

Document public



# Suivis topographiques de la plage du centre-ville de Saint-Pierre : expérimentation de travaux d'abrasion de coraux morts sur la plage

Rapport final

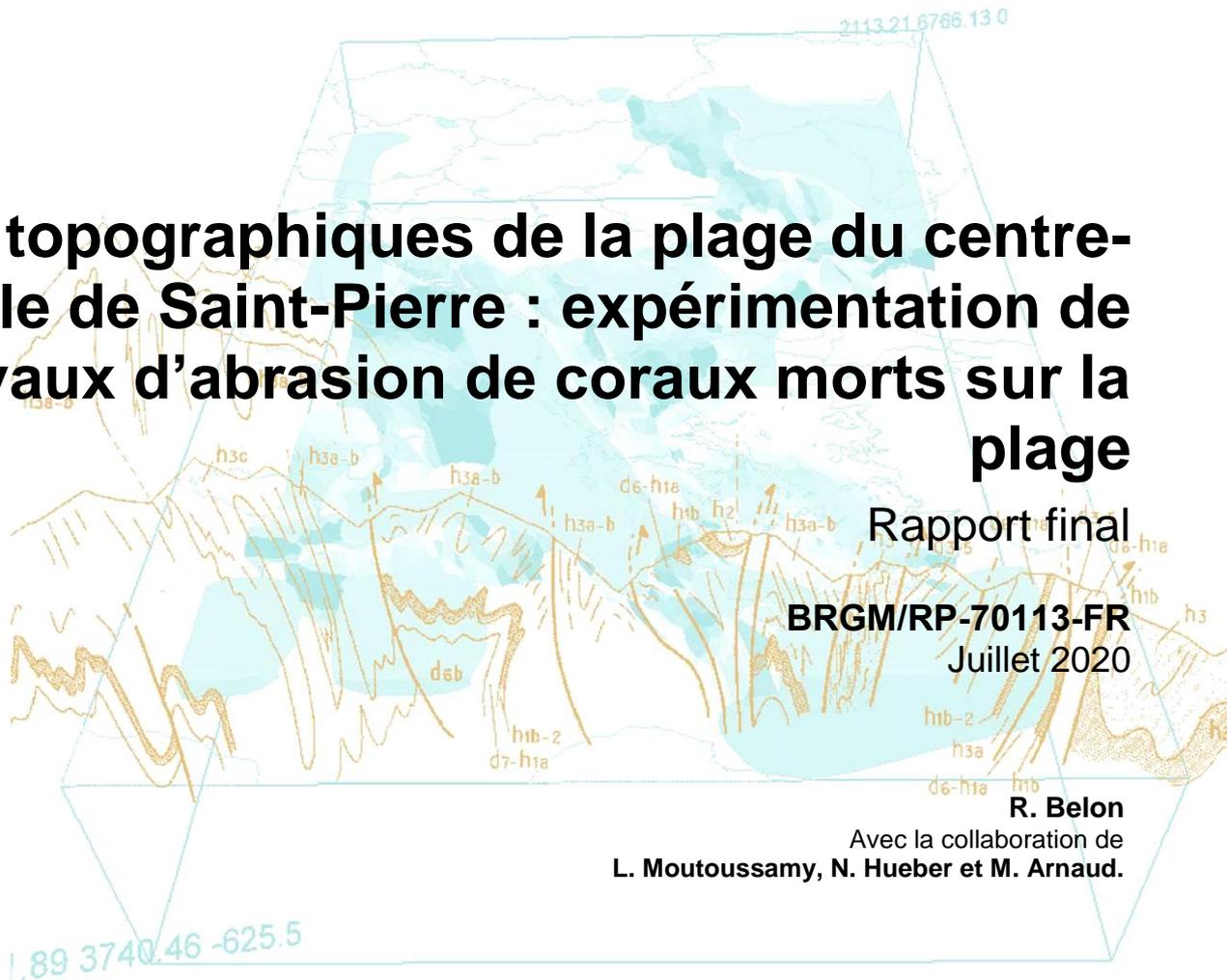
BRGM/RP-70113-FR

Juillet 2020

R. Belon

Avec la collaboration de

L. Moutoussamy, N. Hueber et M. Arnaud.



Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM AP19SDN032.

Ce document a été vérifié par : Cyril Mallet, Chef de projet Littoral

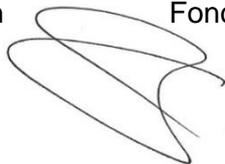
date : 06/08/2020

**Approbateur :**

Nom : K. Samyn

Fonction : Directeur régional - La Réunion Date : 07/08/2020

Signature :



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

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)

**Mots clés :** suivis topographiques, érosion littorale, Saint-Pierre

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

**Belon R.** (2020) avec la collaboration de **L. Moutoussamy, N. Hueber** et **M. Arnaud** – Suivis topographiques de la plage du centre-ville de Saint-Pierre : expérimentation de travaux d'abrasion de coraux morts sur la plage. Rapport BRGM/RP-70113-FR, 17 p., 11 ill.

© BRGM, 2020, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

La plage de Saint-Pierre est une plage de sable blanc protégée par une barrière de corail. Lors d'évènements de forte houle, des bris de coraux morts peuvent s'échouer sur la plage et occasionner une gêne pour les usagers de la plage. La CIVIS (Communauté Intercommunale des Villes Solidaires), qui a en charge la gestion de la plage, a souhaité mettre en place une action permettant d'accélérer le processus d'abrasion naturelle de la plage afin de limiter la gêne occasionnée, tout en favorisant la production de sédiments et la protection de la plage face aux risques d'érosion et de submersion.

La CIVIS bénéficie ainsi d'une AOT (Autorisation d'Occupation Temporaire du Domaine Public Maritime) permettant d'expérimenter des travaux d'abrasion manuelle des coraux conditionnée par la mise en place d'un suivi de l'évolution morphologique de la plage. C'est dans ce cadre que la CIVIS et le BRGM ont mené une action en partenariat afin d'évaluer l'impact de ces travaux sur la dynamique de la plage. La convention a été signée en avril 2019, deux phases de travaux étaient initialement prévues mais seule la première phase a eu lieu entre le 04 et le 15 novembre 2019.

Pour se faire, des campagnes de levés topographiques ont été réalisées avant et après travaux afin de quantifier les évolutions morphologiques de la plage. Les premières mesures effectuées pour cette étude ne sont pas assez nombreuses pour statuer sur l'impact durable des travaux, mais les premières évolutions constatées ne semblent pas mettre en avant un impact négatif sur l'évolution de la plage à court terme (8 mois après les travaux). Des suivis complémentaires devront être réalisés afin de poursuivre ces observations sur une période plus longue, notamment si ces opérations sont amenées à être répétées.

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>6</b>
1.1. SECTEUR D'ETUDE .....	6
1.2. DESCRIPTION DES TRAVAUX .....	7
<b>2. Acquisition des données terrains</b> .....	<b>8</b>
2.1. MATERIEL UTILISE POUR LA TOPOGRAPHIE .....	8
2.2. FREQUENCE DES ACQUISITIONS .....	9
2.3. RECUPERATION DES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES .....	9
<b>3. Analyse des observations</b> .....	<b>10</b>
3.1. CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES DE LA PERIODE OBSERVEE .....	10
3.2. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE .....	11
3.3. SUIVI TOPOGRAPHIQUE .....	12
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>15</b>
<b>5. Bibliographie</b> .....	<b>16</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 – Localisation des profils topographiques relevés sur la plage de Saint-Pierre .....	7
Illustration 2 – Identification de la zone de travaux de la plage de Saint-Pierre .....	7
Illustration 3 – Dispositifs mobiles de levé topographique (DGPS) .....	8
<i>Illustration 4 – Réseau Lél@ de stations fixes permanentes (en vert - source Leica Geosystems) .....</i>	<i>8</i>
Illustration 5 – Point d'extraction des caractéristiques de la houle .....	9
Illustration 6 – Caractéristiques des évènements de houle dont la hauteur significative dépasse 3 m au large de Saint-Pierre .....	10
Illustration 7 – Caractéristiques de la houle en lien avec les campagnes de travaux et d'observations .....	11
Illustration 8 – Suivi photographique du site entre le 11/07/2019 et le 28/07/2020 .....	12
Illustration 9 – Evolutions des profils topographiques de la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port .....	14
Illustration 10 – Différence de volume sédimentaire calculée le long des profils topographiques sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port .....	15
Illustration 11 - Différence de volume sédimentaire calculée le long des profils topographiques sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port entre le premier et le dernier levé terrain .....	15



# 1. Introduction

La CIVIS (Communauté Intercommunale des Villes Solidaires) a souhaité mettre en place à titre expérimental des travaux d'abrasion de fragments de coraux sur une portion de plage du centre-ville de Saint-Pierre. En effet, lors d'épisodes de forte houle, des débris de coraux morts peuvent être déposés sur la plage par les vagues et occasionner une gêne pour les usagers de la plage. Ces travaux d'abrasion ont ainsi pour objectifs de limiter la gêne occasionnée, tout en accélérant la production de sédiments biodétritiques liée à l'abrasion manuelle des coraux morts. Ces apports naturels peuvent également contribuer à réduire la vulnérabilité de la plage face aux risques liés à l'érosion côtière et à la submersion marine.

Une AOT (Autorisation d'Occupation Temporaire du Domaine Public Maritime) a été délivrée et conditionnée par la mise en place d'un suivi topographique afin de s'assurer que ces travaux ne génèrent pas de problématique d'érosion particulière. Une convention de partenariat a été établie entre la CIVIS et le BRGM en avril 2019 jusqu'à fin 2021. L'objectif de cette tâche est de suivre l'évolution topographique du site. Des relevés ont été réalisés avant et après la phase de travaux qui ont eu lieu entre le 04 et le 15 novembre 2019. Le présent rapport a pour objectif de présenter les premiers résultats.

Des levés topographiques ont été mis en place pour cette étude le long de 3 lignes perpendiculaires à la plage (transects) : deux dans la zone de broyage et une hors zone de broyage. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un GPS différentiel et complétées par un suivi photographique du site

## 1.1. SECTEUR D'ETUDE

Le secteur concerné par cette étude est la plage du centre-ville de Saint-Pierre située à l'Ouest du port. Cette plage sableuse est protégée par une barrière de corail, elle s'étend sur un linéaire de l'ordre de 500 m et sur une largeur allant de 20 à 30 m environ. Le haut de plage est artificialisé sur les extrémités et reste plus naturel sur sa partie centrale avec la présence de végétation. Cette plage orientée plein sud est soumise aux houles australes dominantes en provenance du sud, sud-ouest mais peut être également concernée dans une moindre mesure par les houles cycloniques, selon la trajectoire du système dépressionnaire.

La plage présente un taux de recul estimé à -0,10 m/an dans le cadre du Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL, Chateauminois et al., 2013). Afin de suivre l'évolution morphologique du site, trois profils ont été implantés (Illustration 1) et ont fait l'objet de plusieurs suivis depuis juillet 2019. Au total, cinq campagnes de mesure ont été menées, trois campagnes avant les travaux et deux campagnes après. Des suivis photographiques ont également été réalisés.

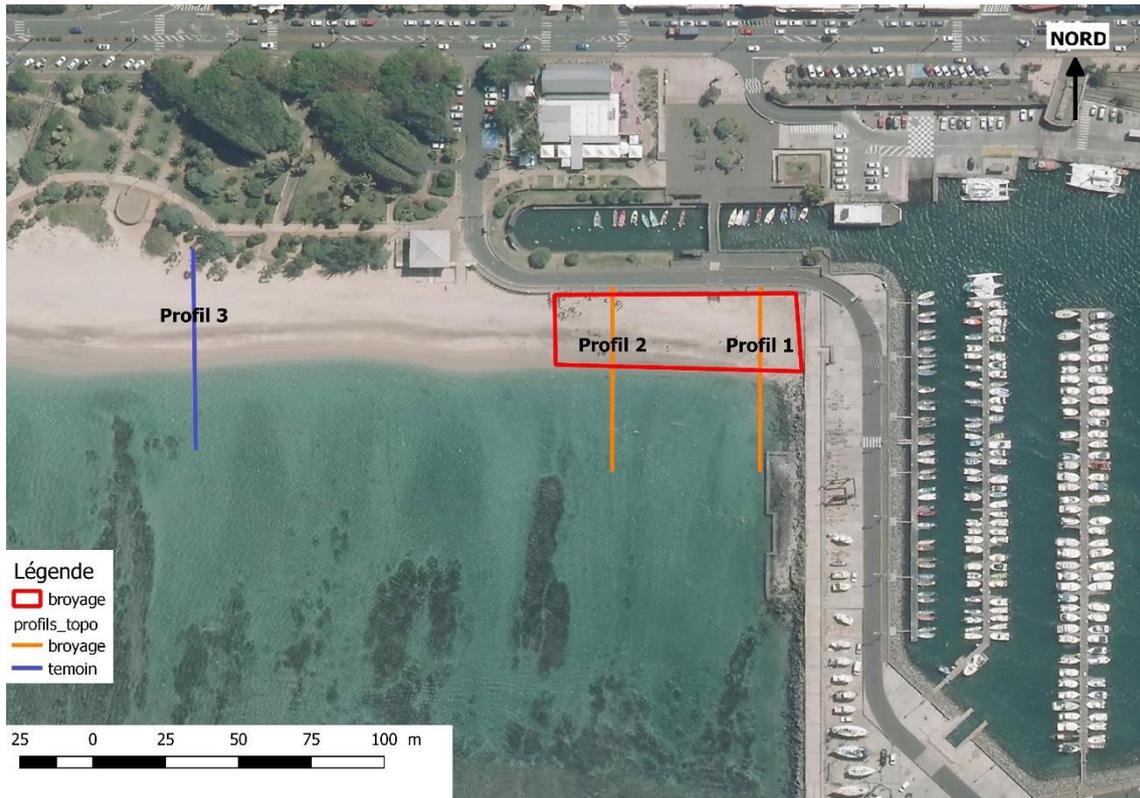


Illustration 1 – Localisation des profils topographiques relevés sur la plage de Saint-Pierre et de la zone de dépôt des broyats coralliens. Les profils orange sont situés dans la zone de broyage et le profil bleu est un profil témoin hors zone de broyage.

## 1.2. DESCRIPTION DES TRAVAUX

Ces travaux ont pour objet de rassembler les coraux morts et échoués sur la plage sur une zone identifiée sur laquelle des opérations de broyage seront menées afin de limiter les effets contondants pour les usagers de la plage (Illustration 2).



### COMMUNE DE SAINT-PIERRE PLAGE CENTRE-VILLE



Illustration 2 – Identification de la zone de travaux de la plage de Saint-Pierre

L'abrasion des coraux se fait mécaniquement sur place avec un tracteur et un broyeur attelé pour obtenir *in fine* des débris de coraux de dimensions hétérogènes et majoritairement supérieures à 40 mm.

L'opération s'est déroulée du 04 au 15 novembre 2019.

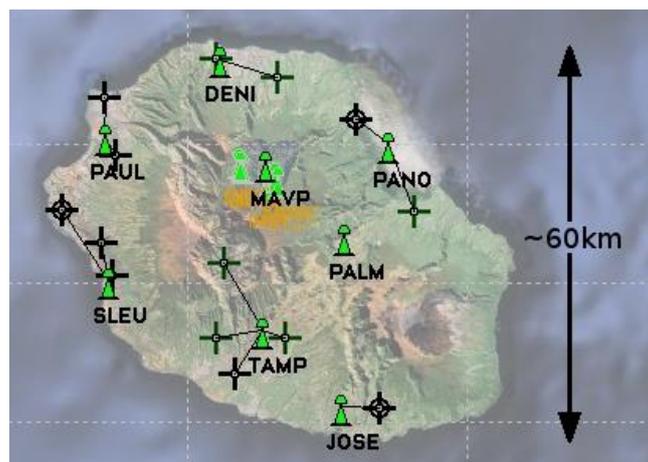
## 2. Acquisition des données terrains

### 2.1. MATERIEL UTILISE POUR LA TOPOGRAPHIE

Le matériel utilisé pour le positionnement est un DGPS (Illustration 3) connecté au réseau permanent Lél@ de Leica (Illustration 4) qui permet de s'affranchir de la mise en place fastidieuse d'une base fixe sur chaque site. La marge d'erreur en X, Y, Z est considérée comme inférieure au décimètre en topographie. Le référentiel altimétrique est le Nivellement Général de La Réunion (NGR) de l'IGN.



Illustration 3 – Dispositifs mobiles de levé topographique (DGPS)



Légende :

 Station du réseau Lél@

Illustration 4 – Réseau Lél@ de stations fixes permanentes (en vert - source Leica Geosystems)

Ces données topographiques ont été comparées à des données plus anciennes issues d'un levé haute résolution utilisant la technique Lidar datant de 2008 et réalisé par l'IGN.

## 2.2. FREQUENCE DES ACQUISITIONS

Sachant que les travaux d'abrasion des coraux ont eu lieu au cours du mois de novembre 2019, cinq campagnes topographiques ont été menées sur ce site :

- Trois campagnes ont été réalisées avant les travaux : le 11 juillet, 18 juillet et 22 août 2019 qui permettent de suivre l'évolution du site avant les travaux notamment suite à un évènement de forte houle ;
- Trois campagnes après les travaux : le 17 janvier 2020, le 10 juin 2020 et 28 juillet 2020 intégrant également un évènement de forte houle et ainsi identifier s'il y a un changement dans la dynamique de la plage.

Pour chacune des campagnes de terrain, un suivi photographique du site a également été mené afin de caractériser l'état géomorphologique du site l'état du site et son évolution temporelle. Les prises de vues ont été réalisées au droit des profils topographiques, sur le haut et le bas de plage, selon des angles de vue identiques d'une campagne à l'autre.

## 2.3. RECUPERATION DES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES

Afin de comparer les suivis de plage avec les conditions météo-marines, les données du modèle MARC développé par l'IFREMER ont été extraites sur un point situé à une distance de l'ordre de 900 m au large de Saint-Pierre (Illustration 5). Ces données sont issues de modélisations et non de mesure *in-situ*, ce qui peut générer des incertitudes mais permet d'avoir une relativement bonne représentativité du climat de houle survenu durant la période des observations.

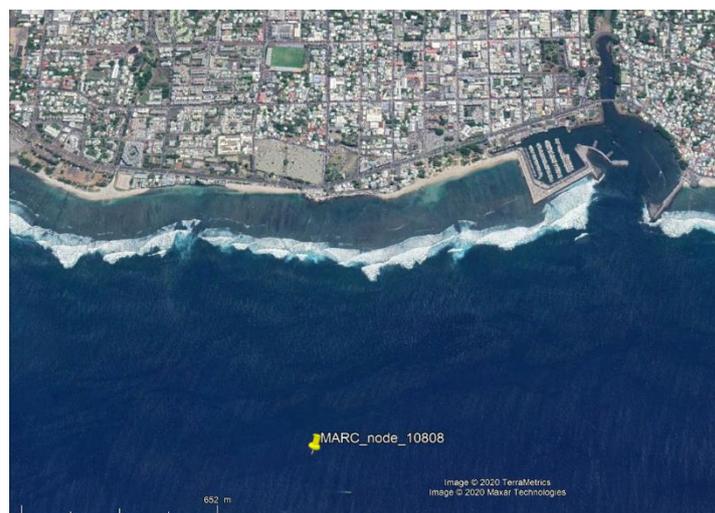


Illustration 5 – Point d'extraction des caractéristiques de la houle

### 3. Analyse des observations

#### 3.1. CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES DE LA PERIODE OBSERVEE

Le climat de houle modélisé au cours de la période d'observation entre le 11 juillet 2019 et le 28 juillet 2020, permet de mettre en avant la présence de 5 événements de houle en provenance du Sud dont la hauteur significative a dépassé les 4 m :

- le premier a eu lieu entre le 12 et 13 juillet 2019, la hauteur significative maximale modélisée est de 4,9 m le 12 juillet 2019 à 21h avec une période moyenne de 11,6 s et une direction de pic de 187° ;
- le deuxième a eu lieu le 15 juillet 2019, la hauteur significative maximale modélisée est de 4,1 m le 15 juillet 2019 à 12h avec une période moyenne de 9 s et une direction de pic de 194° ;
- le troisième entre le 18 et 19 août 2019, la hauteur significative maximale modélisée est de 4,5 m le 19 août 2019 à 0h avec une période moyenne de 13,7 s et une direction de pic de 192° ;
- le quatrième entre le 08 et le 10 juillet 2020, la hauteur significative maximale modélisée est de 4,6 m le 10 juillet 2020 à 0h avec une période moyenne de 9,2 s et une direction de pic de 192° ;
- le cinquième entre le 23 et le 24 juillet 2020, la hauteur significative maximale modélisée est de 4,3 m le 24 juillet 2020 à 0h avec une période moyenne de 8,3 s et une direction de pic de 189° (Illustration 7).

En dehors de ces événements, malgré une dizaine d'épisodes (16 en réalité) caractérisés par une hauteur significative dépassant les 3 m, les conditions peuvent être considérées comme faiblement énergétique pour le contexte réunionnais (Illustration 6).

Date_debut	Date_fin	Duree_tempete	Date_Hsmax	Hs_max	Periode_moyenne(Hs_max)	Direction_pic(Hs_max)
12/07/2019 12:00	13/07/2019 18:00	33	12/07/2019 21:00	4.90	11.58	187
15/07/2019 03:00	16/07/2019 06:00	30	15/07/2019 12:00	4.09	8.99	194
17/08/2019 03:00	17/08/2019 15:00	15	17/08/2019 09:00	3.45	11.67	196
18/08/2019 12:00	20/08/2019 15:00	54	19/08/2019 00:00	4.51	13.67	192
23/08/2019 21:00	24/08/2019 12:00	18	24/08/2019 03:00	3.37	12.32	191
07/09/2019 21:00	09/09/2019 03:00	33	08/09/2019 03:00	3.58	6.96	201
24/10/2019 12:00	24/10/2019 15:00	6	24/10/2019 15:00	3.02	12.82	192
06/11/2019 15:00	07/11/2019 12:00	24	06/11/2019 21:00	3.47	10.81	193
07/12/2019 00:00	07/12/2019 15:00	18	07/12/2019 06:00	3.40	13.37	192
31/12/2019 00:00	31/12/2019 09:00	12	31/12/2019 06:00	3.09	5.86	148
22/01/2020 09:00	22/01/2020 12:00	6	22/01/2020 09:00	3.14	6.60	195
25/01/2020 00:00	25/01/2020 21:00	24	25/01/2020 06:00	3.83	6.75	176
08/03/2020 21:00	09/03/2020 15:00	21	09/03/2020 06:00	3.58	7.12	182
07/06/2020 09:00	08/06/2020 06:00	24	07/06/2020 15:00	3.48	6.83	175
18/06/2020 15:00	18/06/2020 21:00	9	18/06/2020 18:00	3.17	7.07	187
02/07/2020 03:00	02/07/2020 09:00	9	02/07/2020 03:00	3.11	7.61	201
05/07/2020 12:00	05/07/2020 21:00	12	05/07/2020 18:00	3.48	8.75	196
07/07/2020 12:00	10/07/2020 18:00	81	10/07/2020 00:00	4.61	9.23	192
19/07/2020 00:00	19/07/2020 12:00	15	19/07/2020 06:00	3.17	7.19	193
23/07/2020 09:00	25/07/2020 15:00	57	24/07/2020 00:00	4.27	8.28	189
26/07/2020 09:00	26/07/2020 21:00	15	26/07/2020 15:00	3.16	7.81	172

Illustration 6 – Caractéristiques des événements de houle dont la hauteur significative dépasse 3 m au large de Saint-Pierre

La direction de provenance des houles modélisées est comprise entre 130° et 210° avec une moyenne autour des 185° soit des houles majoritairement en provenance du Sud, Sud-Ouest.

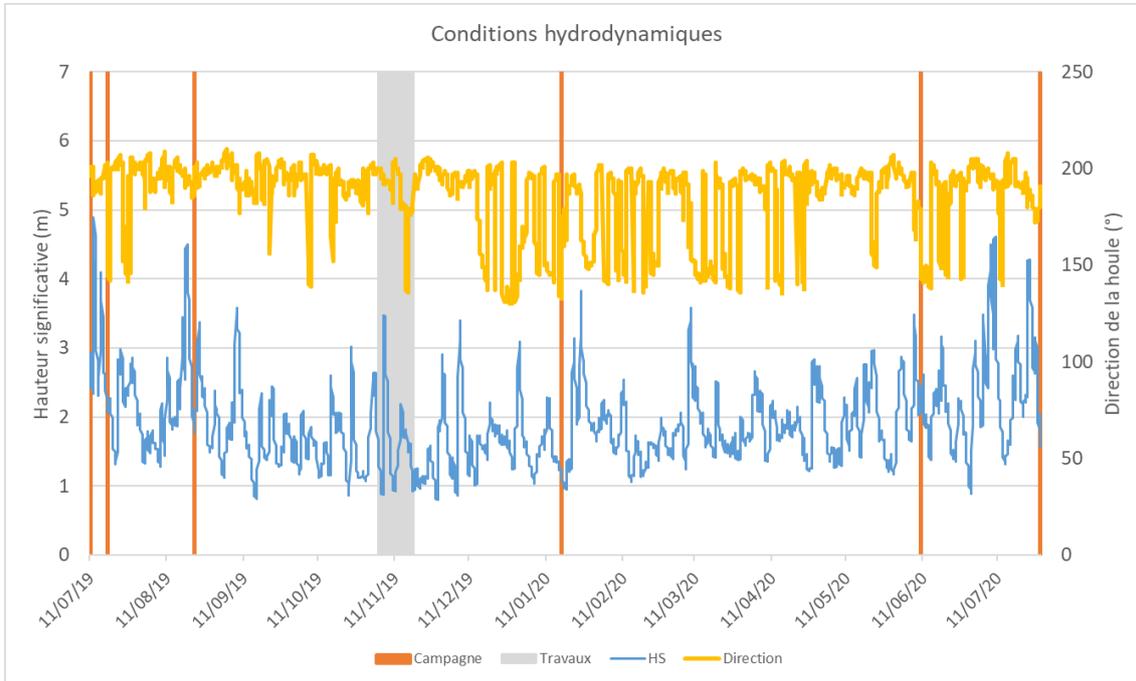


Illustration 7 – Caractéristiques de la houle en lien avec les campagnes de travaux et d'observations (données MARC au droit du site d'étude, Illustration 5)

### 3.2. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

Les photographies du site prises lors des campagnes terrain permettent de visualiser l'absence d'évolution morphologique majeure du site. Sur les photos allant du 11 juillet au 22 août 2019, la présence de coraux morts est visible sur le haut de plage. A partir du 07 novembre 2019, les photos représentent la plage après les travaux. Globalement les changements morphologiques de la plage semblent rester dans des gammes de variations relativement faibles. Ces observations devront être appuyées par l'analyse des données topographiques du site (Illustration 8).



Illustration 8 – Suivi photographique du site entre le 11/07/2019 et le 28/07/2020

### 3.3. SUIVI TOPOGRAPHIQUE

Les profils topographiques relevés à l'ouest du port de Saint-Pierre présentent une relativement bonne résilience de la plage vis-à-vis de la situation de 2008 (données haute résolution de l'IGN) postérieure aux houles australes de mai 2007 qui ont généré des érosions importantes sur les façades ouest et sud de l'île. En effet, les trois profils présentent un meilleur état de la plage que ceux de 2008 avec un gain en sédiment de l'ordre de 10 m<sup>3</sup>/m sur chacun des profils sur la période allant de 2008 au 11 juillet 2019 (Illustration 9).

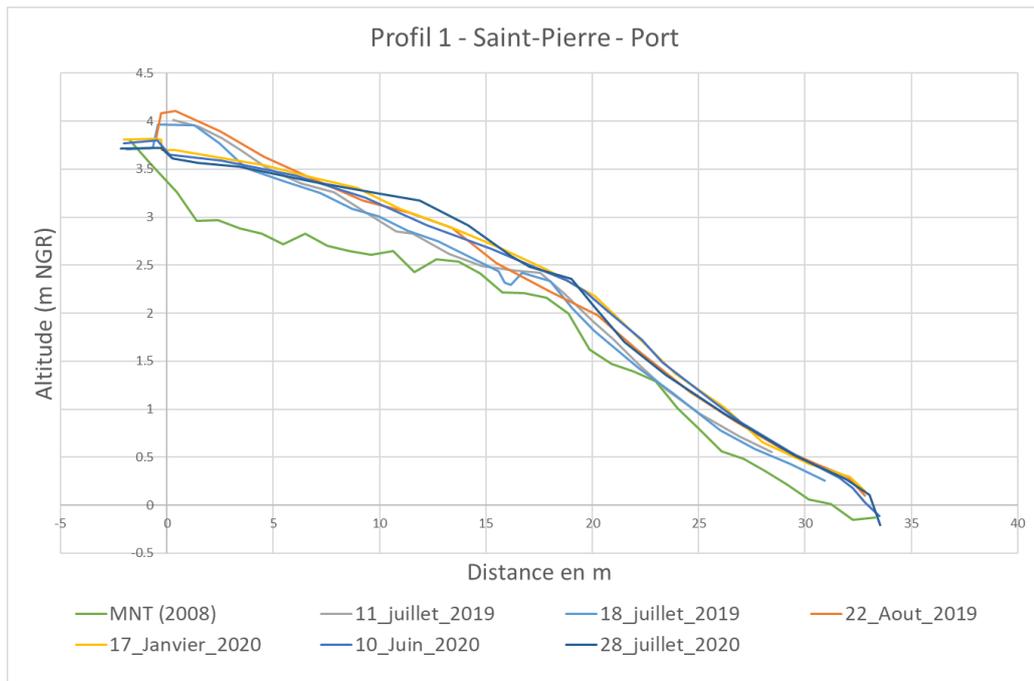
Entre le 11 et le 18 juillet 2019, seul le profil 1 (le plus proche de la digue) semble subir une érosion (Illustration 9). Cependant, les variations observées sur les profils 1 et 3 sont relativement faibles, alors que le profil 2 bénéficie d'une accrétion plus conséquente avec notamment un dépôt sédimentaire en haut de plage engendrant un rehaussement de 10 à 30 cm. Il se pourrait que les sédiments se soient déplacés de l'Est vers l'Ouest sous l'effet de l'épisode de forte houle du 12 juillet 2019 d'une hauteur significative estimée à 4,9 m (Illustration 7).

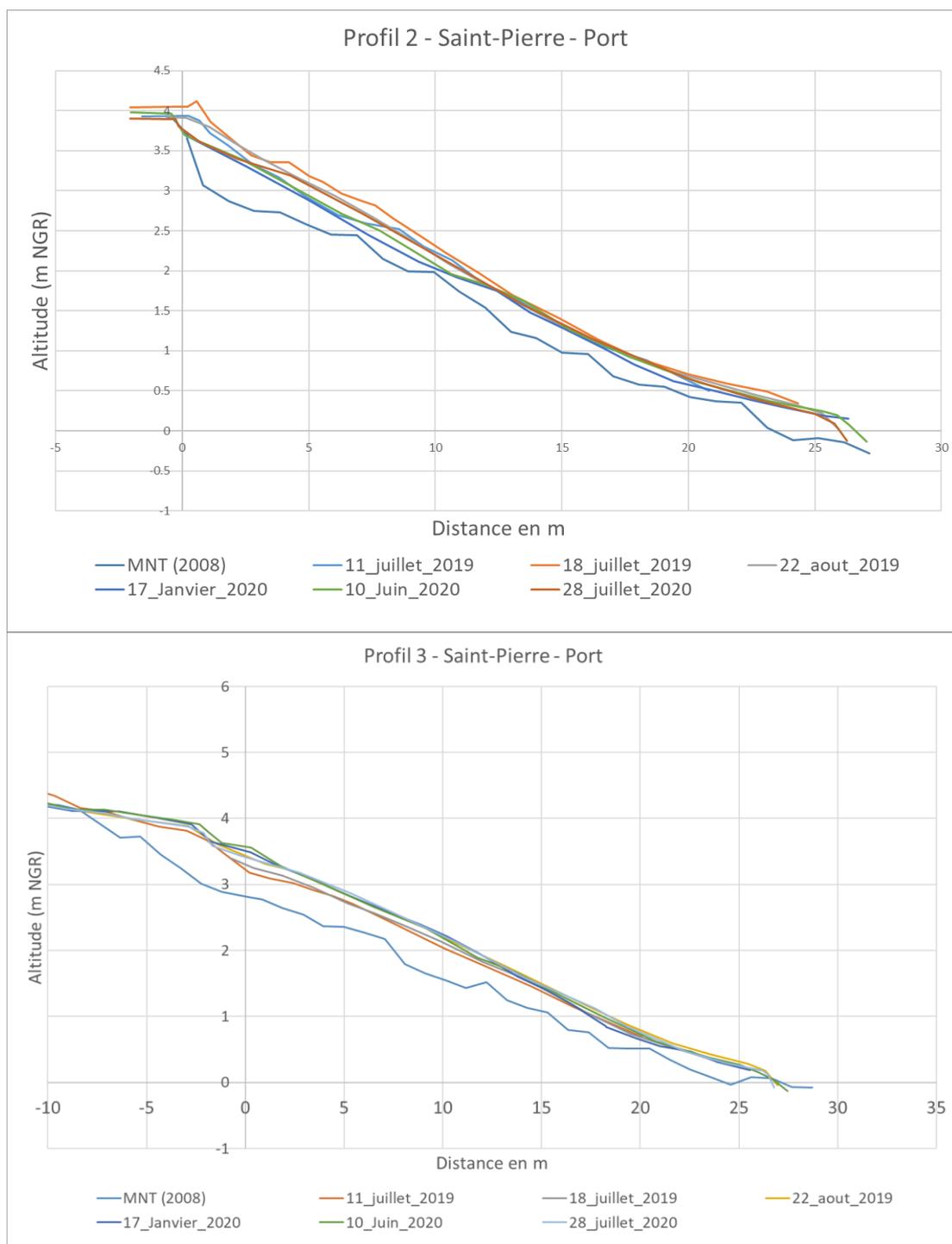
La deuxième période d'observation entre le 18 juillet 2019 et le 22 août 2019 montre un rechargement des profils 1 et 3 alors que le profil 2 subit une érosion (Illustration 9). Cette période est caractérisée par un épisode de forte houle dont la hauteur significative est estimée à 4,5 m le 19 août 2019.

La troisième période d'observation entre le 22 août 2019 et le 17 janvier 2020 encadre les travaux qui ont été menés entre le 04 et le 15 novembre 2019. Les évolutions montrent des modifications des profils de plage liées au reprofilage mécanique de la plage sur les profils 1 et 2 (le haut de plage est fortement modifié pour retrouver un profil plus naturel, soit une pente plus douce), avec une perte sédimentaire sur le profil 2 alors que le profil 1 bénéficie d'une légère accrétion (Illustration 9). Le profil 3, quant à lui, sur cette même période, reste globalement stable avec une légère tendance à l'érosion.

La quatrième période d'observation entre le 17 janvier et le 10 juin 2020 montre une légère érosion du profil 1 alors que les deux autres profils sont plutôt en accrétion (Illustration 9). Cette période ne présente pas d'évènement de houle dont la hauteur significative dépasse 4 m.

La dernière période d'observation entre le 10 juin et le 28 juillet 2020 présente une stabilité voire une accrétion de l'ensemble des profils et ce malgré deux évènements dont les hauteurs significatives de la houle dépassent 4 m (Illustration 6).





*Illustration 9 – Evolutions des profils topographiques de la plage de Saint-Pierre à l’ouest du port*

Les bilans sédimentaires sont rassemblés dans l’Illustration 10 et complètent les observations faites ci-dessus.

Différence de Volume (m3/m)	2008-11/07/2019	11/07/2019-18/07/2019	18/07/2019-22/08/2019	Travaux	22/08/2019-17/01/2020	17/01/2020-10/06/2020	10/06/2020-28/07/2020
<b>Profil 1</b>	+10.2	-0.9	+3.8		+0.8	-0.8	0
<b>Profil 2</b>	+7.2	+2.5	-1.6		-2.9	+1.2	+1
<b>Profil 3</b>	+11.5	+0.8	+2		-0.4	+0.3	+0.3

Illustration 10 – Différence de volume sédimentaire calculée le long des profils topographiques sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port

Sur la période comprise entre le premier et le dernier levé de terrain soit entre le 11 juillet 2019 et le 28 juillet 2020, le bilan sédimentaire est positif malgré les événements de forte houle et les travaux d'abrasion des coraux morts (Illustration 11).

Différence de Volume (m3/m)	11/07/2019-28/07/2020
<b>Profil 1</b>	+2.9
<b>Profil 2</b>	+0.2
<b>Profil 3</b>	+3

Illustration 11 - Différence de volume sédimentaire calculée le long des profils topographiques sur la plage de Saint-Pierre à l'ouest du port entre le premier et le dernier levé terrain

Les évolutions topographiques restent relativement contenues et ne présentent pas de comportement anormal du fait des travaux d'abrasion.

## 4. Conclusion

Les relevés topographiques réalisés sur la plage de Saint-Pierre ne semblent pas montrer d'évolutions particulières qui seraient liées aux travaux d'abrasion des coraux.

Les variabilités naturelles constatées notamment entre 2008 et juillet 2019 montrent des amplitudes d'évolutions bien plus importantes que celles observées avant et après travaux. La situation actuelle montre que la plage possède une bonne capacité de résilience naturelle.

Les observations faites avant et après la période de travaux sont caractérisées par des événements de forte houle de caractéristiques proches et les évolutions restent dans des ordres de grandeur similaires et relativement faibles.

Il est opportun de poursuivre le suivi pour évaluer l'effet à plus long terme de l'opération, dans un contexte plus énergétique ainsi qu'en cas de renouvellement de l'opération pour pouvoir avoir un recul suffisant sur l'impact de ces travaux et ainsi confirmer qu'il n'y a pas d'effets négatifs sur l'évolution morphologique de la plage.

## 5. Bibliographie

**Belon R. et Moutoussamy L.** (2019) – OBSCOT 2018-2019 – Observation et gestion de l'érosion côtière à La Réunion. Rapport provisoire. BRGM/RP-69661-FR, 142 p., 122 ill., 1 annexe (71p.).

CHATEAUMINOIS E., DE LA TORRE Y., LE ROY S. et PEDREROS R. – Collab. DRUON J. (2013) – Caractérisation et cartographie des aléas côtiers pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux des communes du Sud-Ouest de la Réunion. Rapport final. BRGM/RP-62172-FR, 69 p et 4 annexes hors-texte.



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

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

**Direction régionale de La Réunion**

5, rue Sainte Anne – CS 51016

97404 – Saint Denis Cedex – France

Tél. : 02 62 21 22 14