin 2020	09 juin 2020		
St Paul (Passe de l'Ermitage)	27 mars 2013 05 juin 2015 25 mai 2016 17 octobre 2018 09 juin 2020	18 janvier 2006 18 mars 2009 30 novembre 2011 27 mars 2013 05 juin 2015 25 mai 2016 17 octobre 2018 09 juin 2020 05 octobre 2020		18 mars 2009 ( <u>Sec-mouillé</u> ) 05 juin 2015 ( <u>Végétation et sec-mouillée</u> ) 25 mai 2016 ( <u>Sec-mouillée</u> )
St Paul (Trou d'eau)	27 juillet 2017 (HA) 17 octobre 2018 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 09 juin 2020	27 juillet 2017 (HA) 17 octobre 2018 11 juillet 2019 (HA) 18 juillet 2019 (HA) 22 août 2019 (HA) 09 juin 2020		
St Paul (Roches Noires)	27 mars 2013 13 août 2015 25 mai 2016 17 octobre 2018 09 juin 2020			
St Paul (Boucan Canot)	27 mars 2013 13 août 2015 25 mai 2016 27 juillet 2017 (HA) 17 octobre 2018			

SITES	SITES SUIVI PHOTOGRAPHIQUE		SUIVI QUANTITATI	F
		TOPO	ВАТНҮ	TRAIT DE COTE
	09 juin 2020			
St Paul (Baie)	21 mars 2013 05 juin 2015 27 mai 2016 10 septembre 2018 09 juin 2020 15 juillet 2020 (HA) 28 juillet 2020 (HA) 05 octobre 2020 18 novembre 2020 (RRT)	18 mars 2009 30 novembre 2011 21 mars 2013 05 juin 2015 27 mai 2016 12 juillet 2017 (HA) 12 mars 2018 (Dumazile) 10 septembre 2018 09 juin 2020 15 juillet 2020 (HA) 28 juillet 2020 (HA) 05 octobre 2020 18 novembre 2020 (RRT)	24 mars 2009 30 novembre 2011 26 mars 2013 05 juin 2015 27 mai 2016 10 septembre 2018 03 juillet 2019 (CRA) 09 juin 2020 15 juillet 2020 (HA) 18 novembre 2020 (RRT)	05 juin 2015 ( <u>Végétation</u> et sec-mouillée) 03 juin 2016 ( <u>Végétation</u> et sec-mouillée) 12 mars 2018 (Dumazile) ( <u>Végétation</u> , jet de rive) 09 juin 2020 ( <u>Jet de rive</u> )
Le Port (Pointe des galets)	21 mars 2013 05 juin 2015 27 mai 2016 10 septembre 2018 19 mai 2020 09 juin 2020	18 janvier 2006 18 mars 2009 30 novembre 2011 21 mars 2013 05 juin 2015 27 mai 2016 01 juin 2017 10 septembre 2018 19 mai 2020 (secteur ouest uniquement) 09 juin 2020	23 janvier 2006 24 Mars 2009 30 novembre 2011 26 mars 2013 05 juin 2015 27 mai 2016 01 juin 2017 10 septembre 2018 09 juin 2020	30 novembre 2011 (Haut de talus et jet de rive) 21 mars 2013 (Haut de talus et jet de rive) 05 juin 2015 (Haut de talus, bas de talus et jet de rive) 10 septembre 2018 (Bas de talus et jet de rive) 19 mai 2020 (Jet de rive) 09 juin 2020 (Jet de rive)

Illustration 1 – Récapitulatif des données acquises dans le cadre du programme OBSCOT

Dans le cadre de ce projet, des campagnes de mesures évènementielles ont également été menées afin de compléter / d'initier une base de donnée de connaissance quantifiée sur les évènements énergétiques qui peuvent impacter les littoraux réunionnais : évènements cycloniques et houles australes. Au cours de l'année 2020, deux périodes caractérisées par des houles australes ont pu faire l'objet d'un suivi qualitatif et quantitatif. La première entre le 07 et le 10 juillet 2020, la deuxième entre le 23 juillet 2020 et le 25 juillet 2020. Les sites qui ont été suivis sont la plage située à l'ouest du port à Saint-Pierre, celle faisant face à la gendarmerie de Saint Pierre, le littoral de Bel-Air à Saint-Louis et les plages situées au droit du CREPS, s'étendant du marché forain au cimetière marin le long de la baie à Saint-Paul.

Une attention particulière a été portée également à la plage de la pointe de l'Etang-Salé qui présente des signes d'érosion significative depuis début 2020 (Belon, 2020). Au total, 5 campagnes de mesures topographiques ont été menées en 2020 sur cette place. Ces campagnes permettent de mettre en avant des hypothèses sur l'existence de différents secteurs ayant des dynamiques particulières en fonction de la direction de provenance et des hauteurs de la houle.

Ces suivis amorcent la notion de seuil morphogène, caractéristiques à partir desquelles il est possible d'observer des évolutions morphologiques significatives.

Une synthèse des évolutions observées sur chacun des sites suivis historiquement et un état morphologique de la plage est ainsi proposé (Illustration 2).

SITES	TYPE SUIVI	DE	EVOLUTION	RECOMMANDATIONS	Etat du dernier levé (2020)
St Denis (Barachois)	Qualitatif		Pas d'évolution favorable réellement significative malgré l'absence d'épisodes cycloniques.  Les fortes houles se réfléchissent contre le mur en emportant les sédiments vers le large.	Poursuivre le suivi pour anticiper des actions de protection de l'ouvrage et réaliser un suivi de l'ouvrage.	Etat moyen
St Denis (Lancastel)	Qualitatif quantitatif	et	Alternance de phase d'érosion et d'accrétion marquée principalement par la présence ou non d'évènements de type cyclonique et de leurs caractéristiques. Le cyclone GAMEDE (2007) a particulièrement affecté ce littoral dont le temps de résilience est estimé à 7 ans pour ce type d'évènement.  La perte des sédiments vers le large n'est pas compensée, la faible largeur de plage ne permet pas de dissiper l'énergie de la houle qui vient frapper de plein fouet le haut de plage.	Poursuivre le suivi pour capitaliser la donnée qui sera utile pour améliorer la connaissance sur la capacité de résilience du site dans les années à venir.	Etat dégradé
Ste Marie (Port)	Qualitatif quantitatif	et	Poursuite d'une tendance à l'accumulation de sédiments le long de la digue est du port de Sainte-Marie  La présence du port situé en aval dérive bloque le transit sédimentaire.	Une réflexion sur la gestion de cette zone d'accumulation de sédiments devrait être menée afin de limiter cette problématique d'ensablement.  Il semble pertinent d'affiner les levés bathymétriques jusqu'à une distance de 300 m à partir du haut de plage pour pleinement exploiter les données et suivre les dépôts de sédiments.	Bon état
Ste Marie (Fraternité)	Qualitatif		Développement de la végétation le long de la microfalaise et engraissement du cordon de galets même s'il présente toujours un stock sédimentaire limité.  Secteur situé en amont de la dérive littorale.	Ce site pourrait bénéficier d'une stratégie de gestion des sédiments avec la possibilité de récupérer les sédiments accumulés contre la digue est du port de Sainte-Marie pour consolider le haut de plage.	Etat moyen
Ste Suzanne (Chapelle)	Qualitatif quantitatif	et	Réapparition de la végétation en haut de plage mais aucun signe de réengraissement du cordon de galets malgré l'absence d'épisode cyclonique.	Favoriser des opérations de rechargement en galets plutôt que du remblaiement en haut de plage.	Etat moyen

		T	T	Г
		L'interprétation des évolutions est délicate au vu de la difficulté d'interprétation des observations interannuelles.		
Ste Suzanne (centre-ville)	Qualitatif et quantitatif	Erosion irréversible du haut de plage suite à GAMEDE (2007). Ré-engraissement régulier de la plage depuis mais le site n'a toujours pas retrouvé sa morphologie initiale (précyclonique).  La reconstruction de la plage fluctue de quelques mois pour des houles dont la hauteur significative est inférieure ou égale à 6 m à quelques années lorsque la hauteur significative des houles est égale à 7 m.	La poursuite du suivi, associée à une analyse fine du contexte hydrodynamique sur une période considérée, permettrait de mieux estimer le potentiel érosif des différents régimes de houle cyclonique.	Etat moyen
St André (Champ Borne)	Qualitatif et quantitatif	Stabilité précaire de la microfalaise en raison du talus en remblais trop proche de la ligne de rivage et trop pentu.  Le suivi vidéo le long du profil bathymétrique n'a pas montré d'impact significatif lié au remblais sur le haut de plage.	Un rechargement de galets respectant la morphologie du littoral serait adapté au retour à l'équilibre du stock sédimentaire.	Etat dégradé
St André (Bois Rouge)	Qualitatif et quantitatif	Forte variabilité morphologique de la plage liée aux forçages hydrodynamiques.	La poursuite du suivi dans le temps permettra de s'assurer de la bonne résilience de ce secteur.	Etat moyen
St Benoit (Butor)	Qualitatif et quantitatif	Tendance à l'engraissement du cordon de galets au sud.  Secteur nord en état critique mais des dépôts sédimentaires semblent attester de la saturation de la digue qui laisserait à nouveau transiter les sédiments du sud vers le nord.	La poursuite du suivi, notamment le relevé de la position du jet de rive, est nécessaire pour définir un indicateur de l'impact de la jetée sur la largeur de plage et surveiller la phase d'accumulation en partie nord de la jetée.	Bon état (au Sud) et état dégradé (au Nord)
St Joseph (Manapany)	Qualitatif	Tendance à l'équilibre sédimentaire du site avec un net développement de la végétation en haut de plage.  Vulnérabilité des enjeux présents en haut de plage en cas de projection des galets lors des épisodes de fortes houles.	Des actions de reprofilage de la plage de galets permettrait probablement de limiter leur projections sur les aménagements en haut de plage, comme constaté à la suite des houles australes d'août 2019.	Bon état
Petite-Ile (Grande Anse)	Qualitatif et quantitatif	Poursuite du raidissement de la partie basse de la plage au sud qui reste préoccupante. Dérive littorale marquée du sud vers le nord. Rôle positif de la végétation en haut de plage.	Compte-tenue de la dérive littorale, les aménagements en haut de plage au sud devraient être plus reculés afin de garder une plus grande largeur de plage.  Des actions de renforcement de la végétation et de limitation du piétinement pourraient également être	Bon état (au Sud) et état dégradé (au Nord)

			menées pour assurer la préservation du cordon dunaire.	
St Pierre (Grand Bois)	Qualitatif	Profil de plage aussi raide qu'observé en 2018 et le substratum rocheux semble d'avantage dépourvu en sable, plus dégradé que les années précédentes alors que la végétation recolonise progressivement le haut de plage.  Cette végétation joue un rôle	Le renforcement de la végétation en haut de plage et des réflexions sur les quelques murs présents en haut de plage pourraient être menées.	Etat moyen
		important dans la fixation du sable.		
St Pierre (Gendarmerie)	Qualitatif et quantitatif	Changement de profil après la houle australe de mai 2007 (impact irréversible) mais bonne résilience suite à des évènements moins énergétiques. Le secteur ouest retrouve un profil à l'équilibre un an voire deux ans après les épisodes de forte houle de 2014 (BEJISA) et de 2017.	Des actions de reprofilage de plage pourraient être envisagées en cas de forte houle pour favoriser l'équilibre est-ouest. Une réflexion sur les aménagements en haut de plage pourrait également être menée.	Etat moyen
		Sensibilité aux houles australes dont la hauteur significative serait supérieure à 6 m, probablement en raison de la présence du mur en haut de plage qui favoriserait le départ des sédiments vers le large.		
St Pierre (Ravine Blanche)	Qualitatif	Double dynamique d'évolution le long du profil de plage avec un haut de plage en accrétion où un net développement du couvert végétal est observé et un bas de plage en déficit (pente raide, substratum rocheux affleurant).  Le récif joue bien son rôle	Le renforcement de la végétation en haut de plage favoriserait la fixation du sable.	Etat moyen
		protecteur face à la houle.		
St Louis (Bel-Air)	Qualitatif	L'extrémité sud du site de Bel-Air est en érosion chronique.  Les actions de consolidation du haut de plage semblent avoir limitées les phénomènes d'érosion côtière et de submersion marine pour des hauteurs de houle de l'ordre de 4 à 5 m.  Meilleur comportement du profil le plus au nord présentant une plus grande largeur de plage.	Poursuivre le suivi afin de surveiller le comportement mécanique du haut de plage et mieux estimer les pertes sédimentaires vers le large.  Poursuivre la réflexion sur la stratégie de gestion du site en analysant la possibilité de redonner de l'espace au cordon littoral à l'image du profil plus au nord.	Etat moyen
Etang salé les bains (Bassin Pirogue)	Qualitatif et quantitatif	Littoral peu évolutif mais stock sableux limité. Secteur protégé par le récif corallien mais vulnérable face aux fortes houles (dégradation des ouvrages en haut de plage).	Poursuite du suivi pour s'assurer que le déchaussement des ouvrages ne devienne pas problématique.	Etat moyen

	1	ı		
St Leu (sud du port)	Qualitatif	Pas d'évolution morphologique significative depuis 2013. Secteur situé en aval de la dérive littorale.	Possibilité d'espacer les suivis dans le temps.	Bon état
Trois Bassins (Souris Blanche)	Qualitatif	Poursuite de la dégradation de la plage (accentuation de la mise à nue du beach-rock, abaissement du profil de plage, marqueurs d'érosion en haut de plage.  La présence des murs en haut de plage au Sud favoriserait l'érosion de la plage.	Un réflexion pourrait être menée pour évaluer différentes approches permettant d'atténuer le phénomène d'érosion côtière (transferts sédiments de l'ouest vers l'est, recul des murs en haut de plage)	Etat critique
St Paul (Passe de l'Hermitage)	Qualitatif et quantitatif	Pas de variations morphologiques importantes du profil de plage, excepté sur le haut de plage. Sensibilité aux évènements énergétiques.	Suivis des actions de re- végétalisation en cours et de leurs impacts sur le profil de plage	Etat moyen
St Paul (Roches Noires)	Qualitatif	Même si aucune aggravation significative de la plage n'est observée en 2020, ce site présente un stock sédimentaire très limité.  Sensibilité du littoral face aux évènements énergétiques, en raison du blocage du transit sédimentaire au droit du port de Saint-Gilles.	Il pourrait être envisagé la mise en place d'un plan de gestion des sédiments sur le secteur (embouchure de la ravine et plages des brisants). Une réflexion plus globale permettant de limiter la présence des aménagements en haut de plage peut être entreprise à plus long terme.	Etat critique
St Paul (Boucan Canot)	Qualitatif	Bonne stabilité dynamique de la plage depuis 2013.	Cette plage pourrait servir d'exemple en termes d'aménagement en haut de plage pour d'autres sites (site de la Gendarmerie à St- Pierre).	Bon état
St Paul (Baie)	Qualitatif et quantitatif	Bonne capacité de rechargement naturel du site et densification de la végétation en haut de plage.  Identification de seuils morphogènes pour les houles australes avec de plus fortes sensibilités au sud de la baie.  Vulnérabilité du site face aux houles cycloniques.	Vulnérabilité des enjeux présents en haut de plage lors des épisodes cycloniques mais bonne capacité de rechargement naturel de la plage	Bon état
Le Port (Pointe des galets)	Qualitatif et quantitatif	Erosion des stocks sédimentaires en haut de plage, perte de sédiments vers le large, opérations de rechargement réalisées par le GPMLR qui permettent probablement de compenser les pertes sédimentaires et présence d'enjeux importants.	Poursuite du suivi et réflexion à mener sur les opérations de rechargement réalisées par la GPMLR.	Bon état en raison de l'absence d'évènement cyclonique récent et des opérations du GPMLR. Site à suivre avec attention

Illustration 2 – Synthèse des évolutions constatées sur les sites suivis dans le cadre du programme OBSCOT

# **Sommaire**

1.	Introduct	tion	23
2.	Suivis ré	aliséés dans le cadre d'OBSCOT	25
	2.1. LE R	RESEAU D'OBSERVATION	25
		HODE MISE EN ŒUVRE	
	2.2.2	Suivi topo-bathymétrique     Suivi photographique     Suivi évènementiel	27
3.		et interprétation des suivis évènementiels	
		ACTERISTIQUES DES EVENEMENTS	
	3.1.1	Période entre le 23 juillet et le 25 juillet 2020	31
		LYSE DES RELEVES TOPOGRAPHIQUES REALISES	
	3.2.3	2. Plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre	41
4.		et interprétation des suivis annuels	
	4.1. SAIN	NT DENIS – BARACHOIS	51
	4.2. SAIN	NT DENIS – LANCASTEL/CIMETIERE MARIN	53
	4.3. SAIN	NTE MARIE (PORT)	60
	4.4. SAIN	NTE MARIE – BOULEVARD DE LA FRATERNITE	63
	4.5. SAIN	NTE SUZANNE – LA CHAPELLE	65
	4.6. SAIN	NTE SUZANNE – CENTRE VILLE	66
	4.7. SAIN	NT ANDRE – CHAMP BORNE	71
	4.8. SAIN	NT ANDRE – BOIS-ROUGE	77
		NT BENOIT – BUTOR	
	4.10.	SAINT JOSEPH – MANAPANY LES BAINS	
	4.11.	PETITE ILE – GRANDE ANSE	

	4.12.	SAINT PIERRE – GRAND BOIS	96
	4.13.	SAINT PIERRE – GENDARMERIE	103
	4.14.	SAINT PIERRE – RAVINE BLANCHE	108
	4.15.	SAINT LOUIS – BEL AIR	109
	4.16.	ETANG SALE – BASSIN PIROGUE	119
	4.17.	SAINT LEU – SUD DU PORT	121
	4.18.	TROIS BASSINS – LA SOURIS BLANCHE	123
	4.19.	SAINT PAUL – PASSE DE L'ERMITAGE	126
	4.20.	SAINT PAUL – ROCHES NOIRES	129
	4.21.	SAINT PAUL – BOUCAN CANOT	131
	4.22.	SAINT PAUL – LA BAIE	133
	4.23.	LE PORT – POINTE DES GALETS	145
5.		ceptionnels suite au constat d'un phénomène d'érosion « inhabit la Pointe des Sables à l'Etang-Salé	
	5.1. INTR	RODUCTION	153
		.Contexte de l'étude	
		Contexte morphologique et caractéristiques du littoral     Conclusions de l'expertise d'avril 2020 (Belon, 2020)	
		PAGNES DE MESURES	
		LYSE DU SITE D'ETUDE	
	5.4. SYN	THESE DES EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUES DU LITTORAL	179
6.	Conclusi	on	183
		phie	
	<b>g</b>	<b>.</b>	
L	iste des	illustrations	
III	ustration 1 -	- Récapitulatif des données acquises dans le cadre du programme OBSCOT	7
	ustration 2 -	- Synthèse des évolutions constatées sur les sites suivis dans le cadre du pro OBSCOT	
Ш	ustration 3 -	- Localisation des sites suivis en 2020	25

Illustration 4 – Dispositifs mobiles de levé topographique (DGPS - à gauche) et bathymétrique (DGPS couplé à un sondeur monofaisceau - à droite)
Illustration 5 – Réseau Lél@ de stations GPS fixes permanentes (en vert - source Leica Geosystems)27
Illustration 6 – Principe du suivi photographique avec un repère fixe géréoréférencé (en jaune) et des angles de prise de vue (en rouge)28
Illustration 7 – Tableau des caractéristiques des évènements de forte houle ces dernières années au large de La Réunion
Illustration 8 – Points d'extraction des caractéristiques de la houle (modèle MARC de l'IFREMER, https://marc.ifremer.fr)
Illustration 9 – Caractéristiques des évènements de houles australes (valeurs au pic) de début juillet 2020 (modèle MARC – IFREMER, https://marc.ifremer.fr)
Illustration 10 - Chroniques temporelles des caractéristiques de houle (Hs, T <sub>02</sub> ) entre le 01 juillet et le 12 juillet le long de la façade sud-ouest de l'île (modèle MARC – IFREMER, https://marc.ifremer.fr)
Illustration 11 – Caractéristiques de l'évènement de houle australes (valeurs au pic) de fin juillet 2020 (modèle MARC – IFREMER, https://marc.ifremer.fr)
Illustration 12 – Chronique temporelle des caractéristiques de la houle (Hs, T <sub>02</sub> ) le long de la façade sud-ouest de l'île entre le 21 juillet et le 28 juillet 2020 (modèle MARC – IFREMER, https://marc.ifremer.fr)
Illustration 13 - Localisation des profils topographiques relevés sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port
Illustration 14 – Evolutions des profils topographiques de la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port
Illustration 15 - Synthèse des bilans sédimentaires le long des profils topographiques de la plage du port de Saint-Pierre
Illustration 16 - Localisation du profil topographique relevé sur la plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre
Illustration 17 – Evolutions des profils topographiques de la plage devant la gendarmerie à Saint- Pierre
Illustration 18 - Synthèse des bilans sédimentaires le long des profils topographiques de la plage de Saint-Pierre en face de la Gendarmerie
Illustration 19 - Localisation des profils topographiques relevés sur le littoral de Bel-Air à Saint-Louis41
Illustration 20 - Evolution morphologique du profil 1 sur le littoral de Bel-Air (Saint-Louis) 42
Illustration 21 - Evolution morphologique du profil 2 sur le littoral de Bel-Air (Saint-Louis) 43
Illustration 22 - Evolution morphologique du profil 3 sur le littoral de Bel-Air (Saint-Louis) 43
Illustration 23 – Evolution morphologique des profils 4 (à gauche) et 5 (à droite) sur le littoral de Bel- Air à Saint-Louis44
Illustration 24 - Localisation des profils topographiques réalisés lors des campagnes évènementielles le long de la baie de Saint-Paul
Illustration 25 - Profils topographiques au droit du cimetière marin (sud), du marché forain (centre) et du CREPS (nord) le long de la baie de Saint-Paul
Illustration 26 - Profils bathymétriques au droit du cimetière marin (sud) et du CREPS (nord) le long de la baie de Saint-Paul

Illustration 27 –	- Synthèse des bilans sédimentaires en partie aérienne de la plage le long de la baie de Saint-Paul49
Illustration 28 -	- Localisation du site du Barachois (à gauche), vue vers le sud-ouest (au centre) et vue vers le nord-est (à droite), photos prises le 10 juin 202051
Illustration 29 -	- Indicateur visuel (limite galet/mur maçonné) le long du mur montrant une stabilité du haut de plage entre septembre 2018 (à gauche) et juin 2020 (à droite)
Illustration 30:	Localisation des profils topobathymétriques de Saint Denis – Lancastel / cimetière
Illustration 31 -	Localisation du site Lancastel (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers l'est (à droite), photos prises le 31 juillet 202053
Illustration 32 -	- Profils topographiques sur le site de Lancastel entre 2006 et 201855
Illustration 33 -	- Synthèse des bilans sédimentaires de la plage émergée et évènements associés (données Météo-France) pour le site de Saint Denis-Lancastel
Illustration 34 -	- Profils bathymétriques sur le site de Lancastel (Saint-Denis) entre 2006 et 202056
Illustration 35 -	Synthèse des bilans sédimentaires de la plage immergée jusqu'à 7 m de profondeur pour le site de Lancastel (Saint-Denis)
Illustration 36 -	- Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils de Saint Denis (Lancastel) depuis 200657
Illustration 37 -	- Profils bathymétriques sur le secteur du cimetière marin (Saint-Denis) 59
Illustration 38 -	- Localisation du profil topo-bathymétrique sur la plage à l'est du port de Sainte Marie
Illustration 39 -	- Evolution du profil topobathymétrique sur la plage à l'est du port de Sainte-Marie 61
Illustration 40 -	Accumulation sédimentaire du profil de plage sous l'effet de la digue est du port de Sainte-Marie
Illustration 41 -	Localisation du site de Sainte-Marie (à gauche), vue vers l'est (au centre) et vue vers l'ouest (à droite), photos prises le 10 juin 2020
Illustration 42 -	Localisation du site de Sainte Suzanne (La Chapelle) (à gauche), vue vers le Sud- Ouest (au centre) et vue vers le Nord-Est (à droite), photos prises le 10 juin 2020 
Illustration 43 -	Localisation du site de Sainte-Suzanne (Centre ville) (à gauche), vue vers le nordouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020
Illustration 44:	Localisation du profil topo-bathymétrique du secteur de Sainte-Suzanne Centre-ville
Illustration 45 -	- Profils topographiques du site de Sainte-Suzanne (Centre-ville) entre 2006 et 2020
Illustration 46 -	- Synthèse des bilans sédimentaires en partie émergée et évènements associés (données MétéoFrance) pour le site du centre-ville de Sainte-Suzanne
Illustration 47 -	- Identification d'une zone préférentielle de mobilité des sédiments entre 3 m et 6 m de profondeur
Illustration 48 :	Synthèse des bilans sédimentaires des fonds marins jusqu'à 5,5 m de profondeur pour le site du centre-ville de Sainte-Suzanne
Illustration 49 –	- Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils du centre-ville de Sainte-Suzanne depuis 200669

	Localisation du site de Saint-André (Champ-Borne) (à gauche), vue vers le nordouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020
Illustration 51 –	Profils topographiques sur le site de Saint-André (Champ-Borne) entre 2013 et 201672
	Evolution du haut de talus sur le secteur de Champ-Borne à Saint-André de 2009 à 202073
Illustration 53 - F	Profils bathymétriques sur le site de Saint-André (Champ-Borne) entre 2006 et 202074
Illustration 54 –	Apparition d'une barre sous-marine de déferlement en 201875
	Evolution des fonds marins entre 2 m et 20 m de profondeur au droit du site de Champ-Borne à Saint-André75
	Localisation du site de Bois-Rouge à Saint-André (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020 77
	Localisation du profil topo-bathymétrique sur le secteur de Bois-Rouge à Saint- André (Orthophoto IGN, 2017)77
Illustration 58 -	Evolution du profil topographique sur le secteur de Bois-Rouge (Saint-André) 78
	Bilans sédimentaires le long du profil topographique sur le secteur de Bois-Rouge (Saint-André)79
Illustration 60 -	Evolution du profil bathymétrique sur le secteur de Bois-Rouge entre 2008 et 202079
	Localisation du site de Saint-Benoit (Butor) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 10 juin 2020
Illustration 62 : L	ocalisation des profils topographiques du secteur du Butor
Illustration 63 -	Profils topographiques au nord de la jetée du Butor entre 2006 et 2020 82
	Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le profil au nord de la jetée du Butor à Saint-Benoit
Illustration 65 -	Profils topographiques au sud de la jetée du Butor entre 2006 et 2020 84
	Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le profil au sud de la jetée du Butor
	evolution de la limite du jet de rive sur le secteur du Butor à Saint-Benoît entre 1950 et 2018
	Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils au sud de la jetée du Butor depuis 2006
	Localisation du site de Saint-Joseph (Manapany-les-Bains) (à gauche), vue vers l'ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 202087
Illustration 70 –	Photos prises par la mairie faisant suite aux houles australes d'août 2019 87
	Localisation du site de Petite-Ile (Grande Anse) (à gauche), vue vers le sud-est (au centre) et vue vers le nord-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020 89
Illustration 72 –	Profils topographiques suivis le long du littoral de Grande Anse à Petite-ile 90
Illustration 73 –	Photos prise au sud de la plage de Grande Anse le 10 juin 202090
Illustration 74 –	Profils topographiques au sud de la plage de Grande Anse depuis 2006 91
	Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le site de Grande Anse (Sud)91

Illustration 76 –	- Profils topographiques au nord de la plage de Grande Anse depuis 2006 92
Illustration 77 –	- Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le site de Grande Anse (Nord)93
Illustration 78 -	Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils au nord de Grande Anse depuis 200694
Illustration 79 -	- Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils au sud de Grande Anse depuis 200695
Illustration 80 -	Localisation du site de Saint-Pierre (Grand Bois) (à gauche), vue vers l'ouest (au centre) et vue vers l'est (à droite), photos prises le 09 juin 2020
Illustration 81 -	Localisation des profils topographiques le long du littoral de Grand-Bois à Saint- Pierre (Orthophotographie IGN, 2017)
Illustration 82 -	Evolution du profil topographique P1 le long du secteur de Grand Bois (Saint-Pierre)
Illustration 83 -	Photos de la plage de Grand-Bois prise le 10 juin 202099
Illustration 84:	Evolution du profil topographique P2 le long du secteur de Grand Bois (Saint-Pierre)
Illustration 85 -	- Evolution du profil topographique P3 le long du secteur de Grand Bois (Saint-Pierre)100
Illustration 86 -	Bilans sédimentaires le long des profils topographiques sur la plage de Grand Bois
Illustration 87 -	Localisation du site de Saint-Pierre (Gendarmerie) (à gauche), vue vers l'ouest (au centre) et vue vers l'est (à droite), photos prises le 09 juin 2020
Illustration 88 -	- Profils topographiques suivis le long du secteur de la gendarmerie (Saint-Pierre)104
Illustration 89 -	- Evolution du profil topographique de la plage ouest de la Gendarmerie (Saint-Pierre) depuis 2006105
Illustration 90 –	- Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le profil à l'ouest sur le site de la gendarmerie à Saint-Pierre depuis 2006
Illustration 91 –	- Profil topographique de la plage est de la Gendarmerie (Saint-Pierre) depuis 2008106
Illustration 92 –	- Synthèse des bilans sédimentaires pour le profil est de la plage de la gendarmerie (Saint-Pierre) depuis 2008106
Illustration 93 -	Localisation du site de Ravine Blanche (Saint-Pierre) (à gauche), vue vers le nordouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020108
Illustration 94 -	Localisation du site de Saint-Louis (Bel-Air) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 30 juillet 2020 109
Illustration 95 -	Localisation des profils topographiques le long du littoral de Bel-Air (Saint-Louis)109
Illustration 96 -	Secteurs du littoral de Bel-Air (Saint-Louis) ayant bénéficié d'un rechargement de galets entre septembre 2018 et septembre 2019110
Illustration 97 -	- Exemples d'impacts relevés sur le littoral de Bel-Air après les houles australes de juillet 2017 et avril 2018111
Illustration 98 -	- Ensembles des relevés topographiques disponibles le long des 5 profils du littoral de Bel-Air114
Illustration 99 -	Ensemble des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site de Bel-Air (Saint-Louis)115

Illustration 10	0 – Ensembles des levés bathymétriques le long des 5 profils du littoral de Bel-Air117
Illustration 10	11 - Localisation du site de L'Etang-Salé (Bassin Pirogue) (à gauche), vue vers le nord- ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 10 juin 2020119
Illustration 10	2 – Déchaussement des ouvrages présents en haut de plage (OBSCOT, 2012)119
Illustration 10	3 - Localisation du site de Saint-Leu au sud du port (à gauche), vue vers le nord (au centre) et vue vers le sud (à droite), photos prises le 09 juin 2020 121
Illustration 10	4 : Profil topographique au sud du port de Saint-Leu122
Illustration 10	5 - Localisation du site de Trois Bassins (Souris Blanche) (à gauche), vue vers le nord- ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020123
Illustration 10	6 – Ouvrage dégradé en haut de plage (photo de gauche) et regard en béton témoin de l'érosion de la plage (photo de droite)124
Illustration 10	7 : Mise à nue du grès de plage (Beach rock), témoin d'un abaissement de la plage124
Illustration 10	8 - Profil topographique au droit du secteur de Souris Blanche (Trois Bassins). 125
Illustration 10	9 - Localisation du site de Saint Paul (Passe de l'Ermitage) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020 126
Illustration 11	0 – Profil topographique au droit du site de la Passe de l'Ermitage (Saint-Paul) 127
Illustration 11	<ul> <li>1 – Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils de l'Ermitage (Saint-Paul) depuis 2006</li></ul>
Illustration 11	2 - Localisation du site de Saint Paul (Roches Noires) (à gauche), vue vers le nord- ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020129
Illustration 11	3 - Localisation du site de Saint Paul (Boucan Canot) (à gauche), vue vers le nord (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020 131
Illustration 11	4 – Localisation des profils topo-bathymétriques relevés dans la baie de Saint-Paul133
Illustration 11	5 - Localisation du site du Cimetière Marin (Saint-Paul) (à gauche), vue vers le nord- est (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020134
Illustration 11	6 - Profils topographiques au droit du site du cimetière marin (Saint-Paul) 135
Illustration 11	7– Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le site du cimetière marin à Saint-Paul (sud de la baie)
Illustration 11	8 – Profils bathymétriques au droit du site du cimetière marin (Saint-Paul) 136
Illustration 11	9 – Etat du dernier profil topographique au niveau du cimetière marin à Saint-Paul137
Illustration 12	0 - Localisation du site du marché forain (Saint-Paul) (à gauche), vue vers le nord-est (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020 137
Illustration 12	1 - Profils topographiques au droit du site du marché forain (Saint-Paul) 139
Illustration 12	2 - Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le secteur du marché forain à Saint-Paul (centre de la baie) 139
Illustration 12	3 – Profils bathymétriques au droit du site du marché forain (Saint-Paul) 140
Illustration 12	4 – Etat du dernier profil topographique (2020) au niveau du marché forain (Saint-Paul)
Illustration 12	5 - Localisation du site du CREPS à Saint-Paul (à gauche), vue vers le nord-est (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020 141
Illustration 12	6 - Profils topographiques au droit du site du CREPS (Saint-Paul)142

Illustration	127 - Profils bathymétriques au droit du site du CREPS (Saint-Paul)143
Illustration	128 - Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le secteur du CREPS à Saint-Paul (nord de la baie)
Illustration	129 – Etat du dernier profil topographique au niveau du CREPS à Saint-Paul 144
Illustration	130 - Localisation du site du Port (Pointe des Galets) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020 145
Illustration	131 : Localisation des profils topo-bathymétriques relevés à la Pointe des Galets (Le Port)
Illustration	132 : Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le site du Port-Est146
Illustration	133 – Profils topographiques du site du Port est (Pointe des Galets)147
Illustration	134 – Profils bathymétriques du site du Port est (Pointe des Galets)147
Illustration	135 : Etat du dernier profil topographique sur le secteur du Port est148
Illustration	136 : Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo- France) pour le site du Port ouest149
Illustration	137 : Profils topographiques du site du Port Ouest (Pointe des Galets)149
Illustration	138 : Profils bathymétriques du site du Port ouest (Pointe des Galets) 150
Illustration	139 : Etat du dernier profil topographique sur le secteur du Port ouest151
Illustration	140 – Configuration de la plage de l'Etang-Salé153
Illustration	141 – Photos de la pointe des sables à l'Etang-Salé prises par la CIVIS en avril 2020154
Illustration	142 – Localisation de la zone d'étude
Illustration	143 – Géomorphologie du littoral concerné : bathymétrie de l'avant-côte (Litto3d, SHOM-IGN, en haut à gauche), typologie et historique de l'évolution du trait de côte (en bas à gauche) et photos aériennes de de 1950 à 2011 (à droite, source IGN) 156
Illustration	144 – Synthèse des transits sédimentaires hypothétiques en lien avec les régimes de houle157
Illustration	145 - Jeux de données topographiques disponibles le long de la zone d'étude 158
Illustration	146 - Synthèse des campagnes de terrain réalisées le long du littoral de l'Etang-Salé entre mai et décembre 2020
Illustration	147 - Implantation des transects théoriques via l'extension ArcGIS « DSAS » 160
Illustration	148 – Mesures du jet de rive réalisés en 2020 au niveau de la flèche sableuse 161
Illustration	149 - Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 14 mai et le 12 juin 2020 (https://marc.ifremer.fr)
Illustration	150 : Configuration morphologique de la Pointe des Sables le 31 mai 2020 (Source : image ©Google Earth)
Illustration	151 - Evolution du trait de côte entre le 14 mai et le 12 juin 2020164
Illustration	152 - Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 12 juin et le 28 juillet 2020 (https://marc.ifremer.fr)165
Illustration	153 - Configuration morphologique de la flèche sableuse observée le 10 juillet 2020 au cours de l'épisode de fortes houles australes (source : Image ©Google Earth)165
Illustration	154 - Evolution du trait de côte entre le 12 juin et le 28 juillet 2020167
Illustration	155 – Evolution des profils topographiques P1 et P4 le long de la Pointe des Sables (Etang-Salé) entre juin et juillet 2020

Illustration 156	- Evolution du profil topographique P6 le long de la plage de l'Etang-Sale entre juin et juillet 2020168
Illustration 157	- Evolution du profil topographique P12 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juin et juillet 2020169
Illustration 158	Synthèse des données par secteur au fonctionnement sédimentaire homogène entre juin et juillet 2020
Illustration 159	- Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 28 juillet et le 16 septembre 2020 (https://marc.ifremer.fr)
Illustration 160	- Evolution du trait de côte entre le 28 juillet et le 16 septembre 2020 171
Illustration 161	- Evolution du profil topographique P10 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juillet et septembre 2020
Illustration 162	- Evolution du profil topographique P9 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juillet et septembre 2020
Illustration 163	- Evolution du profil topographique P4 le long de la Pointe des Sables (Etang-Salé) entre juillet et septembre 2020
Illustration 164	- Evolution du profil topographique P1 le long de la Pointe des Sables (Etang-Salé) entre juillet et septembre 2020
Illustration 165	Synthèse des données par secteur au fonctionnement sédimentaire homogène entre juillet et septembre 2020
Illustration 166	- Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 16 septembre et le 01 décembre 2020 (https://marc.ifremer.fr)
Illustration 167	- Evolution du trait de côte entre le 16 septembre et le 01 décembre 2020 176
Illustration 168	- Configuration morphologique du secteur nord du littoral de l'Etang-Salé en date du 01 décembre 2020 (BRGM, 2020)177
Illustration 169	- Evolution du profil topographique P13 le long de la plage de l'Etang-Salé entre septembre et décembre 2020177
Illustration 170	- Evolution du profil topographique P10 le long de la plage de l'Etang-Salé entre septembre et décembre 2020178
Illustration 171	- Synthèse des données par secteur au fonctionnement sédimentaire homogène entre septembre et décembre 2020
Illustration 172	- Evolution du stock sédimentaire de la plage de l'Etang-Salé au droit de chaque profil topographique au cours de l'année 2020180
Illustration 173	- Schéma conceptuel de la dynamique d'évolution du littoral de l'Etang-Salé à la suite de fortes houles australes de direction sud-ouest
Illustration 174	- Schéma conceptuel de la dynamique d'évolution du littoral de l'Etang-Salé à la suite de faibles houles australes de direction sud-ouest
Illustration 175	– Synthèse des évolutions constatées sur les sites suivis dans le cadre du programme OBSCOT187
Liste des a	nnexes
Annexe 1 Suivi	i qualitatif191

### 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 2014 (basée sur des données de 2012), cet indicateur (nommé SAR2014) montre que, en considérant une bande de 80 m 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 (SNGITC) 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 qu'il est depuis pérennisé par la Région Réunion, la DEAL Réunion et le BRGM.

Dans le cadre du projet OBSCOT, plusieurs sites 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 13 sites identifiés comme sensibles au moyen de levés topo-bathymétriques et photographiques;
- de compléter par le suivi qualitatif sur 10 sites complémentaires (suivi photographique).

Ce rapport présente la méthode employée pour l'acquisition des données qualitatives/quantitatives et propose une restitution des résultats obtenus, à savoir :

- les analyses et interprétation des suivis évènementiels suite aux houles australes de juillet 2020 sur 4 plages, à l'ouest du port à Saint-Pierre, en face de la gendarmerie à Saint-Pierre, la baie de Bel-Air à Saint-Louis et 3 secteurs de la baie à Saint-Paul ;
- une analyse spécifique sur le fonctionnement de la plage de l'Etang-Salé suite à une expertise réalisée début 2020 (Belon, 2020) et 5 campagnes de mesures au cours de l'année 2020;
- Une synthèse des observations faite sur chaque site depuis le début des levés, assortie de recommandations de gestion.

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 décrites dans les chapitres suivants.

## 2. Suivis réalisées dans le cadre d'OBSCOT

#### 2.1. LE RESEAU D'OBSERVATION

Le réseau d'observation comporte 23 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 3). Il concerne les 13 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 depuis. Ces 13 sites ont été complétés par 10 sites supplémentaires sur lesquels un suivi qualitatif photographique est effectué depuis 2013.

Ces sites (Illustration 3) 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).

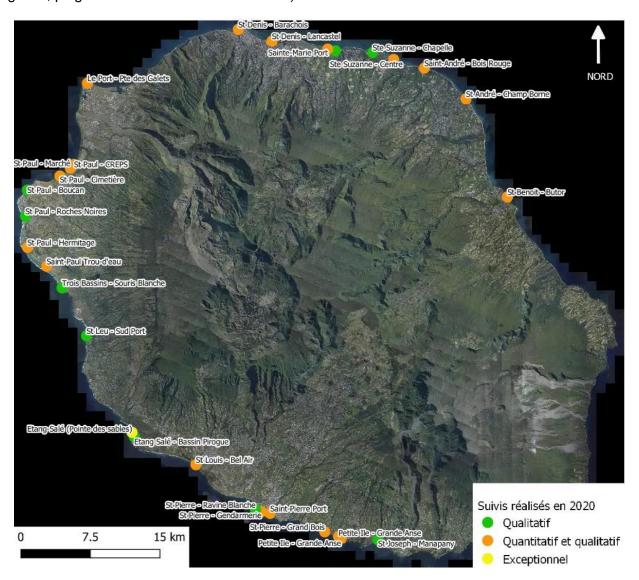


Illustration 3 – Localisation des sites suivis en 2020

#### 2.2. METHODE 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 4), à la différence que le rattachement de la station mobile au réseau de GPS permanent Lél@ de Leica (Illustration 5) permet de s'affranchir de la mise en place fastidieuse d'une base fixe sur chaque site pour corriger précisément les données GNSS. 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.

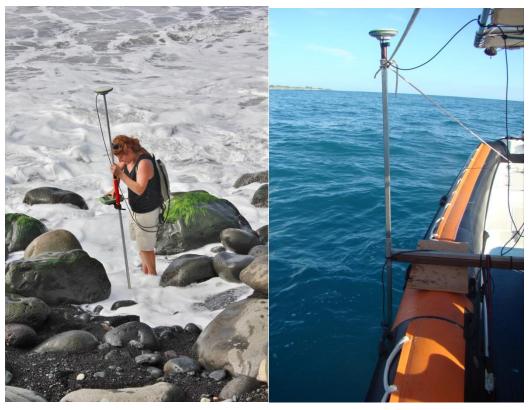
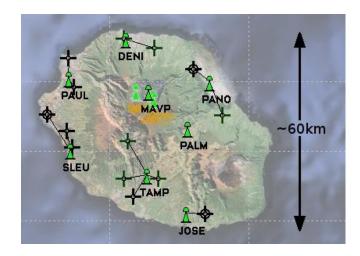


Illustration 4 – Dispositifs mobiles de levé topographique (DGPS - à gauche) et bathymétrique (DGPS couplé à un sondeur monofaisceau - à droite)



#### Légende :

Station du réseau LéL@

Illustration 5 – Réseau Lél@ de stations GPS 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.

#### 2.2.2. Suivi photographique

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 photographique » 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 6). Cette démarche est appliquée aux 13 sites sensibles ainsi que sur 10 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 (MEEDDM, 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 simple GPS (Annexe 1).

-

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



Illustration 6 – Principe du suivi photographique avec un repère fixe géréoréférencé (en jaune) et des angles de prise de vue (en rouge)

#### 2.2.3. Suivi évènementiel

Ce programme permet également de bancariser les informations concernant les impacts engendrés par les évènements énergétiques notamment par le biais de visites de terrain permettant de photographier l'état du littoral post-évènement ainsi que par la réalisation de mesures de terrain apportant des informations quantitatives sur les évolutions constatées.

Pour rappel, les évènements de fortes houles ayant impactés la Réunion ces dernières années peuvent être résumés dans le tableau suivant (Illustration 7) :

DATE	Hauteur significative (m)	Période (s)	Direction	Evènement
22/01/2002	9 m	13 s	ENE	DINA
27/02/2007	7 m	14 s	N	GAMEDE
12/05/2007	6 m	18 s	SO	Houle australe
03/01/2013	6 m	10 s	N	DUMILE
01/02/2013	6,3 m	11 s	N	FELLENG
02/01/2014	7,5 m	11 s	NO	BEJISA
25/06/2017	3,7 m	19 s	SO	Houle australe
26/08/2017	3,8 m	17 s	SSO	Houle australe
05/03/2018	5 m	12 s	NO	DUMAZILE
18/04/2018	4,8 m	18 s	SSO	Houle australe
24/04/2018	5 m	10 s	NNO	FAKIR
24/09/2018	4 m	17 s	SO	Houle australe
10/06/2019	3,5 m	13 s	SO	
12/07/2019	5,3 m	15 s	SSO	Houle australe
15/07/2019	4,5 m	15 s	SSO	Houle australe
17/08/2019	3,5 m	14 – 15 s	SSO	Houle australe
18/08/2019	4,5 – 5 m	16 s	SSO	Houle australe
08/07/2020	3,1 m	15 s	SO	Houle australe
10/07/2020	4,8 m	9 s	SSO	Houle australe
24/07/2020	4,5 m	8 s	SSO	Houle australe

Illustration 7 – Tableau des caractéristiques des évènements de forte houle ces dernières années au large de La Réunion

En 2020, deux périodes caractérisées par des houles australes ont pu faire l'objet d'un suivi qualitatif et quantitatif. La première entre le 07 et le 10 juillet 2020, la deuxième entre le 23 juillet 2020 et le 25 juillet 2020.

Les sites qui ont été suivis sont :

- la plage à l'ouest du port à Saint-Pierre ;

- la plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre ; le littoral de Bel-Air à Saint-Louis ;

- la plage de l'Etang-Salé ; la baie à Saint-Paul (sites du CREPS, du marché et du cimetière marin).

## 3. Analyse et interprétation des suivis évènementiels

#### 3.1. CARACTERISTIQUES DES EVENEMENTS

Des points d'extraction des caractéristiques de la houle issues du modèle MARC (Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière) de l'Ifremer (<a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>) ont été créés pour obtenir les conditions au large de la Baie de Saint-Paul et de la façade Sud-Ouest pour mieux comprendre l'impact de ces évènements sur les sites suivis (Illustration 8).



Illustration 8 – Points d'extraction des caractéristiques de la houle (modèle MARC de l'IFREMER, <a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>)

#### 3.1.1. Période entre le 07 et le 10 juillet 2020

Au cours de cette période, deux pics de houles ont impacté la côte ouest de La Réunion, un premier pic le 08 juillet au matin et un deuxième pic dans la nuit du 09 juillet au 10 juillet 2020.

Une vigilance forte houle a été émise par Météo-France pour couvrir ces évènements. Les caractéristiques de ces évènements (pics de houle) sont issues des données de houle du projet MARC (Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière, IFREMER) et sont répertoriées dans le tableau suivant (Illustration 9) :

Evènement	Façade de l'île	Hauteur significative	Période	Direction
08 juillet	sud-ouest (Saint- Pierre)	4,6 m	11 s	sud-ouest
00 julilet	ouest (Saint-Paul)	3,11 m	15 s	ouest-sud-ouest
10 juillet	sud-ouest (Saint- Pierre)	4,8 m	9 s	sud-sud-ouest
To juliet	ouest (Saint-Paul)	2,46 m	13,6 s	ouest-sud-ouest

Illustration 9 – Caractéristiques des évènements de houles australes (valeurs au pic) de début juillet 2020 (modèle MARC – IFREMER, <a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>)

Les données de houle issues du projet MARC ont permis de réaliser la chronique temporelle des conditions de houle (hauteur significative et période temporelle) survenues le long de la façade sud-ouest de l'île entre le 01 juillet et le 12 juillet 2020 (Illustration 10).

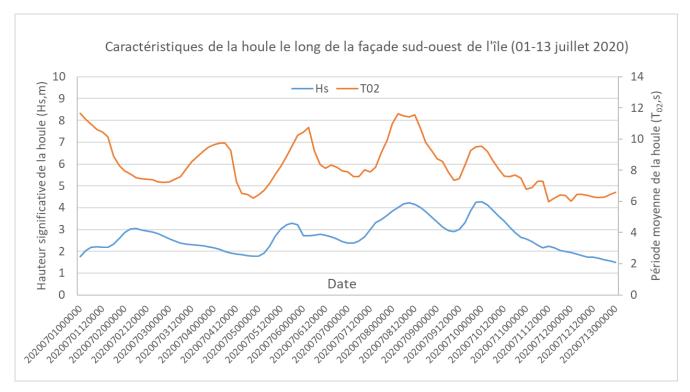


Illustration 10 - Chroniques temporelles des caractéristiques de houle (Hs, T<sub>02</sub>) entre le 01 juillet et le 12 juillet le long de la façade sud-ouest de l'île (modèle MARC – IFREMER, <u>https://marc.ifremer.fr</u>)

#### 3.1.2. Période entre le 23 juillet et le 25 juillet 2020

Au cours de cette période, un pic de houle a impacté la côte ouest de La Réunion dans la nuit du 23 juillet au 24 juillet 2020.

Une vigilance forte houle a été émise par Météo-France pour couvrir ce pic de la houle. Les caractéristiques de ces évènements sont issues des données de houle du projet MARC et sont répertoriées dans le tableau suivant (Illustration 11) :

Evènement		Hauteur significative	Période	Direction
24 juillet	sud-ouest (Saint-Pierre)	4,5 m	8 s	sud-sud-ouest
	ouest (Saint- Paul)	1,89 m	10 s	ouest-sud-ouest

Illustration 11 – Caractéristiques de l'évènement de houle australes (valeurs au pic) de fin juillet 2020 (modèle MARC – IFREMER, https://marc.ifremer.fr)

Les données de houle issues du projet MARC ont permis de réaliser la chronique temporelle des conditions de houle (hauteur significative et période temporelle) survenues le long de la façade sud-ouest de l'île entre le 01 juillet et le 12 juillet 2020 (Illustration 12).

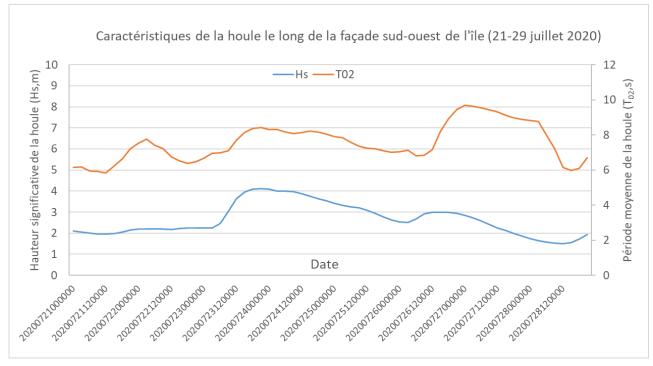


Illustration 12 – Chronique temporelle des caractéristiques de la houle (Hs, T<sub>02</sub>) le long de la façade sudouest de l'île entre le 21 juillet et le 28 juillet 2020 (modèle MARC – IFREMER, <u>https://marc.ifremer.fr</u>)

#### 3.2. ANALYSE DES RELEVES TOPOGRAPHIQUES REALISES

## 3.2.1. Plage à l'ouest du port de Saint-Pierre

# Localisation des profils

Trois profils ont été relevés le 28 juillet 2020 sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port afin d'évaluer l'impact des fortes houles australes survenues à la fin du mois de juillet sur ce secteur (Illustration 13).



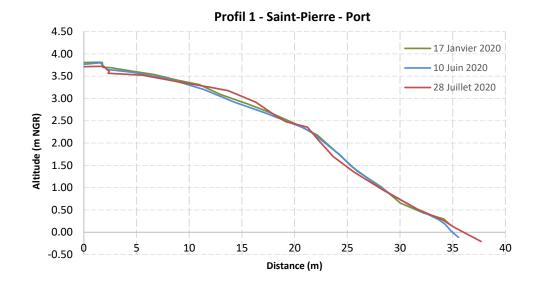
Illustration 13 - Localisation des profils topographiques relevés sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port

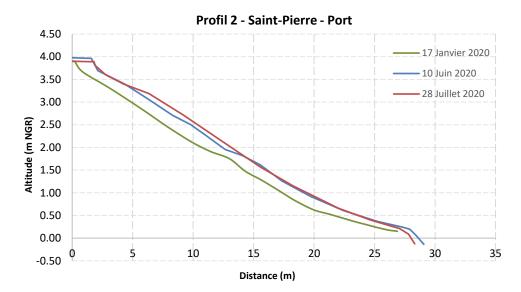
## Analyse des relevés topographiques

Les profils topographiques relevés à l'ouest du port de Saint-Pierre présentent une bonne résistance vis-à-vis de l'épisode de houle australe survenu fin juillet (Illustration 14). Tout de même, quelques particularités sont observées au droit des trois secteurs :

- Les profils 1 et 2 semblent être caractérisés par un dépôt de sable en haut de plage (entre +2 m et +3,5 m NGR) indiquant de probables transferts de sédiments du bas de plage voire des petits fonds vers le haut de plage;
- Le profil 3 semble plus stable avec néanmoins une légère érosion en haut de plage (perte d'épaisseur comprise entre 0,10 m et 0,20 m sur une quinzaine de mètres). La stabilité de ce secteur peut être liée au caractère plus naturel du profil de plage avec l'absence d'aménagement en haut de plage.

Dans son ensemble, la plage du port de Saint-Pierre présente peu de variations morphologiques avec des pertes d'épaisseur négligeables, d'ordre décimétrique (< 0,30 m de différentiel altimétrique) à la suite de la houle australe survenue essentiellement le 24 juillet 2020.





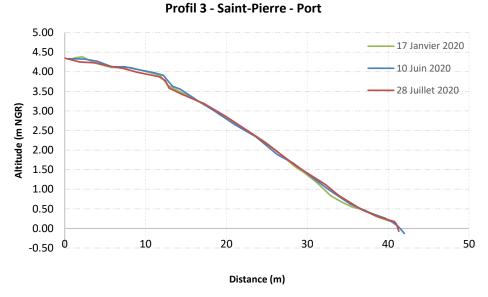


Illustration 14 – Evolutions des profils topographiques de la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port

Les bilans sédimentaires permettent de compléter les observations faites précédemment et mettent notamment en évidence la relative bonne stabilité du profil 3, le plus à l'ouest de la plage (Illustration 15).

Saint-Pierre Port - P1				
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)				
Janvier 2020 - Juin 2020	-0,8	0.8		
Juin 2020 - Juillet 2020	0,0	-0,8		

Saint-Pierre Port - P2				
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)				
Janvier 2020 - Juin 2020	1,4	2.2		
Juin 2020 - Juillet 2020	0,9	2,3		

Saint-Pierre Port - P3				
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)				
Janvier 2020 - Juin 2020	0,7	0.4		
Juin 2020 - Juillet 2020	-0,3	0,4		

Illustration 15 - Synthèse des bilans sédimentaires le long des profils topographiques de la plage du port de Saint-Pierre

## 3.2.2. Plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre

## Localisation du profil

Trois profils ont été relevés le 28 juillet 2020 sur la plage au droit de la gendarmerie à Saint-Pierre afin d'évaluer l'impact des fortes houles australes survenues fin juillet sur ce secteur (Illustration 16).



Illustration 16 - Localisation du profil topographique relevé sur la plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre

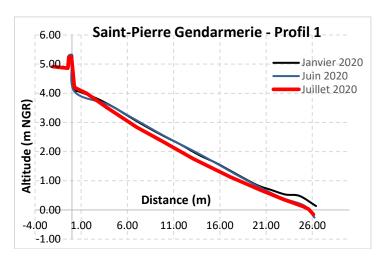
## Analyse des relevés topographiques

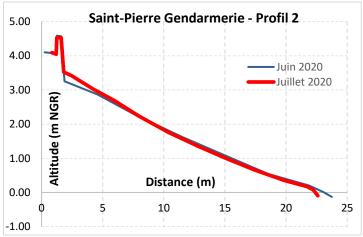
Les deux épisodes de houle australe de fin juillet semblent avoir d'avantage impacté le profil 1 à l'ouest de la plage avec un abaissement quasi généralisé du profil allant jusqu'à une vingtaine de centimètres excepté en haut de plage où l'on peut observer un léger dépôt sédimentaire sur quelques mètres de distance (Illustration 17).

Le profil 2 semble plus stable avec toutefois un dépôt sédimentaire en haut de plage sur plus de 6 m jusqu'à +0,50 m de gain altimétrique.

Faute d'observations antérieures, il n'est pas possible d'évaluer l'impact de ces houles à l'extrémité Est de la plage (profil 3), cependant il est possible de constater un gradient d'Est en Ouest avec une hauteur et une largeur de plage qui augmente vers l'Ouest, on passe d'une

altitude du haute de plage de +3 m NGR et d'une largeur de l'ordre de 19 m (profil 3) à l'Est +4.2 m NGR (profil 1) pour une largeur de 26 m à l'Ouest. Ceci laisse présager d'une dérive dominante vers l'Ouest sur ce secteur qui pourrait s'inverser en fonction des directions de provenance de la houle.





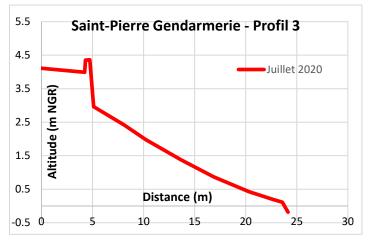


Illustration 17 – Evolutions des profils topographiques de la plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre

Les bilans sédimentaires permettent de compléter les observations faites précédemment et montrent notamment la plus forte mobilité du profil 1 en partie nord de la plage (Illustration 18).

Saint-Pierre Gendarmerie - P1			
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)			
Janvier 2020 - Juin 2020	-4,8	0.5	
Juin 2020 - Juillet 2020	-3,7	-8,5	

Saint-Pierre Gendarmerie - P2			
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)			
Juin 2020 - Juillet 2020	0,0	0,0	

Illustration 18 - Synthèse des bilans sédimentaires le long des profils topographiques de la plage de Saint-Pierre en face de la Gendarmerie

## 3.2.3. Littoral de Bel-Air à Saint-Louis

# Localisation des profils

Cinq profils permettent de suivre l'évolution du littoral de Bel-Air à Saint-Louis. L'ensemble des profils a été relevé le 28 juillet 2020 à la suite des houles australes survenues entre le 23 et le 25 juillet 2020 (Illustration 19).



Illustration 19 - Localisation des profils topographiques relevés sur le littoral de Bel-Air à Saint-Louis

Pour rappel du contexte, le littoral de Bel-Air a subit des phénomènes de submersion marine à la suite des houles australes de juillet 2017 et avril 2018. En septembre 2018, une première phase

de travaux a permis d'effectuer un rechargement de galets afin de renforcer le haut de talus sur une partie du littoral (profils 3 et 5) et en septembre 2019, une deuxième phase de travaux a permis de réaliser le continuum sur l'ensemble du littoral au sud de l'ashram construit sur le littoral présent de part et d'autre du profil 3.

## Analyse des relevés topographiques

## Profils 1 à 3 : effet morphogène positif des houles australes de juillet 2020

Quelques jours après l'épisode de houle australe, le profil 1 est relativement stable. Des échanges sédimentaires sont tout de même existants entre le bas de plage et le haut de plage. Ils traduisent une remontée de matériaux vers le haut de plage entre +2 m NGR et +5 m NGR (Illustration 20).

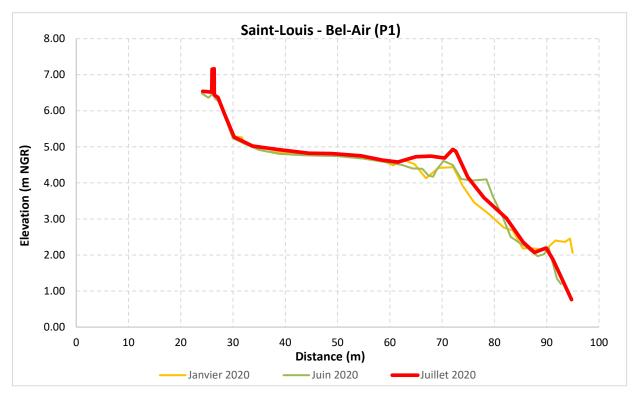


Illustration 20 - Evolution morphologique du profil 1 sur le littoral de Bel-Air (Saint-Louis)

Le profil 2 est également stable jusqu'à la côte altimétrique +2,2 m NGR puis bénéficie d'un dépôt de galets sur une hauteur de l'ordre de 1 m permettant une avancée du trait de côte de l'ordre de 5 m. Ce dépôt peut être associé à une formation de berme en bas de plage synonyme d'une reconstruction du profil de plage (Illustration 21).

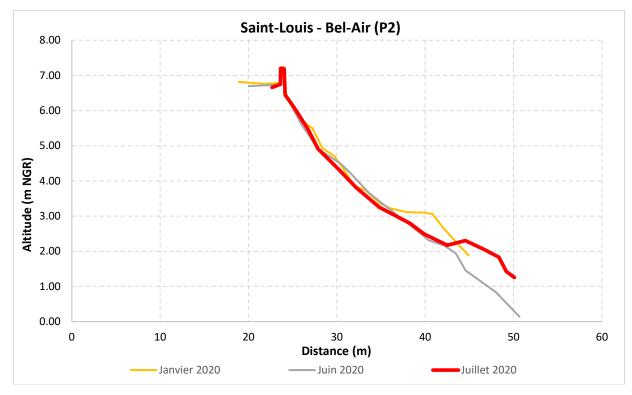


Illustration 21 - Evolution morphologique du profil 2 sur le littoral de Bel-Air (Saint-Louis)

Le profil 3 connait une tendance à l'accumulation sédimentaire au-dessous de la côte altimétrique +5 m NGR sur l'ensemble du profil de plage (Illustration 22).

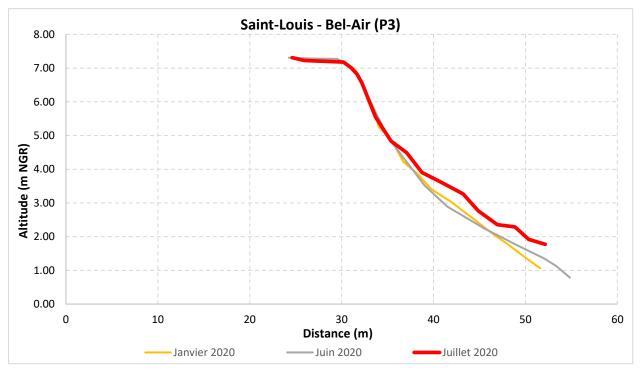


Illustration 22 - Evolution morphologique du profil 3 sur le littoral de Bel-Air (Saint-Louis)

Cet épisode de forte houle a donc eu un effet bénéfique sur la partie nord du littoral de Bel-Air avec la construction d'une berme et des dépôts sédimentaires le long du profil de plage.

#### Profils 4 et 5

Les profils 4 et 5 sont eux plutôt stables et ne montrent pas de perte ou de gain sédimentaires significatifs entre juin et juillet 2020 (Illustration 23).

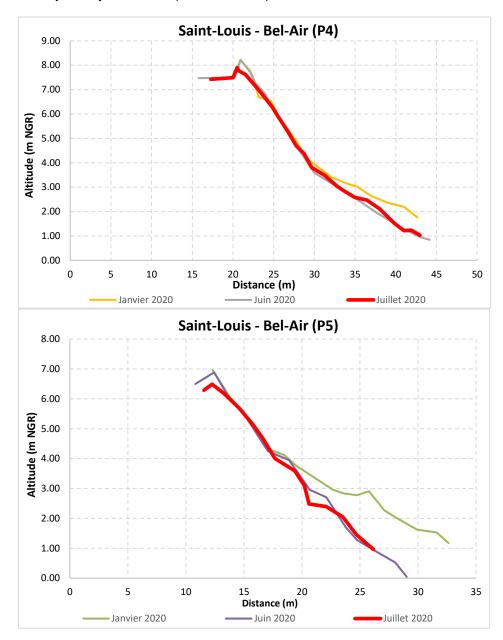


Illustration 23 – Evolution morphologique des profils 4 (à gauche) et 5 (à droite) sur le littoral de Bel-Air à Saint-Louis

En résumé, il est possible de dire que ces houles australes ont été plutôt constructives sur la partie émergée du littoral de Bel-Air avec un impact positif plus marqué au nord lié probablement à la dérive littorale orientée Sud-Nord.

Une analyse de l'ensemble des données du site est présentée au chapitre 4.15.

#### 3.2.4. Littoral de Saint-Paul : secteur de la baie

## Localisation des profils

Une dizaine de profils topographiques ont pu être relevés le 15 juillet 2020 le long de la baie de Saint-Paul entre le cimetière marin et la piscine du CREPS après le premier épisode de fortes houle. Les mesures se sont ensuite concentrées sur trois profils (cimetière marin, marché forain, CREPS) le 28 juillet 2020, après le deuxième épisode énergétique (Illustration 24).

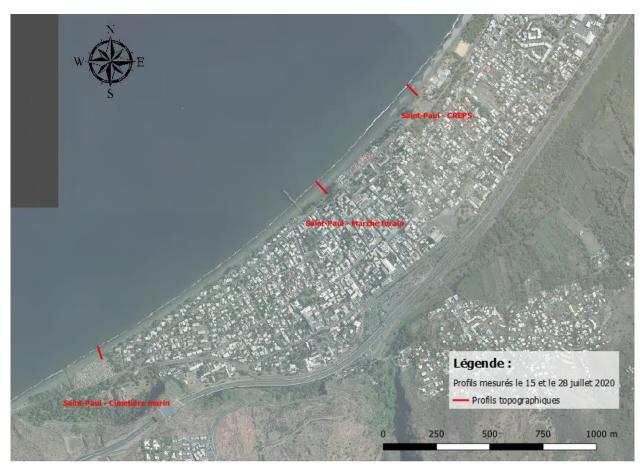


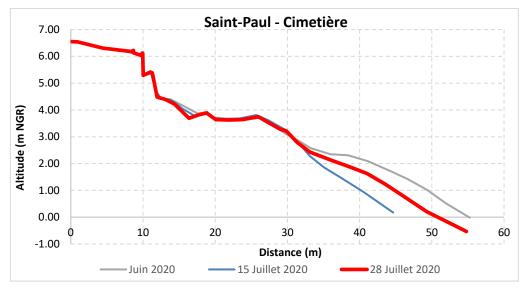
Illustration 24 - Localisation des profils topographiques réalisés lors des campagnes évènementielles le long de la baie de Saint-Paul

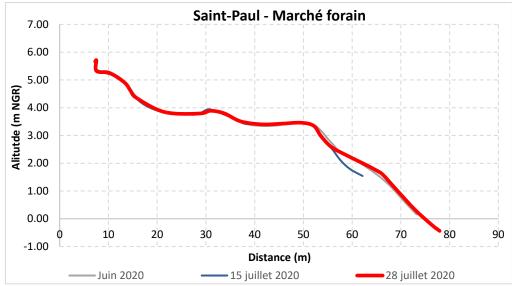
## Analyse des relevés topo-bathymétriques

Les suivis réalisés sur les trois profils de la Baie de Saint-Paul permettent de mettre en évidence trois choses :

- La première est que les deux évènements de houle australe semblent avoir un impact érosif sur les profils de plage émergée plus important au Sud-Ouest que vers le Nord-Est. En effet l'amplitude des variations altimétriques du profil en face du cimetière marin est de l'ordre de 1,5 m alors que pour le marché forain l'amplitude serait plus proche de quelques dizaines de cm et une relativement bonne stabilité du profil situé au niveau du CREPS de Saint-Paul (Illustration 25);

- La deuxième est qu'il est possible d'observer une accumulation sédimentaire entre -2 m NGR et -5m NGR sur les profils bathymétriques situés en face du cimetière marin et du CREPS (les données en face du marché forain ne sont pas exploitables). Ce qui pourrait correspondre à une migration classique des stocks sédimentaires vers le bas de plage sous l'effet des conditions énergétiques (Illustration 26);
- La troisième est la différence de comportement suite aux deux épisodes de houles. En effet, il semblerait que celles entre le 07 et 10 juillet 2020 aient eu un effet plutôt érosif entrainant une perte sédimentaire en bas de plage sub-aérienne jusqu'à +2 m NGR alors que celles entre le 23 et 25 juillet ont été plutôt constructives avec un apport sédimentaire en bas de plage permettant de retrouver la situation du 09 juin pour le marché forain et pas tout à fait pour le cimetière marin (Illustration 25).





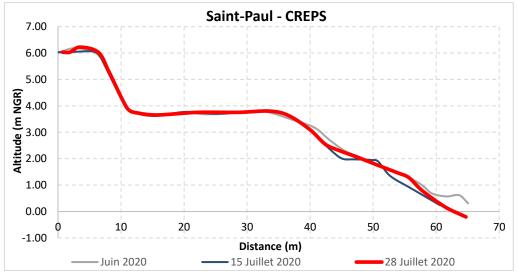
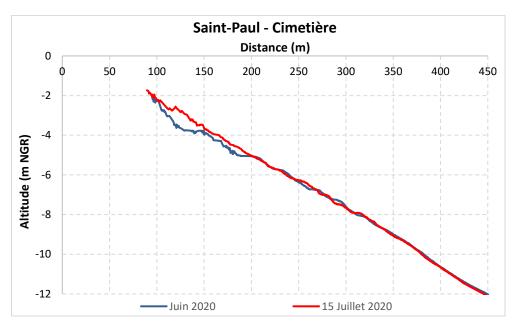


Illustration 25 - Profils topographiques au droit du cimetière marin (sud), du marché forain (centre) et du CREPS (nord) le long de la baie de Saint-Paul



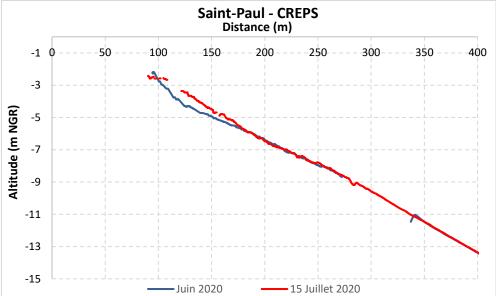


Illustration 26 - Profils bathymétriques au droit du cimetière marin (sud) et du CREPS (nord) le long de la baie de Saint-Paul

Les bilans sédimentaires permettent de compléter les observations faites précédemment et montrent notamment la plus forte mobilité du profil situé en face du cimetière marin au sud de la Baie (Illustration 27).

CIMETIERE - SUD			
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)			
Juin 2020 - 15 Juillet 2020	-10,7	-10,7	
15 Juillet 2020 - 28 Juillet 2020	5,4	5,4	

MARCHE FORAIN - CENTRE				
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m)				
Juin 2020 - 15 Juillet 2020	-2,5	-2,5		
15 Juillet 2020 - 28 Juillet 2020	2,5	2,5		

CREPS - NORD				
Période Différentiel de volume (m3/m) Total phase (m3/m				
Juin 2020 - 15 Juillet 2020	-2,4	-2,4		
15 Juillet 2020 - 28 Juillet 2020	1,6	1,6		

Illustration 27 – Synthèse des bilans sédimentaires en partie aérienne de la plage le long de la baie de Saint-Paul

Sur la base des conditions hydrodynamiques issues du modèle MARC et des mesures topographiques réalisées, il peut être estimé que des houles australes dont la hauteur significative serait supérieure à 2 m pourraient être associées à une perte sédimentaire le long de la baie de Saint-Paul et notamment au Sud-Ouest.

Au contraire, celles dont la hauteur serait inférieure à 2 m seraient plutôt bénéfique pour le trait de côte, impliquant la remonté des sédiments vers la plage aérienne, en particulier dans la partie sud-ouest de la Baie. Ces hypothèses devront être confirmées et affinées lors des prochains suivis d'épisodes évènementiels et par des mesures in-situ.

# 4. Analyse et interprétation des suivis annuels

Ce chapitre est consacré à la description de l'ensemble des suivis réalisés sur chacun des sites. La comparaison des résultats avec les années précédentes permet, dans la limite du possible, de caractériser l'évolution du littoral à moyen terme.

#### 4.1. SAINT DENIS – BARACHOIS

Ce site fait l'objet d'un suivi photographique initié depuis 2013.

#### Description paysagère

Le front de mer de St Denis dans le secteur du Barachois 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 (Illustration 28).



Illustration 28 – Localisation du site du Barachois (à gauche), vue vers le sud-ouest (au centre) et vue vers le nord-est (à droite), photos prises le 10 juin 2020

#### **Evolution observée**

Le suivi photographique initié depuis 2013 montre un remaniement des galets présents avec une disparition progressive des blocs décimétriques. En 2013, ces blocs présents en quantité importante en haut de plage au nord-est se déplacent vers la ligne du rivage en 2015, pour finalement se retrouver quasiment immergés en 2016. Entre 2016 et 2020, cette tendance se poursuit avec davantage de blocs décimétriques sur la ligne de rivage au fil des années.

Sur la partie sud-ouest, il semble qu'il y ait eu un abaissement du profil de plage entre 2013 et 2016, puis un léger réhaussement en 2018 qui s'est stabilisé jusqu'en 2020. Il se pourrait que le cyclone BEJISA de janvier 2014 soit responsable de l'abaissement de plage alors que les cyclones de 2018 (DUMAZILE et FAKIR notamment) ont plutôt aidé à une légère reconstruction du profil de plage aérienne (Site n°1 de l'Annexe 1).

Les années 2019 et 2020 sont marquées par l'absence d'évènement cyclonique et le cordon de galets semble resté stable entre 2018 et 2020 (Illustration 29).



Illustration 29 – Indicateur visuel (limite galet/mur maçonné) le long du mur montrant une stabilité du haut de plage entre septembre 2018 (à gauche) et juin 2020 (à droite)

#### Recommandation

Malgré deux années sans évènement cyclonique majeur, le secteur ne semble pas se reconstruire naturellement. Ces observations font état d'un site peu résilient et peu à même de se régénérer en l'absence d'événements cycloniques.

A la vue de ces éléments, ce suivi devra se poursuivre si un événement cyclonique impactant devait avoir lieu. En l'absence de cyclone, le site reste stable. Au vu de la faible résilience du secteur, des actions de protection du mur pourraient être envisagées, soit par du rechargement en galets soit en renforçant le mur lui-même.

Le site du Barachois est noté comme en état moyen à l'issue de la campagne de 2020.

#### 4.2. SAINT DENIS – LANCASTEL/CIMETIERE MARIN

Le site du Lancastel bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013. Depuis 2018, un profil bathymétrique a été ajouté en face du cimetière marin (Illustration 30).

## **Description paysagère**

Le front de mer de St Denis dans le secteur du Boulevard 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 artificiel) entaillé en microfalaise sur lequel passe un sentier littoral bitumé (Illustration 31).

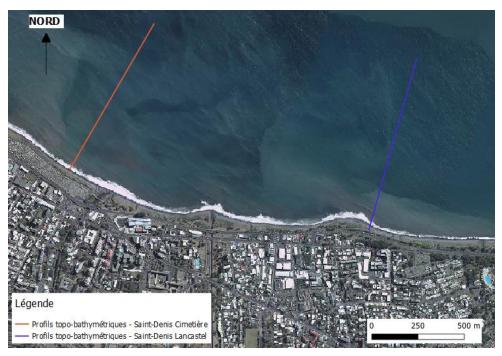


Illustration 30 : Localisation des profils topobathymétriques de Saint Denis - Lancastel / cimetière



Illustration 31 - Localisation du site Lancastel (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers l'est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020

#### A) Secteur Lancastel

## Suivi paysager

Entre 2013 et 2014, la plage a subi une nette érosion avec la disparition d'une quantité importante de blocs décimétriques. La largeur de la plage a également diminué et semble s'être abaissée. Cette évolution pourrait être en lien avec le passage du cyclone BEJISA en janvier 2014. Entre 2015 et 2016, le haut de plage manifeste une reprise significative de la végétation, en lien probable avec l'absence d'évènements majeurs (Cf. Site n°2 de l'Annexe n° 1).

Entre 2016 et 2018, la limite de végétation est en léger recul et la largeur de plage a également diminué. La saison cyclonique 2017-2018, marquées par le passage de DUMAZILE et FAKIR au Nord de La Réunion, peut-être responsable de cet état affaibli de la plage.

Entre 2018 et 2020, le haut de plage ne présente pas d'évolution morphologique particulière, le couvert végétal est stable le long de la microfalaise. Le cordon de galets semble s'être engraissé en partie basse de la plage même si la largeur de l'estran reste globalement similaire à 2018.

## Suivi quantitatif

Le profil de 2015 n'est pas intégré à cette analyse quantitative en raison de son positionnement décalé d'une dizaine de mètres par rapport aux autres années.

Sur la base des données topographiques acquises depuis 2006 (Illustration 32), une érosion importante est observée entre 2006 et 2009, période caractérisée par le passage du cyclone GAMEDE (février-mars 2007) ayant impacté significativement les côtes de l'île. Depuis 2009, le profil de plage tend à se reconstruire avec la présence d'une berme située à la cote altimétrique de +3 m NGR en 2013. En bon accord avec le suivi photographique, la période 2013-2016 témoigne d'un profil à l'équilibre avec une berme tendant à remonter vers le haut de plage et accompagnée d'un léger abaissement du bas de plage au-dessous de la cote +3,5 m NGR.

La période 2016-2018 montre au contraire une érosion significative du profil de plage située entre +5 m NGR et +1,5 m NGR, correspondant à la plage active sujette à de fortes variations morphologiques (Illustration 32). Cette érosion a engendré un recul de la cote altimétrique +3 m NGR de 4 m et un abaissement non négligeable du profil (jusqu'à 1,5 m de perte d'épaisseur) sur plus de 10 m de plage. La saison cyclonique 2017-2018 est une explication probable de l'état fortement dégradé du profil de 2018 qui atteint son niveau le plus bas jamais enregistré.

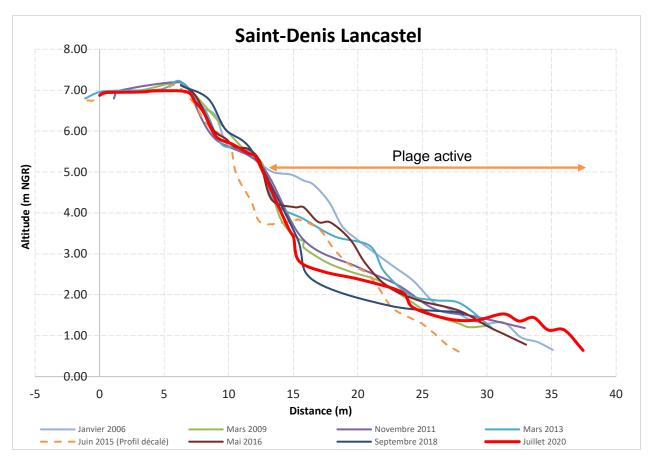


Illustration 32 – Profils topographiques sur le site de Lancastel entre 2006 et 2018

Depuis 2018, la plage tend à se reconstruire avec un dépôt sédimentaire en pied de cordon et l'apparition d'une berme en bas de plage.

Malgré l'absence d'épisodes cycloniques entre 2019 et 2020, la plage peine à se reconstruire en l'espace de deux ans et présente toujours un profil relativement dégradé.

Les bilans sédimentaires permettent de mieux décrire ses évolutions et ainsi quantifier les volumes déplacés le long du profil. Entre 2018 et 2020, le bilan sédimentaire est quasiment nul, confirmant ces observations.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	TOTAL	Evènements
2006-2009	-12,1	-4,0	-12,1		GAMEDE (N 7m 14s)
2009-2011	1,5	0,7	г о		DUMILE 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2011-2013	4,4	2,2	5,8		FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2013-2015	-10,5	-5,2	-10,5 -14,823	BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)	
2015-2016	10,0	10,0	10,0		
2016-2018	-8,3	-4,2	-8,3		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
2018-2020	0,3	0,1	0,3		FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)

Illustration 33 – Synthèse des bilans sédimentaires de la plage émergée et évènements associés (données Météo-France) pour le site de Saint Denis-Lancastel

Les bilans sédimentaires soulignent l'alternance de phases d'érosion et d'accrétion marquée principalement par la présence ou non d'évènements cycloniques et de leurs caractéristiques. Les périodes d'érosion ont été marquées par la présence des évènements GAMEDE, BEJISA, DUMAZILE et FAKIR alors que les périodes d'accrétion ont été marquées par DUMILE et

FELLENG. Au vu des éléments dont nous disposons, il est difficile d'établir des seuils morphogènes (caractéristiques hydrodynamiques à partir desquelles il est possible d'observer des évolutions morphologiques marquées) tant les caractéristiques des évènements sont proches et n'entrainent pas les mêmes impacts morphologiques le long du profil observé (Illustration 33). Par contre, il est possible de constater qu'à la suite du cyclone GAMEDE, le littoral n'a plus retrouvé son meilleur état depuis le début des levés, soit sa position de 2006.

Concernant les données bathymétriques, des évolutions morphologiques peuvent être quantifiables entre 2,5 m et 7 m de profondeur, soit sur les 160 premiers mètres du profil par rapport au trait de côte (Illustration 34). Les profils de 2006 (profil décalé) et de 2009 (peu de points de mesures) n'ont pas été intégrés à cette analyse.

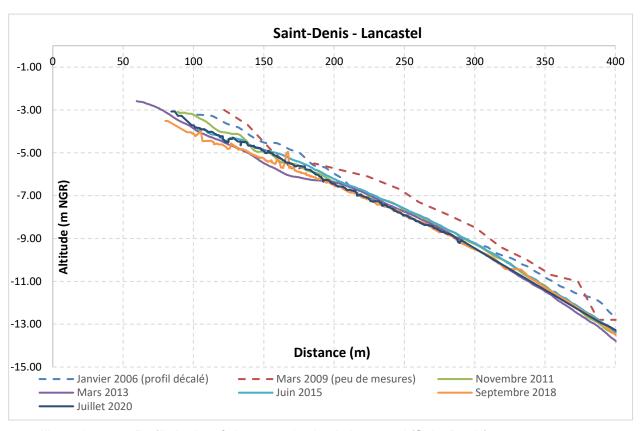


Illustration 34 – Profils bathymétriques sur le site de Lancastel (Saint-Denis) entre 2006 et 2020

L'évolution morphologique de l'avant-côte est marquée par une alternance de phases d'érosion et d'accrétion entre 2011 et 2020, comme observée le long de la plage (Illustration 35).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	TOTAL
2011-2013	-45,5	-22,8	-45,5	
2013-2015	47,0	23,5	47,0	-13,2
2015-2018	-43,5	-14,5	-43,5	-15,2
2018-2020	28,8	14,4	28,8	

Illustration 35 - Synthèse des bilans sédimentaires de la plage immergée jusqu'à 7 m de profondeur pour le site de Lancastel (Saint-Denis)

Il est intéressant de souligner que la phase d'érosion des petits fonds marins sur les périodes 2011-2013 correspond à une phase d'accrétion en bas de plage et inversement pour la période 2013-2015 alors qu'à partir de 2016, les dynamiques d'évolution du bas de plage et de l'avant-côte sont similaires. Ces observations démontrent que des échanges sédimentaires entre le bas

de plage et l'avant-côte existent et peuvent contribuer tant bien que mal à l'équilibre précaire de la plage.

Pour la période 2018-2020, le bilan sédimentaire d'avant-côte est légèrement positif jusqu'à 7 m de profondeur alors que la morphologie des fonds marins est relativement stable au-delà de cette profondeur. Cela pourrait être dû à des apports sédimentaires liés à la dérive littorale principalement orientée de l'Est vers l'Ouest.

Ces observations permettent d'identifier une zone de mobilité sédimentaire dans les petits fonds jusqu'à 7 m de profondeur le long du site de Lancastel. Cette profondeur qui pourrait être proche d'une profondeur de fermeture (profondeur à partir de laquelle les sédiments ne pourraient plus être remobilisés naturellement pour recharger la plage) devra être confirmée lors d'évènements cycloniques majeurs.

#### Etat du site lors du dernier levé

En 2020, le cordon de galets est dans un état fragilisé avec un stock sédimentaire disponible relativement limité entre +2m NGR et +5 m NGR ne pouvant pas compenser un potentiel abaissement topographique de la plage lors de futurs épisodes cycloniques (Illustration 36).

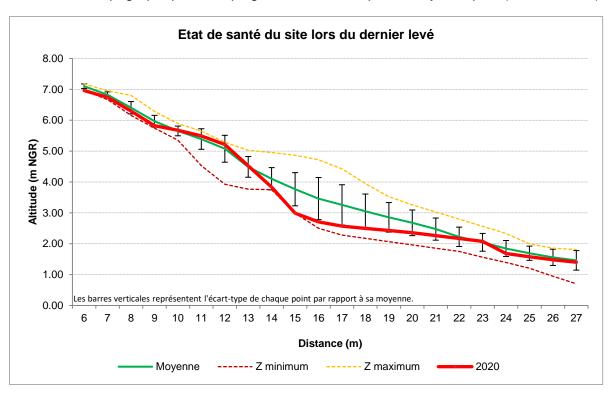


Illustration 36 – Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils de Saint Denis (Lancastel) depuis 2006

Le site de Saint-Denis (Lancastel) reste vulnérable face à des évènements extrêmes et il est considéré comme en mauvais état à l'issue de la campagne de 2020.

#### Recommandation

Les données acquises depuis 2006 semblent montrer une tendance à l'érosion accentuée lors des épisodes cycloniques (GAMEDE, BEJISA, DUMAZILE et FAKIR) et une difficulté à se recharger naturellement.

Suite à GAMEDE, le littoral a mis 7 à 10 ans pour se reconstruire sans pour autant retrouver sa position initiale.

Il est également intéressant de souligner que le profil de plage a atteint son niveau le plus bas en 2018 à la suite d'épisodes cycloniques (DUMAZILE, FAKIR) moins énergétiques que GAMEDE.

A l'avenir, des cyclones d'intensité égale voire moindre pourraient avoir le même degré d'impact que ceux cités précédemment si le site de Lancastel ne tend pas à retrouver un stock sédimentaire suffisant pour compenser les pertes potentielles.

La mise en place d'une stratégie de gestion des galets entre la rivière des pluies et le barachois serait une des alternatives permettant d'entretenir ce littoral et d'accompagner sa reconstruction.

La poursuite des levés reste indispensable pour mieux suivre les possibilités de résilience à plus long terme de la plage en l'absence de houles cycloniques. D'autant plus qu'elle présente des enjeux comme le sentier littoral situé en arrière-plage et vulnérable face aux épisodes tempétueux. Ce site est un bon révélateur de la vulnérabilité du littoral de Saint-Denis.

En cas d'épisode cyclonique, ce site devra faire l'objet d'une attention particulière compte tenu de son état dégradé en 2020.

## B) Secteur du cimetière marin

Le profil bathymétrique de 2008 (MNT Litto3D, SHOM-IGN) se situe en dessous du profil de 2018, ce qui signifie qu'il y aurait une accumulation de sédiments vers le large (Illustration 37).

Entre 2018 et 2020, l'avant-côte ne présente pas de variations morphologiques particulières (< 0,40 m de différentiel altimétrique au maximum) et semble stable. La poursuite des acquisitions bathymétriques sur ce site pourra confirmer ou non cette nouvelle tendance à la stabilité et des hypothèses pourront éventuellement être formulées pour expliquer ce phénomène, en comparant notamment les évolutions observées avec celles du site de Lancastel plus à l'est.

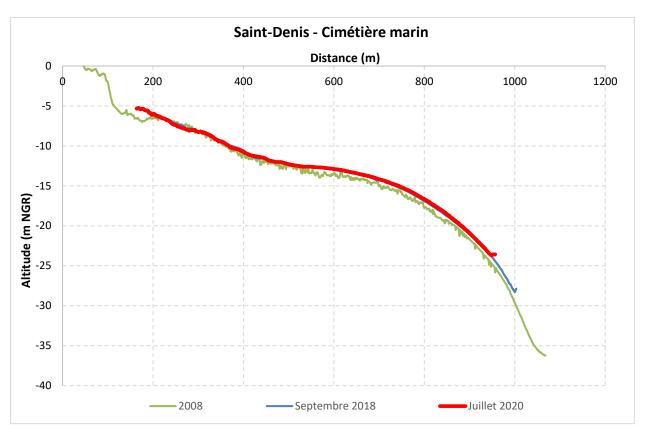


Illustration 37 – Profils bathymétriques sur le secteur du cimetière marin (Saint-Denis)

## 4.3. SAINTE MARIE (PORT)

Le suivi d'un profil topo-bathymétrique a été initié sur ce site depuis 2018 (Illustration 38) pour suivre l'évolution de l'accumulation sédimentaire le long de la digue est du port de Sainte-Marie qui subit depuis 2017 une problématique d'ensablement (Belon et Salomero, 2017).



Illustration 38 – Localisation du profil topo-bathymétrique sur la plage à l'est du port de Sainte Marie

## Evolution observée

Les profils acquis en 2018 et 2020 ont pu être comparés aux données issues de campagnes Litto3D (SHOM-IGN, 2008) ainsi que des campagnes de 2017 réalisées par OCEANIDEO.

Entre 2012 et 2017, une progradation du trait de côte de l'ordre d'une dizaine de mètres est accompagnée d'une migration des isobathes -2 m et -4 m d'une centaine de mètres vers le large. Ces observations indiquent une accumulation de sédiments contre la digue est du port de Sainte-Marie sur une longueur de plage de 500 mètres, soit le linéaire côtier dont la dynamique sédimentaire est impactée par la digue portuaire.

En 2018, une importante accumulation de sédiments est observée le long du profil topographique avec une avancée de plus de 27 m de la côte altimétrique +2 m NGR vers le large, accompagnée d'un adoucissement de la pente moyenne du cordon de galets (Illustration 39). L'avant-côte présente également une tendance à l'accumulation avec un redressement du profil bathymétrique de plus d'un mètre et une avancée de l'isobathe -4 m de plus de 60 m.

Cette situation a généré des problématiques d'ensablement du port de Sainte-Marie. Des travaux d'urgence de reprofilage de la plage et de dragage en mer le long de la digue du port ont été menés d'ici septembre 2018 mais la situation post-travaux montre un profil de plage en nette avancée par rapport à la situation de 2012, aussi bien à terre qu'en mer.

En 2020, le levé topographique n'a pas pu être effectué en raison de travaux de réaménagement et d'extension du port de Sainte-Marie sur la plage.

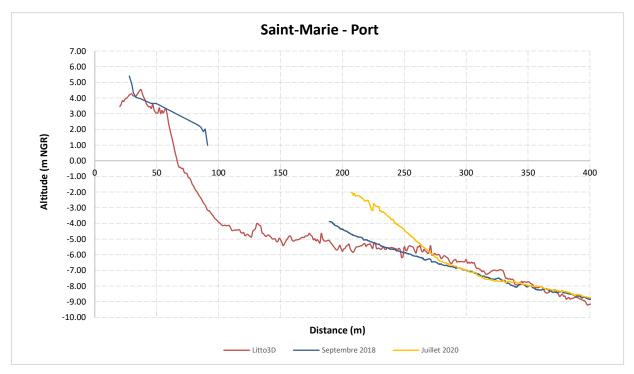


Illustration 39 – Evolution du profil topobathymétrique sur la plage à l'est du port de Sainte-Marie

Entre 2018 et 2020, les données bathymétriques confirment la nette accumulation sédimentaire sur les petits fonds marins jusqu'à 6,5 m de profondeur. Cette dynamique à l'accumulation a généré une nouvelle avancée de l'isobathe -4 m d'une cinquantaine de mètres et un redressement du profil de près de 3 m, ce qui représente un dépôt de sédiments de 118 m³/ml en l'espace de deux ans.

La limite de dépôts des sédiments est observée à une distance de 280 m à partir du haut de plage. En repositionnant cette limite de dépôt le long du profil de plage, elle est sensiblement égale à la longueur de la digue est du port (Illustration 40). La zone préférentielle d'ensablement de l'avant-côte s'explique par la présence de la digue est de la zone portuaire bloquant la dérive littorale est-ouest jusqu'à son extrémité et favorisant l'accumulation sédimentaire.

Au-delà de cette limite de dépôt, soit à une profondeur comprise entre 6 et 7 m de profondeur, les sédiments sont sous l'emprise de la dérive littorale et continuent de se déplacer vers l'ouest, ce qui amène à créer des problématiques d'ensablement du port.

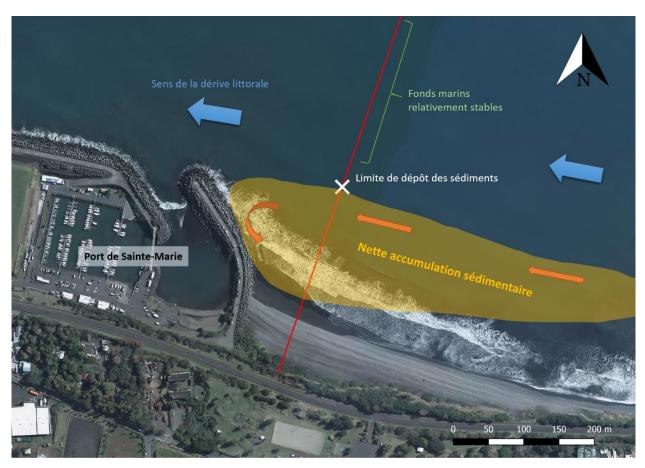


Illustration 40 - Accumulation sédimentaire du profil de plage sous l'effet de la digue est du port de Sainte-Marie

## **Recommandation**

La digue est du port de Sainte-Marie joue un rôle non négligeable dans la dynamique morphosédimentaire de la plage. Les derniers levés montrent qu'en l'espace de deux ans, il est possible d'observer une accumulation importante de sédiments fins jusqu'à 7 m de profondeur.

Il est donc primordial de mettre en place une gestion du cordon de galet sur la plage émergée afin de limiter cette problématique d'ensablement du port.

#### 4.4. SAINTE MARIE – BOULEVARD DE LA FRATERNITE

Ce site fait l'objet d'un suivi photographique initié depuis 2013.

#### Description paysagère

Le front de mer de Sainte-Marie le long du Boulevard de la Fraternité (Illustration 41) se caractérise par un cordon sédimentaire principalement composé de galets et de blocs, d'une falaise de formation superficielle (lahars) en arrière desquels sont implantés des aménagements urbains (sentier du littoral, voirie, lotissement,...).



Illustration 41 - Localisation du site de Sainte-Marie (à gauche), vue vers l'est (au centre) et vue vers l'ouest (à droite), photos prises le 10 juin 2020

#### **Evolution observée**

#### Suivi photographique

Entre 2013 et 2015, le front d'érosion des microfalaises ainsi que le cordon sédimentaire ont subi un recul marqué.

L'absence de phénomène cyclonique pendant la saison humide 2015/2016 a engendré un début d'engraissement visible à l'Est. Les microfalaises n'ont vraisemblablement pas subi de recul comme d'ailleurs la végétation (Patate à Durand dans le secteur Ouest) qui semble être au contraire plus dense. L'évolution de la Patate à Durand reste très probablement saisonnière et donc difficilement interprétable (Cf. Annexe n° 1).

Entre 2016 et 2018, l'engraissement se poursuit notamment vers l'Ouest avec une avancée du bas de plage, ceci malgré une activité cyclonique intense au cours de la saison 2017-2018 avec notamment les évènements DUMAZILE et FAKIR.

En 2020, la situation reste favorable avec en plus le développement de la végétation rampante (Patate à Durand) en haut de plage.

Malgré tout, le cordon présente toujours un stock sédimentaire relativement limité. Ce secteur reste vulnérable aux évènements cycloniques et peut être noté comme en état moyen à l'issue de la campagne de 2020.

## **Recommandation**

En cas d'évènements cycloniques, des actions de consolidations pourraient être réalisées par du rechargement de galets provenant de la digue est du port de Sainte-Marie, sujette à une nouvelle

accumulation de sédiments en 2020. La mise en place d'une stratégie de gestion des sédiments						
entre ces deux secteurs est recommandée.						

#### 4.5. SAINTE SUZANNE – LA CHAPELLE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 qui a été stoppé en 2017 compte tenu des difficultés d'interprétation du fait des apports anthropiques (remblais). Le suivi photographique a débuté en 2013.

#### **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 (Illustration 42). Ce cordon est surmonté par une falaise (lahars et basalte) et localement par un remblai sur lequel un temple tamoul est implanté.



Illustration 42 - Localisation du site de Sainte Suzanne (La Chapelle) (à gauche), vue vers le Sud-Ouest (au centre) et vue vers le Nord-Est (à droite), photos prises le 10 juin 2020

#### **Evolution observée**

## Suivi photographique

La microfalaise bordant le cordon reste toujours très instable et en érosion continue. Le site est toujours un lieu de dépôt des déchets organiques du Temple Tamoul (branche, feuilles) et sujet à du remblaiement qui, faute d'être de la même composition que le cordon, ne permet pas de stabiliser le haut de plage (Cf. Annexe n° 1).

Ce secteur a connu une érosion significative entre 2013 et 2015 suite probablement au passage du cyclone BEJISA en janvier 2014. Les autres périodes ne semblent pas montrer d'évolution marquante si ce n'est le développement de la végétation en haut de talus probablement en raison de la faible activité cyclonique sur la période récente.

#### Recommandation

Il pourrait être intéressant d'observer le comportement de ce littoral à la suite d'un épisode cyclonique. Cependant compte tenu de la difficulté d'interprétation des observations interannuelles, le suivi topographique reste suspendu. Plutôt que de réaliser des opérations de remblais, il faudrait favoriser des opérations de rechargement en galets.

Etant donné l'absence d'évolution favorable, le site est considéré en état moyen suite à la dernière visite.

#### 4.6. SAINTE SUZANNE – CENTRE VILLE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013 (Illustration 43 et Illustration 44)

## **Description paysagère**

Le front de mer de Sainte-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 microfalaise. Des aménagements urbains sont implantés sur ce talus (terrains de boules, place du marché forain).



Illustration 43 - Localisation du site de Sainte-Suzanne (Centre ville) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020



Illustration 44 : Localisation du profil topo-bathymétrique du secteur de Sainte-Suzanne Centre-ville

## **Evolution observée**

#### Suivi photographique

Cette partie du littoral semble dépendre essentiellement des évènements tempétueux/cycloniques qui peuvent affecter le haut de plage. De manière générale, le cordon ne semble pas avoir été affecté par des évolutions majeures depuis 2013 excepté sur le haut de plage avec un développement conséquent de la végétation (gazon et patate à durand...) (Cf. Annexe n° 1).

## Suivi quantitatif

Le profil 2015 n'est pas intégré à l'analyse en raison de son positionnement décalé de quelques mètres par rapport aux autres profils.

L'analyse des profils montre que seule la période 2006-2009 est marquée par un recul de la microfalaise en haut de plage pouvant être certainement imputé au cyclone GAMEDE de février à mars 2007. Globalement les évolutions topographiques depuis le début des acquisitions montrent une relativement bonne stabilité de la plage avec la possible présence de formation de berme en bas de plage synonyme d'apport sédimentaire lié aux transferts de sédiments des petites profondeurs vers la plage à l'image du relevé de 2018 (Illustration 45).

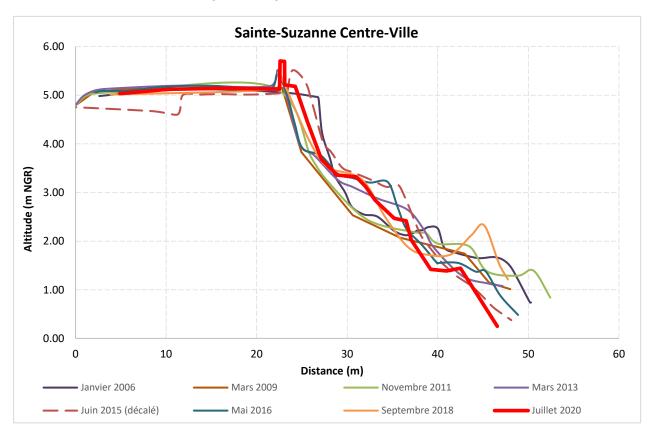


Illustration 45 – Profils topographiques du site de Sainte-Suzanne (Centre-ville) entre 2006 et 2020

Il est intéressant de constater que mis à part le cyclone GAMEDE, les évènements plus récents tels que BEJISA en 2014 ou encore DUMAZILE et FAKIR en 2018 ne semblent pas avoir affecté fortement le cordon. Toutefois, cette partie du littoral reste relativement étroite, de l'ordre de 20 m entre le haut du cordon et la limite en bas de plage avec une forte pente (plus de 20%).

Le bilan sédimentaire de la plage montre une relativement bonne stabilité quoique légèrement négatif (Illustration 46).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements	
2006-2009	-7,5	-2,5	-7,5		GAMEDE (N 7m 14s)	
2009-2011	2,4	1,2			DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)	
2011-2013	3,5	1,8	6,6	-3,3	FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)	
2013-2015	0,3	0,1			BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)	
2015-2016	0,4	0,4				
2016-2018	-0,3	-0,1	2.5		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)	
2018-2020	-2,2	-1,1	-2,5		FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)	

Illustration 46 – Synthèse des bilans sédimentaires en partie émergée et évènements associés (données MétéoFrance) pour le site du centre-ville de Sainte-Suzanne

Concernant les données bathymétriques, les profils montrent également une bonne stabilité avec toutefois des mouvements sédimentaires jusqu'à environ -6 m de profondeur avec la formation de barres sédimentaires à l'image des profils 2011 et 2020 (Illustration 47).

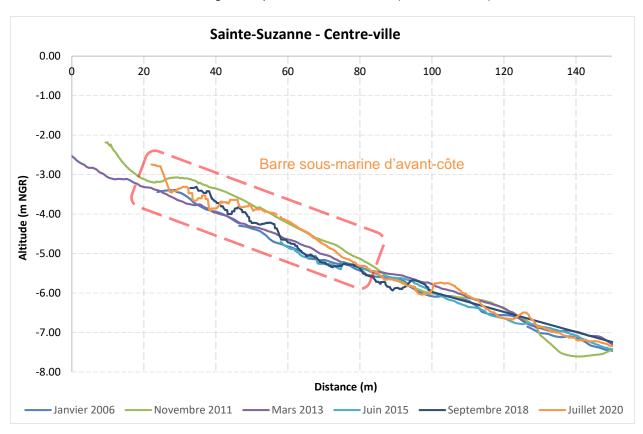


Illustration 47 – Identification d'une zone préférentielle de mobilité des sédiments entre 3 m et 6 m de profondeur

Il est maintenant intéressant de comparer ces variations morphologiques à celles observées en partie aérienne à l'aide des bilans sédimentaires. Pour les périodes 2006-2011 et 2018-2020, la phase d'accrétion de l'avant-côte correspond à une phase d'érosion du cordon de galets, soit à un transfert possible de galets de la côte vers le large. Entre 2011 et 2013, le phénomène inverse se produit où les sédiments présents sur les fonds marins (barre de déferlement) viennent alimenter la plage.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	TOTAL
2006-2011	27,1	6,8	27,1	
2011-2013	-22,1	-11,1	-22,1	10.6
2013-2018	1,5	0,4	12.5	18,6
2018-2020	12,1	6,1	13,6	

Illustration 48 : Synthèse des bilans sédimentaires des fonds marins jusqu'à 5,5 m de profondeur pour le site du centre-ville de Sainte-Suzanne

La période 2013-2018 souligne une dynamique d'équilibre sédimentaire aussi bien à terre qu'en mer. Ces observations semblent mettre en évidence l'existence d'une dynamique sédimentaire entre la plage émergée et immergée qui contribue à la stabilité du site à moyen terme.

#### Etat du site lors du dernier levé

En 2020, le secteur se trouve dans un meilleur état que le profil moyen en haut de plage mais encore en dessous en bas de plage, proche de la situation de 2006. Le cordon de galets est potentiellement vulnérable face à un évènement de forte houle cyclonique de type GAMEDE (Illustration 49).

Le site du centre-ville de Sainte-Suzanne est noté comme en état moyen à l'issue de la campagne de 2020.

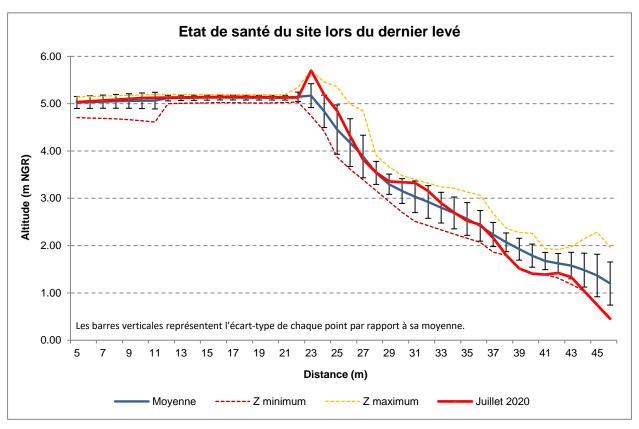


Illustration 49 – Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils du centre-ville de Sainte-Suzanne depuis 2006

#### **Recommandation**

Le cyclone GAMEDE (2007) semble être le seul évènement ayant fortement impacté le littoral du centre-ville de Sainte-Suzanne. Si la plage émergée semble s'être reconstruite en l'espace de 5

ans le cordon à lui subit un recul irréversible. Par la suite, ce secteur semble peu affecté ou du moins présente une certaine résilience face aux épisodes cycloniques survenus entre 2013 et 2018.

Sur la base des conditions hydrodynamiques données par Météo-France, le haut de plage semble vulnérable aux houles dont la hauteur significative serait supérieure à 6-7 m. Ces hypothèses devront être confirmées lors de prochains suivis d'épisodes évènementiels.

Par ailleurs, ce littoral est sujet au phénomène de submersion marine, une érosion marquée du haut de plage et du cordon qui joue un rôle de barrière naturelle viendrait accentuer la vulnérabilité de ce site aux aléas littoraux. Des réflexions sont en cours pour réaménager ce littoral afin d'atténuer son exposition au phénomène de submersion marine.

#### 4.7. SAINT ANDRE – CHAMP BORNE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013.

# 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 microfalaise (Illustration 50). Des aménagements urbains sont implantés sur ce talus (restaurant, église en ruine, voirie).



Illustration 50 - Localisation du site de Saint-André (Champ-Borne) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020

### **Evolution observée**

# Suivi photographique

Depuis 2013, des apports anthropiques (remblais) sont déposés sur le haut du cordon qui avance vers la mer. Ces apports dont la composition est différente des éléments naturels du site (essentiellement des galets), ne contribuent pas à une consolidation pérenne du site d'autant que le profil de plage semble avoir évolué.

En 2016, la végétation a pris pied sur la microfalaise en la recouvrant sur sa quasi-totalité. Les apports anthropiques en partie nord du cordon semblent être plus importants que l'année précédente, ce qui entraine une tendance à l'accumulation, conjointement avec son recul parfois métrique dû à la houle destructrice. Le profil de la plage semble avoir gagné en largeur avec un apport de matériaux plus fins en partie basse (Cf. Annexe n° 1).

En 2018, la microfalaise voit des encoches d'érosion apparaître et sa végétation rampante disparaître. Tout le linéaire est dans un état dégradé par rapport à 2016, cela est probablement lié aux épisodes cycloniques successifs de 2018.

En 2020, la végétation rampante a de nouveau végétalisé la totalité de la microfalaise, ce qui contribue à sa stabilité. Le cordon de galets semble avoir été alimenté, notamment en partie nord, par un apport en matériaux fins au vu du recouvrement des blocs disposés en pied de talus. Ces apports ne semblent tout de même pas suffisants pour retrouver un profil d'équilibre.

# Suivi quantitatif

L'évolution des profils topographiques entre 2013 et 2016 montre clairement l'avancée du talus de haut de plage de plus de 8 m vers la mer, conséquence des apports anthropiques (Illustration 51).

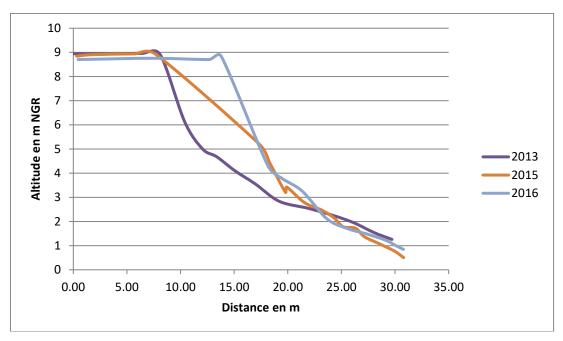


Illustration 51 – Profils topographiques sur le site de Saint-André (Champ-Borne) entre 2013 et 2016

Ces apports ont entrainé une réduction de la largeur de plage et un raidissement de la pente qui favorise l'amplification du jet de rive et de son impact potentiel. En raison de l'instabilité de la falaise meuble, aucun profil topographique n'a été réalisée en 2018 mais un relevé du haut de talus a permis de caractériser un recul de l'ordre de 5 à 10 m entre 2016 et 2018 pouvant être associé au passage de la tempête tropicale FAKIR en avril 2018 (Illustration 52). Ces observations tendent à montrer un amaigrissement du cordon de galets.



Illustration 52 – Evolution du haut de talus sur le secteur de Champ-Borne à Saint-André de 2009 à 2020

Au vu de l'instabilité persistante de la falaise meuble, seul un levé du haut de talus est réalisé en 2020. La position de la microfalaise est similaire à celle de 2018, ce qui démontre qu'elle n'a pas été affectée par des épisodes érosifs entre septembre 2018 et juillet 2020 et tend à se stabiliser en raison de l'absence d'évènements tempétueux.

Le cordon de galets reste potentiellement vulnérable face à un évènement de forte houle cyclonique de type GAMEDE ou FAKIR.

Le profil bathymétrique montre une certaine stabilité dans son ensemble avec toutefois la formation de barres d'avant-côte jusqu'à -9 m de profondeur (Illustration 53 et Illustration 54).

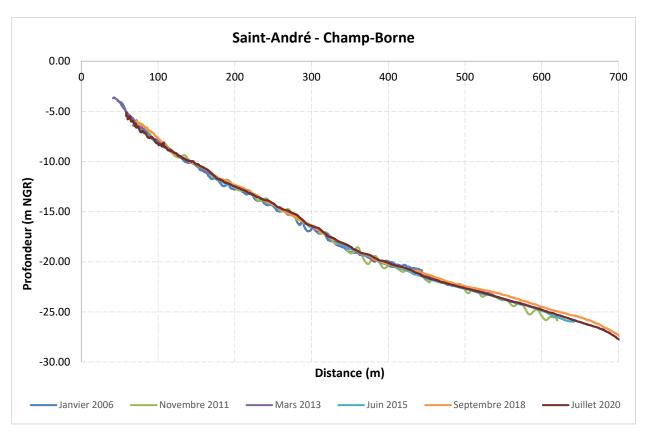


Illustration 53 - Profils bathymétriques sur le site de Saint-André (Champ-Borne) entre 2006 et 2020

Les données bathymétriques n'ont pas pu être acquises en 2016 en raison des mauvaises conditions de navigation.

En 2018, une barre sous-marine d'avant-côte est observée entre -6 m et -9 m de profondeur sur une longueur de 50 m et une épaisseur comprise entre 0,40 m et 0,80 m (Illustration 54). Ce dépôt pourrait être la réponse du profil de plage pour se protéger des houles liées aux évènements tempétueux de 2018 (DUMAZILE et FAKIR).

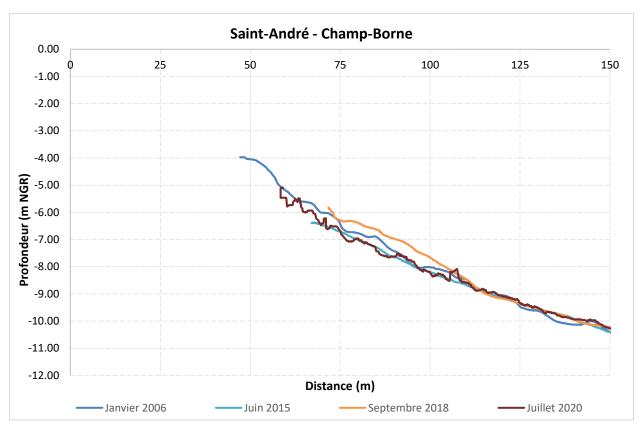


Illustration 54 – Apparition d'une barre sous-marine de déferlement en 2018

En complément de ces données bathymétriques, une vidéo des fonds marins a été réalisée entre 2 m et 20 m de profondeur le même jour que la campagne de levés le 31 juillet 2020. Cette vidéo permet tout d'abord de caractériser la nature des fonds marins à proximité de la côte (Illustration 55). Il y a principalement du sable et quelques blocs disséminés entre 20 m et 12 m de profondeur. Le nombre de blocs augmente sensiblement en se rapprochant des petits fonds jusqu'à avoir une prédominance de blocs à partir de 10 m de profondeur.

L'objectif de cette vidéo sous-marine était de constater l'impact qu'aurait pu avoir l'érosion des remblais présents en haut de plage sur les fonds marins. A priori aucun impact négatif n'a été observé lors de cette plongée.



Illustration 55 : Evolution des fonds marins entre 2 m et 20 m de profondeur au droit du site de Champ-Borne à Saint-André

Le site de Champ-Borne est en mauvais état à l'issue de la campagne 2020 au vu d'un stock sédimentaire limité (apports insuffisants) et du risque permanent et aggravé de recul du haut de talus lié à un évènement ponctuel.

# **Recommandation**

Il est tout de même important de rappeler que ce littoral reste exposé face au phénomène d'érosion, notamment lors d'évènements extrêmes. La présence d'un restaurant sur ces remblais qui subissent une érosion marquée dès la présence d'évènement tempétueux peut devenir délicat à terme. La surveillance du site doit être maintenue.

Une réflexion a été lancée par la commune sur différentes solutions qui pourrait être mises en œuvre afin de limiter ces phénomènes d'érosion.

#### 4.8. SAINT ANDRE – BOIS-ROUGE

Ce site bénéficie d'une première campagne de suivi quantitatif et paysager réalisée fin 2018.

# **Description paysagère**

Le secteur de Bois-Rouge à Saint-André se caractérise par un cordon de galet relativement bas (autour de +4 m NGR) avec la présence d'une végétation en haut de plage (Illustration 56). Outre un cordon de galet peu développé, ce secteur est caractérisé par la présence d'une usine à proximité du littoral. Cette usine pourrait présenter une vulnérabilité face au risque littoral, ce qui a conduit à démarrer un suivi topo-bathymétrique le long d'un profil perpendiculaire à la plage (Illustration 57).



Illustration 56 - Localisation du site de Bois-Rouge à Saint-André (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 31 juillet 2020



Illustration 57 – Localisation du profil topo-bathymétrique sur le secteur de Bois-Rouge à Saint-André (Orthophoto IGN, 2017)

### **Evolution observée**

# Suivi photographique

Le couvert végétal est plus dense et s'est développé (direction sud) en haut de plage ce qui tend à assurer la stabilité des galets. La plage active ne semble pas avoir subi de modifications majeurs depuis la précédente campagne en 2018.

# Suivi quantitatif

Les données topographiques acquises en septembre 2018 ont été comparées aux données issues des campagnes LITTO3D (SHOM-IGN, 2008) et des données photogrammétriques de l'IGN (MNS, 2017) afin d'avoir un premier aperçu des évolutions du site au cours de la dernière décennie.

Entre 2008 et 2018, l'évolution du profil de plage montre une grande mobilité du littoral sur ce secteur. La perte de sédiments enregistrée entre 2008 et 2017 sur les 20 premiers mètres en haut de plage a été comblée en l'espace d'un an. En 2018, le haut de plage est relativement stable alors qu'une nette accumulation de galets est observée en partie basse. La plage s'est agrandie de près de 20 m en l'espace d'un an (Illustration 58). Cette accumulation de galets est symbolisée par la formation d'une berme répartie sur une quinzaine de mètres et culminant à une côte altimétrique de +2,3 m NGR.

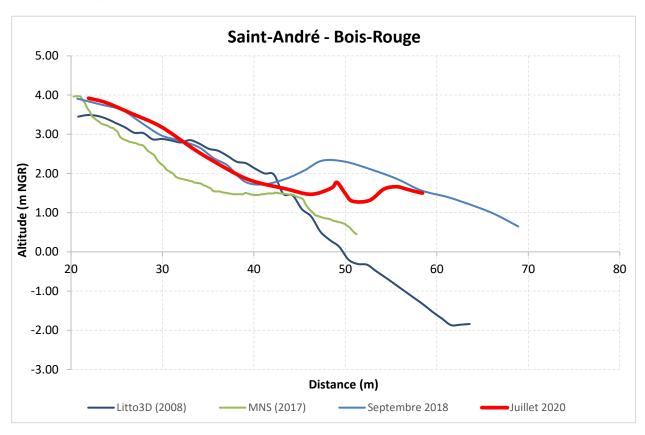


Illustration 58 – Evolution du profil topographique sur le secteur de Bois-Rouge (Saint-André)

Cet élargissement du bas de plage peut être associé aux évènements cycloniques DUMAZILE et FAKIR ayant eu un effet bénéfique sur l'évolution morphologique de ce site. Les fortes houles

engendrées par ces évènements énergétiques ont probablement dû favoriser et accentuer un transfert de sédiments des fonds marins vers la plage au droit du secteur de Bois-Rouge.

En 2020, le cordon de galets présente un profil à l'équilibre jusqu'à +1,7 m NGR avant de connaître un abaissement sur une quinzaine de mètres. Les conditions de vagues le jour du levé en 2020 n'a pas permis de mesurer la topographie en bas de plage mais il se pourrait à la vue des données que le profil soit relativement proche que celui de 2018.

Les bilans sédimentaires tendent à confirmer les différentes phases d'évolution du site (alternance entre phases d'érosion et d'accrétion) et mettent en évidence la forte variation du stock sédimentaire disponible le long du cordon de galets (Illustration 59).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)
2008-2017	-9,8	-1,1	-9,8
2017-2018	21,9	21,9	21,9
2018-2020	-4,3	-2,2	-4,3

Illustration 59 – Bilans sédimentaires le long du profil topographique sur le secteur de Bois-Rouge (Saint-André)

Concernant les données bathymétriques, le profil de 2018 n'est pas intégré à cette analyse quantitative en raison de son fort décalage planimétrique, et de ce fait, il ne peut pas être comparé à celui de 2020.

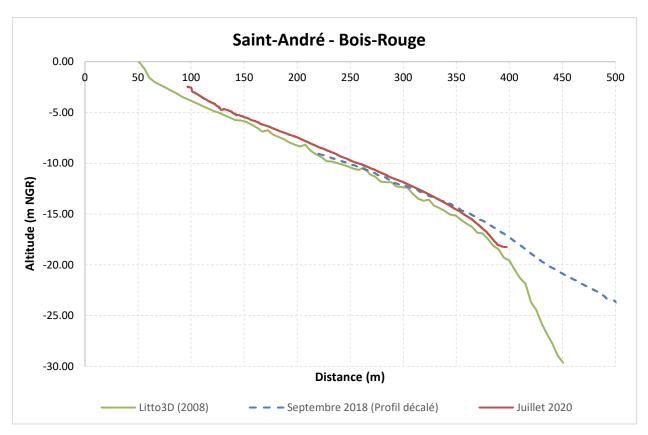


Illustration 60 – Evolution du profil bathymétrique sur le secteur de Bois-Rouge entre 2008 et 2020

Les données acquises en juillet 2020 ont été comparées aux données issues des campagnes LITTO3D (SHOM-IGN, 2008) afin d'avoir un premier aperçu des évolutions du site au cours de cette dernière décennie (Illustration 60).

Le profil bathymétrique de 2020 est au-dessus de celui issu de Litto-3d ce qui pourrait être dû à la différence de technique utilisée. Il est intéressant de constater une rupture de pente entre -15 m et -20 m de profondeur. Sur les 400 premiers mètres environ la pente est de l'ordre de 5% contre près de 20% sur la partie plus au large.

Il est nécessaire de poursuivre l'acquisition de données bathymétriques pour avoir une meilleure connaissance des fonds marins, notamment à la suite d'épisodes cycloniques.

Le site de Bois-Rouge (Saint-André) est en état moyen à l'issue de la campagne 2020 compte tenu de la connaissance actuelle de son évolution caractérisée par une grande mobilité sédimentaire, pouvant être rapide dans un sens (phase d'érosion) comme dans l'autre (phase d'accumulation). Il reste potentiellement vulnérable à un évènement de forte houle.

### Recommandation

Le suivi topo-bathymétrique doit être poursuivi pour mieux comprendre la réponse de ce site face à des évènements cycloniques mais également les fortes variations morphologiques observées le long du cordon de galets. Une meilleure connaissance de la morphologie des fonds marins est essentielle pour apporter des éléments de réponse concernant la grande mobilité sédimentaire constatée en partie aérienne de la plage.

#### 4.9. SAINT BENOIT – BUTOR

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013 (Illustration 62).

# Description paysagère

Le secteur du Butor à Saint-Benoit se caractérise par un cordon de galet entravé par un aménagement portuaire (jetée, cale de halage, Illustration 61 et Illustration 62). Au sud, le cordon est bien engraissé alors qu'au nord, il est résiduel et surmonté d'une microfalaise de formations superficielles meubles. Le substratum rocheux y est désormais affleurant.



Illustration 61 - Localisation du site de Saint-Benoit (Butor) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 10 juin 2020



Illustration 62: Localisation des profils topographiques du secteur du Butor

# **Evolution observée**

# Suivi photographique

La présence de la jetée génère un blocage sédimentaire en partie nord du front de mer et entraine un recul du cordon de galets. Les sédiments transportés par la dérive littorale (orientée vers le nord) s'accumulent en partie sud de la plage qui semble avoir subi un engraissement de son profil. Comme ce fut le cas en 2018, la jetée continue de faire apparaître des signes de fragilité de l'ouvrage endommagé par les houles destructrices en 2020 (Cf. Annexe n° 1).

### Suivi quantitatif

### **Profil Nord**

Du fait de la présence d'arbres, les mesures réalisées en début de profil (les 18 premiers mètres) sur la partie nord sont parfois entachées d'incertitudes importantes. Seules les données sur le bas de plages (entre 0 et 4 m NGR) sont analysées (Illustration 63).

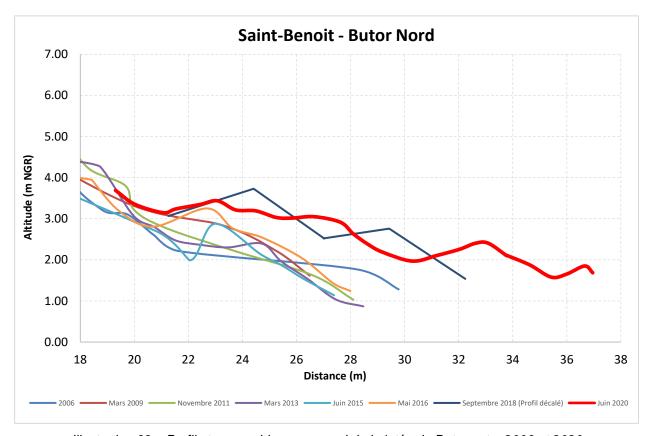


Illustration 63 – Profils topographiques au nord de la jetée du Butor entre 2006 et 2020

Entre 2006 et 2015, les évolutions constatées sur le bas de plage sont relativement faibles compte tenu de la faible quantité de sédiments présents sur site entrainant l'affleurement du substratum rocheux. La faible variation de la largeur de plage témoigne d'un stock sédimentaire disponible très limité. En 2016, une accumulation de galets est observée sur tout le profil de bas de plage. Cette situation n'avait pas encore été atteinte depuis 2006, ce qui sous-entendrait qu'un transit sédimentaire aurait pu parvenir du fait de la saturation de la jetée.

Le profil de 2018 n'est pas pris en compte dans cette analyse étant donné son décalage important par rapport aux autres années. En 2020, la tendance à l'accumulation de galets se confirme malgré les épisodes cycloniques de 2018. La côte altimétrique +2 m NGR s'est avancée de 8 m, indiquant une nette augmentation de la largeur de plage.

Entre 2006 et 2020, les bilans sédimentaires montrent les faibles évolutions le long du profil de plage mais la période 2015-2020 montre une accrétion qu'il conviendra de suivre à l'avenir pour confirmer cette tendance du fait de la probable saturation de la jetée entrainant le contournement des galets permettant d'atteindre à nouveau ce secteur nord (Illustration 64).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2006-2009	2,9	2,9	2,9		GAMEDE (N 7m 14s)
2009-2011	-2,0	-1,0	-2,0		DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)
2011-2013	0,2	0,1	0,1	5,4	FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2013-2015	-0,1	0,0	0,1	3,4	BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2015-2016	2,2	2,2	4.3	4,3	DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
2016-2020	2,1	0,5	4,3		FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)

Illustration 64 : Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le profil au nord de la jetée du Butor à Saint-Benoit

Malgré une tendance actuelle à l'engraissement, la plage du secteur nord du Butor reste étroite (moins de 20 m), ce qui la rend vulnérable face à un événement de forte houle.

### Profil Sud

Les profils relevés en 2013 et 2018 présentent un certain décalage par rapport aux autres années et ne peuvent pas être utilisés pour étudier l'évolution morphologique de la plage au sud de la jetée.

Depuis 2006, le cordon de galets ne cesse d'être en phase d'avancée vers la mer. A titre d'exemple, la côte altimétrique de +3 m NGR s'est avancée de près de 15 m entre 2006 et 2016 (Illustration 65). Cette tendance à l'accumulation se caractérise par la formation de plusieurs bermes dont celle en bas de plage migrant vers le large. La berme de jet de rive connait une forte accumulation verticale entre 2016 et 2020 avec un gain d'altitude de +1,5 m.

Ces évolutions démontrent le rôle de blocage sédimentaire de la jetée entrainant un effet bénéfique au droit de la plage sud au détriment du littoral situé directement au nord de l'ouvrage.

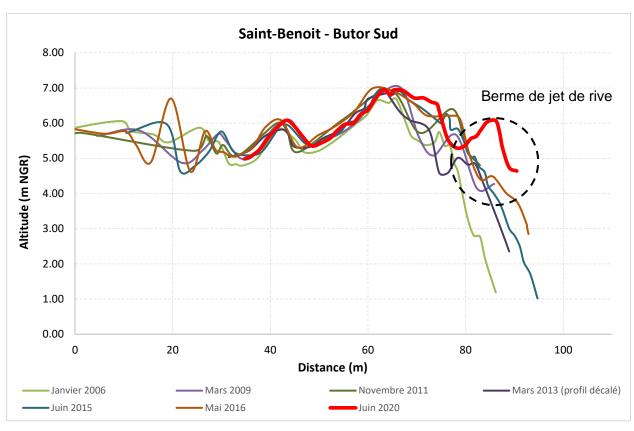


Illustration 65 – Profils topographiques au sud de la jetée du Butor entre 2006 et 2020

Les bilans sédimentaires montrent une nette phase d'accumulation de galets sur la période 2006-2016 qui semble s'inverser entre 2016-2020 sans pour autant présenter des pertes importantes (Illustration 66). Ceci montrerait plutôt l'atteinte d'une position de saturation sédimentaire dans la zone d'influence de la digue et la mise en place d'un équilibre dynamique.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2006-2009	14,4	4,8	23,3		GAMEDE (N 7m 14s)
2009-2011	8,9	4,4	25,5		DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)
2011-2015	0,5	0,3	0,5	20,3	FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2015-2016	5,3	5,3		20,5	BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2016-2020	-3,5	-0,9	-3,5		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
					FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)

Illustration 66 : Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le profil au sud de la jetée du Butor

# Limite du jet de rive

L'illustration ci-dessous montre un élargissement croissant de la partie sud de la plage de l'ordre de 50 m entre 1950 et 2018 (Illustration 67). Cette avancée est linéaire dans le temps avec une largeur maximale en 2018.

84



Illustration 67- Evolution de la limite du jet de rive sur le secteur du Butor à Saint-Benoît entre 1950 et 2018

La partie nord suit la tendance inverse en raison de la présence de l'ouvrage : un recul net de l'ordre de 15 m a lieu entre 1950 et 1978 puis la vitesse de recul ralentit en raison de la disparition quasi-totale du stock sédimentaire disponible le long du cordon de galets. Un léger réavancement de la limite de jet de rive est enregistré en 2018 et semble concorder avec les données topographiques montrant un regain sédimentaire à partir de 2016 (Illustration 64). En 2020, les conditions météo-marines relativement agitées n'ont pas permis de mesurer la limite de jet de rive.

Ces observations démontrent que ce type d'ouvrage peut avoir un impact très rapide sur la morphologie d'un secteur et peut prendre de nombreuses années avant de laisser passer à nouveau les sédiments en aval dérive de l'ouvrage. Le maintien de la surveillance du trait de côte est nécessaire afin de confirmer cette tendance.

#### Etat du site lors du dernier levé

En 2020, le cordon semble se reconstruire de part et d'autre de la jetée, notamment au nord de l'ouvrage avec une largeur plus importante en bas de plage. Cette accumulation sédimentaire confère à la plage une « zone tampon » lui permettant d'être moins vulnérable face à de fortes houles.

La berme de jet de rive observée en partie sud représente également un important réservoir sédimentaire favorisant la cicatrisation du cordon de galets à la suite d'évènements météo-marins défavorables (Illustration 68).

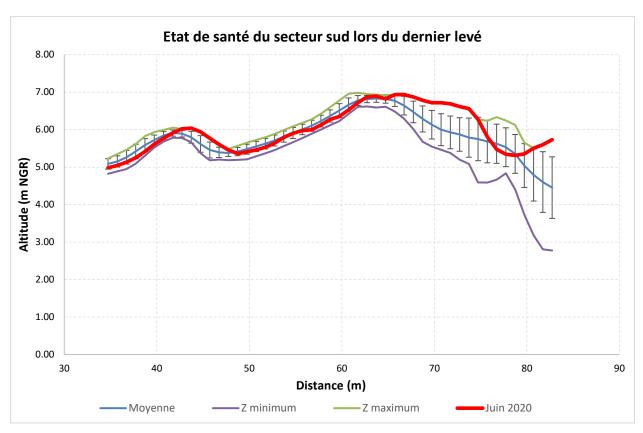


Illustration 68 - Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils au sud de la jetée du Butor depuis 2006

Le secteur du Butor est noté comme en bon état à l'issue de la campagne de 2020 au Sud mais en mauvais état au Nord.

# **Recommandation**

Tout comme le littoral de Bois-Rouge et de Sainte-Suzanne Centre-ville, le secteur du Butor ne semble pas avoir été impacté par les épisodes cycloniques successifs de 2018.

La poursuite du suivi topographique et du relevé de la position du jet de rive est nécessaire pour définir un indicateur de l'impact de la jetée sur la largeur de plage mais également surveiller la tendance actuelle à l'accumulation en partie nord de la jetée. Cette accumulation semble être liée à une saturation en sédiments de l'ouvrage portuaire.

En parallèle, une réflexion doit être menée sur l'utilité de la présence de la jetée. Dans le cas où elle doit être préservée notamment pour la pratique de la Marine du Butor, des actions de « bypass » (rechargement en sédiment de l'amont vers l'aval par rapport à la dérive littorale et à la jetée) pourraient être envisagées pour faciliter le transit du sud-est vers le nord-ouest mais également pour limiter l'accumulation de galets au droit de la Marine.

#### 4.10. SAINT JOSEPH - MANAPANY LES BAINS

Ce site fait l'objet d'un suivi photographique initié depuis 2013.

### **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 (Illustration 69 et Illustration 70).



Illustration 69 - Localisation du site de Saint-Joseph (Manapany-les-Bains) (à gauche), vue vers l'ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020



Illustration 70 – Photos prises par la mairie faisant suite aux houles australes d'août 2019

# **Evolution observée**

#### Suivi photographique

Malgré le bon équilibre hydro-sédimentaire de ce secteur en 2018 par rapport aux années précédentes (Cf. Annexe n° 1), l'épisode de houle australe d'août 2019 a engendré des projections de galets qui ont endommagé les infrastructures situées en arrière-plage (Illustration 70). En 2020, la tendance à l'équilibre du cordon de galets semble perdurer avec un net développement de la végétation en haut de plage.

La plage peut être considérée comme en bon état à la suite de la dernière visite en 2020. L'anse de Manapany-les-Bains reste tout de même sensible aux évènements de fortes houles susceptibles de provoquer des projections de blocs.

# **Recommandation**

Comme proposé en 2018, un suivi évènementiel ne serait-ce que photographique doit être privilégié sur ce secteur afin d'identifier les conditions à partir desquelles des désordres peuvent être observés. Un évènement similaire à la houle d'août 2019 présenterait un risque de submersion/projection, ce qui correspondrait à des hauteurs significatives de houles supérieures à 4 m.

Une analyse permettant d'associer les conditions de houle à la taille des blocs déplacés ainsi qu'à un niveau d'impact serait intéressante à mener pour mieux anticiper d'éventuels dégâts.

#### 4.11. PETITE ILE – GRANDE ANSE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013.

### **Description paysagère**

La plage de Grande Anse se caractérise par un sédiment biodétritique alimenté par le récif corallien frangeant (Illustration 71). Le substratum affleure dans la zone du jet de rive. Le haut de plage est végétalisé par 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 (Illustration 71). Un bassin de baignade est implanté dans partie sud de la plage. En 2018, des travaux de réaménagement de l'arrière plage par la CIVIS (Communauté Intercommunale des Villes Solidaires) étaient en cours.



Illustration 71 - Localisation du site de Petite-Ile (Grande Anse) (à gauche), vue vers le sud-est (au centre) et vue vers le nord-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020

### **Evolution observée**

#### Suivi photographique

Cette plage sableuse ne semble pas montrer un changement morphologique par rapport aux années précédentes. Mis à part les variations de végétation du haut de plage (Patate à Durand), le secteur ne montre pas d'évolution visuelle marquée. Entre 2016 et 2018, la végétation a reculé de quelques mètres rappelant la configuration de 2015. Le suivi ayant été réalisé après l'hiver austral, il est possible que la végétation se trouve dans un état particulièrement dégradé. Cette dégradation peut également être d'origine anthropique étant donné les aménagements réalisés ces dernières années. En 2018, le substratum affleure toujours mais rien ne semble montrer une aggravation de l'érosion.

En 2020, la plage semble à l'équilibre avec un net développement du couvert végétal en haut de plage (avancée d'une dizaine de mètres) sur la moitié sud. Ces larges étendues de végétation sont également observées en partie nord. Le substratum rocheux en bas de plage est particulièrement visible (découvert), témoin d'un appauvrissement sédimentaire en partie basse de la plage corallienne.

#### Suivi quantitatif

Deux profils topo-bathymétriques sont réalisés en partie sud et nord de la plage entre 2006 et 2016. A l'issue de la campagne de 2016, il a été décidé de ne maintenir que le suivi topographique (Illustration 72). En effet, l'analyse des données bathymétriques ne permet pas de mettre en évidence une dynamique propre à ce secteur.



Illustration 72 – Profils topographiques suivis le long du littoral de Grande Anse à Petite-ile

# Profil sud

Les différents relevés du profil topographique au sud montrent un raidissement continu de la plage entre 2006 et 2018 avec un probable transfert des sédiments du bas de plage vers le haut de plage (Illustration 74). Une épaisseur de sable de l'ordre de 50 cm s'est déposée sur près de 20 m en haut du profil.

En 2020, une avancée de la dune embryonnaire délimitant l'arrière-plage du haut de plage est observée sur quelques mètres. Le haut de plage semble conserver un stock sédimentaire relativement stable grâce à la présence d'un couvert végétal alors qu'un abaissement du profil est observé en bas de plage avec la présence du substratum bien marqué (Illustration 73).



Illustration 73 – Photos prise au sud de la plage de Grande Anse le 10 juin 2020

L'érosion de la plage active se caractérise par l'apparition du substratum rocheux sur le profil topographique de 2020 (à environ 40 m du début du profil), une réduction de la largeur de plage (dizaine de mètres) et un raidissement continu du profil au cours des années. La sensibilité de cette plage au phénomène d'érosion côtière est plus que jamais d'actualité.

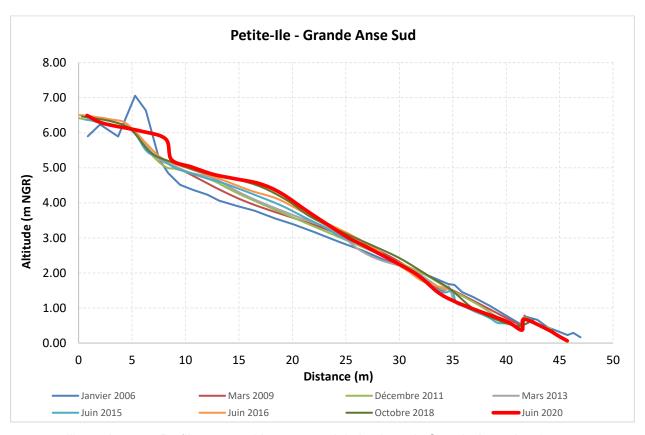


Illustration 74 - Profils topographiques au sud de la plage de Grande Anse depuis 2006

Les bilans sédimentaires montrent une stabilité avec des différences de volume relativement faible qui ne reflètent pas vraiment la situation dégradée du profil de plage (Illustration 75).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2006-2009	4,4	1,5			12/05/2007 (SO 6m 18s)
2009-2011	0,6	0,3			
2011-2013	0,2	0,1			
2013-2015	1,0	0,5			BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2015-2016	2,3	2,3	10,8		
				10,0	25/06/2017 (SO 3,7m 19s)
2016-2018	2.2	1.1			26/08/2017 (SSO 3,8m 17s)
2010-2018	2,2	1,1			18/04/2018 (SSO 4,8m 18s)
					24/09/2018 (SO 4m 17,5s)
2018-2020	-0,8	-0,4	-0,8		24/07/2020 (SSO 4m 16s)

Illustration 75– Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site de Grande Anse (Sud)

### Profil nord

Le profil nord présente une plage plus large, de l'ordre d'une trentaine de mètres, comparée à celle de la moitié sud. Cette largeur de plage peut s'expliquer par l'effet bénéfique de la dérive littorale orientée du sud vers le nord.

Entre 2006 et 2011, la plage a subi une érosion marquée avec une perte altimétrique de plus de 50 cm sur l'ensemble du profil (Illustration 76). Cette phase d'érosion est probablement associée à la forte houle australe survenue en mai 2007. La plage présente tout de même son profil le plus critique en 2011 qui peine à se reconstruire depuis.

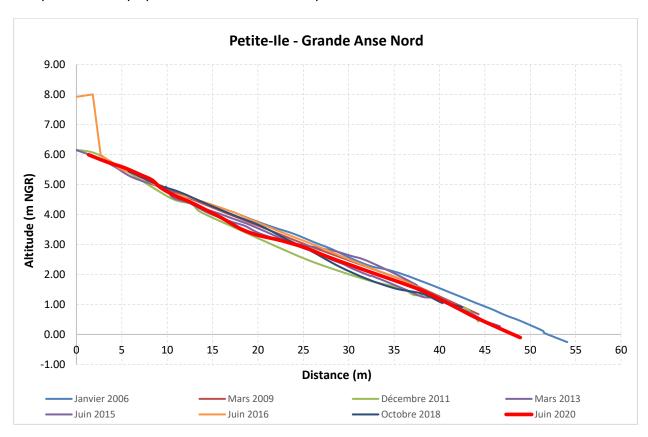


Illustration 76 – Profils topographiques au nord de la plage de Grande Anse depuis 2006

Depuis ce niveau minimum atteint, une alternance de phases d'accrétion et d'érosion se distingue et met en évidence les échanges sédimentaires existants entre le haut de plage et le bas de plage entre 2011 et 2020. En dehors d'évènements majeurs tel que les houles australes de mai 2007, la plage semble montrer une relativement bonne résilience.

Les bilans sédimentaires montrent bien l'alternance de phases d'érosion et d'accrétion, voire d'équilibre en 2020, même si la tendance à l'érosion reste prépondérante. La période 2006-2011 est considérée comme la plus impactante en termes d'érosion (Illustration 77). Il est important de noter que ces bilans ne prennent pas en compte le haut de plage végétalisé contrairement au profil sud.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2006-2009	-3,9	-1,3	-13,7		12/05/2007 (SO 6m 18s)
2009-2011	-9,9	-4,9	-15,7		
2011-2013	8,8	4,4	8,8		
2013-2015	-3,0	-1,5	-3,0		BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2015-2016	5,8	5,8	5,8		
		-5,3 -2,6	-6,1	-9,1	25/06/2017 (SO 3,7m 19s)
2016-2018	5.2				26/08/2017 (SSO 3,8m 17s)
2010-2018	-5,5		-0,1		18/04/2018 (SSO 4,8m 18s)
					24/09/2018 (SO 4m 17,5s)
2018-2020	-0,8	-0,4	-0,8		24/07/2020 (SSO 4m 16s)

Illustration 77 – Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site de Grande Anse (Nord)

Les bilans sédimentaires soulignent également de plus grandes variations morphologiques le long du profil de plage par rapport à la moitié sud de la plage de Grande Anse et une certaine résilience à la suite d'évènements de houle australe.

De manière générale, la plage de Grande Anse semble marquée par un phénomène d'érosion avec la présence du substratum en bas de plage et un déséquilibre sédimentaire entre le Sud (plus de sable) et le Nord (moins de sable). La dérive littorale sud-nord est bien marquée avec une largeur de plage plus importante au nord qu'au sud. Les observations mettent en avant le rôle positif de la végétation en haut de plage, notamment sur le secteur sud où la largeur de plage est la plus restreinte.

Compte-tenu de la dérive littorale, les aménagements en haut de plage au sud devraient être plus reculés afin de permettre au système plage-dune de plus facilement conserver les apports sédimentaires amenés par les vagues et ainsi garder une plus grande largeur de plage.

# Etat du site lors du dernier levé

En 2020, le profil sud est plutôt en **bon état** par rapport à l'ensemble des données disponibles alors que le profil nord semblent être dans un **état dégradé** vis-à-vis des années précédentes (Illustration 78 et Illustration 79).

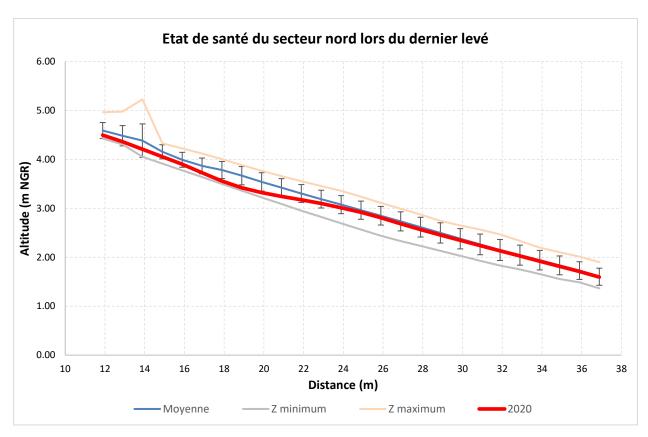


Illustration 78 – Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils au nord de Grande Anse depuis 2006

L'abaissement topographique observé en partie basse de la plage sud de Grande Anse montre tout de même le faible stock sédimentaire disponible (substratum). Il va être pertinent d'observer si cette dynamique d'érosion perdure dans les années à venir.

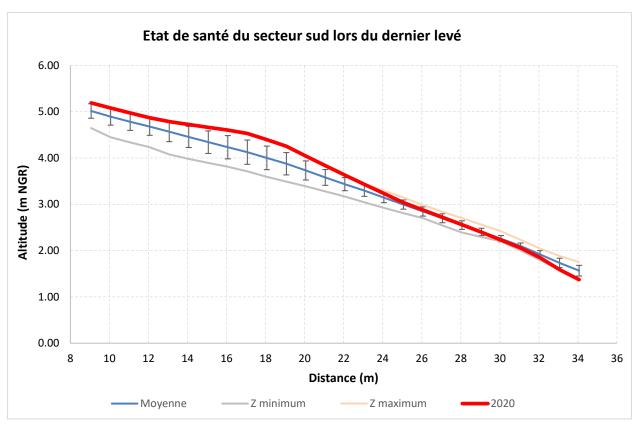


Illustration 79 – Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils au sud de Grande Anse depuis 2006

#### Recommandation

Même si la plage nord profite de l'effet bénéfique de la dérive littorale sud-nord, elle semble d'avantage impactée par des évènements de forte houle que la moitié sud de Grande Anse. Cette sensibilité est caractérisée par de plus grandes variations morphologiques le long du profil de plage. Sur la base des conditions hydrodynamiques données par Météo-France, sa capacité de résilience peut être estimée à 2 ans pour des houles dont la hauteur significative serait inférieure ou égale à 5 m, voire à 6 ans lorsque la hauteur significative des fortes houles est supérieure ou égale à 6 m (mai 2007). Ces hypothèses devront être confirmées lors de prochains suivis d'épisodes énergétiques.

La plage sud, au stock sédimentaire plus limité, est protégée par le cap rocheux « Piton de Grande Anse » situé plus au sud et semble moins sensible vis-à-vis des houles australes provenant du sud.

Des travaux d'aménagements de l'arrière-plage ont été réalisé entre 2018 et 2019 afin d'améliorer les infrastructures existantes et d'en aménager de nouvelles au droit de ce site très touristique. Dans la continuité de ces travaux, il conviendrait de canaliser les accès à la plage afin de limiter le piétinement et leurs effets négatifs sur la végétation essentielle à la préservation du cordon dunaire.

#### 4.12. SAINT PIERRE – GRAND BOIS

Ce site bénéficie d'un suivi photographique depuis 2013 et du lancement d'un suivi quantitatif en 2019 réparti selon trois profils topographiques (Illustration 80, Illustration 81). Des données topographiques et paysagères supplémentaires ont pu être acquises, notamment suite aux houles australes de juillet et août 2019.

### 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 substratum récifal affleurant sur toute la longueur du linéaire côtier. Le haut de plage est largement colonisé par la Patate à Durand et des graminées, et une promenade est implantée en arrière-plage (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.



Illustration 80 - Localisation du site de Saint-Pierre (Grand Bois) (à gauche), vue vers l'ouest (au centre) et vue vers l'est (à droite), photos prises le 09 juin 2020



Illustration 81 - Localisation des profils topographiques le long du littoral de Grand-Bois à Saint-Pierre (Orthophotographie IGN, 2017)

# **Evolution observée**

# Suivi photographique

Un net recul de la végétation du haut de plage est observable entre 2013 et 2015. La végétation n'a toujours pas repris en 2016 et cette tendance se maintient en 2018, ce qui rend le haut de plage plus vulnérable à l'impact du jet de rive lors d'évènements tempétueux (Cf. Annexe n° 1).

En 2020, le profil de plage présente une pente aussi raide qu'en 2018. La Patate à Durand recolonise progressivement le haut de plage et des actions de revégétalisation ont été réalisées en partie sud. Le substratum récifal semble d'avantage dépourvu en sable, et de ce fait, plus dégradé par rapport aux années précédentes.

## Suivi quantitatif

Les données acquises en juin 2020 ont été comparées aux données issues des campagnes Litto3D (SHOM-IGN, 2008), aux données photogrammétriques de l'IGN (MSN, 2017) et aux mesures effectuées le 11 juillet 2019 (pré-houle australe), le 18 juillet 2019 (post-houle australe) et le 22 août 2019 (post-houle australe). Le profil P1 se situe le plus à l'est de la plage alors que le profil P3 est le plus à l'ouest. Concernant les données du 22 août 2019, des points de mesure sont manquants en haut de plage le long du profil P1. Ce profil n'est donc pas intégré à l'analyse quantitative.

En 2008, la plage de Grand Bois est représentative d'une configuration dégradée du fait de l'impact de la houle australe de mai 2007 sur les côtes sud et ouest de l'île. Depuis, la plage s'est naturellement rechargée au droit des trois profils, ce qui démontre une certaine résilience malgré les épisodes de forte houle survenus ces dernières années (Illustration 84 et Illustration 85).

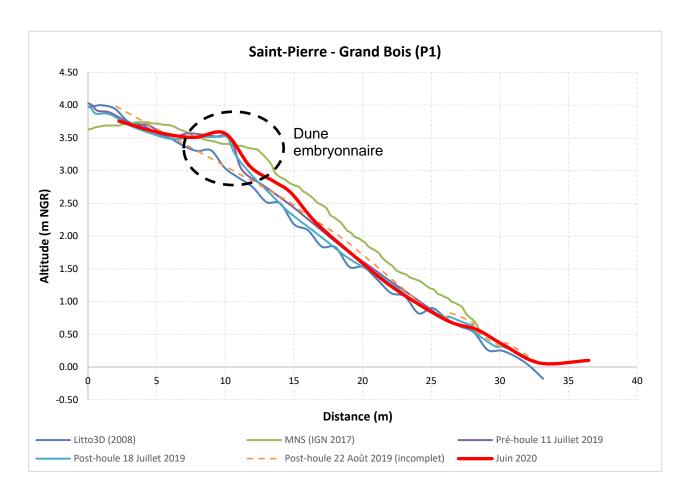


Illustration 82 - Evolution du profil topographique P1 le long du secteur de Grand Bois (Saint-Pierre)

Le profil P1 est le profil le plus étendu avec la présence d'un cordon sableux végétalisé culminant à la côte altimétrique +3,5 m NGR, permettant à la plage d'être relativement peu impactée par les houles australes survenues entre le 12 juillet 2019 et le 16 juillet 2019 (Illustration 82). Le substratum semble affleurer à la suite des houles australes d'août 2019, témoin d'une érosion marquée en bas de plage. C'est le profil qui semble le plus sujet à de fortes variations morphologiques.

En juin 2020, le substratum rocheux tend à être recouvert et un transfert de sédiments du bas vers le haut de plage vient conforter le cordon en haut de plage. Cette configuration morphologique signifie que la plage se reconstruit naturellement (Illustration 83).



Illustration 83 – Photos de la plage de Grand-Bois prise le 10 juin 2020

Les profils P2 et P3 semblent être moins exposés aux phénomènes d'érosion que le profil P1 en raison probablement de l'orientation de la côte qui change avec un effet potentiellement bénéfique de la dérive littorale.

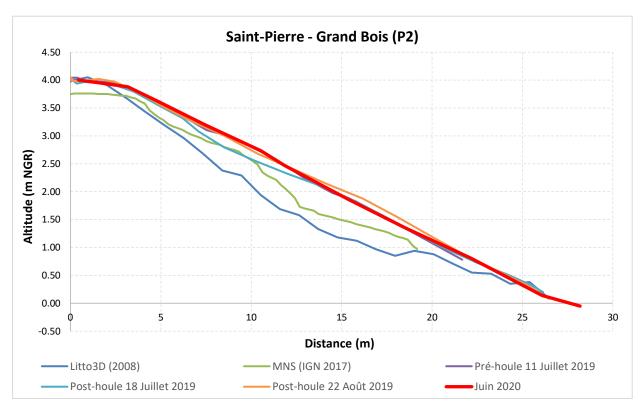


Illustration 84 : Evolution du profil topographique P2 le long du secteur de Grand Bois (Saint-Pierre)

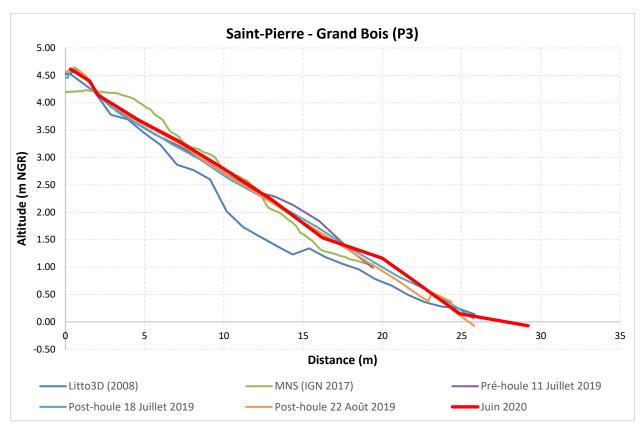


Illustration 85 – Evolution du profil topographique P3 le long du secteur de Grand Bois (Saint-Pierre)

Les bilans sédimentaires confirment la résilience de la plage entre 2008 et 2020 (Illustration 86).

	Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	
	2008-2017	8,5	0,9	8,5	
Profil P1	2017 - 11 Juillet 2019	-5,1	-2,5	-6,3	
	11 Juillet 2019 - 18 Juillet 2019	-1,2		-0,5	
	18 Juillet 2019 - Juin 2020	1,9	1,9	1,9	
	Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	
	2008-2017	3,0	0,3	7,3	
Profil P2	2017 - 11 Juillet 2019	4,4	2,2		
	11 Juillet 2019 - 18 Juillet 2019	-1,2		-1,2	
	18 Juillet 2019 - 22 Août 2019	1,4		1,5	
	22 Août 2019 - Juin 2020	0,1	0,1	0,1	
	Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	
	2008-2017	7,7	0,9	7,8	
Profil P3	2017 - 11 Juillet 2019	0,1	0,0		
	11 Juillet 2019 - 18 Juillet 2019	-0,8			
	18 Juillet 2019 - 22 Août 2019	0,3		0,2	
	22 Août 2019 - Juin 2020	0,6	0,6		

Illustration 86 - Bilans sédimentaires le long des profils topographiques sur la plage de Grand Bois

Sur la base des conditions hydrodynamiques données par Météo-France, il peut être estimé que les houles dont la hauteur significative serait inférieure à 4,5 voire 5 m pourraient jouer un rôle bénéfique dans la reconstruction de la plage alors qu'au-delà, elles seraient plutôt associées à un phénomène d'érosion. Ces hypothèses devront être confirmées lors de prochains suivis d'épisodes énergétiques.

Le site peut être considéré en état moyen du fait de l'expansion limitée de la végétation en haut de plage et d'un substratum de plus en plus à découvert en bas de plage.

# **Recommandation**

La poursuite des levés topographiques est à maintenir afin de mieux quantifier l'impact des houles australes au droit du secteur de Grand Bois mais également d'observer les amplitudes d'évolution du stock sédimentaire dans les années à venir. Il va être intéressant de voir si la mobilité sédimentaire de la plage reste limitée comme observée depuis juillet 2019.

La limitation du piétinement en haut de plage serait une action possible afin d'assurer la recolonisation de la Patate à Durand et ainsi de maintenir un stock sédimentaire disponible suffisant le long du profil de plage de Grand Bois. Une réflexion pourrait également être menée sur les quelques murs présents en haut de plage qui peuvent accentuer le phénomène d'érosion.

#### 4.13. SAINT PIERRE – GENDARMERIE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013.

### Description paysagère

La plage de Saint-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 », de forme convexe. Un *substratum* 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. Le littoral est délimité par un petit cap rocheux à l'est et par des habitations « les pieds dans l'eau » à l'ouest (Illustration 87).



Illustration 87 - Localisation du site de Saint-Pierre (Gendarmerie) (à gauche), vue vers l'ouest (au centre) et vue vers l'est (à droite), photos prises le 09 juin 2020

#### **Evolution observée**

# Suivi photographique

En 2018, la plage n'a pas subi d'évolution remarquable si ce n'est une légère érosion de son profil transversal. Le substratum toujours visible (encore plus du fait de la marée basse le 17 octobre 2018) semble affleurer plus particulièrement par rapport à 2015, ce qui confirme l'abaissement topographique de la plage (Cf. Annexe n° 1).

En 2020, un abaissement de la plage active couplé à un redressement du profil en bas de plage plus réflectif témoigne de conditions hydrodynamiques agitées et de transferts de sédiments relativement importants. Ces caractéristiques morphologiques tendent à témoigner d'une dynamique actuelle à l'érosion et d'un départ non négligeable de sédiments vers le récif corallien. Par ailleurs, le haut de plage semble affecté par le piétinement répété des usagers et une partie des sédiments est plaquée en pied du muret sous l'action du vent sur toute la longueur du front de mer.

#### Suivi quantitatif

Un profil topographique est relevé chaque année en partie ouest de la plage depuis 2006 par le BRGM et complètent d'anciens relevés du LSTUR (Laboratoire des Sciences de la Terre de l'Université de La Réunion) initiés en 1998. Cependant, les méthodes de relevés ayant changés, seules les données à partir de 2006 sont utilisées dans cette analyse. Un deuxième profil a été ajouté plus à l'est en 2018 à des fins de mieux comprendre les transferts longitudinaux de la plage (Illustration 88).



Illustration 88 – Profils topographiques suivis le long du secteur de la gendarmerie (Saint-Pierre)

Cette plage montre un profil assez raide : 10% pour les années antérieures à 2006, et 14% après l'année 2006 (Illustration 89). On peut constater la présence de deux configurations très différentes entre ces deux périodes : sur sa partie basse, la plage a perdu plus d'un mètre d'épaisseur de sable. Il est 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 engendré de nombreux dégâts sur le littoral. Sur la période post-2006, on peut constater que le profil présente toujours une dynamique d'érosion (perte d'environ 50 cm par rapport à 2006) mais dans une moindre mesure. Les profils de 2011 et de 2015 présentent le niveau topographique le plus bas par rapport aux levés précédents alors que ceux de 2013 et 2016 témoignent d'une reconstitution partielle du littoral, notamment en partie basse de la plage.

Une nouvelle phase d'érosion est observée en 2018 avec un abaissement sur l'ensemble du profil de plage dégradé (Illustration 89). La configuration morphologique du profil de 2018 est similaire à celle de 2011.

Le profil de plage de 2020 est le plus érodé de toute la série de levés depuis 2006. Cette actuelle incapacité à se recharger naturellement peut être associée à l'impact des aménagements en haut de plage qui lors d'évènements suffisamment énergétiques peuvent accentuer les pertes sédimentaires vers le large.

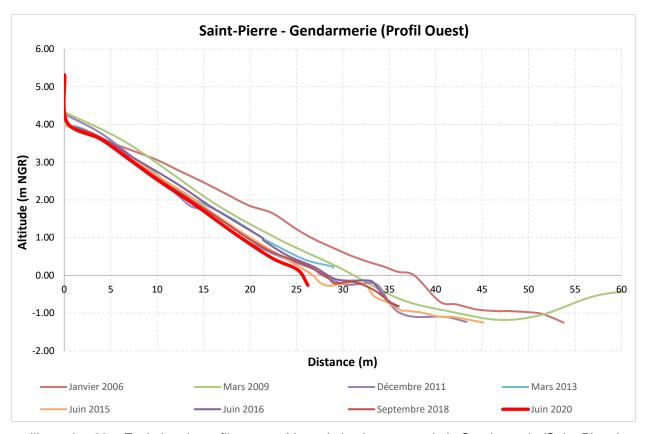


Illustration 89 – Evolution du profil topographique de la plage ouest de la Gendarmerie (Saint-Pierre) depuis 2006

Les bilans sédimentaires du profil ouest de la plage de la gendarmerie montrent bien les alternances de phases d'érosion et d'accrétion menant tout de même à une perte sédimentaire qui apparait irréversible à l'échelle des observations réalisées sur le secteur, notamment en lien avec l'action de la houle australe de mai 2007 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Illustration 90 – Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le profil à l'ouest sur le site de la gendarmerie à Saint-Pierre depuis 2006

Concernant la moitié Est de la plage de Saint-Pierre, elle est plus étroite (de l'ordre de 20 m) qu'à l'ouest (de l'ordre de 30 m) de 2006 à 2018 du fait probablement de la dérive littorale orientée principalement d'est vers l'ouest.

Pour l'instant, le nombre limité de données disponibles rend difficile l'interprétation de l'évolution de la plage. Cependant, les données Litto3D de 2008 (SHOM-IGN) et les données MNS de 2017

(IGN) apportent des éléments de comparaison. A la suite des houles de mai 2007, la plage a également subi une forte érosion en partie Est, les données de 2008 font état d'un haut de plage culminant à environ +2 m NGR contre environ +3 m NGR en 2017 (Illustration 91).

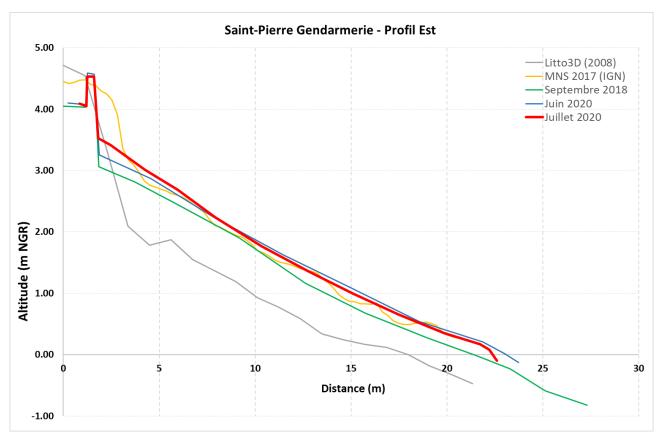


Illustration 91 – Profil topographique de la plage est de la Gendarmerie (Saint-Pierre) depuis 2008

Le profil de plage s'est donc reconstruit pour se retrouver dans un état d'équilibre dynamique entre 2017 et 2020.

La tendance à la reconstruction partielle post-2008 de la plage Est viendrait d'un rééquilibrage de la plage avec un transit longitudinal inverse à la dérive littorale générale qui aurait repris des sédiments à l'ouest pour les redéposer à l'est. Sous l'action des houles australes, ce phénomène peut s'apparenter à une rotation de plage qui présente une dérive principalement orientée est-ouest qui peut s'inverser lors du passage de dépressions générant des houles en provenance du nord.

Le bilan sédimentaire confirme bien cette tendance à la reconstruction du profil de plage Est entre 2008 et 2020. L'absence de données avant 2008 ne permet pas d'estimer si le profil a retrouvé sa position antérieure au passage des houles australes de mai 2007 (Illustration 92).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	TOTAL
2008-2017	11,1	1,2	11,1	
2017-2018	-1,9	-1,9	-1,9	13,0
2018-2020	3,8	1,9	3,8	

Illustration 92 – Synthèse des bilans sédimentaires pour le profil est de la plage de la gendarmerie (Saint-Pierre) depuis 2008

La plage peut-être considérée en moyen état à la suite des levés de 2020.

## **Recommandation**

A l'échelle temporelle des suivis réalisés, la plage ouest a connu des pertes sédimentaires irréversibles à la suite des houles australes de 2007 puis une alternance de phases d'érosion et d'accrétion jusqu'en 2020 où le profil de plage est le plus bas observé depuis le début des levés. La tendance d'évolution de la moitié ouest de la plage est à l'érosion.

La plage présente une relativement bonne résilience sous l'effet de houles australes fréquentes mais semble subir des effets irréversibles pour des houles de caractéristiques proches de celles de mai 2007 (hauteur significative de l'ordre de 6 m).

Cette vulnérabilité semble être amplifiée par la présence du mur en haut de plage qui pourrait jouer un rôle dans la perte de sédiments dès lors que les vagues seraient suffisamment fortes pour atteindre le mur.

Des actions de reprofilage de la plage favorisant un équilibre dynamique entre les volumes de sable à l'ouest et à l'est permettrait probablement de limiter la vulnérabilité du site face aux évènements énergétiques. Cependant, compte-tenu des faibles stocks présents, ce type d'opérations doivent impliqués de faibles volumes.

A terme, une réflexion sur la présence du mur en haut de plage pourrait être menée afin de redonner un espace de liberté à la plage. A titre d'exemple, dans des conditions hydrosédimentaires comparables, sur la plage de Boucan Canot, le remplacement de l'arrière plage urbanisée par la pose de gradines en marches d'escalier permet de servir de stock sédimentaire à la plage lors des évènements énergétiques et limite la réflexion des vagues.

#### 4.14. SAINT PIERRE – RAVINE BLANCHE

Ce site bénéficie du suivi photographique depuis 2013.

## Description paysagère

La plage de la Ravine Blanche à Saint-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 (Illustration 93). Le haut de plage est colonisé par la Patate à Durand et marqué par une petite microfalaise au contact avec les formations superficielles arrière-littorales.



Illustration 93 - Localisation du site de Ravine Blanche (Saint-Pierre) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020

## **Evolution observée**

## Suivi photographique

Très peu d'évolution ne semble se dégager du suivi photographique si ce n'est des variations dans la végétation du haut de plage avec en direction de l'Est (en direction du port). Il est possible de constater une disparition progressive de cette végétation rampante (patate à durand) de 2013 à 2018 pour réapparaître en 2020 (Cf. Annexe n° 1).

Le site peut être considéré en état moyen à la suite à la dernière visite en 2020.

### **Recommandation**

Il pourrait être envisagé de renforcer la présence de la végétation de type Patate à Durand et de réduire les effets non négligeables de la fréquentation du site (ex. : signalisation, marquages au sol, etc.).

#### 4.15. SAINT LOUIS - BEL AIR

Ce site bénéficie d'un suivi photographique depuis 2013 et d'un suivi quantitatif initié en septembre 2018 au droit de trois profils (P1, P2, P4) complétés par deux autres profils (P3, P5) lors du suivi évènementiel des houles australes en juillet 2019 (Illustration 95).

## **Description paysagère**

Le cordon de galets à Bel Air est compartimenté entre la Rivière Saint-Etienne et l'Etang du Gol (Illustration 94). Il est composé de dépôts alluvionnaires (sables, galets, blocs) et il est surmonté par une microfalaise de formation superficielle, probablement constituée par des remblais. L'arrière-plage est occupée par divers aménagements (promenade, voirie, habitations).



Illustration 94 - Localisation du site de Saint-Louis (Bel-Air) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 30 juillet 2020



Illustration 95 - Localisation des profils topographiques le long du littoral de Bel-Air (Saint-Louis)

### **Evolution observée**

## Suivi photographique

Le haut de talus (protégé depuis 2018) qui surmonte la totalité de la plage de Bel-Air s'effondre localement, générant un recul du haut du talus. Ce recul engendre un risque élevé d'inondation pour les aménagements en arrière-plage en cas de phénomène énergétique. En 2013, la plage est caractérisée par la présence substantielle de sables fins qui semblent avoir disparus depuis 2015 pour laisser place à des galets décimétriques, signe d'une érosion significative de la plage. Le profil de plage semble également se raidir depuis 2013 (Cf. Annexe n° 1).

En septembre 2018, les premiers travaux de rechargement de galets ont été réalisés le long des secteurs 1 et 2 (profils 3 et 5) afin de consolider la microfalaise en haut de plage (Illustration 96). De nouveaux travaux ont été menés en septembre 2019 afin de finaliser le rechargement du secteur 3 (profil 4). Le littoral de Bel-Air semble stable, sans désordre apparent en haut de talus en 2020.



Illustration 96 – Secteurs du littoral de Bel-Air (Saint-Louis) ayant bénéficié d'un rechargement de galets entre septembre 2018 et septembre 2019

Depuis 2017, le littoral de Bel-Air subit des phénomènes de submersion marine, a priori dès que la hauteur significative de la houle dépasse 4,5 m (houles de juillet 2017 et avril 2018, Illustration 97).



Illustration 97 – Exemples d'impacts relevés sur le littoral de Bel-Air après les houles australes de juillet 2017 et avril 2018

### Suivi quantitatif

Les données topographiques acquises entre septembre 2018 et septembre 2020 ont été comparées aux données issues des campagnes LITTO3D (SHOM-IGN, 2008) afin d'avoir un premier aperçu des évolutions du site au cours de la dernière décennie. Le profil 1 se situe à l'extrémité nord alors que le profil 5 est le profil le plus au sud.

Sur cette façade, la dérive est orientée principalement du sud vers le nord compte-tenu de la direction de provenance (Sud-Sud-Ouest) des houles australes dominantes sur cette façade.

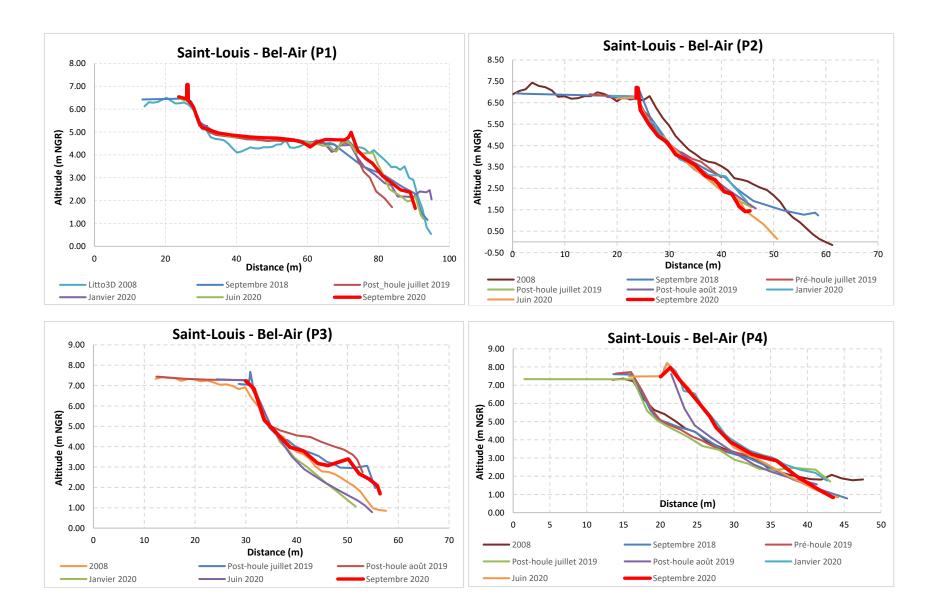
Le profil 1 est localisé en aval de la dérive ce qui lui permet de bénéficier des apports sédimentaires en provenance du sud. De plus, le positionnement des aménagements en haut de plage étant plus en retrait, la plage possède une largeur plus importante, environ 60 m, contre une vingtaine de mètres pour les autres profils (Illustration 98). Cette largeur permet au profil de bénéficier de plus de place pour évoluer librement et notamment de pouvoir recevoir des apports sédimentaires en haut de plage à l'image de son évolution par rapport à 2008 où le profil s'est rehaussé de près de 80 cm sur plus de 20 m. Si ponctuellement le profil peut subir des érosions suite à des évènements de forte houle comme celle du 12 juillet 2019 (hauteur significative de l'ordre de 5 m d'après le modèle MARC de l'IFREMER, <a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>), le bilan sédimentaire reste positif (Illustration 99).

Le profil P2 à environ 200 m plus au sud possède une largeur plus limitée du fait des remblais apportés historiquement. Le profil de plage n'a pas de place pour favoriser du dépôt sédimentaire en haut de plage et c'est également le seul profil qui n'a pas bénéficié de confortement du haut de plage (apports de galets permettant de stabiliser le talus en haut de plage). Ce profil semble être le plus sensible à l'érosion comme l'atteste son évolution morphologique depuis 2008 (Illustration 98) ainsi que le bilan sédimentaire (Illustration 99). Il est toutefois intéressant de noter que les houles australes survenues entre juillet 2019 et août 2019 (hauteurs significatives maximales inférieures à 5 m d'après le modèle MARC de l'IFREMER, <a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>) ont engendré un apport sédimentaire sur le profil (Illustration 99).

Le profil P3 semble être celui qui subit les plus fortes variations morphologiques, il semble s'engraisser suite à certains épisodes de fortes houles à l'image de la période entre juillet 2019 et août 2019 ou encore entre juin 2020 et septembre 2020 (hauteurs significatives de l'ordre de 4 à 5 m), alors qu'il subit une forte érosion entre août 2019 et janvier 2020 suite à une succession d'épisodes de houles de hauteur significatives inférieures à 4 m.

Le profil P4 semble présenter une relativement bonne stabilité avec toutefois un recul du bas de plage qu'il faudra surveiller suite aux prochains levés. Le rechargement en haut de plage montre une avancée de plus de 5 m sur la zone.

Le profil P5 montre des signes d'érosion systématique depuis août 2019 en bas de plage. Il est à la fois le plus en amont de la dérive littorale mais il est également le plus étroit, ces deux facteurs n'aident pas forcément à renforcer la résilience du profil de plage (Illustration 99 et Illustration 98).



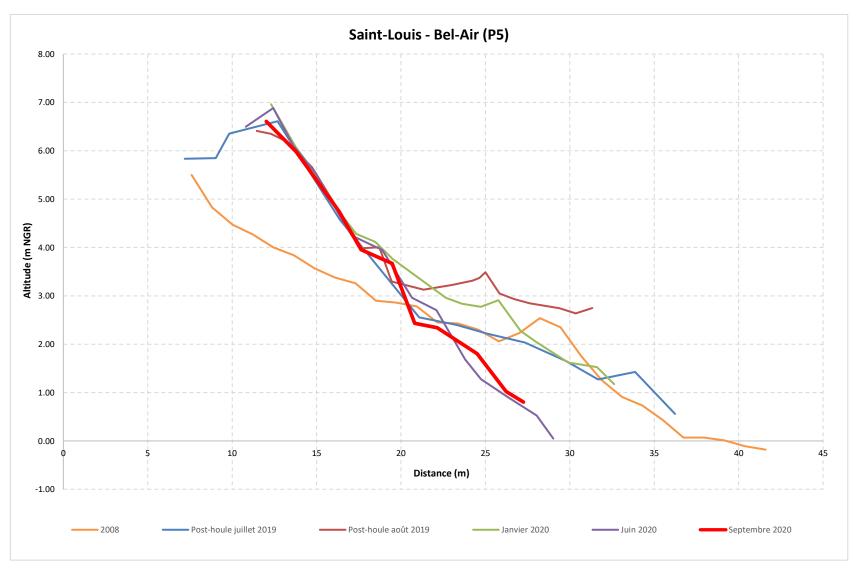


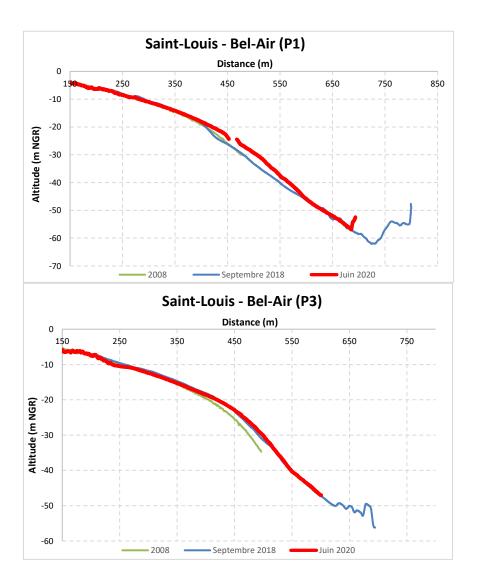
Illustration 98 – Ensembles des relevés topographiques disponibles le long des 5 profils du littoral de Bel-Air

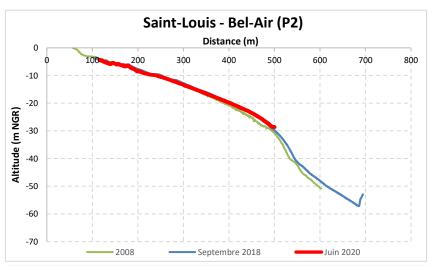
P1							
Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total			
2008 - 2018	2,3	0,2	2,3				
2018 - 18 Juillet 2019	-7,0	-7,0	-7,0				
18 Juillet 2019 - Janvier 2020	7,3	7,3		8,2			
Janvier 2020 - Juin 2020	3,9		12,9				
Juin 2020 - Septembre 2020	1,8						
		P2					
Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total			
2008 - 2018	-1,5	-0,2	-1,5				
2018 - 11 Juillet 2019	-0,5	-0,5	-0,5				
11 Juillet 2019 -18 Juillet 2019	-3,7		-3,7				
18 Juillet 2019 - 22 Août 2019	1,7		0.0	-6,0			
22 Août 2019 - Janvier 2020	-0,8		0,9				
Janvier 2020 - Juin 2020	-1,4		-1,4				
Juin 2020 - Septembre 2020	0,2		0,2				
		P3					
Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total			
2008 - 18 Juillet 2019	6,7	0,6	17,5				
18 Juillet 2019 - 22 Août 2019	10,8		27,5				
22 Août 2019 - Janvier 2020	-24,4		-24,4	5,8			
Janvier 2020 - Juin 2020	0,0		0,0				
Juin 2020 - Septembre 2020	12,7		12,7				
P4							
Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total			
2008 - 2018	-0,8	-0,1	-0,9				
2018 - 11 Juillet 2019	-0,2	-0,2	-				
11 Juillet 2019 - 18 Juillet 2019	-3,9		-3,9				
18 Juillet 2019 - 22 Août 2019	9,4		21,3	28,1			
22 Août 2019 - Janvier 2020	11,9						
Janvier 2020 - Juin 2020	-2,0		-2,0				
Juin 2020 - Septembre 2020	13,5		13,5				
P5							
Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total			
2008 - 18 Juillet 2019	10,7	1,0	16,3				
18 Juillet 2019 - 22 Août 2019	5,6		10,3				
22 Août 2019 - Janvier 2020	0,0		0,0	7,9			
Janvier 2020 - Juin 2020	-6,6		-7,4				
Juin 2020 - Septembre 2020	-0,9		-0,9				

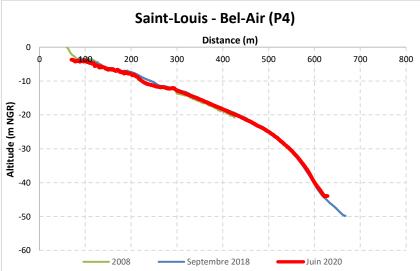
Illustration 99 - Ensemble des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site de Bel-Air (Saint-Louis)

Concernant les données bathymétriques, les levés acquis entre septembre 2018 et septembre 2020 ont également été comparés aux données issues des campagnes LITTO3D (SHOM-IGN, 2008) afin de suivre l'évolution du site sur la même période d'étude que les données topographiques.

S'il est difficile d'en tirer des conclusions pour l'instant compte-tenu du nombre de levés limités, il semble toutefois que certains profils montrent des départs sédimentaires vers le large ce qui est bien visible notamment au droit des profils P1, P3 et P5 alors qu'ils sont moins marqués le long des profils P2 et P4 (Illustration 100).







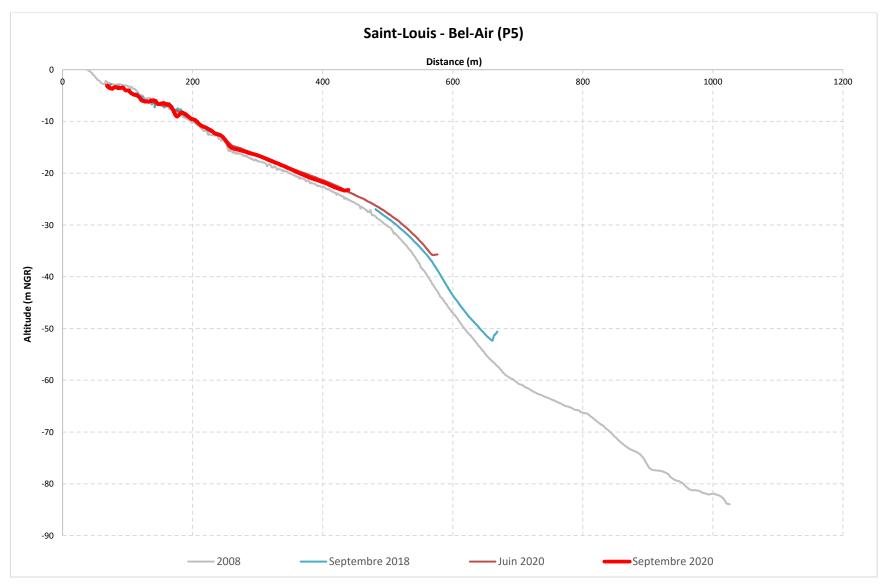


Illustration 100 – Ensembles des levés bathymétriques le long des 5 profils du littoral de Bel-Air

Le site peut être considéré en état moyen à la suite de la campagne de 2020.

## **Recommandation**

Les actions de consolidation du haut de plage entreprises par la commune de Saint-Louis et la CIVIS semblent avoir limité le phénomène de recul du trait de côte et l'impact de la houle en termes de submersion marine entre 2019 et 2020. Le cordon de galets rechargé et entretenu pourrait être dès à présent moins vulnérable à des évènements de forte houle dont la hauteur significative est inférieure à 5 m (houles d'août 2019 et de juillet 2020).

Tout de même, le profil 2 ne semble pas avoir retrouvé un profil à l'équilibre depuis les houles de juillet 2019 et le profil 5 est en érosion chronique alors qu'il a vocation à alimenter le reste du littoral de Bel-Air sous l'effet de la dérive littorale. Une attention toute particulière devra être accordée à ces deux secteurs lors des prochains levés. Il serait même opportun d'envisager des actions de rechargement du cordon de galets à l'extrémité sud de Bel-Air.

La poursuite des levés annuels et évènementiels permettra de surveiller le comportement du haut de plage ainsi que de mieux appréhender la réponse du cordon de galets face aux prochains évènements de forte houle. Les campagnes bathymétriques devront être réalisées au-delà de la rupture de pente des fonds marins pour mieux estimer les potentielles pertes sédimentaires vers le large. Une quantification des apports sédimentaires en provenance de la rivière Saint-Etienne permettrait de mieux comprendre l'approvisionnement naturel en sédiments de la zone.

Il est toutefois important de noter que seule une largeur de plage suffisante à l'image du profil P1 permettrait au littoral de retrouver une meilleure résilience et probablement une atténuation du phénomène de submersion marine sur l'ensemble de ce littoral.

#### 4.16. ETANG SALE – BASSIN PIROGUE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013. Le suivi de ce site est pour l'instant suspendu en raison de sa stabilité malgré les évènements de fortes houles récentes.

## **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'Etang Salé). Elle est relativement plate et étroite et elle 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 (Illustration 101).



Illustration 101 - Localisation du site de L'Etang-Salé (Bassin Pirogue) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 10 juin 2020

#### **Evolution observée**

## Suivi photographique

Aucune évolution remarquable n'est observée par rapport à la dernière campagne de 2018.

Ce secteur a tout de même déjà montré des signes de vulnérabilité, notamment sur les aménagements et ouvrages présents en haut de plage (Illustration 97).



Illustration 102 – Déchaussement des ouvrages présents en haut de plage (OBSCOT, 2012)

Le site peut être considéré en état moyen à la suite de la dernière visite en juin 2020.

# **Recommandation**

Le maintien du suivi photographique peut-être préconisé, notamment à la suite d'évènements de fortes houles pour constater qu'il n'y ait pas de dégâts sur les ouvrages en haut de plage.

Par ailleurs, la plage de la Pointe des Sables, située plus au nord, a fait l'objet d'un suivi quantitatif comprenant plusieurs campagnes de levés réalisées au cours de l'année 2020 afin de suivre l'évolution morphologique de la plage à la suite d'évènements de forte houle. Ce suivi est présenté en détail dans la partie 5 de ce rapport. L'analyse de ce nouveau secteur fait suite à l'expertise réalisée par le BRGM de La Réunion le 02 avril 2020 après sollicitation de la CIVIS (Belon, 2020).

#### 4.17. SAINT LEU – SUD DU PORT

Ce site bénéficie d'un suivi photographique depuis 2013 et d'un suivi quantitatif depuis 2020.

# **Description paysagère**

La plage au Sud du port de St Leu est une plage mixte composée de sables d'origines alluvionnaires et biodétritiques (Illustration 103). Elle est relativement large et accueille des aménagements (restaurants, terrain de sport, habitations...) et des ouvrages de défense (enrochements).



Illustration 103 - Localisation du site de Saint-Leu au sud du port (à gauche), vue vers le nord (au centre) et vue vers le sud (à droite), photos prises le 09 juin 2020

### **Evolution observée**

### Suivi photographique

Profitant de la protection du récif corallien, cette plage située en aval de la dérive bénéficie des apports sédimentaires en provenance du sud. Les aménagements restent toujours soumis au risque inondation en cas de cyclone ou de forte houle australe, ceci en raison du profil relativement bas de la plage vers le sud.

L'embouchure de la Ravine du Grand Etang était ensablée au moment de la prise de vue en 2018 alors qu'elle est dépourvue de sable en juin 2020. L'évolution anthropique de ce secteur est en lien avec les travaux de curage de l'embouchure réalisée par la commune. En direction du sud, la plage semble maintenir son stock sédimentaire disponible, notamment en haut de plage.

#### Suivi quantitatif

Les données topographiques acquises en juin 2020 ont été comparées aux données issues des campagnes LITTO3D (SHOM-IGN, 2008) afin d'avoir un premier aperçu des évolutions du site au cours de cette dernière décennie.

Entre 2008 et 2020, le profil de plage ne présente pas d'évolution morphologique significative aussi bien en haut de plage qu'à proximité du trait de côte (Illustration 104). Les variations altimétriques restent dans une gamme de l'ordre de 20 à 30 cm.

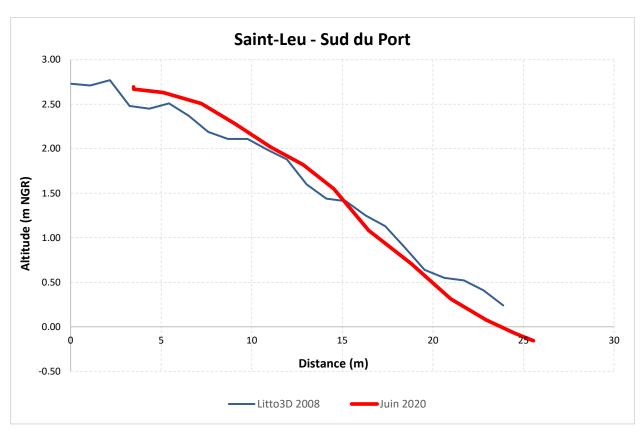


Illustration 104: Profil topographique au sud du port de Saint-Leu

Le site peut être considéré en bon état suite à la dernière visite en 2020.

## **Recommandation**

Une gestion des sédiments présents à l'embouchure pourrait être mise en place au sein de ce site, en prélevant régulièrement du sable sur les zones d'ensablement pour le déposer sur celles qui sont en érosion. L'objectif étant de rendre moins vulnérables les zones exposées par un profil de plage bas sans déstabiliser l'équilibre général de la cellule sédimentaire correspondante.

#### 4.18. TROIS BASSINS - LA SOURIS BLANCHE

Ce site bénéficie du suivi photographique depuis 2013 et d'un suivi quantitatif depuis 2020.

# **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 substratum affleure localement en bas de plage. Le haut de plage peut être colonisé par la Patate à Durand qui jouxte les murs des habitations implantées le long de la plage (Illustration 105).



Illustration 105 - Localisation du site de Trois Bassins (Souris Blanche) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020

### **Evolution observée**

### Suivi photographique

Depuis 2013, la végétation en haut de plage, principalement de la patate à Durand, a disparu laissant la plage à nu. En 2018, cette végétation n'était toujours pas réapparue. Il est également possible d'observer un abaissement du profil de plage, notamment au niveau des aménagements présents en haut de plage (Cf. Annexe n° 1).

Une visite de terrain réalisée dans le cadre de la procédure d'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux de la commune de Trois-Bassins, le 14 octobre 2019 (Illustration 106), a mis en avant le fait que la partie littorale située la plus au sud-est était en situation particulièrement érodée, rendant ce secteur vulnérable face aux évènements de forte houle (Belon et Moutoussamy, 2019).



Illustration 106 – Ouvrage dégradé en haut de plage (photo de gauche) et regard en béton témoin de l'érosion de la plage (photo de droite)

La plage continue de se dégrader et de s'abaisser entre 2018 et 2020 comme en témoigne l'accentuation de la mise à nue du beach-rock tout le long de la plage (Illustration 107). L'affleurement considérable du beach-rock indique que la plage est en voie d'atteindre une altitude critique en raison de la disparition du sable.



Illustration 107 : Mise à nue du grès de plage (Beach rock), témoin d'un abaissement de la plage

## Suivi quantitatif

Les données topographiques acquises en juin 2020 ont été comparées aux données issues des campagnes LITTO3D (SHOM-IGN, 2008) afin d'avoir un premier aperçu des évolutions du site au cours de cette dernière décennie.

Entre 2008 et 2020, le profil de plage présente une évolution morphologique significative à l'érosion, ce qui confirme les observations constatées sur le terrain depuis 2013. Le fait marquant est l'abaissement topographique sur l'ensemble du profil de plage, avec des pertes sédimentaires pouvant atteindre -1,5 m en haut de plage (Illustration 108).

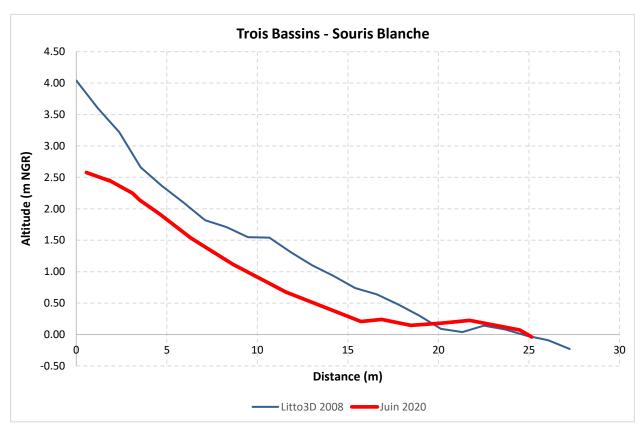


Illustration 108 - Profil topographique au droit du secteur de Souris Blanche (Trois Bassins)

Le site de Souris Blanche peut être considéré en état critique à la suite de la dernière visite en 2020. Il est particulièrement exposé aux événements de fortes houles.

### Recommandation

Les habitations présentes en haut de plage avec la présence de murs n'aident pas à limiter le phénomène d'érosion. A termes, des réflexions pourraient être menées pour limiter leur impact (recul des murs en haut de plage par exemple lorsque cela est possible...).

La plage au nord-ouest présente une accumulation de sédiments du fait de la dérive littorale orientée principalement du sud vers le nord. Des actions de transfert de ce sable du nord vers le sud pourraient permettre de retrouver un meilleur équilibre sédimentaire et ainsi limiter la vulnérabilité du secteur plus au sud.

#### 4.19. SAINT PAUL – PASSE DE L'ERMITAGE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également du suivi photographique depuis 2013.

## **Description paysagère**

La plage de l'Ermitage se caractérise par un sable biodétritique approvisionné par le récif corallien (Illustration 109).



Illustration 109 - Localisation du site de Saint Paul (Passe de l'Ermitage) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020

## **Evolution observée**

# Suivi photographique

Le site ne présente pas d'évolution morphologique majeure entre 2016 et 2018. Sur la partie sud, il est possible d'observer une évolution de la végétation en haut de plage qui s'est développée entre 2013 et 2015 pour à nouveau se détériorer jusqu'en 2018.

En 2020, une nouvelle phase de développement de la végétation rampante (Patate à Durand) est observée en partie sud de la plage. En partie nord, l'ensablement au niveau des filaos semble être stable par rapport à 2018. La plage ne présente pas d'évolution morphologique significative. Seule l'embouchure de la ravine de l'Ermitage présente des évolutions importantes avec des flèches sableuses plus ou moins prononcées vers le large (Cf. Annexe n° 1).

### Suivi quantitatif

Le profil suivi dans le cadre de ce programme vient compléter les observations déjà menées par le LSTUR (Laboratoire des Sciences de la Terre de l'Université de La Réunion) depuis 1999.

Si les évolutions morphologiques du bas de plage restent dans une gamme de variations altimétriques de l'ordre de 50 cm correspondant aux évolutions interannuelles, le haut de plage a subi en revanche une érosion importante après 2006, certainement à la suite des houles australes de mai 2007 (Illustration 110).

Le site semble stable depuis 2011, malgré un léger abaissement du bas de plage au fil des années. La plage reste vulnérable aux évènements extrêmes, cyclones et/ou houles australes, pouvant générer des érosions significatives ainsi que des phénomènes de submersion marine plus marqués compte tenu d'un haut de plage fragilisé.

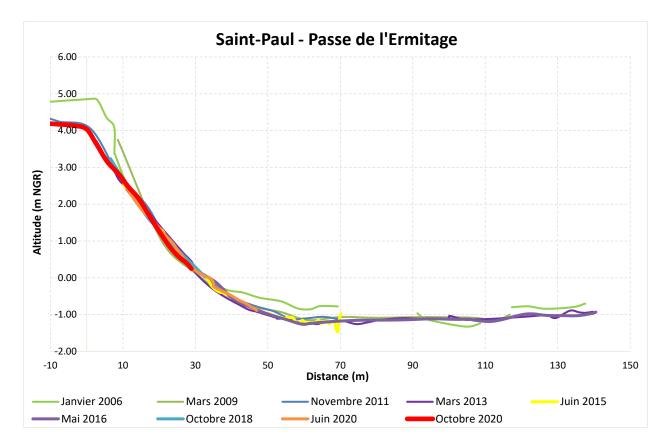


Illustration 110 – Profil topographique au droit du site de la Passe de l'Ermitage (Saint-Paul)

# Etat du site lors du dernier levé

En 2020, le haut de plage est proche du profil moyen et reste dégradé du fait de la perte irréversible, à l'échelle de la période observée, de sédiments engendrée par les fortes houles de mai 2007 (Illustration 111). La partie basse de la plage est également dégradée avec une altitude moyenne proche du profil de 2009.

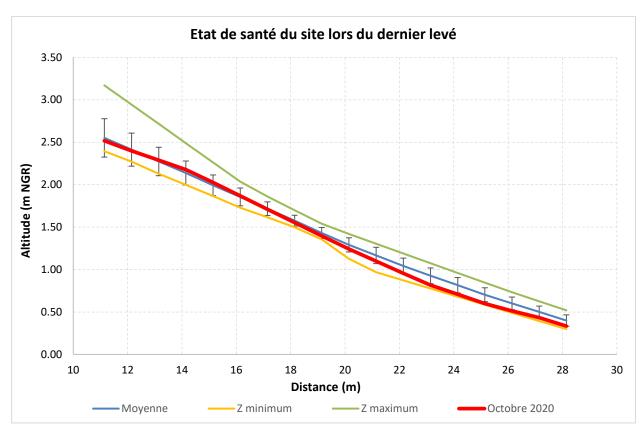


Illustration 111 – Dernier profil relevé (2020) comparé aux profils minimum, maximum et à la moyenne des profils de l'Ermitage (Saint-Paul) depuis 2006

Le site de l'Ermitage est noté comme en état moyen à l'issue de la campagne de 2020.

# Recommandation

Une réflexion globale d'aménagement du haut de plage de l'Ermitage est en cours par la commune de Saint-Paul. Des opérations de re-végétalisation du haut de plage et de l'arrière plage sont en cours.

#### 4.20. SAINT PAUL - ROCHES NOIRES

Ce site bénéficie du suivi photographique depuis 2013.

## 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 des aménagements qui y sont implantés (Illustration 112, enrochement, promenade, voirie et restaurants).



Illustration 112 - Localisation du site de Saint Paul (Roches Noires) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020

# **Evolution observée**

### Suivi photographique

Les prises de vues montrent une érosion prononcée depuis 2016. En 2018, la portion de plage située en face de l'esplanade a presque disparu et le jet de rive atteint le pied de l'enrochement. De plus, la portion située au sud de l'escalier d'accès s'est également dégradée par rapport à 2016. En 2020, un faible regain de sédiments est observable (sable + galets basaltiques) sur la portion en face de l'esplanade. Ce gain reste toutefois faible.

#### **Recommandation**

La présence du port de Saint Gilles au Sud entraîne le blocage des sédiments qui sont censés venir alimenter la plage des Roches Noires. En 2018, ce secteur est dans un état critique avec une disparition quasi-totale de la portion de plage en face de l'esplanade. Même si aucune aggravation n'est constatée en 2020, la plage des Roches Noires et l'ensemble du littoral en direction du Nord souffre d'un déficit sédimentaire.

Des réflexions sont en cours pour la mise en place d'une gestion des sédiments de part et d'autre du port pour atténuer ces problématiques d'érosion.

Le site des Roches Noires est noté comme en mauvais état à l'issue de la campagne de 2020.

#### 4.21. SAINT PAUL - BOUCAN CANOT

Ce site bénéficie du suivi photographique depuis 2013.

## Description paysagère

La plage de Boucan Canot se caractérise par un sable biodétritique approvisionné par le récif corallien attenant. Elle est relativement large et dispose d'un sédiment assez grossier (Illustration 113). 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-devant de constructions plus lourdes (voiries, restaurants, lotissements).



Illustration 113 - Localisation du site de Saint Paul (Boucan Canot) (à gauche), vue vers le nord (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020

#### **Evolution observée**

## Suivi photographique

Le secteur montre très peu d'évolution depuis 2013. La plage de Boucan Canot reste stable malgré des alternances de phases d'érosion et d'accrétions. La végétation de haut de plage, qui a reculé entre 2015 et 2016, n'a toujours pas repris.

Le site de Boucan Canot est noté comme en bon état à l'issue de la campagne de 2020.

#### Recommandation

Le secteur de Boucan Canot ne montre pas de signe d'érosion particulier, aucune préconisation n'est indispensable même s'il pourrait être envisagé de re-végétaliser certains secteurs en haut de plage.

#### 4.22. SAINT PAUL – LA BAIE

Ce site bénéficie d'un suivi quantitatif depuis 2006 mais également d'un suivi photographique depuis 2013. La baie de Saint-Paul est suivie au droit de trois secteurs (Illustration 114) : le cimetière marin (au sud), le marché forain (au centre) et le secteur du CREPS (au nord).



Illustration 114 – Localisation des profils topo-bathymétriques relevés dans la baie de Saint-Paul

# a) <u>LE CIMETIERE MARIN</u>

## **Description paysagère**

Le secteur du cimetière marin de Saint-Paul se caractérise par une plage composée essentiellement de sable d'origine alluvionnaire. La plage est assez large et elle est surmontée par un ouvrage de type « gradine » installé depuis 2011 pour renforcé le haut de plage suite à l'érosion importante générée par le cyclone GAMEDE (Illustration 115).



Illustration 115 - Localisation du site du Cimetière Marin (Saint-Paul) (à gauche), vue vers le nord-est (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020

## **Evolution observée**

### Suivi photographique

La végétation de type Patate à Durand qui permet de fixer le sable en haut de plage et progresse entre 2013 et 2016 avec un nouveau recul observé en 2018 en lien avec le passage de DUMAZILE et FAKIR. Un abaissement du profil de plage est observable et les aménagements de maintien du trait de côte (gradines) semblent être endommagés.

En 2020, la plage semble s'être rechargée naturellement avec une reprise de la végétation en haut de plage et un bas de plage plus étendu en l'absence d'évènements de forte houle (Cf. Annexe n° 1).

## Suivi quantitatif

L'évolution morphologique le long du profil transversal situé au droit du cimetière marin montre une phase d'érosion importante entre 2011 et 2013 suivie d'une phase d'accrétion jusqu'en 2016 (Illustration 116).

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 -5 m (Illustration 118). Une quantité importante de matériaux a été arrachée de la partie aérienne de la plage de Saint Paul pour être transportée vers les petits fonds sous la forme d'une barre d'avant-côte. En 2016, le profil a quasiment retrouvé sa position de 2011. Si nous considérons que le profil de 2013 est celui d'une situation post-cyclonique et 2011 une situation pré-cyclonique, le temps de résilience de la plage sur ce secteur est de l'ordre de 3 ans. En 2018, la situation se rapproche plus de celle de 2015.

En juin 2020, le haut de plage est stable tandis qu'une phase d'accrétion est observée sur le reste du profil de plage, notamment en bas de plage avec une avancée de la côte altimétrique +1 m NGR de près de 10 m. La plage connait sa plus grande étendue depuis le début des levés en 2006. En octobre 2020, la plage est relativement stable malgré une légère érosion en bas de plage. Des sédiments semblent avoir migré vers l'avant-côte au vu de l'évolution des fonds marins (*Illustration 118*).

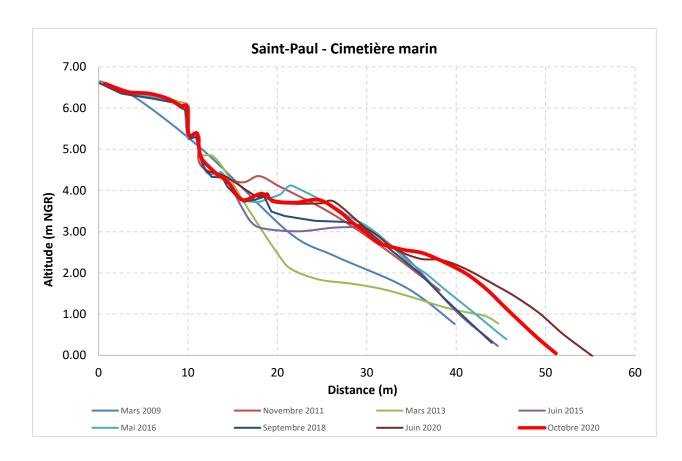


Illustration 116 - Profils topographiques au droit du site du cimetière marin (Saint-Paul)

Il est important de noter que les mouvements sédimentaires sont importants mais que la plage a une bonne capacité de résilience, seul le haut de plage reste vulnérable et peut nécessiter un entretien.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2009-2011	16,3	8,1	16,3	17,0	
2011-2013	-26,8	-13,4	-26,8		DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)
2013-2015	18,3	9,2	27,3		FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2015-2016	9,0	9,0			BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2016 - Septembre 2018	-5,8	-2,9	-5,8		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
Septembre 2018 - Juin 2020	6,8	3,4	6,8		FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)
Juin 2020 - Octobre 2020	-0,8		-0,8		

Illustration 117– Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site du cimetière marin à Saint-Paul (sud de la baie)

Les évolutions bathymétriques montrent des transferts sédimentaires le long du profil avec par moment la formation de barres sableuses à -5 m NGR comme en 2013. Ces évolutions illustrent bien les transferts sédimentaires perpendiculaires à la côte en partie responsable du rechargement naturel de la plage même s'il ne faut pas sous-estimer les apports longitudinaux liés à la dérive littorale (Illustration 118).

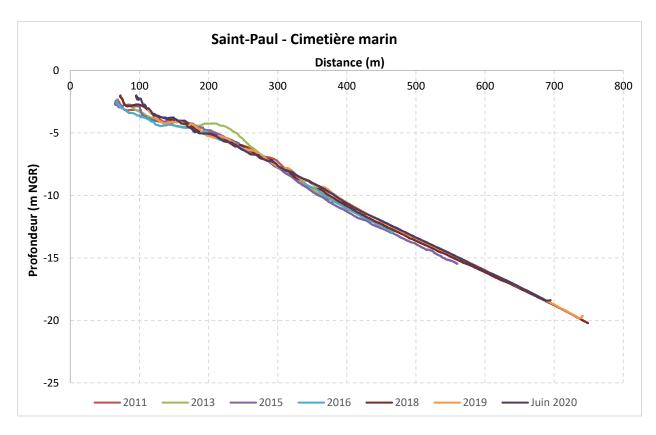


Illustration 118 – Profils bathymétriques au droit du site du cimetière marin (Saint-Paul)

# Etat du site lors du dernier levé

Le levé réalisé en 2020 peut être considéré en bon état avec une plage bien alimentée et étendue en partie basse (Illustration 119).

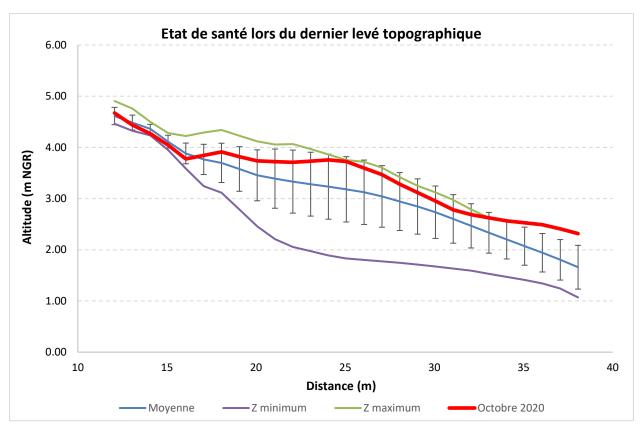


Illustration 119 – Etat du dernier profil topographique au niveau du cimetière marin à Saint-Paul

# **b)** LE MARCHE FORAIN

# **Description paysagère**

Le secteur du centre-ville de la baie de Saint-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 elle est surmontée par un petit talus localement entaillé en microfalaise (traces de l'impact du cyclone GAMEDE 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 (Illustration 120).



Illustration 120 - Localisation du site du marché forain (Saint-Paul) (à gauche), vue vers le nord-est (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020

### **Evolution observée**

## Suivi photographique

Si en 2013, ce secteur présentait des signes d'érosion (présence de galets, abaissement du haut de plage...), son évolution jusqu'en 2016 montre une bonne capacité de rechargement naturel avec un rehaussement du haut de plage, une reprise de la végétation (Patate à Durand) et la disparition/recouvrement des galets pour laisser la place à du sable fin. La situation de 2013 faisait certainement suite à un ou plusieurs évènements énergétiques (cyclones DUMILE et FELLENG; Cf. Annexe n° 1).

En 2018, même si la végétation de haut de plage est bien présente, des signes d'érosion sont visible en raison certainement des derniers épisodes dépressionnaires tels que DUMAZILE et FAKIR. Sur ce secteur, la commune a mis en place des opérations de curage des exutoires en creusant des canaux pour faciliter l'écoulement des eaux et en redéposant les sédiments aux abords.

En 2020, un net développement de la végétation de type Patate à Durand est observé tout comme un léger bombement entre le bas de plage et le haut de plage, signe d'une tendance à l'équilibre voire à l'accrétion de la plage.

#### Suivi quantitatif

L'évolution morphologique des profils relevés au niveau du marché forain suit la même logique que pour ceux relevés au niveau du cimetière marin. La plage est vulnérable aux évènements énergétiques à l'image des profils de 2009 et 2013 montrant une situation d'érosion marquée principalement par un abaissement du profil de plage et un raidissement de la pente. Ces deux années sont directement suivies par des phases de rechargement naturel montrant une bonne résilience du système.

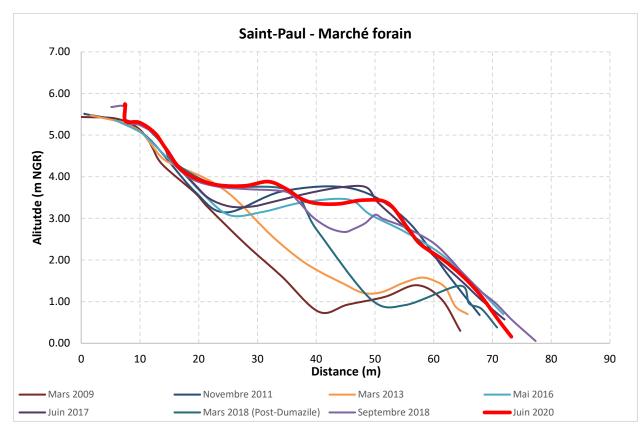


Illustration 121 - Profils topographiques au droit du site du marché forain (Saint-Paul)

Il est intéressant de noter que ces variations morphologiques ont des amplitudes importantes puisque la plage peut perdre ou gagner jusqu'à 3 m d'altitude et ceci parfois en moins de 2 ans (Illustration 121). En 2018, le haut de plage s'est rechargé et atteint sa position la plus haute depuis le début des levés. Une double berme semble se dessiner en 2020, ce qui tend à montrer une remontée de sable vers le haut de plage et un bon état de santé de la plage.

Des relevés plus fréquents permettraient d'affiner ce temps de résilience à la suite d'un évènement énergétique.

Les bilans sédimentaires permettent de mieux décrire ses évolutions et ainsi quantifier les volumes déplacés le long du profil. On retrouve les mêmes tendances que pour le profil du cimetière marin avec toutefois des amplitudes plus importantes (Illustration 122).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2009-2011	73,1	36,6	73,1		
2011-2013	-47,5	-23,7	-47,5		DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)
2013-2016	39,4	13,1	40 E		FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2016-2017	9,1	9,1	48,5	78,3	BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2017 - Mars 2018	-33,1	-33,1	-33,1		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
Mars 2018 - Septembre 2018	28,5		37,4		FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)
Septembre 2018 - Juin 2020	8,9	8,9			
Juin 2020 - 15 Juillet 2020	-2,5		-2,5		
15 Juillet 2020 - 28 Juillet 2020	2,5		2,5		

Illustration 122 - Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le secteur du marché forain à Saint-Paul (centre de la baie)

Les relevés bathymétriques n'apportent pas beaucoup d'informations complémentaires si ce n'est à la suite d'un évènement énergétique comme les relevés de 2013 montrant la formation d'une

barre sableuse à environ 5 m de profondeur. Cette formation offre une défense naturelle de la plage face à un évènement marin (Illustration 123).

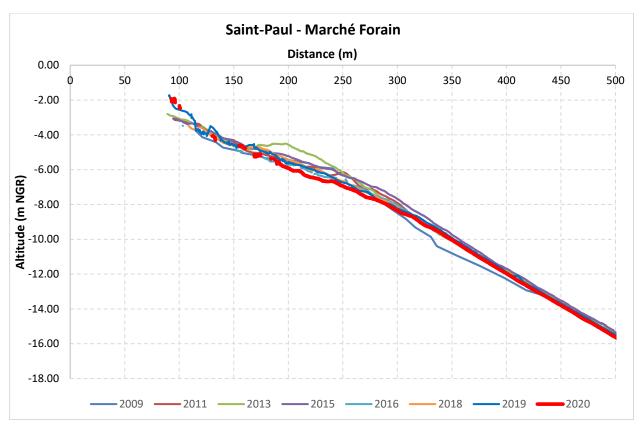


Illustration 123 – Profils bathymétriques au droit du site du marché forain (Saint-Paul)

Entre 2018 et 2020, une zone de mobilité sédimentaire semble se dessiner entre -2 m et -9 m de profondeur avec un abaissement de l'avant-côte entre -9 m et -5 m suivi d'une accentuation de la pente des fonds marins à l'approche du trait de côte avec un rehaussement du profil de plage. Ces observations sous-entendraient une remontée de sédiments de l'avant-côte vers la plage. Au-delà de -9 m de profondeur, le profil bathymétrique est relativement stable.

L'ensemble des levés permet d'estimer une profondeur de fermeture de l'ordre de -14 m, profondeur au-delà de laquelle le profil bathymétrique ne semble plus être affecté par des mouvements sédimentaires importants.

#### Etat du site lors du dernier levé

Etant situé au-dessus du profil moyen, le levé de 2020 peut être considéré en bon état par rapport à l'ensemble des levés réalisés depuis 2009 sur ce secteur (Illustration 124).

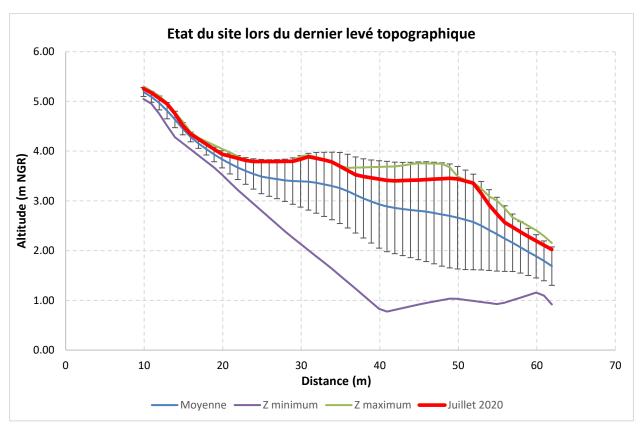


Illustration 124 – Etat du dernier profil topographique (2020) au niveau du marché forain (Saint-Paul)

# c) LE CREPS

# **Description paysagère**

Le secteur du CREPS de la baie de Saint-Paul se caractérise par une plage composée de sable et de galets en majorité, d'origine alluvionnaire (Rivière des Galets à proximité). La plage est assez large et elle est surmontée par un talus important entaillé en microfalaise (traces de l'impact du cyclone GAMEDE de 2007). Ce dernier est globalement recouvert de Patate à Durand et de filaos. Au niveau de la piscine du CREPS, le talus présente un profil très raide. Des chenaux sont creusés dans le sable pour faciliter l'écoulement des émissaires en mer (Illustration 125).



Illustration 125 - Localisation du site du CREPS à Saint-Paul (à gauche), vue vers le nord-est (au centre) et vue vers le sud-ouest (à droite), photos prises le 09 juin 2020

## **Evolution observée**

## Suivi photographique

Si en 2013, ce secteur présentait des signes d'érosion (présence de galets, abaissement du haut de plage...) et des signes de remaniement liés au curage de l'exutoire sur la zone. Son évolution jusqu'en 2018 montre une bonne capacité de rechargement naturel avec un élargissement de la plage et la disparition des galets pour laisser la place à du sable fin. La situation de 2013 faisait certainement suite à un ou plusieurs évènements énergétiques (cyclones DUMILE et FELLENG ; Cf. Annexe n° 1).

En 2020, le secteur nord de la baie de Saint-Paul semble poursuivre sa dynamique de reconstruction avec une plage active plus étendue et un couvert végétal dense en haut de plage.

## Suivi quantitatif

Le comportement de ce profil est le même que pour les deux autres : une érosion fait suite aux évènements énergétiques de type cyclonique, puis une capacité de rechargement naturel montrant une bonne résilience du système avec également la formation d'une barre sableuse aux alentours de 5 m de profondeur, offrant ainsi une protection naturelle face aux assauts de la houle (Illustration 126, Illustration 127).

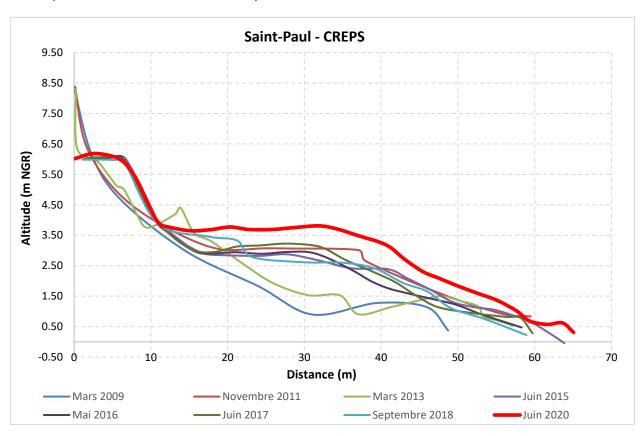


Illustration 126 - Profils topographiques au droit du site du CREPS (Saint-Paul)

L'évolution morphologique du profil de plage en 2020 souligne cette capacité de résilience de la baie de Saint-Paul à la suite d'évènement de forte houle.

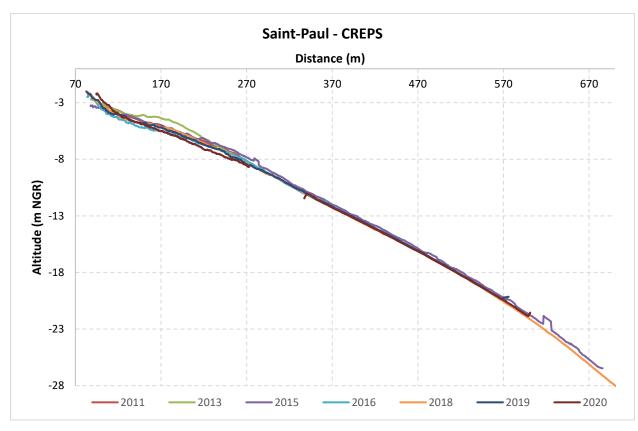


Illustration 127 – Profils bathymétriques au droit du site du CREPS (Saint-Paul)

Les bilans sédimentaires permettent de mieux décrire les évolutions de ce site et ainsi quantifier les volumes déplacés le long du profil. On retrouve les mêmes tendances que pour le profil du cimetière marin avec toutefois des amplitudes plus importantes (Illustration 128).

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2009-2011	46,0	23,0	46,0		
2011-2013	-30,1	-15,0	-30,1		DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)
2013-2015	26,7	13,3	26,7		FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2015-2016	-4,0	-4,0	-4,0		BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2016-2017	5,8	5,8	5,8	71,1	
2017-2018	-0,4	-0,4	-0,4		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
2018 - Juin 2020	28,0	14,0	28,0		FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)
Juin 2020 - 15 Juillet 2020	-2,4		-2,4		
15 Juillet 2020 - 28 Juillet 2020	1,6		1,6		

Illustration 128 - Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le secteur du CREPS à Saint-Paul (nord de la baie)

## Etat du site lors du dernier levé

Le dernier profil mesuré en 2020 étant situé au-dessus du profil moyen par rapport à l'ensemble des levés depuis 2009, le site peut être considéré en bon état (Illustration 129).

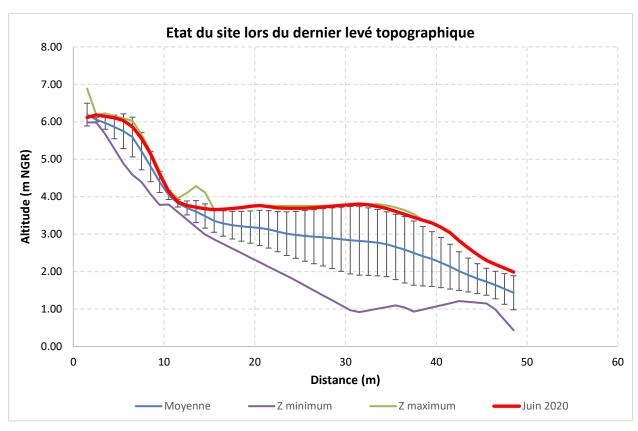


Illustration 129 – Etat du dernier profil topographique au niveau du CREPS à Saint-Paul

#### Recommandation

Les observations montrent que la baie de Saint-Paul est vulnérable aux évènements de houle cyclonique pouvant engendrer des modifications morphologiques importantes. Cependant, la plage est capable de se recharger naturellement en quelques années maximum.

Une augmentation de la fréquence des relevés permettrait d'affiner la compréhension de cette résilience, actions qui devraient être menées dans le cadre du programme Renovrisk-Transferts (2020-2022) qui vise à mieux comprendre la dynamique sédimentaire du bassin versant vers le littoral pendant un évènement cyclonique.

Une approche complémentaire par imagerie vidéo permettrait également de renforcer la connaissance sur l'impact et les processus engendrés durant un évènement énergétique. Un dispositif de ce type pourrait être installé proche du débarcadère.

Même si la plage possède une bonne résilience, le haut de plage reste par endroit vulnérable en raison de la présence d'une falaise vive et des enjeux situés juste en arrière. Une réflexion sur l'aménagement du haut de plage doit être menée en privilégiant des méthodes permettant une meilleure protection du haut de plage sans altérer la capacité de résilience naturelle. L'installation d'aménagement du même type que celui installé le long du cimetière marin pourrait être une solution à envisager.

De plus des opérations de curage des exutoires sont réalisées en creusant des canaux pour faciliter l'écoulement des eaux en redéposant les sédiments aux abords de ses canaux. Ses sédiments pourraient être utilisés pour créer des cordons sableux protecteurs en haut de plage.

#### 4.23. LE PORT – POINTE DES GALETS

## **Description paysagère**

La Pointe des Galets au Port (Illustration 130) se caractérise par un cordon sédimentaire composé 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. Des cuves d'hydrocarbures sont implantées en arrière. Ce secteur est régulièrement rechargé par le Grand Port Maritime de La Réunion, ce qui influence la dynamique naturelle du site.



Illustration 130 - Localisation du site du Port (Pointe des Galets) (à gauche), vue vers le nord-ouest (au centre) et vue vers le sud-est (à droite), photos prises le 09 juin 2020

Deux profils topo-bathymétriques y sont relevés depuis 2006 (Illustration 131).



Illustration 131 : Localisation des profils topo-bathymétriques relevés à la Pointe des Galets (Le Port)

## **Evolution observée**

# Suivi photographique

Ce secteur présente des signes d'érosion à l'issue de la saison cyclonique 2017-2018, le haut de talus est marqué par des encoches témoignant de son recul. La plage ne semble pas avoir subi de modifications majeures depuis la précédente campagne en 2016. Les remblaiements présents sur la partie nord-ouest du secteur n'ont pas subi de modification et continuent à maintenir artificiellement le bas du profil de plage (limite de jet de rive ; Cf. Annexe n° 1).

En 2020, la végétation a pris pied sur le haut de plage en la recouvrant par endroits, ce qui tend à montrer une tendance à la stabilisation du haut de plage alors que la plage active semble avoir gagné en largeur.

# Suivi quantitatif

#### Port est

La topographie montre une importante perte de sédiments entre 2006 et 2015, en raison du recul du talus de haut de plage (probablement lié à un ou plusieurs événements cycloniques tel que le cyclone GAMEDE en février 2007, cf. partie « Port ouest »). L'absence de mesure intermédiaire ne permet pas d'estimer les éventuels déplacements sédimentaires interannuels sur la période considérée. Les mesures effectuées entre 2015 et 2018 montrent un engraissement progressif de la plage et des mouvements sédimentaires entre le haut et le bas de plage de 2017 à 2018 (Illustration 132, Illustration 133). Depuis 2006, la plage n'a cessé de s'agrandir avec un maximum atteint en 2020 à la suite de la remobilisation des sédiments perdus en haut de plage. La côte altimétrique +2 m NGR s'est avancée de près de 40 m.

L'évolution des profils bathymétriques montre des échanges sédimentaires importants entre -5 et -20 m NGR avec des dépôts de plusieurs mètres de hauteur d'une année à l'autre, comme entre 2016 et 2017 (Illustration 134). Il est également possible d'observer aux alentours de -55 m NGR une zone de dépôts sédimentaires qui montre bien qu'au moins une partie des sédiments présents dans les faibles profondeurs finit par transiter vers le large, ce qui rend impossible leur retour sur la plage. On peut donc considérer qu'il y a une perte de sédiments au niveau de la plage, en faveur de l'avant-côte.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements		
2006-2015	-23,9	-2,7	-23,9		GAMEDE (N 7m 14s)		
2015-2016	15,8	15,8			DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)		
2016-2017	7,5	7,5		11.1	FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)		
2017-2018	1.0	0,4	35,0	11,1	BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)		
2017-2016	1,8	0,4					DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
2018 - Juin 2020	9,9	5,0			FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)		

Illustration 132 : Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site du Port-Est

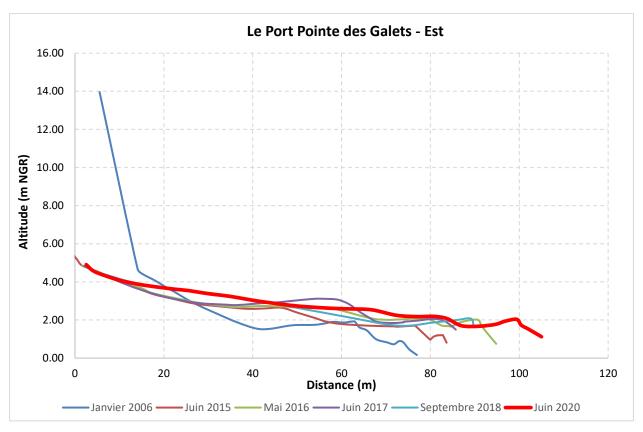


Illustration 133 – Profils topographiques du site du Port est (Pointe des Galets)

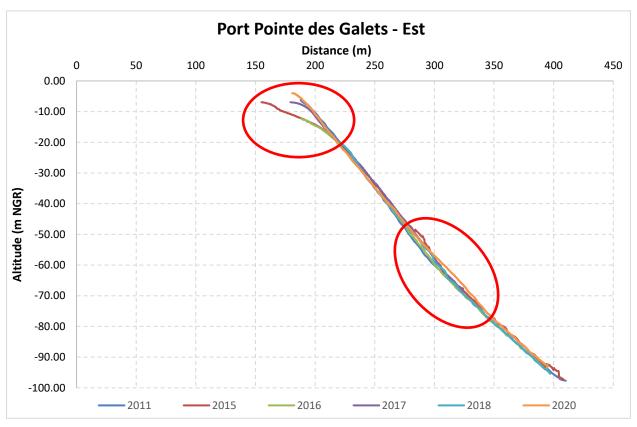


Illustration 134 – Profils bathymétriques du site du Port est (Pointe des Galets)

#### Etat du site lors du dernier levé

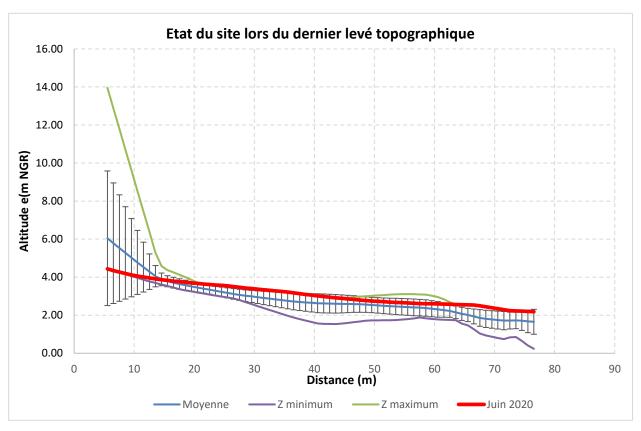


Illustration 135 : Etat du dernier profil topographique sur le secteur du Port est

En 2020, le levé topographique étant situé au-dessus des profils moyens sur la majorité du linéaire par rapport à l'ensemble des levés réalisés depuis 2006, il peut être considéré en bon état (Illustration 135). Il est important de préciser que le secteur est régulièrement rechargé par le Grand Port ; il est ainsi possible que le bon état du système soit dû en partie ou en totalité à ces actions.

#### Port ouest

Si à l'ouest, il est possible d'observer des variations interannuelles du site en lien avec les évènements cycloniques (Illustration 137 & Illustration 136), à l'Est (cf. partie « Port est »), le peu de relevés montre la même tendance au cours du temps avec un recul de la falaise en haut de plage et une surélévation de la plage. On observe également une avancée de la plage, à l'instar du profil est, de l'ordre d'une dizaine de mètres depuis 2015. En 2020, la tendance à l'accumulation en bas de plage se poursuit avec une largeur du profil plus importante. La côte altimétrique +2 m NGR s'est avancée de plus de 30 m entre septembre 2018 et mai 2020 tandis que le haut de plage est stable.

Les données bathymétriques montrent un déplacement significatif de sédiments vers les petites profondeurs entre 2006 et 2009. Ce transfert est en accord les observations topographiques et confirme que le cyclone GAMEDE a eu un impact érosif très important sur la partie émergée, entrainant les sédiments mobilisés vers une barre sous-marine visible en 2009 (Illustration 138 : entre 239 et 254 m). Cette barre disparaît ensuite progressivement, ce qui peut indiquer une perte définitive de ces sédiments vers le large. En effet à plus de 20 m de profondeur, le sédiment pourra être difficilement remobilisé vers les terres sous l'effet des houles.

En 2020, un redressement des fonds marins est observé entre -5 et -12 m de profondeur alors qu'un départ de sédiments semble s'opérer à partir de 20 m de profondeur vers le large.

Période	Différentiel de volume (m3/m)	Différentiel de volume par année (m3/m/an)	Total phase (m3/m)	Total	Evènements
2006-2009	-70,2	-23,4	-70,2		GAMEDE (N 7m 14s)
2009-2011	14,5	7,3	14,5		DUMILE 01/03/2013 (N 6m 10s)
2011-2013	-20,4	-10,2	-20,4		FELLENG 01/02/2013 (N 6,3m 11s)
2013-2015	22,1	11,0	22,1		BEJISA 02/01/2014 (NO 7,5m 11s)
2015-2016	-2,9	-2,9	-2,9	-21,6	
2016-2017	12,2	12,2			
2017-2018	20,4	20,4	36,1		DUMAZILE 05/03/2018 (NO 5m 12s)
2018 - Mai 2020	3,5	1,7			FAKIR 24/04/2018 (NNO 5m 10s)
Mai 2020 - Juin 2020	-0,8		-0,8		

Illustration 136 : Synthèse des bilans sédimentaires et évènements associés (données Météo-France) pour le site du Port ouest

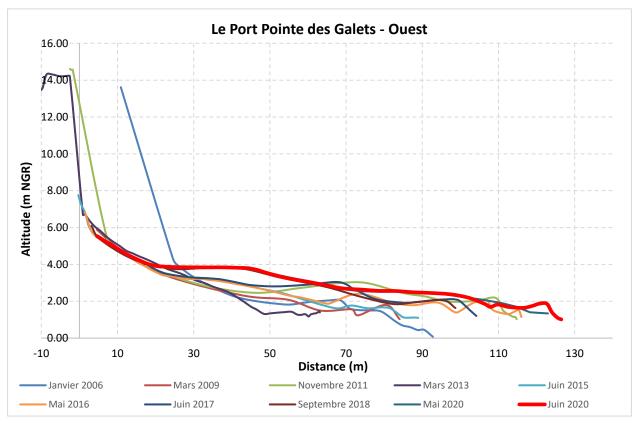


Illustration 137: Profils topographiques du site du Port Ouest (Pointe des Galets)

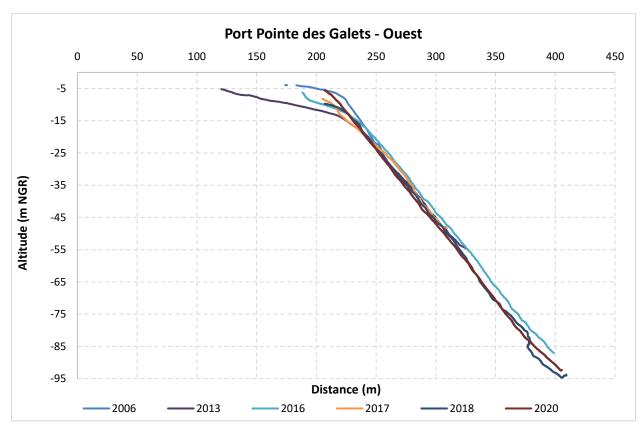


Illustration 138 : Profils bathymétriques du site du Port ouest (Pointe des Galets)

# Etat du site lors du dernier levé

Le profil topographique de 2020 se situe en grande partie au-dessus du profil moyen à l'exception de la falaise littorale, disparue entre 2006 et 2009 (Illustration 139).

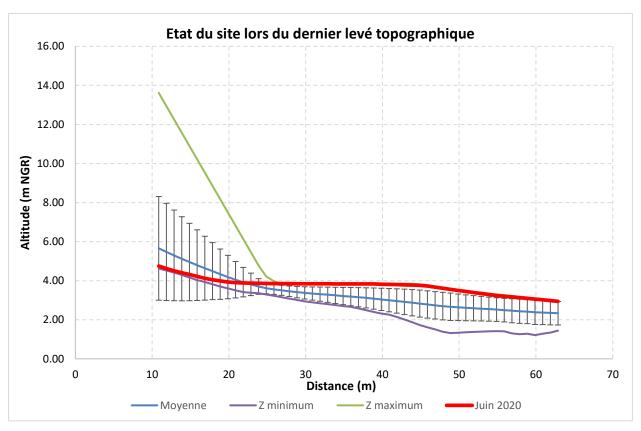


Illustration 139 : Etat du dernier profil topographique sur le secteur du Port ouest

Le secteur est considéré en bon état à l'issue de la campagne de 2020 mais il est important de préciser que le secteur est régulièrement rechargé par le Grand Port Maritime, que le haut de plage a subi une forte érosion et qu'il existe une perte de sédiments vers le large. Il est possible que le bon état du système soit dû en partie aux actions du port, à la présence de ces stocks sédimentaires en haut de plage et à l'absence d'évènements cycloniques ces dernières années.

## **Recommandation**

Ce site est particulièrement sujet à une érosion en raison de sa localisation entre le Port ouest et le Port est, deux ouvrages qui privent ce secteur du transit sédimentaire naturel en provenance de l'est et du sud-ouest.

La plage se maintient actuellement grâce aux stocks de sédiments issus du dragage du Port est disposés en haut de plage et certainement en partie des travaux de transferts des sédiments issus des opérations de dragage du chenal du Port ouest menées par le Grand Port Maritime de La Réunion (GPMLR).

Il est toutefois possible d'observer des pertes de sédiments vers le large, ce qui montre que l'érosion reste présente sur ce secteur. Les forts enjeux présents sont ainsi très vulnérables aux évènements cycloniques d'une ampleur comparable à celle de GAMEDE qui a provoqué une érosion brutale de la totalité du secteur ainsi qu'une perte de sédiments définitive vers le large.

Compte tenu de ces évolutions et de la présence du dépôt pétrolier en arrière du site, une attention particulière devra être portée sur ce secteur en réalisant plus de campagnes et notamment en réalisant des MNT pré et post-évènements cycloniques.

# 5. Suivis exceptionnels suite au constat d'un phénomène d'érosion « inhabituel » : la plage de la Pointe des Sables à l'Etang-Salé

## 5.1. INTRODUCTION

#### 5.1.1. Contexte de l'étude

Début février 2020, un phénomène d'érosion côtière est localisé sur le littoral de la commune de l'Etang-Salé et impacte particulièrement le secteur de la Pointe des Sables, au nord du Bassin Pirogue (Illustration 140).



Illustration 140 – Configuration de la plage de l'Etang-Salé

Cette érosion se caractérise par un recul du trait de côte et une baisse du niveau de la plage, ce qui menace le poste de secours ainsi que la zone de baignade surveillée et un ancien local de pêcheur situé plus au sud (Illustration 141).



Illustration 141 – Photos de la pointe des sables à l'Etang-Salé prises par la CIVIS en avril 2020

Dans ce contexte, le BRGM de La Réunion a été sollicité le 02 avril 2020 par la CIVIS (Communauté Intercommunale des Villes Solidaires) pour réaliser un diagnostic de risques faisant suite à l'apparition préoccupante de ce phénomène d'érosion côtière. L'un des objectifs de cette mission est de mieux cerner les mécanismes qui pourraient être responsables de ce phénomène.

# 5.1.2. Contexte morphologique et caractéristiques du littoral

Le littoral concerné par cette problématique d'érosion côtière se situe dans la cellule sédimentaire comprise entre la Pointe des Avirons et la Pointe de l'Etang-Salé et plus particulièrement sur le secteur de la Pointe des Sables (Illustration 140).

La Pointe des Sables est de ce fait la limite entre le littoral situé au Nord qui est une plage de sable fin d'origine basaltique et le Bassin Pirogue situé au Sud qui lui est protégé par une barrière récifale contrairement au secteur Nord.

On peut noter la présence de deux ravines, la Ravine du Ruisseau et la Ravine Mula, localisées au nord de la cellule sédimentaire (au sud de la Pointe de Avirons) qui jouent certainement un rôle d'apports sédimentaires sur cette partie du littoral (Illustration 142).



Illustration 142 - Localisation de la zone d'étude

Le littoral au Nord est surmonté d'un environnement dunaire avec en arrière du cordon la présence de la route nationale alors que le Bassin Pirogue est caractérisé par un haut de plage aménagé avec la présence de nombreuses habitations notamment (Illustration 143). L'Illustration 143 met en avant la géomorphologie du site avec notamment la typologie de la côte, la présence de la barrière récifale sur le Bassin Pirogue, la présence d'ouvrages, l'évolution de l'urbanisation entre 1950 et 2017.

Ce littoral qui est orienté au Nord-Ouest-Sud-Est (normale autour de 240°) est exposé principalement au régime de houles australes dont la direction de provenance est de Sud-Sud-Ouest (globalement autour des 200°) mais peut être également concerné par les houles cycloniques dont les directions varient en fonction de la trajectoire des systèmes.

La dérive littorale semble être principalement orientée vers le Nord pour toutes les houles dont les directions de provenances sont comprises entre 150° et 240°, c'est notamment le cas des houles australes d'avril à octobre (provenance Sud-Sud-Ouest) mais qui peut s'inverser pour les houles dont les directions de provenance seraient comprises entre 240° et 330° notamment pendant la saison cyclonique lorsque les systèmes dépressionnaires en provenance du Nord, passent à l'Ouest de l'île.

Les seuls ouvrages présents qui peuvent affecter la dynamique sédimentaire se situent sur le Bassin Pirogue au Sud. Deux bâtiments sont localisés sur la Pointe des Sables à proximité du rivage (moins de 20 mètres) sur la limite de végétation.

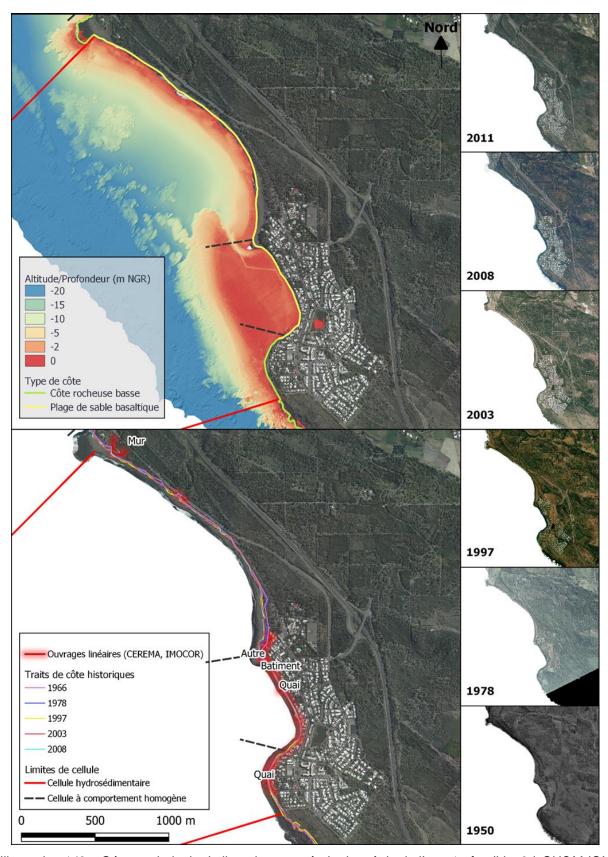


Illustration 143 – Géomorphologie du littoral concerné : bathymétrie de l'avant-côte (Litto3d, SHOM-IGN, en haut à gauche), typologie et historique de l'évolution du trait de côte (en bas à gauche) et photos aériennes de de 1950 à 2011 (à droite, source IGN)

## 5.1.3. Conclusions de l'expertise d'avril 2020 (Belon, 2020)

L'expertise s'est basée principalement sur les traits de côtes historiques disponibles obtenus par digitalisation sur les orthophotos, l'analyse des données de houle issues du modèle de prévision MARC développé par l'IFREMER (<a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>) et les images GoogleEarth disponibles.

L'expertise a conclu que la situation érosive actuelle ne semble pas être la cause d'une érosion chronique mais plutôt d'une conjoncture d'éléments affectant la dynamique sédimentaire récente de ce site. Il est également important de préciser que le haut de plage sur ce secteur est plus en avant que le reste du linéaire côtier. Sa largeur est plus limitée sur la zone, ce qui le rend plus vulnérable aux fortes houles.

Le phénomène d'érosion côtière serait principalement dû à l'absence prolongée de houles cycloniques de provenance comprise entre 240° et 330° N pouvant potentiellement alimenter le secteur concerné. Les houles australes de forte intensité auraient tendance à transporter les sédiments vers le nord et celles de plus faible intensité tendraient à éroder la flèche sableuse en déplaçant les sédiments vers le sud par réfraction de la houle sur la barrière récifale (Illustration 144).

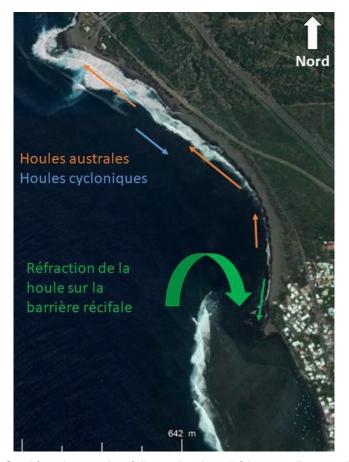


Illustration 144 – Synthèse des transits sédimentaires hypothétiques en lien avec les régimes de houle

A la suite de cette expertise, il a été préconisé de mettre en place un suivi morphologique du secteur pour avoir une meilleure compréhension de la dynamique sédimentaire du site, et notamment de la flèche sableuse à la Pointe des Sables. C'est pourquoi, ce site a été intégré dans le programme d'actions OBSCOT en 2020 pour pallier au manque de données sur ce site.

#### 5.2. CAMPAGNES DE MESURES

Le site a pu faire l'objet de 5 campagnes de mesures permettant de suivre l'évolution morphologique de cette partie du littoral en lien notamment avec différents épisodes de houles australes pour vérifier les hypothèses émises dans le cadre de l'expertise citée précédemment.

Les relevés ont permis d'acquérir des données le long de profils topographiques répartis le long du littoral ainsi que la position du jet de rive à différentes dates entre mai et décembre 2020 (Illustration 145 et Illustration 146).

Ces relevés ont pu être analysés avec les données de houle issues du modèle de prévision de MARC (https://marc.ifremer.fr) et des images GoogleEarth disponibles.

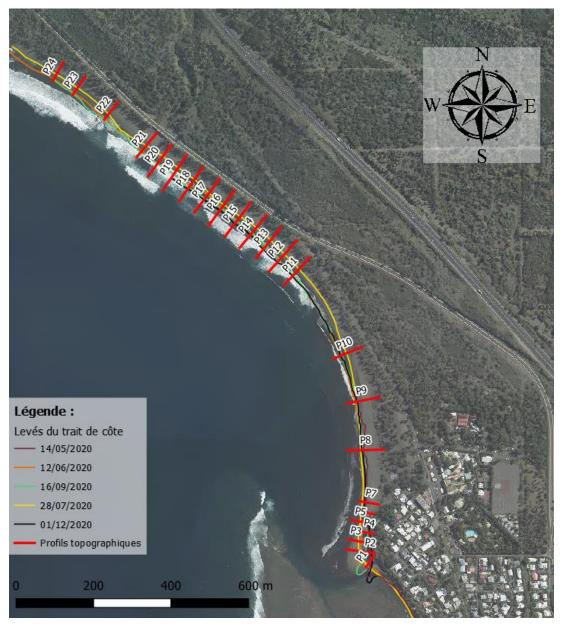


Illustration 145 - Jeux de données topographiques disponibles le long de la zone d'étude

Date d'acquisition	Jet de rive	Profils de plage	Secteur morphologique
14 mai	Х		Pointe des Sables jusqu'à 250 m au nord du poste MNS
12 juin	Х	P1 à P24	
28 juillet	Х	P1 à P24 (profils pairs)	Totalité du linéaire côtier
16 septembre	X	P1 à P24	
01 décembre	Х	P5 à P10, P13, P16 et P19	Poste MNS jusqu'à 700 m au sud de la Pointe des Avirons

Illustration 146 - Synthèse des campagnes de terrain réalisées le long du littoral de l'Etang-Salé entre mai et décembre 2020

## 5.3. ANALYSE DU SITE D'ETUDE

# 5.3.1. Evolution morphologique du littoral

En préambule, un rappel de la méthode d'utilisation de l'extension d'ArcGIS « DSAS » permet par la suite d'assurer une continuité dans l'analyse des différents jeux de données exploités.

L'extension d'ArcGIS « DSAS » permet d'automatiser le calcul de l'évolution du trait de côte sur la période considérée, soit entre deux levés de terrain pour cette étude.

A partir d'une ligne de base située en arrière de l'enveloppe des traits de côte, des transects sont générés à un intervalle prédéfini de 25 m (Illustration 147). La différence de distance entre chaque trait de côte est calculée pour chaque transect entre deux levés. L'évolution de cet indicateur indique une phase d'avancée, de stabilité ou de recul de la plage.

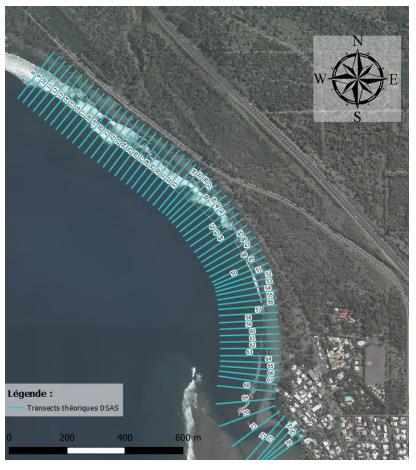


Illustration 147 - Implantation des transects théoriques via l'extension ArcGIS « DSAS »

Par ailleurs, les traits de côte mesurés ne recouvrent pas systématiquement la totalité de la zone d'étude. Par période d'étude, les transects théoriques concernés par l'analyse spatiale du trait de côte sont les suivants :

- Pour la période de mai à juin : le trait de côte du 14 mai s'étend la Pointe des Sables (P1) à plus de 250 m au nord du poste de MNS (P8). Seul le secteur de la flèche sableuse peut être analysé selon les transects 57 à 71 ;
- Pour la période de juin à septembre : les traits de côte de juin, juillet et septembre recouvrent l'ensemble du littoral (transects 8 à 71) ;
- Pour la période de septembre à décembre : le trait de côte du 01 décembre s'étend de la Pointe des Sables à proximité de l'embouchure de la ravine Mila en partie nord. L'évolution du trait de côte est traitée selon les transects 22 à 71.

Au vu des évolutions morphologiques non négligeables de la zone d'étude, notamment de la flèche sableuse (Illustration 148), il convient d'émettre une hypothèse de travail selon laquelle la plage est considérée comme stable lorsque l'évolution du trait de côte est comprise entre -3 m et +3 m entre deux levés.



Illustration 148 - Mesures du jet de rive réalisés en 2020 au niveau de la flèche sableuse

Pour rappel, les conclusions de l'expertise réalisée en avril 2020 mettent en avant les hypothèses suivantes :

- Les houles australes de forte intensité auraient tendance à alimenter la Pointe des Sables et à éroder la partie nord du littoral ;
- Les houles australes de plus faible intensité tendraient à éroder la flèche sableuse en déplaçant les sédiments vers le sud par réfraction de la houle sur la barrière récifale.

# Entre le 14 mai et le 12 juin

Les conditions de houle peuvent être considérées comme peu agitées à modérées avec une hauteur significative de houle (Hs) oscillant entre 1 m et 3 m et une direction de provenance sudouest jusqu'à début juin (Illustration 149).

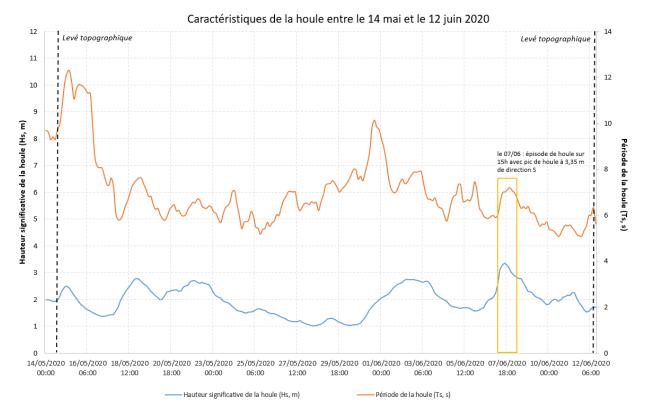


Illustration 149 - Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 14 mai et le 12 juin 2020 (https://marc.ifremer.fr)

Comme observé sur l'image ©Google Earth du 31 mai 2020, les faibles houles australes de secteur sud-ouest tendent à maintenir la tendance d'évolution de la Pointe des Sables constatée depuis février : une érosion de la flèche sableuse par réfraction des houles à l'extrémité de la barrière récifale qui entraine son rétrécissement et son allongement vers le sud, soit un déplacement des sédiments en direction du Bassin Pirogue (Illustration 150).



Illustration 150 : Configuration morphologique de la Pointe des Sables le 31 mai 2020 (Source : image ©Google Earth)

Au cours de la journée du 07 juin, les conditions hydrodynamiques semblent plus énergétiques avec un évènement de houle d'une durée de 15 heures (Illustration 149). Cet évènement se caractérise par un pic de houle estimé à 3,36 m, une période (Ts) de 7 s et une direction de provenance sud (180°). Il survient cinq jours avant la campagne de terrain réalisé le 12 juin 2020.

A cette date, l'évolution du trait de côte indique une nette avancée du trait de côte de la Pointe des Sables (au niveau du profil topographique P1) jusqu'à plus de 250 m au nord du poste de surveillance (au niveau du profil topographique P8) (Illustration 151). Cela traduit un net développement de la flèche sableuse vers le large tout en migrant vers le nord pour alimenter le littoral jusqu'au-delà du profil P8.

Cette évolution du littoral peut être rattachée à l'épisode de houle du 07 juin dont la direction de provenance est de secteur sud et non sud-ouest comme la majorité des houles australes survenues en mai. Cette direction de provenance du sud doit limiter le phénomène de réfraction (houle parallèle à la barrière récifale) et donc limiter le phénomène d'érosion de la flèche sableuse. Par contre, il est possible que l'évènement soit suffisamment énergétique pour générer une mobilisation des sédiments au sud de la flèche en direction du nord ce qui permettrait l'engraissement de la zone.



Illustration 151 - Evolution du trait de côte entre le 14 mai et le 12 juin 2020

L'absence de profils topographiques en mai et sur le secteur nord ne permet pas d'estimer les volumes sédimentaires mis en jeu sur cette période et de statuer sur l'évolution du littoral au nord.

## Entre le 12 juin et le 28 juillet

Les conditions hydrodynamiques semblent relativement peu agitées à modérées (Hs  $_{moyen}$  = 3 m et Ts  $\leq$  8 s) jusqu'à fin juin alors qu'elles mettent en évidence cinq évènements de houle au cours du mois de juillet (Illustration 152). Ces houles australes plus ou moins énergétiques sont de secteur sud-sud-ouest (200°) à sud-ouest (210°).

Trois épisodes journaliers présentent un pic de houle égale ou supérieure à 3 m avec des périodes associées de 7 s à 11 s le 02 juillet, le 05 juillet et le 19 juillet 2020. Les deux autres évènements sont considérés comme de fortes houles australes pour lesquelles une vigilance forte houle a été émise par Météo-France pour couvrir ces évènements.

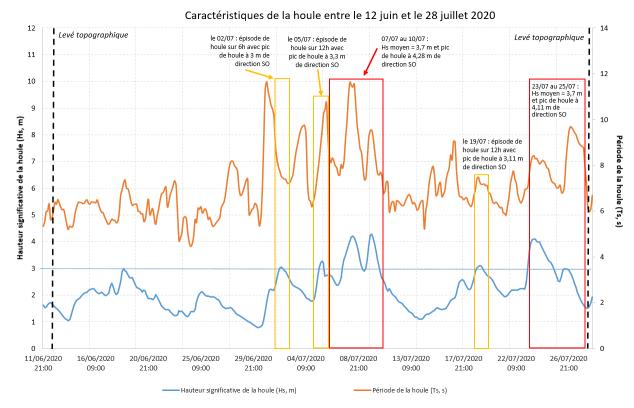


Illustration 152 - Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 12 juin et le 28 juillet 2020 (<a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>)

L'épisode survenu entre le 07 et le 10 juillet se caractérise par un Hs  $_{\rm moyen}$  de 3,7 m et deux pics de houle ayant dépassé les 4 m de hauteur significative avec des périodes associées de 11 s et 9,5 s.

Datant du 10 juillet 2020, une image ©Google Earth permet d'observer l'évolution morphologique de la Pointe des Sables sous l'effet des fortes houles australes. Après avoir été en nette accrétion le 12 juin, la flèche sableuse semble migrer vers le nord et alimenter la plage. La largeur de plage a effectivement augmenté au droit du poste de surveillance entre juin et début juillet.



Illustration 153 - Configuration morphologique de la flèche sableuse observée le 10 juillet 2020 au cours de l'épisode de fortes houles australes (source : Image ©Google Earth)

Entre le 23 et le 25 juillet, les fortes houles australes semblent moins énergétiques avec un seul pic de houle dépassant les 4 m et une période associée plus faible (8 s), même si le Hs moyen est identique à celui de l'épisode de début juillet.

Le 28 juillet, un recul généralisé du trait de côte est observé sur la partie nord du littoral ( de P9 à P24) (Illustration 154). Plusieurs portions du littoral présentent de forts reculs supérieurs à - 15 m notamment entre les profils P10 et P11 où le plus fort recul du trait de côte est de l'ordre de - 27 m.

Ce secteur fortement érodé (P10 et P11) présente une plage de forme concave marquant le changement d'orientation de la côte par rapport au nord, de nord-nord-est pour la Pointe des Sables à une orientation nord-ouest pour la plage plus au nord. Ce changement d'orientation de la côte semble varier de façon suffisamment significative pour entraîner des modifications sur les transits sédimentaires et sur la sensibilité du littoral aux conditions de houles dominantes.

Le trait de côte est relativement stable plus au sud jusqu'au poste de MNS avec des variations comprises entre - 0,5 m à +2 m entre les profils P5 et P8 alors qu'une double dynamique est observée le long de la flèche sableuse. Le trait de côte avance de 6 m en partie nord de la Pointe des Sables alors qu'il recule de près de -13 m à son extrémité sud, côté Bassin Pirogue, ceci lié à la migration de la flèche sableuse vers le Nord.

Trois secteurs homogènes ressortent de cette période (Illustration 154): le secteur nord en érosion (P9 à P24), le secteur de transition au nord du poste de MNS (P5 à P8) et le secteur sud globalement en accrétion (P2 à P4) par un déplacement de sédiments de son extrémité sud vers le nord.

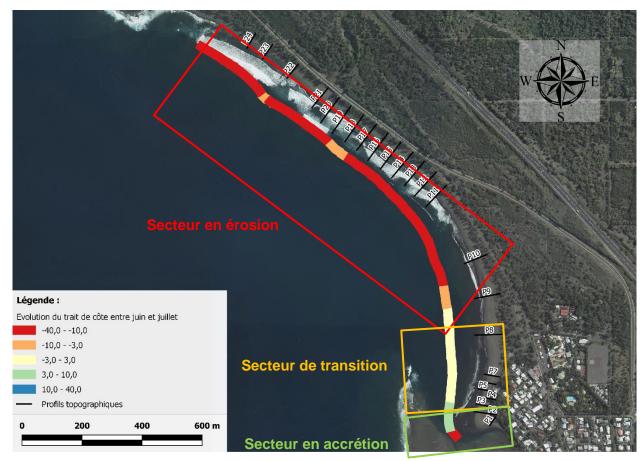
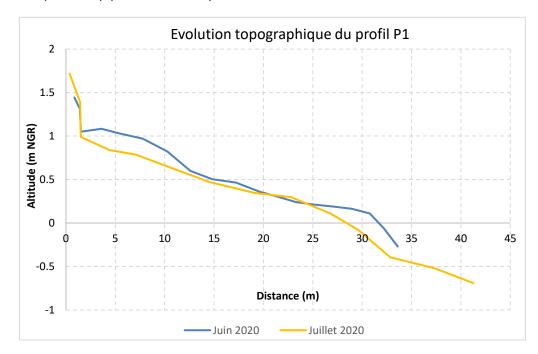


Illustration 154 - Evolution du trait de côte entre le 12 juin et le 28 juillet 2020

L'analyse des profils topographiques confirment ces évolutions entre juin et juillet. L'érosion de l'extrémité sud de la flèche sableuse se caractérise par un abaissement généralisé du profil de plage P1 alors qu'un engraissement progressif de la plage est observé jusqu'au poste de surveillance (P2 à P4) (Illustration 155).



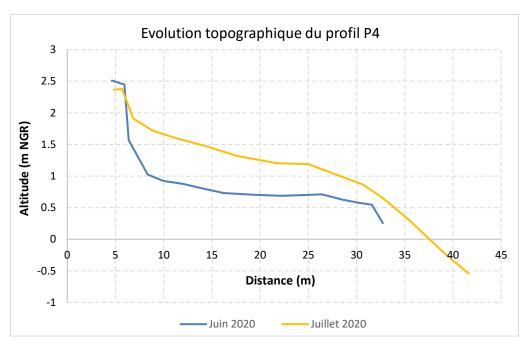


Illustration 155 – Evolution des profils topographiques P1 et P4 le long de la Pointe des Sables (Etang-Salé) entre juin et juillet 2020

A proximité nord du poste de surveillance, la plage est relativement stable avec peu de variations morphologiques (P6, Illustration 156) alors qu'un abaissement topographique du bas de plage est observé au droit du profil P8. Ce secteur centre constitue une zone de transition entre la flèche sableuse et le littoral plus au nord.

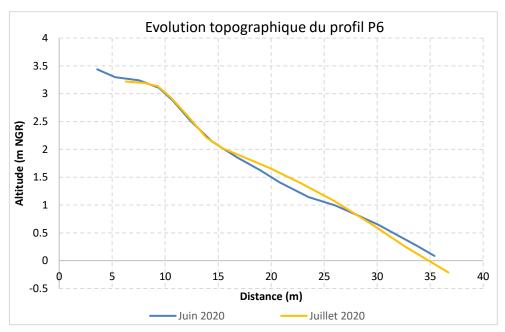


Illustration 156 - Evolution du profil topographique P6 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juin et juillet 2020

Plus au nord, le phénomène d'érosion côtière ne se limite pas au bas de plage et affecte plus de la moitié du profil de plage, soit sur près de 50 m de distance. Comme observé au droit du profil

Evolution topographique du profil P12 7 6 5 Altitude (m NGR) 4 2 1 0 10 40 50 60 70 80 90 20 30 -1 Distance (m) -Juillet 2020 Juin 2020

P12 (Illustration 157), les pertes sédimentaires peuvent occasionner un abaissement de la plage compris entre 0,80 m et 2,80 m jusqu'à la côte altimétrique +3 m NGR.

Illustration 157 - Evolution du profil topographique P12 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juin et juillet 2020

Les puissantes bermes observées en milieu de plage en juin dernier ont totalement disparu lors de la campagne de juillet, preuve que les épisodes de fortes houles australes ont entrainé d'importants mouvements sédimentaires le long du littoral nord de l'Etang-Salé.

Au vu de leurs fortes variations morphologiques, les deux extrémités du secteur nord (P10 à P14, P18 à P24) semblent d'avantage affectées par les évènements énergétiques.

L'évolution du trait de côte au milieu de la baie (P10 à P11) a connu le plus fort recul du trait de côte à la suite des houles australes de juillet. D'après les bilans sédimentaires, il semblerait que cette portion du littoral ait également connue les plus grandes pertes sédimentaires le long du profil de plage, de l'ordre de -36 m³/ml (Illustration 158).

Secteur homogène	1 - secteur sud	2 - secteur centre (transition)	3 - secteur nord
Etendue du linéaire côtier (m)	100	250	1300
Profils topographiques	P2 à P4	P5 à P8	P9 à P24
Tendance d'évolution	accrétion	stabilité	érosion
Variations du trait de côte (m)	+4 à +36	-0,5 à +2	-3 à -27

ΔV <sub>sédimentaire min</sub> (m³/ml)	- 2 (P1)	+ 1,6 <i>(P6)</i>	- 9,7 <i>(P9)</i>
ΔV <sub>sédimentaire max</sub> (m³/ml)	+ 19,6 <i>(P4)</i>	- 15 <i>(P8)</i>	- 36,2 (P12)
Volume mobilisé (m³)	+ 1 200	- 2 000	- 45 000

Illustration 158 – Synthèse des données par secteur au fonctionnement sédimentaire homogène entre juin et juillet 2020

La succession d'évènements de forte houle australe avec des hauteurs significatives supérieures à 4 m semble être favorable au développement de la flèche sableuse et à sa migration vers le nord tandis que la partie nord du littoral est fortement érodée. Le secteur de transition, compris entre le poste de surveillance et le profil P8, reste relativement stable et ne semble pas être affecté significativement par ces fortes houles australes.

# Entre le 28 juillet et le 16 septembre

Deux nouveaux épisodes de houle australe sont enregistrés au début du mois d'août avec des pics de houle compris entre 3,4 m et 3,6 m de direction sud-ouest (211°) à sud-sud-ouest (202°).

Les conditions hydrodynamiques semblent relativement peu agitées à modérées (Hs  $_{moyen}$  = 1,8 m et Ts  $\leq$  11 s) jusqu'à début septembre alors qu'un évènement de forte houle survient entre le 04 et le 06 septembre (Illustration 159).

Il se caractérise par un pic de houle à 4 m et une direction de provenance de sud-sud-ouest (182°). Ces fortes houles australes ont fait l'objet d'une vigilance forte houle émise par Météo-France pour couvrir cet évènement.

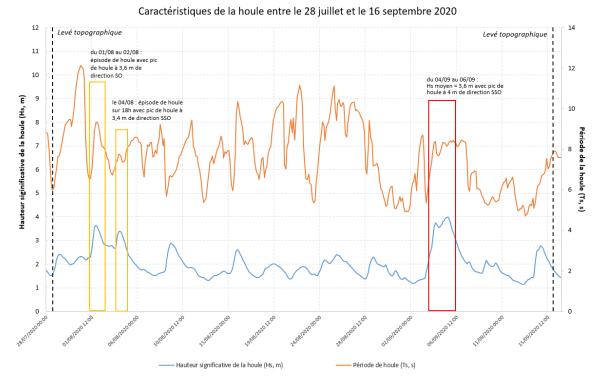


Illustration 159 - Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 28 juillet et le 16 septembre 2020 (<a href="https://marc.ifremer.fr">https://marc.ifremer.fr</a>)

La dynamique d'évolution du trait de côte s'est nettement inversée entre juillet et septembre. La partie nord du littoral est en nette avancée de l'ordre de +5 m (P9) à +26 m (P22) (Illustration 160).

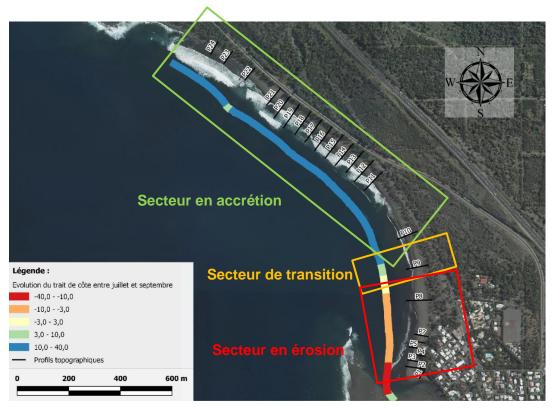


Illustration 160 - Evolution du trait de côte entre le 28 juillet et le 16 septembre 2020

Les plus fortes variations morphologiques du profil de plage sont observées entre les profils P10 et P14 avec le retour de puissantes bermes autour de la côte altimétrique +2 m NGR sur une quinzaine de mètres de distance (Illustration 161).

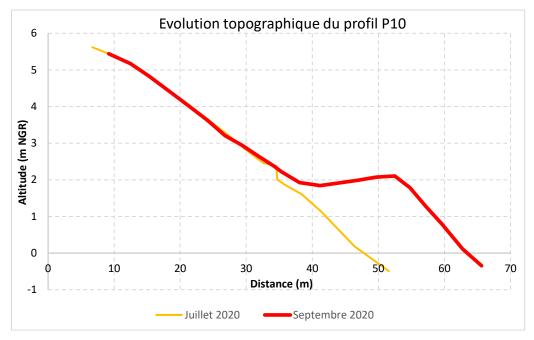


Illustration 161 - Evolution du profil topographique P10 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juillet et septembre 2020

Le secteur de transition est de nouveau observé plus au sud de part et d'autre du profil P9, avec des variations du trait de côte comprises entre -1,4 m et +2 m (Illustration 162). Cette portion du littoral relativement stable présente une étendue plus limitée qu'en juillet, soit un linéaire d'une centaine de mètres à une distance de 300 m à 400 m du poste de surveillance.

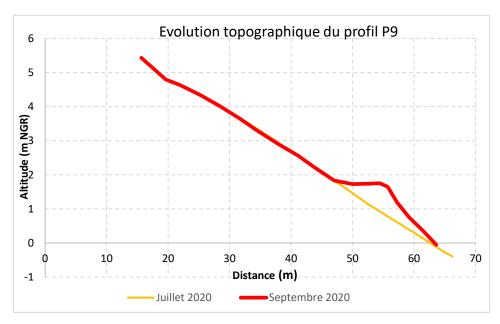


Illustration 162 - Evolution du profil topographique P9 le long de la plage de l'Etang-Salé entre juillet et septembre 2020

La Pointe des Sables est en forte érosion avec un recul du trait de côte compris entre -3 m à proximité nord du poste de surveillance (P6) et -23 m plus au sud (P2 à P4). L'évolution topographique du profil P4 illustre bien cette tendance érosive caractérisée par le rétrécissement et la migration de la flèche sableuse vers le sud, vers le Bassin Pirogue (Illustration 163). L'extrémité sud de la flèche est en nette accrétion avec une augmentation de sa largeur de près de 30 m et un exhaussement de son enveloppe sédimentaire (jusqu'à +0,70 m) sur la quasitotalité du profil de plage (Illustration 164).

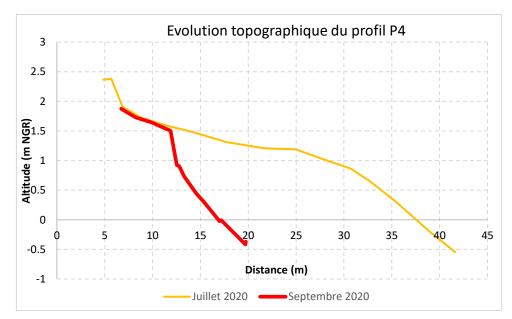


Illustration 163 - Evolution du profil topographique P4 le long de la Pointe des Sables (Etang-Salé) entre juillet et septembre 2020

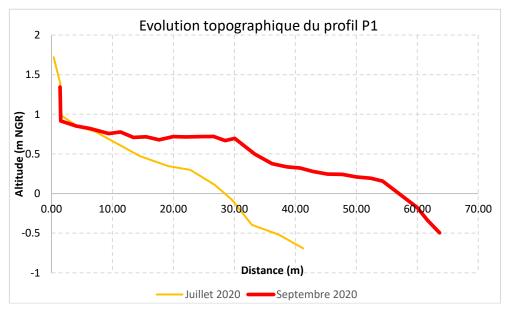


Illustration 164 - Evolution du profil topographique P1 le long de la Pointe des Sables (Etang-Salé) entre juillet et septembre 2020

Les bilans sédimentaires confirment les évolutions morphologiques observées le long du littoral de l'Etang-Salé selon trois secteurs au fonctionnement sédimentaire relativement autonome (Illustration 165).

Secteur homogène	1 - secteur sud	2 - secteur centre	3 - secteur nord
Etendue du linéaire côtier (m)	450	100	1100
Profils topographiques	P2 à P8	P9	P10 à P24
Tendance d'évolution	érosion	stabilité	accrétion
Variations du trait de côte (m)	-3 à -23	-1,4 à +2	+5 à +26
ΔV <sub>sédimentaire min</sub> (m³/ml)	- 2,6 (P8)	+ 5,5	+ 28,2 (P16)
ΔV <sub>sédimentaire max</sub> (m³/ml)	- 35,7 <i>(P4)</i>	+ 5,5	+ 50,3 (P14)
Volume mobilisé (m³)	- 3 000	+ 800	+ 25 000

Illustration 165 – Synthèse des données par secteur au fonctionnement sédimentaire homogène entre juillet et septembre 2020

Les bilans sédimentaires soulignent également la relative bonne résilience des profil P10 à P14. Après avoir été fortement érodée à la suite des houles australes de juillet, cette portion de plage est en nette accrétion avec un engraissement maximal au droit du profil P14 (+ 19,4 m³/ml).

Sur la base des données hydrodynamiques issues du modèle MARC (IFREMER), il peut être estimé que des conditions de houle moins énergétiques ou du moins la diminution d'évènements de forte houle pourraient être associées à un phénomène d'érosion côtière le long de la Pointe des Sables (effet de réfraction de la houle sur la barrière récifale dominant) et à une reconstruction de la plage en partie nord.

#### Entre le 16 septembre et le 01 décembre

Les conditions hydrodynamiques peuvent être considérées comme peu agitées à modérées avec une hauteur significative de houle (Hs) oscillant entre 0,80 m et 2,60 m et une direction de provenance majoritairement sud-ouest jusqu'à mi-octobre (Illustration 166).

Deux évènements de houle australe sont enregistrés le 16 octobre et dans la nuit du 29 octobre au 30 octobre. De secteur sud-sud-ouest à sud, ces épisodes journaliers sont caractérisés par un pic de houle respectif de 2,9 et 3,1 m avec une période relativement élevée pour le premier évènement (12,5 s).

Par la suite, les conditions de houle retrouvent une hauteur significative similaire  $(0.80 \text{ m} < H_s < 2.80 \text{ m})$  et semblent moins énergétiques, comme observé entre septembre et mioctobre.

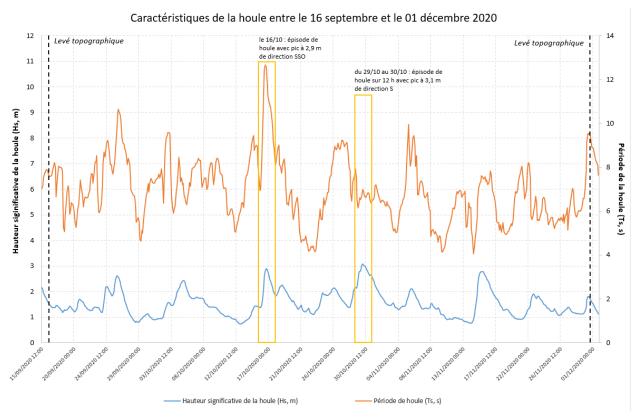


Illustration 166 - Chronique temporelle des caractéristiques de houle au large de l'Etang-Salé entre le 16 septembre et le 01 décembre 2020 (https://marc.ifremer.fr)

Une avancée généralisée du trait de côte est observée en partie nord du littoral entre les profils P11 et P19, avec des variations comprises entre +3 m (P18) et +11,5 m (P19). Les valeurs minimale et maximale d'évolution du trait de côte se trouvent à 50 m l'une de l'autre, ce qui démontre l'amplitude de variation morphologique de la plage en peu de distance. Il est également intéressant de préciser que les valeurs maximales d'avancée du trait de côte sont observées au droit des profils P12-P13, du profil P16 et du profil P19, soit tous les 100 à 150 m le long du secteur nord (Illustration 167).

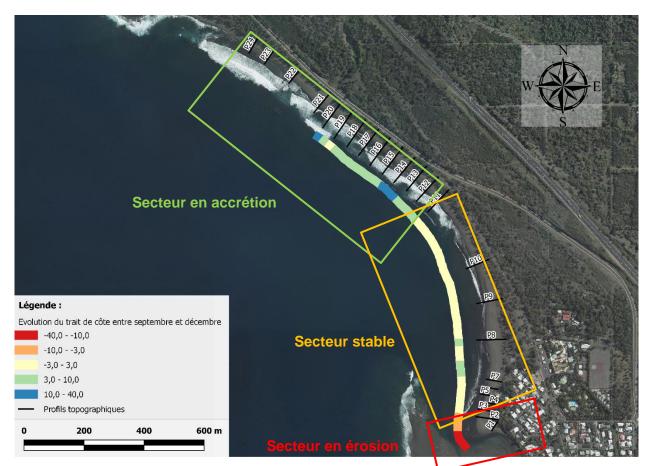


Illustration 167 - Evolution du trait de côte entre le 16 septembre et le 01 décembre 2020

Ces observations confirment la morphologie de plage observée le 01 décembre sur le terrain, à savoir la présence de quatorze croissants de plage bien développées sur une quarantaine de mètres de large, espacées d'environ 70 m les unes des autres et encadrées par des dépressions topographiques où l'agitation du jet de rive est amplifiée (Illustration 168).

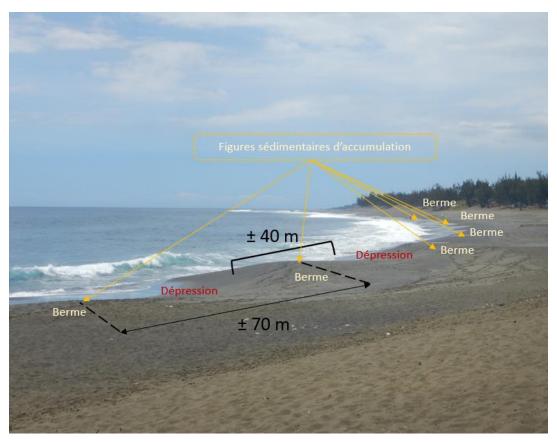


Illustration 168 - Configuration morphologique du secteur nord du littoral de l'Etang-Salé en date du 01 décembre 2020 (BRGM, 2020)

L'analyse des profils topographiques montrent un engraissement de la plage jusqu'à un mètre de gain d'épaisseur sédimentaire sur plus de 40 m de distance. Le haut de plage est relativement stable, ne présente pas de marques d'érosion côtière (Illustration 169).

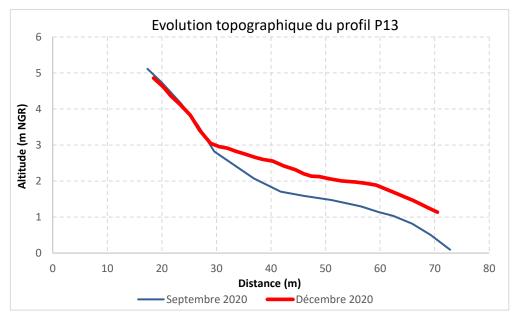


Illustration 169 - Evolution du profil topographique P13 le long de la plage de l'Etang-Salé entre septembre et décembre 2020

Plus au sud, la plage présente un trait de côte relativement peu mobile du profil P11 au profil P5 avec des variations comprises entre -2,5 m et +3 m dont les plus faibles sont observées au droit des profils P9 et P10 (Illustration 170). Les relevés topographiques confirment la tendance à l'équilibre sédimentaire de la plage jusqu'au poste de surveillance (P5). Les variations morphologiques sont inférieures à 0,50 m le long du profil de plage. Une remontée de la berme vers le haut de plage peut également être observée par secteurs.

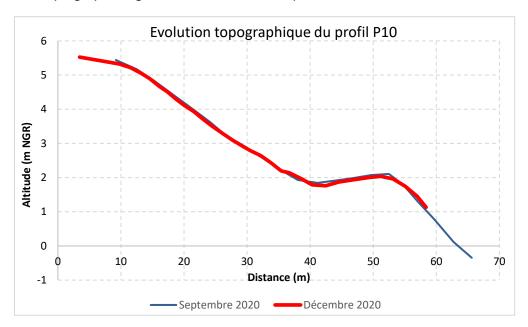


Illustration 170 - Evolution du profil topographique P10 le long de la plage de l'Etang-Salé entre septembre et décembre 2020

L'absence d'évènements énergétiques est favorable au secteur de transition qui connait sa plus grande étendue depuis le début des levés, soit près de 600 m de linéaire côtier au dépend du secteur sud.

La tendance érosive se poursuit le long de la Pointe des Sables sur une portion de littoral plus restreinte (P1 à P4), soit sur 150 m de longueur alors que le secteur sud s'étend sur plus de 350 m entre juillet et septembre. Le recul du trait de côte est croissant en se déplaçant vers le sud avec -4 m à proximité sud du poste de surveillance (P4), -10 m entre les profils P2 et P3 et -35 m à l'extrémité sud de la flèche (P1) (Illustration 171). L'érosion est telle le 01 décembre qu'il n'y a plus de plage, ce qui n'a pas permis de réaliser les levés topographiques sur ce secteur lors de la campagne de terrain.

Comme observé entre juillet et septembre, des conditions de houle calmes voire peu agitées sont d'avantage propices à une érosion de la flèche sableuse et à une accrétion de la plage plus au nord. Il est tout de même important de noter que l'emprise du secteur de transition fluctue toujours autant au cours de l'année.

Secteur homogène	1 - secteur sud	2 - secteur centre	3 - secteur nord
Etendue du linéaire côtier (m)	80	700	400

Profils topographiques			P12 à P19	
Tendance d'évolution	érosion	stabilité	accrétion	
Variations du trait de côte (m)	-4 à -35	-2,5 à +3	+3 à 11,5	
ΔV <sub>sédimentaire</sub> min (m³/ml)			+ 19 ( <i>P19</i> )	
ΔV <sub>sédimentaire max</sub> (m³/ml)	- 26,1 ( <i>P</i> 2)	+ 9,7 ( <i>P5</i> )	+ 25 ( <i>P16</i> )	
Volume mobilisé (m³)	- 1 700	- 2 800	+ 20 000	

Illustration 171 - Synthèse des données par secteur au fonctionnement sédimentaire homogène entre septembre et décembre 2020

#### 5.4. SYNTHESE DES EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUES DU LITTORAL

Au cours de l'année 2020, la réalisation de plusieurs campagnes de terrain et l'exploitation des données associées tendent à faire ressortir deux secteurs du littoral de l'Etang-Salé ayant des comportements opposés pour les conditions hydrodynamiques de type houles australes telles qu'évoquées plus haut : la Pointe des Sables (P1 à P5) et le littoral plus au nord (P11 à P24). Entre ces deux portions de littoral, une zone de transition se distingue par sa mobilité spatiale au fil des mois et ses variations morphologiques peu marquées, notamment au droit du profil P6. La fluctuation d'emprise spatiale de cette portion de plage « à l'équilibre sédimentaire » souligne les transferts sédimentaires côtiers résidant le long du profil de plage.

L'évolution du stock sédimentaire de la plage au droit de chaque profil topographique est résumé ci-dessous (Illustration 172).

Secteur	Profil	Juillet/Juin	Septembre/Juillet	Décembre/Septembre	Septembre/Juin	Décembre/Juin
	P1	-2	35,2	-53	33,2	-19,8
	P2	7,5	-7,5	-26,1	0	-26,1
SUD	Р3			-17,6	-9,7	-27,3
	P4	19,6	-35,7	-9	-16,1	-25,1
	P5			9,7	-11,8	-2,1
	P6	1,6	-4,8	-6,8	-3,2	-10
CENTRE -	P7			-1	-10	-11
ZONE DE	P8	-15	-2,6	-4,2	-17,6	-21,8
TRANSITION	P9	-15,3	5,5	-7,9	-9,8	-17,7
	P10	-32,2	40,6	-9,2	8,4	-0,8
	P11				-18,4	
	P12	-82,1	50		-32,1	
	P13			23	-12,3	10,7
	P14	-60,3	50,3		-10	
	P15				-17,6	
	P16	-25,2	28,2	25	3	28
	P17				7	
NORD	P18	-76,8	53		-23,8	
	P19			19	-17,9	1,1
	P20	-68,5	41,8		-26,7	
P21	P21				-20,8	
	P22	-55,5	43,4		-12,1	
	P23				-25,6	
	P24	-38	39,2		1,2	

Illustration 172 – Evolution du stock sédimentaire de la plage de l'Etang-Salé au droit de chaque profil topographique au cours de l'année 2020

Le secteur nord est le siège des plus fortes variations morphologiques, aussi bien en termes de pertes et de gains sédimentaires. Même si la plage a réussi à se recharger naturellement en l'espace de deux mois, la phase d'accrétion n'a pu compenser pour l'instant l'érosion occasionnée par les fortes houles australes du mois de juillet.

Par ailleurs, l'analyse des données de houle entre mai et décembre 2020 semblent confirmer le diagnostic émis à la suite de l'expertise réalisée en avril 2020.

Les fortes houles (H<sub>s</sub> > 4 m) de direction sud-ouest (200° à 240°) semblent engendrer :

- Un effet plutôt bénéfique au secteur sud (Illustration 173). Elles favorisent le développement et la migration de la flèche sableuse vers le nord qui va avoir tendance à alimenter la plage jusqu'au poste de surveillance ;
- La zone de transition connait une emprise spatiale réduite autour du profil P9;
- Un effet négatif avec des phénomènes d'érosion importante au nord (Illustration 173).



Illustration 173 - Schéma conceptuel de la dynamique d'évolution du littoral de l'Etang-Salé à la suite de fortes houles australes de direction sud-ouest

Les faibles houles australes ( $H_s < 4 \text{ m}$ ) de direction sud-ouest semblent engendrer un effet inverse (Illustration 174) :

- Un impact défavorable au sud au niveau de la flèche sableuse de la Pointe des Sables (Illustration 174). Le phénomène de réfraction de la houle le long de la barrière récifale semble prépondérant et entraine une érosion de la plage entre le poste de MNS et l'extrémité sud de la zone d'étude. La flèche sableuse rétrécie et migre vers le sud, du côté du Bassin Pirogue;
- La zone de transition connait une emprise spatiale plus grande (P5 à P11);
- Le secteur nord se recharge naturellement en sédiments avec la présence de croissants de plage bien développés.

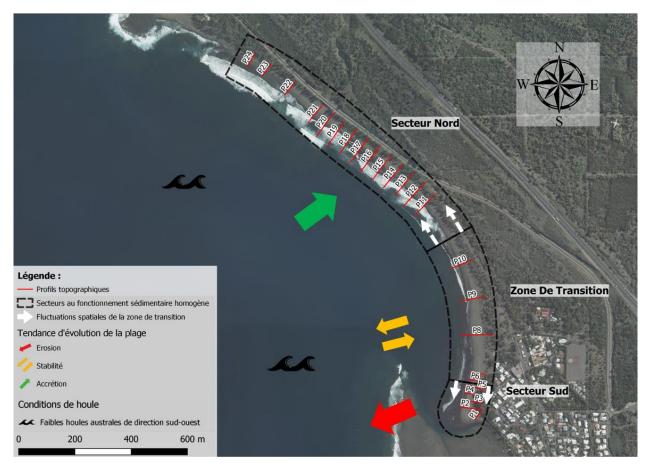


Illustration 174 - Schéma conceptuel de la dynamique d'évolution du littoral de l'Etang-Salé à la suite de faibles houles australes de direction sud-ouest

Les houles en provenance du Sud aurait plutôt un impact positif sur la flèche mais le manque de données ne permet pas de statuer sur leur impact au nord.

La réalisation de mesures bathymétriques et l'acquisition de données hydrodynamiques in-situ permettraient de caractériser l'agitation hydrodynamique côtière et de mieux déterminer le potentiel morphogène des différents régimes de houle en précisant les valeurs seuils des caractéristiques de la houle. D'autres pistes d'amélioration de la connaissance du site de l'Etang-Salé peuvent être envisagés (levés drone, modélisation numérique) pour affiner la compréhension des processus régissant les transits sédimentaires le long de la plage.

Des campagnes devront être menées autour d'épisodes de houles cycloniques pour évaluer leur impact sur le littoral et valider l'hypothèse de transports sédimentaires du nord vers le sud.

Si lors de l'expertise, il était envisagé de déplacer des sédiments du secteur nord vers le sud, ces nouvelles données montrent l'importance de capitaliser des données d'observation pour bien comprendre la dynamique sédimentaire du littoral. En effet, le secteur nord reste très exposé aux fortes houles australes et ne serait probablement pas le secteur d'extraction à privilégier. Il faudrait probablement privilégier des opérations dans la zone de transition moins sujette à de fortes variations morphologiques voire à analyser le possible ensablement du bassin pirogue.

### 6. Conclusion

Le programme d'actions 2019-2020 d'OBSCOT a permis de compléter les suivis quantitatifs (profils topographiques voire topo-bathymétriques) sur 13 sites et le suivi qualitatifs (prise de photo) sur 10 sites complémentaires. Ces informations sont indispensables pour une meilleure compréhension des phénomènes et une bancarisation des évolutions morphologiques de chacun des sites.

La mise en place des suivis évènementiels permet de mieux caractériser l'impact des évènements énergétiques sur le littoral et d'émettre des hypothèses sur son fonctionnement et notamment sur l'identification de seuils morphogènes. Dans le cadre de ce programme, deux périodes de fortes houles ont eu lieu : entre le 07 et le 10 juillet 2020 ainsi qu'entre le 23 et 25 juillet 2020. Ces périodes ont été encadrées par des relevés topographiques sur 4 sites de la côte Ouest de La Réunion : la plage située à l'Ouest du port de Saint-Pierre, celle située devant la gendarmerie à Saint-Pierre, le littoral de Bel-Air à Saint-Louis ainsi que la plage de la baie de Saint-Paul.

**Sur la plage à l'Ouest du port de Saint-Pierre**, les derniers épisodes de forte houle dont les hauteurs significatives sont comprises entre 4 et 5 m au large de la façade sud-ouest d'après le modèle de prévision MARC de l'IFREMER, n'ont pas eu d'effets significatifs sur la morphologie de plage.

Sur la plage devant la gendarmerie à Saint-Pierre, les derniers épisodes de forte houle dont les hauteurs significatives sont comprises entre 4 et 5 m au large de la façade sud-ouest d'après le modèle de prévision MARC de l'IFREMER, ont engendré peu de changements morphologiques significatifs excepté à l'ouest où le profil de plage s'est abaissé d'une vingtaine de cm. Le léger dépôt en haut de plage à l'est pourrait laisser supposer d'un transit vers l'est lors de ces évènements.

Le suivi le long du littoral de Bel-Air à Saint-Louis montre que les épisodes de juillet 2020 ont générés des apports en bas de plage sur les 3 profils les plus au nord alors que ceux au sud semblent plus stables.

Sur le site de la baie de Saint-Paul, les épisodes ont des effets opposés avec un impact plus marqué au sud-ouest qu'au Nord-Est. Sur la base des conditions hydrodynamiques issues du modèle MARC (IFREMER), il peut être estimé que des houles australes dont la hauteur significative serait supérieure à 2 m pourraient être associées à un phénomène d'érosion le long de la baie de Saint-Paul et notamment au Sud. Au contraire, celles dont la hauteur serait inférieure à 2 m seraient plutôt bénéfiques sur cette partie de la Baie.

Les suivis annuels permettent d'identifier le comportement des différentes façades littorales de La Réunion au cours de ces dernières années et de définir l'état morphologique des sites suivis en fonction des derniers relevés effectués comme le montre le tableau suivant :

SITES	TYPE SUIVI	DE	EVOLUTION	RECOMMANDATIONS	Etat du dernier levé (2020)
St Denis (Barachois)	Qualitatif		Pas d'évolution favorable réellement significative malgré l'absence d'épisodes cycloniques.  Les fortes houles se réfléchissent contre le mur en emportant les sédiments vers le large.	Poursuivre le suivi pour anticiper des actions de protection de l'ouvrage et réaliser un suivi de l'ouvrage.	Etat moyen
St Denis (Lancastel)	Qualitatif quantitatif	et	Alternance de phase d'érosion et d'accrétion marquée principalement par la présence ou non d'évènements de type cyclonique et de leurs caractéristiques. Le cyclone GAMEDE (2007) a particulièrement affecté ce littoral dont le temps de résilience est estimé à 7 ans pour ce type d'évènement.  La perte des sédiments vers le large n'est pas compensée, la faible largeur de plage ne permet pas de dissiper l'énergie de la houle qui vient frapper de	Poursuivre le suivi pour capitaliser la donnée qui sera utile pour améliorer la connaissance sur la capacité de résilience du site dans les années à venir.	Etat dégradé
Ste Marie (Port)	Qualitatif quantitatif	et	Poursuite d'une tendance à l'accumulation de sédiments le long de la digue est du port de Sainte-Marie  La présence du port situé en aval dérive bloque le transit sédimentaire.	Une réflexion sur la gestion de cette zone d'accumulation de sédiments devrait être menée afin de limiter cette problématique d'ensablement.  Il semble pertinent d'affiner les levés bathymétriques jusqu'à une distance de 300 m à partir du haut de plage pour pleinement exploiter les données et suivre les dépôts de sédiments.	Bon état
Ste Marie (Fraternité)	Qualitatif		Développement de la végétation le long de la microfalaise et engraissement du cordon de galets même s'il présente toujours un stock sédimentaire limité.  Secteur situé en amont de la dérive littorale.	Ce site pourrait bénéficier d'une stratégie de gestion des sédiments avec la possibilité de récupérer les sédiments accumulés contre la digue est du port de Sainte-Marie pour consolider le haut de plage.	Etat moyen
Ste Suzanne (Chapelle)	Qualitatif quantitatif	et	Réapparition de la végétation en haut de plage mais aucun signe de réengraissement du cordon de galets malgré l'absence d'épisode cyclonique.  L'interprétation des évolutions est délicate au vu de la difficulté d'interprétation des observations interannuelles.	Favoriser des opérations de rechargement en galets plutôt que du remblaiement en haut de plage.	Etat moyen

	ı				
Ste Suzanne (centre-ville)	Qualitatif quantitatif	et	Erosion irréversible du haut de plage suite à GAMEDE (2007). Ré-engraissement régulier de la plage depuis mais le site n'a toujours pas retrouvé sa morphologie initiale (précyclonique).  La reconstruction de la plage fluctue de quelques mois pour des houles dont la hauteur significative est inférieure ou égale à 6 m à quelques années lorsque la hauteur significative des houles est égale à 7 m.	La poursuite du suivi, associée à une analyse fine du contexte hydrodynamique sur une période considérée, permettrait de mieux estimer le potentiel érosif des différents régimes de houle cyclonique.	Etat moyen
St André (Champ Borne)	Qualitatif equantitatif	et	Stabilité précaire de la microfalaise en raison du talus en remblais trop proche de la ligne de rivage et trop pentu.  Le suivi vidéo le long du profil bathymétrique n'a pas montré d'impact significatif lié au remblais sur le haut de plage.	Un rechargement de galets respectant la morphologie du littoral serait adapté au retour à l'équilibre du stock sédimentaire.	Etat dégradé
St André (Bois Rouge)	Qualitatif equantitatif	et	Forte variabilité morphologique de la plage liée aux forçages hydrodynamiques.	La poursuite du suivi dans le temps permettra de s'assurer de la bonne résilience de ce secteur.	Etat moyen
St Benoit (Butor)	Qualitatif equantitatif	et	Tendance à l'engraissement du cordon de galets au sud.  Secteur nord en état critique mais des dépôts sédimentaires semblent attester de la saturation de la digue qui laisserait à nouveau transiter les sédiments du sud vers le nord	La poursuite du suivi, notamment le relevé de la position du jet de rive, est nécessaire pour définir un indicateur de l'impact de la jetée sur la largeur de plage et surveiller la phase d'accumulation en partie nord de la jetée.	Bon état (au Sud) et état dégradé (au Nord)
St Joseph (Manapany)	Qualitatif		Tendance à l'équilibre sédimentaire du site avec un net développement de la végétation en haut de plage.  Vulnérabilité des enjeux présents en haut de plage en cas de projection des galets lors des épisodes de fortes houles.	Des actions de reprofilage de la plage de galets permettrait probablement de limiter leur projections sur les aménagements en haut de plage, comme constaté à la suite des houles australes d'août 2019.	Bon état
Petite-Ile (Grande Anse)	Qualitatif quantitatif	et	Poursuite du raidissement de la partie basse de la plage au sud qui reste préoccupante. Dérive littorale marquée du sud vers le nord. Rôle positif de la végétation en haut de plage.	Compte-tenue de la dérive littorale, les aménagements en haut de plage au sud devraient être plus reculés afin de garder une plus grande largeur de plage.  Des actions de renforcement de la végétation et de limitation du piétinement pourraient également être menées pour assurer la préservation du cordon dunaire.	Bon état (au Sud) et état dégradé (au Nord)

	I			
St Pierre (Grand Bois)	Qualitatif	Profil de plage aussi raide qu'observé en 2018 et le substratum rocheux semble d'avantage dépourvu en sable, plus dégradé que les années précédentes alors que la végétation recolonise progressivement le haut de plage.  Cette végétation joue un rôle important dans la fixation du sable.	Le renforcement de la végétation en haut de plage et des réflexions sur les quelques murs présents en haut de plage pourraient être menées.	Etat moyen
St Pierre (Gendarmerie)	Qualitatif et quantitatif	Changement de profil après la houle australe de mai 2007 (impact irréversible) mais bonne résilience suite à des évènements moins énergétiques. Le secteur ouest retrouve un profil à l'équilibre un an voire deux ans après les épisodes de forte houle de 2014 (BEJISA) et de 2017.  Sensibilité aux houles australes dont la hauteur significative serait supérieure à 6 m, probablement en raison de la présence du mur en haut de plage qui favoriserait le départ des sédiments vers le large.	Des actions de reprofilage de plage pourraient être envisagées en cas de forte houle pour favoriser l'équilibre est-ouest. Une réflexion sur les aménagements en haut de plage pourrait également être menée.	Etat moyen
St Pierre (Ravine Blanche)	Qualitatif	Double dynamique d'évolution le long du profil de plage avec un haut de plage en accrétion où un net développement du couvert végétal est observé et un bas de plage en déficit (pente raide, substratum rocheux affleurant).  Le récif joue bien son rôle protecteur face à la houle.	Le renforcement de la végétation en haut de plage favoriserait la fixation du sable.	Etat moyen
St Louis (Bel-Air)	Qualitatif	L'extrémité sud du site de Bel-Air est en érosion chronique.  Les actions de consolidation du haut de plage semblent avoir limitées les phénomènes d'érosion côtière et de submersion marine pour des hauteurs de houle de l'ordre de 4 à 5 m.  Meilleur comportement du profil le plus au nord présentant une plus grande largeur de plage.	Poursuivre le suivi afin de surveiller le comportement mécanique du haut de plage et mieux estimer les pertes sédimentaires vers le large.  Poursuivre la réflexion sur la stratégie de gestion du site en analysant la possibilité de redonner de l'espace au cordon littoral à l'image du profil plus au nord.	Etat moyen
Etang salé les bains (Bassin Pirogue)	Qualitatif et quantitatif	Littoral peu évolutif mais stock sableux limité. Secteur protégé par le récif corallien mais vulnérable face aux fortes houles (dégradation des ouvrages en haut de plage).	Poursuite du suivi pour s'assurer que le déchaussement des ouvrages ne devienne pas problématique.	Etat moyen

	1	ı		
St Leu (sud du port)	Qualitatif	Pas d'évolution morphologique significative depuis 2013. Secteur situé en aval de la dérive littorale.	Possibilité d'espacer les suivis dans le temps.	Bon état
Trois Bassins (Souris Blanche)	Qualitatif	Poursuite de la dégradation de la plage (accentuation de la mise à nue du beach-rock, abaissement du profil de plage, marqueurs d'érosion en haut de plage.  La présence des murs en haut de plage au Sud favoriserait l'érosion de la plage.	Un réflexion pourrait être menée pour évaluer différentes approches permettant d'atténuer le phénomène d'érosion côtière (transferts sédiments de l'ouest vers l'est, recul des murs en haut de plage)	Etat critique
St Paul (Passe de l'Hermitage)	Qualitatif et quantitatif	Pas de variations morphologiques importantes du profil de plage, excepté sur le haut de plage. Sensibilité aux évènements énergétiques.	Suivis des actions de re- végétalisation en cours et de leurs impacts sur le profil de plage	Etat moyen
St Paul (Roches Noires)	Qualitatif	Même si aucune aggravation significative de la plage n'est observée en 2020, ce site présente un stock sédimentaire très limité.  Sensibilité du littoral face aux évènements énergétiques, en raison du blocage du transit sédimentaire au droit du port de Saint-Gilles.	Il pourrait être envisagé la mise en place d'un plan de gestion des sédiments sur le secteur (embouchure de la ravine et plages des brisants). Une réflexion plus globale permettant de limiter la présence des aménagements en haut de plage peut être entreprise à plus long terme.	Etat critique
St Paul (Boucan Canot)	Qualitatif	Bonne stabilité dynamique de la plage depuis 2013.	Cette plage pourrait servir d'exemple en termes d'aménagement en haut de plage pour d'autres sites (site de la Gendarmerie à St- Pierre).	Bon état
St Paul (Baie)	Qualitatif et quantitatif	Bonne capacité de rechargement naturel du site et densification de la végétation en haut de plage.  Identification de seuils morphogènes pour les houles australes avec de plus fortes sensibilités au sud de la baie.  Vulnérabilité du site face aux houles cycloniques.	Vulnérabilité des enjeux présents en haut de plage lors des épisodes cycloniques mais bonne capacité de rechargement naturel de la plage	Bon état
Le Port (Pointe des galets)	Qualitatif et quantitatif	Erosion des stocks sédimentaires en haut de plage, perte de sédiments vers le large, opérations de rechargement réalisées par le GPMLR qui permettent probablement de compenser les pertes sédimentaires et présence d'enjeux importants.	Poursuite du suivi et réflexion à mener sur les opérations de rechargement réalisées par la GPMLR.	Bon état en raison de l'absence d'évènement cyclonique récent et des opérations du GPMLR. Site à suivre avec attention

Illustration 175 – Synthèse des évolutions constatées sur les sites suivis dans le cadre du programme OBSCOT

Un suivi spécifique exceptionnel a été mené sur le littoral de l'Etang-Salé en raison d'un constat d'érosion important de la flèche sableuse au niveau de la Pointe des Sables. 5 campagnes de relevés topographiques et de suivi du trait de côte ont été réalisées et permettent de proposer un schéma de fonctionnement du site en fonction du type de houles australes (direction de provenance et intensité). Ces suivis devraient être maintenus dans le temps pour mieux cerner le comportement hydro-sédimentaire de ce littoral avec en complément des relevés bathymétriques. Cependant, ces dynamiques naturelles deviennent problématiques en raison de la présence des enjeux trop proches du littoral.

## 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.

**BELON R. et SALOMERO J. (2017) –** Etat de la connaissance sur la dynamique du littoral pour mieux appréhender la problématique d'ensablement du port de Sainte-Marie. Rapport final. BRGM/RP-67230-FR, 29 p., 17 fig., 2 tab

**BELON R. et MOUTOUSSAMY L.** (2019) – Plan de prévention des risques littoraux de Trois-Bassins - Analyse des demandes de précision de l'enquête publique. Rapport final. BRGM/RP-69433-FR, p.39, fig.10, tabl.2, ann.2.

**BELON R. (2020) –** Problématique d'érosion côtière sur la plage de l'Etang-Salé au niveau de la Pointe des Sables. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-69862-FR. 32 p., 21 ill.

**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.

MEEDM (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, 2010) — La gestion du trait de côte. Quae. 978-2-7 592-0360-4, 290 p.

# Annexe 1 Suivi qualitatif





Tél.: 02 62 21 22 14

## Centre scientifique et technique 3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 - Orléans Cedex 2 - France Tél.: 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

**Direction régionale de La Réunion** 5, rue Sainte Anne – CS 51016 97404 – Saint Denis Cedex – France