Document public

Rapport d'expertise :

Problématique d'érosion côtière sur la plage de l'Etang-Salé au niveau de la Pointe des Sables

BRGM/RP-69862-FR
Avril 2020

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ☐ Appuis à la police de l'eau ☐

Catastrophe naturelle ☐ Autres ☒

Date de réalisation de l'expertise : 02/04/2020

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Plage de l'Etang-Salé

Auteurs BRGM : R. Belon

Demandeur : Communauté Intercommunale des Villes Solidaires (CIVIS)

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001. Contact : qualite@brgm.fr

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM. Il constitue un tout indissociable et complet ; une exploitation partielle ou sortie du contexte particulier de l'expertise n'engage pas la responsabilité du BRGM.

La diffusion des rapports publics est soumise aux conditions de communicabilité des documents, définie en accord avec le demandeur. Aucune diffusion du présent document vers des tiers identifiés ne sera volontairement engagée par le BRGM sans notification explicite du demandeur.
Le BRGM a mis en place un dispositif de déontologie visant à développer une culture de l'intégrité et de la responsabilité dans le quotidien de tous ses salariés.

Après examen, il est ressorti qu'il n'existait aucun lien d'intérêt :
- ***entre le BRGM et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise,***
- ***entre les salariés du BRGM qui seront impliqués et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise.***

susceptible de compromettre l'indépendance et l'impartialité du BRGM dans la réalisation de cette expertise.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : Cyril Mallet	Nom : Kevin Samyn
Ingénieur risques côtiers	Directeur de la direction régionale de La Réunion
Date : 14/04/2020	Date : 20/04/2020
Signature **:**	Signature **:**

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

Mots-clés : expertise, érosion littorale, houle, cellule sédimentaire, trait de côte, plage, Etang-Salé, La Réunion

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

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.

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

Sommaire

1. Introduction **5**

2. Contexte général **6**

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE 6

2.2. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE 7

2.3. HISTORIQUE DE LA DYNAMIQUE COTIERE 10

2.3.1 Cellule sédimentaire 10

2.3.2 Synthèse 18

3. Constat récent de l'érosion **19**

4. Diagnostic **21**

5. Risque résiduel **22**

6. Recommandations **22**

7. Déclaration **23**

8. Annexes **24**

Liste des illustrations

Illustration 1 – Localisation (plan scan25) générale de la zone concernée (http://m.geoportail.fr/) 6

Illustration 2 – Localisation détaillée (ortho+cadastre) de la zone concernée par l'instabilité (http://geoportail.gouv.fr/) 6

Illustration 3 – Localisation des ravines du Ruisseau et Mula au Nord de la cellule sédimentaire 7

Illustration 4 – 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) 9

Illustration 5 – Implantation de transects sur le site d'étude 11

Illustration 6 – Principe de la régression linéaire pondérée pour le calcul par DSAS de l'évolution du trait de côte (Himmelstoss, 20093) 11

Illustration 7 – Taux d'évolution du jet de rive sur la cellule sédimentaire 12

Illustration 8 – Forte mobilité du jet de rive au droit de la Pointe des Sables, secteur de l'expertise (zone de formation/évolution d'une flèche sableuse) 13

Illustration 9 – Dynamique de la flèche sableuse au niveau de la Pointe des Sables (©GoogleEarth) 14

Illustration 10 – Point d'extraction des caractéristiques 14

Illustration 11 – Caractéristiques de la houle au large de l'Etang-Salé (données http://umr-lops.org/marc) .. 15

Illustration 12 – Trajectoire du cyclone BEJISA (MétéoFrance) 15

Illustration 13 – Images ©GoogleEarth du 14/12/2013 (à gauche) et du 26/01/2014 (à droite) 16

Illustration 14 – Caractéristiques de la houle entre le 04/07/2019 et le 03/08/2019 (données http://umr-lops.org/marc) 17

Illustration 15 – Illustration de la flèche sableuse (©GoogleEarth) le 04/07/2019 (à gauche) et le 03/08/2019 (à droite). 17

Illustration 16 – Caractéristiques de la houle entre le 03/08/2019 et le 15/08/2019 (données http://umr-lops.org/marc) 18

Illustration 17 – Illustration de la flèche sableuse (©GoogleEarth) le 03/08/2019 (à gauche) et le 15/08/2019 (à droite). 18

Illustration 18 – Synthèse des transits sédimentaires hypothétiques en lien avec les régime de houle 19

Illustration 19 – Photos prises de la zone par la CIVIS (poste de secours menacé par l'érosion à gauche, érosion marquée au sud du poste de secours avec les racines de filaos mises à nues à droite) 20

Illustration 20 – Limite de végétation plus avancée vers la mer au niveau du secteur de l'expertise 21

Illustration 21 – Caractéristiques de la houle de mars 2018 à avril 2020 (données http://umr-lops.org/marc) 22

1. Introduction

La CIVIS (Communauté Intercommunale des Villes Solidaires) a sollicité le 02 Avril 2020 le BRGM de La Réunion pour réaliser un diagnostic de risques faisant suite à l'apparition d'un phénomène d'érosion côtière, constaté depuis le 04 février 2020 (CIVIS), sur le territoire de la commune de l'Etang-Salé. Les objectifs de la mission sont les suivants :

- Identifier si possible la cause de ce phénomène d'érosion côtière ;
- Evaluer le niveau de risques résiduels ;
- Si nécessaire, établir des recommandations en matière de sécurisation.

Ce phénomène d'érosion côtière observé récemment ne semble pas être la cause d'une érosion chronique du secteur mais plutôt d'une conjoncture d'éléments affectant la dynamique sédimentaire récente du site. Ce phénomène menace dans un premier temps le poste de secours présent sur cette partie du littoral ainsi qu'un ancien local de pêcheur localisé plus au Sud. Ce secteur est également l'emplacement d'une zone de baignade surveillée qui, du fait de cette problématique d'érosion, devient dangereuse pour les usagers. C'est pourquoi il est nécessaire de réaliser une expertise spécifique à cette problématique récente d'érosion côtière afin de mieux cerner les processus qui pourraient être responsables de ce phénomène.

Ce diagnostic a été établi par un intervenant de la direction régionale du BRGM à La Réunion. Il s'appuie sur des photographies faites sur le terrain par la CIVIS faute d'avoir pu intervenir sur le terrain en raison de la crise sanitaire liée au virus COVID-19. En complément, une analyse des informations disponibles relatives au contexte général est menée au travers de la consultation des bases de données accessibles.

Au-delà, l'expertise s'est appuyée sur la consultation des documents suivants :

- **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
- **Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan** (2009) - *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change* : U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *updated for version 4.2
- **Himmelstoss, E.A.** (2009) - "DSAS 4.0 Installation Instuctions and User Guide" in : Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan. 2009 *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change*: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *updated for version 4.2
- Caractéristiques de la houle issues des données du projet MARC (Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière) développé par l'IFREMER (https://marc.ifremer.fr/)
- Images ©GoogleEarth

L'expertise s'inscrit dans le cadre de la convention de partenariat entre la CIVIS et le BRGM au titre de l'année 2020.

Ce rapport d'expertise ne constitue pas une étude géotechnique de détail mais pointe les éléments pouvant porter atteinte à la sécurité des personnes en particulier et des biens au droit du site expertisé. Il vise également à apporter les premières recommandations en matière de sécurisation, sur la base du diagnostic établi, recommandations qui ont pour partie au moins vocation à être complétées/précisées dans le cadre d'études complémentaires spécifiques.

2. Contexte général

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le phénomène d'érosion côtière est localisé sur le littoral réunionnais sur la commune de l'Etang-Salé-les-Bains, au nord du Bassin Pirogue, au niveau de la Pointe des Sables proche du poste de surveillance des MNS (Maîtres-Nageurs-Sauveteurs) (Illustration 1 et Illustration 2).

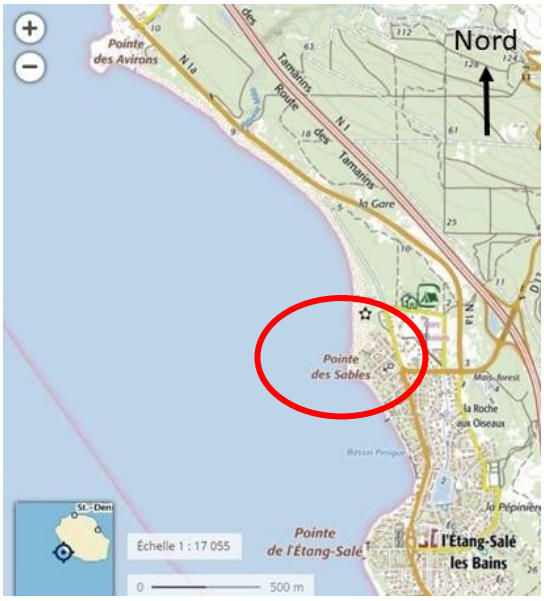


Illustration 1 – Localisation (plan scan25) générale de la zone concernée (http://m.geoportail.fr/)

Illustration 2 – Localisation détaillée (ortho+cadastre) de la zone concernée par l'instabilité (http://geoportail.gouv.fr/)

2.2. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

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 1).

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 celle sédimentaire (au sud de la Pointe de Avirons) qui jouent certainement un rôle d'apports sédimentaires sur cette partie du littoral (Illustration 3).

Illustration 3 – Localisation des ravines du Ruisseau et Mula au Nord de la cellule sédimentaire

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 4). L'Illustration 4 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.

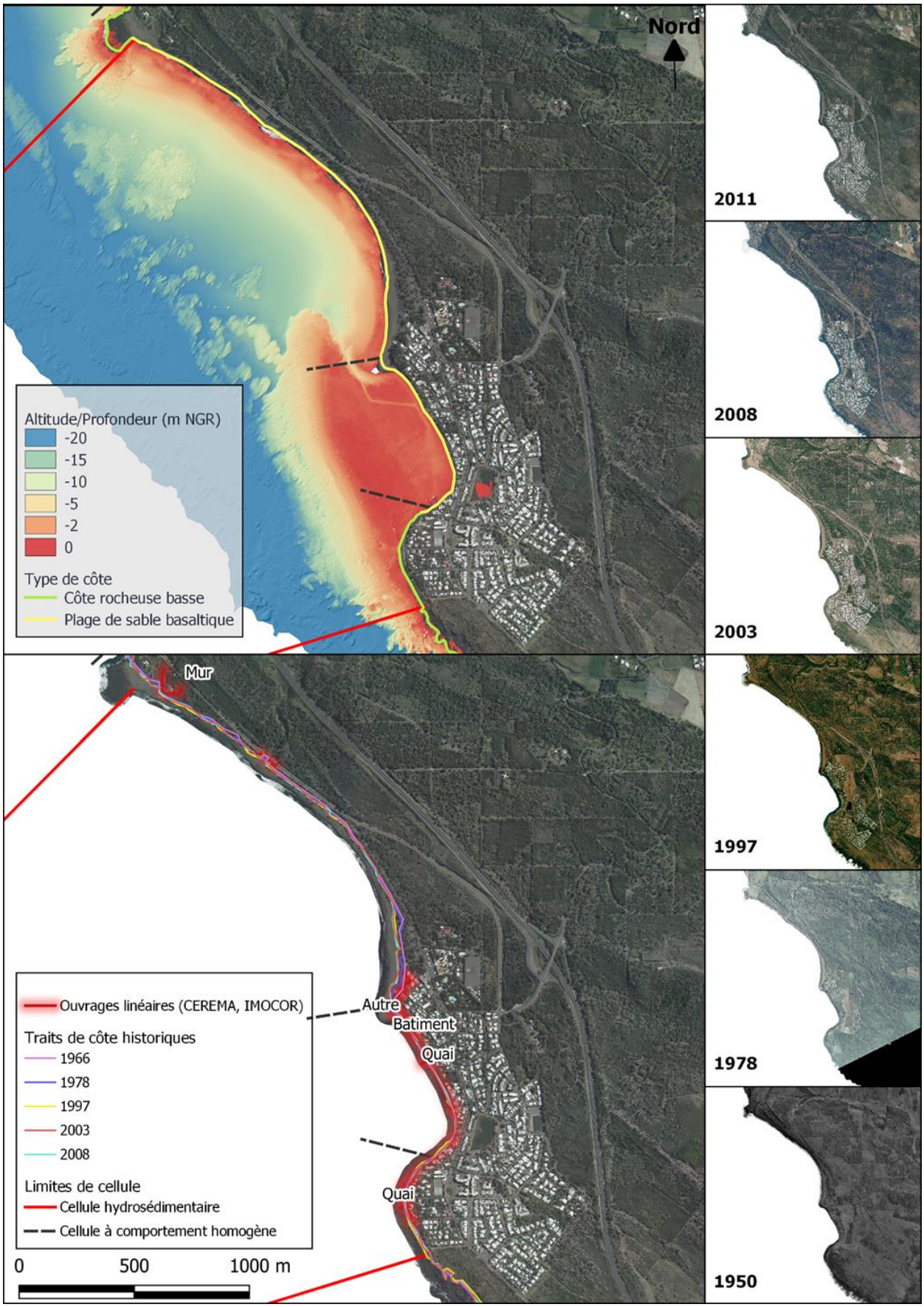


Illustration 4 – Géomorphologie du littoral concerné : bathymétrie de l'avant-côte (Litto3d, SHOM-IGN, en haut à gauche), typologie et historique de l'évolution du trait de côte (en bas à gauche) et photos aériennes de de 1950 à 2011 (à droite, source IGN)

2.3. HISTORIQUE DE LA DYNAMIQUE COTIERE

La dynamique côtière de la zone littorale concernée est abordée ci-dessous par l'analyse diachronique de l'évolution des traits de côte historiques à l'échelle de la cellule sédimentaire et par une analyse hydrosédimentaire de la Pointe des Sables.

2.3.1 Cellule sédimentaire

Afin d'analyser sommairement l'évolution de ce secteur, une analyse est portée sur l'évolution historique du trait de côte. Deux indicateurs sont définis à cet effet :

- la limite de végétation (Filaos ou Patate à Durand présent en haut de plage), habituellement utilisée pour caractériser le taux de recul du littoral notamment sous l'effet des évènements extrêmes ;

- le jet-de-rive, plus sensible au contexte hydrodynamique, qui permet d'observer la dynamique de la plage à des échelles de temps plus courtes.

Traits de côte utilisés

Les indicateurs de traits de côte précédemment définis sont obtenus par photo-interprétation dont la précision est de l'ordre de 1 à 3 m en fonction de la qualité de la photo et des conditions hydrodynamiques pour l'indicateur du jet-de-rive).

Pour la limite de végétation, les données sont directement issues du projet de caractérisation et de la cartographie des aléas côtiers pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux des communes du Sud-Ouest de La Réunion (Chateauminois et al., 2013[1]). Les données photographiques de l'IGN qui ont été utilisées sont celles des années 1966, 1978, 1997, 2003 et 2008.

Pour le jet-de-rive, l'analyse a été faite dans le cadre de cette expertise à partir des mêmes données photographiques de l'IGN qui ont été utilisées pour la limite de végétation, en complément de celles de 1950, 2012 et 2017.

Analyse de l'évolution historique du trait de côte

L'utilisation de l'extension d'ArcGis « DSAS » (Thieler *et al.*, 2009[2]) permet d'automatiser le calcul de l'évolution du trait de côte sur la période considérée. A partir d'une ligne de base (« théorique ») située en arrière de l'enveloppe de traits de côte, des transects sont générés à un intervalle prédéfini de 50 m dans ce cas d'étude (Illustration 5).

---

[1] - 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

[2] - Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan (2009) - Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change : U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *updated for version 4.2

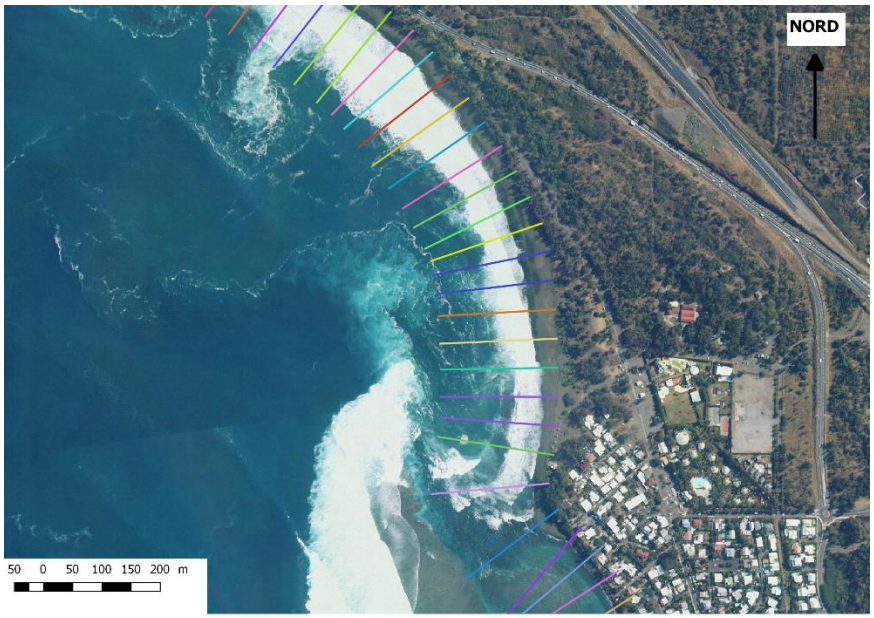


Illustration 5 – Implantation de transects sur le site d'étude

Le taux d'évolution est calculé à partir d'une régression linéaire pondérée (*Weight Linear Regression - WLR*) adaptée à l'échantillon de traits de côte.

La régression linéaire pondérée est une méthode d'ajustement couramment employée pour le calcul de l'évolution du trait de côte. Elle offre l'avantage d'utiliser toute la donnée disponible et donne plus de poids aux données les plus fiables afin de déterminer la meilleure droite d'ajustement (Himmelstoss, 2009[3]).

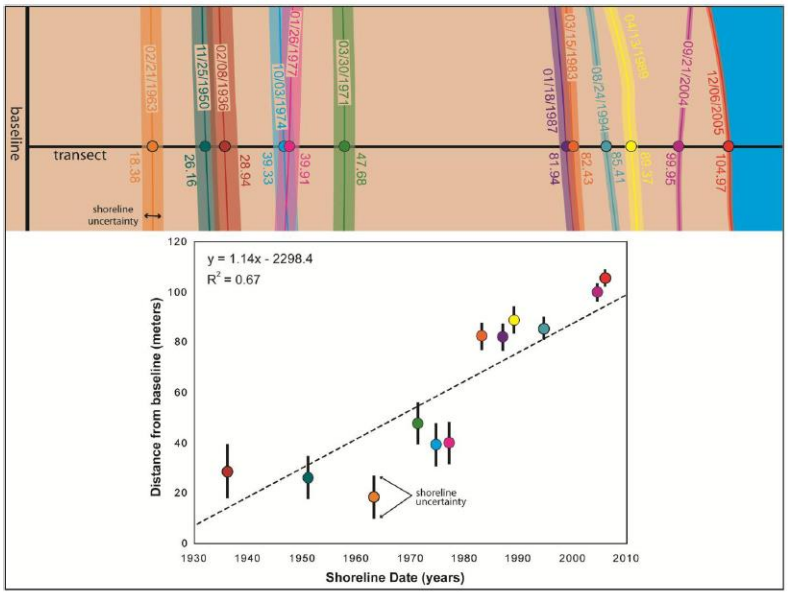


Illustration 6 – Principe de la régression linéaire pondérée pour le calcul par DSAS de l'évolution du trait de côte (Himmelstoss, 2009[3])

[3] - Himmelstoss, E.A. (2009) - "DSAS 4.0 Installation Instuctions and User Guide" in : Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan. 2009 Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *updated for version 4.2

Sur l'ensemble de cette sous-cellule sédimentaire entre la Pointe des Avirons et la Pointe des Sables, l'évolution pluriannuelle de la limite de végétation montre une bonne stabilité dynamique depuis la fin des années 60 (1966). L'enveloppe de mobilité de cet indicateur est relativement faible, de l'ordre de 10 m. Le littoral reste toutefois exposé aux évènements de forte houle qui peuvent générer un recul du haut de plage parfois irréversible qui est estimé sur ce secteur à -10 m. Le taux de recul moyenné de cet indicateur (Chateauminois et al., 2013[1]) est de -0.08 m/an sur ce secteur.

L'analyse de la position du jet-de-rive montre une plus grande mobilité avec une enveloppe plus proche des 30 m sur le littoral Nord, 10 m sur le Bassin Pirogue (ce qui peut s'expliquer par le fait que le haut de plage soit aménagé à proximité du rivage). Il est intéressant de noter la forte mobilité de la Pointe des Sables caractérisée par la présence d'une flèche sableuse dont l'enveloppe de mobilité dépasse les 50 m. Ceci peut se lire sur l'Illustration 7 à travers la variable SCE (Shoreline Change Enveloppe).

Une analyse du taux d'évolution montre à la fois son hétérogénéité le long du littoral avec un taux compris en -0,22 m/an et +0.09 m/an mais également que la loi statistique n'est pas vraiment représentative de l'évolution du trait de côte car le coefficient de détermination (R^2) est plus proche de 0 que de 1. Ceci est synonyme d'une forte variation du trait de côte (jet-de-rive) avec des alternances de phases d'avancée et de recul. Tous ces éléments montrent bien que nous ne sommes pas sur un secteur présentant une érosion chronique régulière.

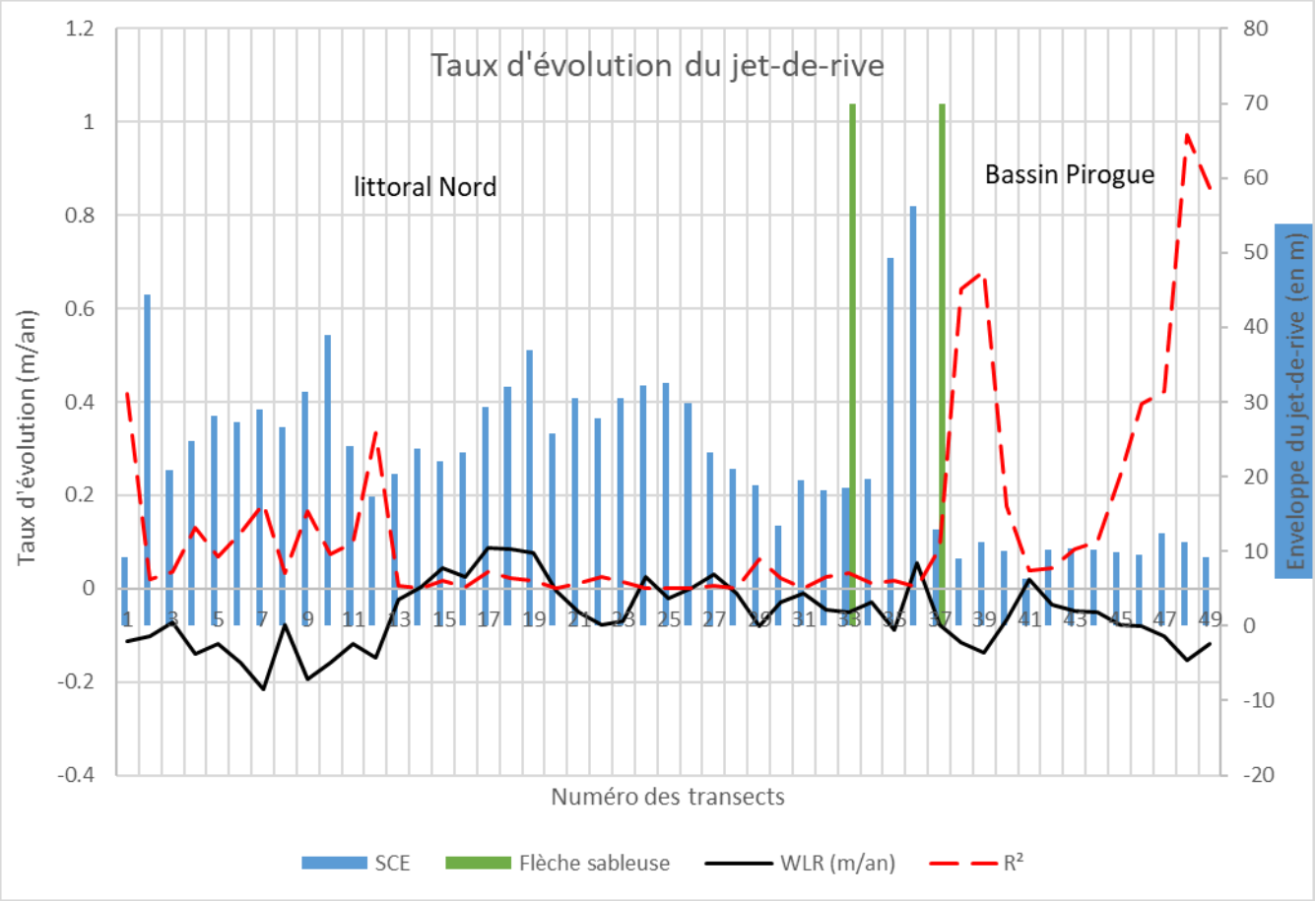


Illustration 7 – Taux d'évolution du jet de rive sur la cellule sédimentaire

Toutefois en moyennant tous les taux d'évolution du jet-de-rive, le taux de recul est de -0,06 m/an ; et en ne moyennant que les taux de recul du jet-de-rive, alors le résultat est proche de celui calculé pour la limite de végétation, soit -0,08 m/an.

La forte mobilité du jet-de-rive pourrait s'expliquer par des échanges sédimentaires longitudinaux à la côte en lien avec les conditions hydrodynamiques (Illustration 8).

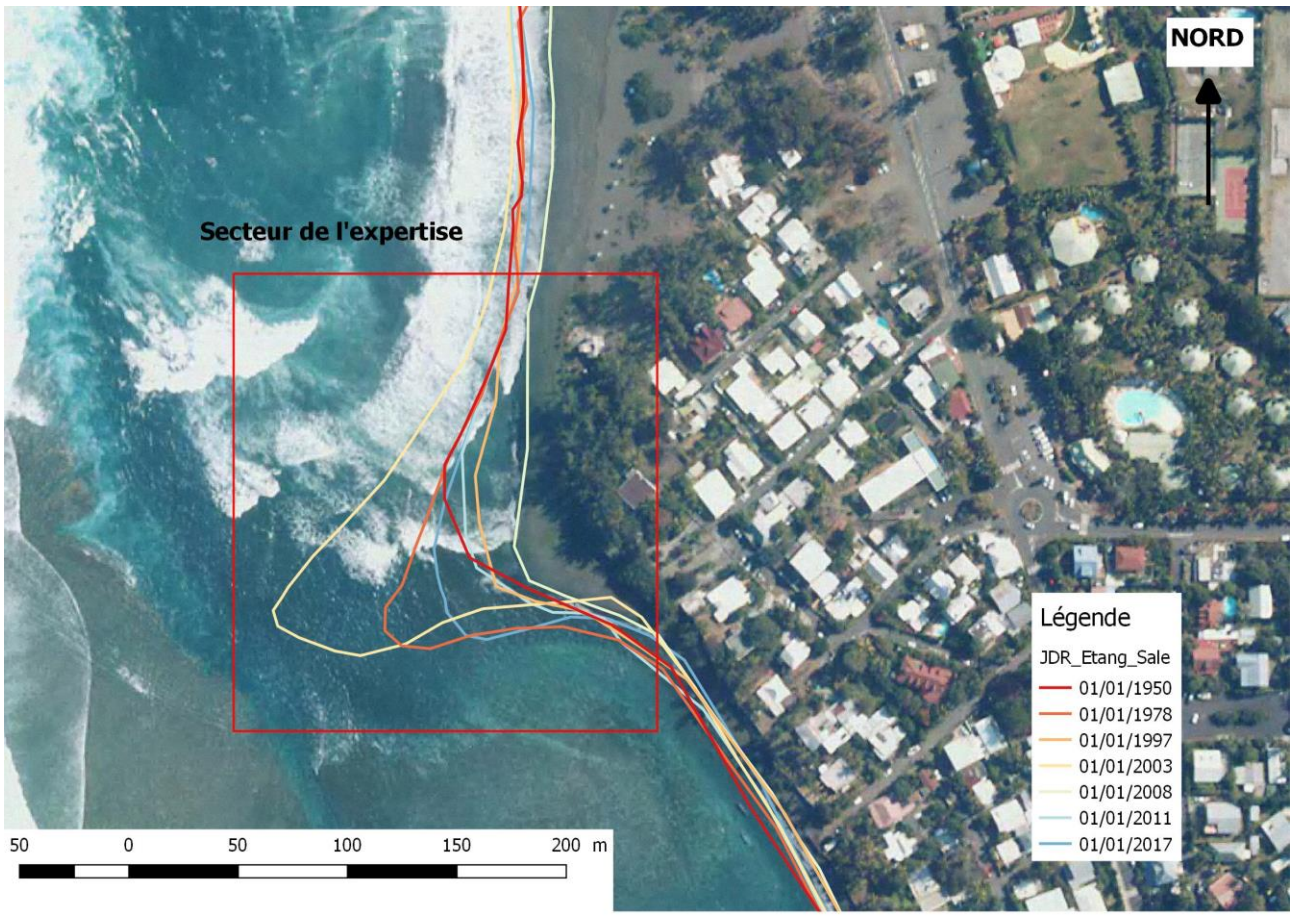


Illustration 8 – Forte mobilité du jet de rive au droit de la Pointe des Sables, secteur de l'expertise (zone de formation/évolution d'une flèche sableuse)

Zoom sur la dynamique de la flèche sableuse

La dynamique de la flèche sableuse illustre bien les échanges sédimentaires longitudinaux précités. A titre d'illustration, une analyse basée sur des images ©GoogleEarth encadrant les derniers épisodes cycloniques récents qui ont générés des houles en provenance du Nord semble montrer des apports sédimentaires alimentant la flèche sableuse (Illustration 9).

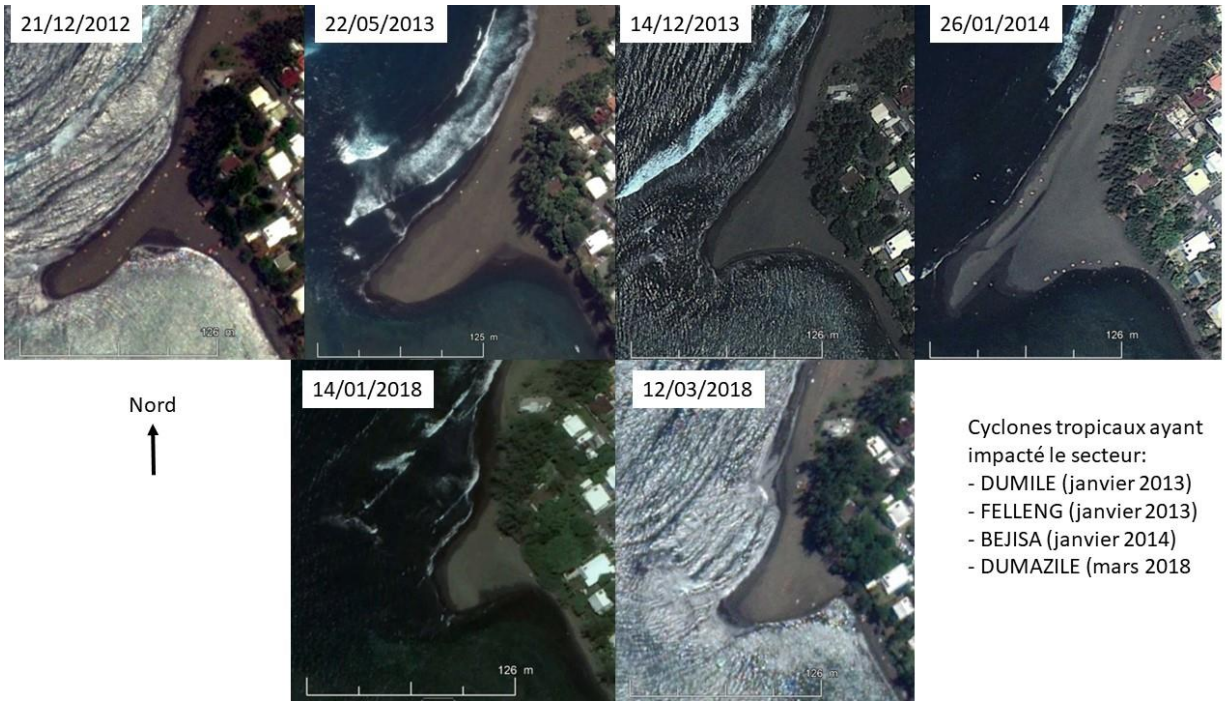


Illustration 9 – Dynamique de la flèche sableuse au niveau de la Pointe des Sables (©GoogleEarth)

L'analyse des conditions hydrodynamiques au regard des photos satellites permet d'identifier ci-après les effets potentiels de différents événements évènements cycloniques ou de régimes de houles australes sur les mouvements sédimentaires de cette flèche sableuse. Les données du projet MARC développé par l'IFREMER ont été extraites sur un point au large de l'Etang-Salé (Illustration 10). 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 des phénomènes.

Illustration 10 – Point d'extraction des caractéristiques

Impact d'une houle cyclonique en provenance du Nord-Ouest

Une analyse des conditions de houle sur la période allant du 14/12/2013 au 26/01/2014 (Illustration 11) a été menée et confrontée à l'évolution visuelle de la flèche sur la vase des images ©GoogleEarth. Cette période est caractérisée par trois épisodes de houle de hauteur significative comprise entre 2 et 3 m en provenance du Sud-Ouest principalement, puis d'un évènement plus

marqué dont la hauteur significative dépasse 5m autour du 02/01/2014 qui lui est de provenance du Nord-Ouest (Illustration 11).

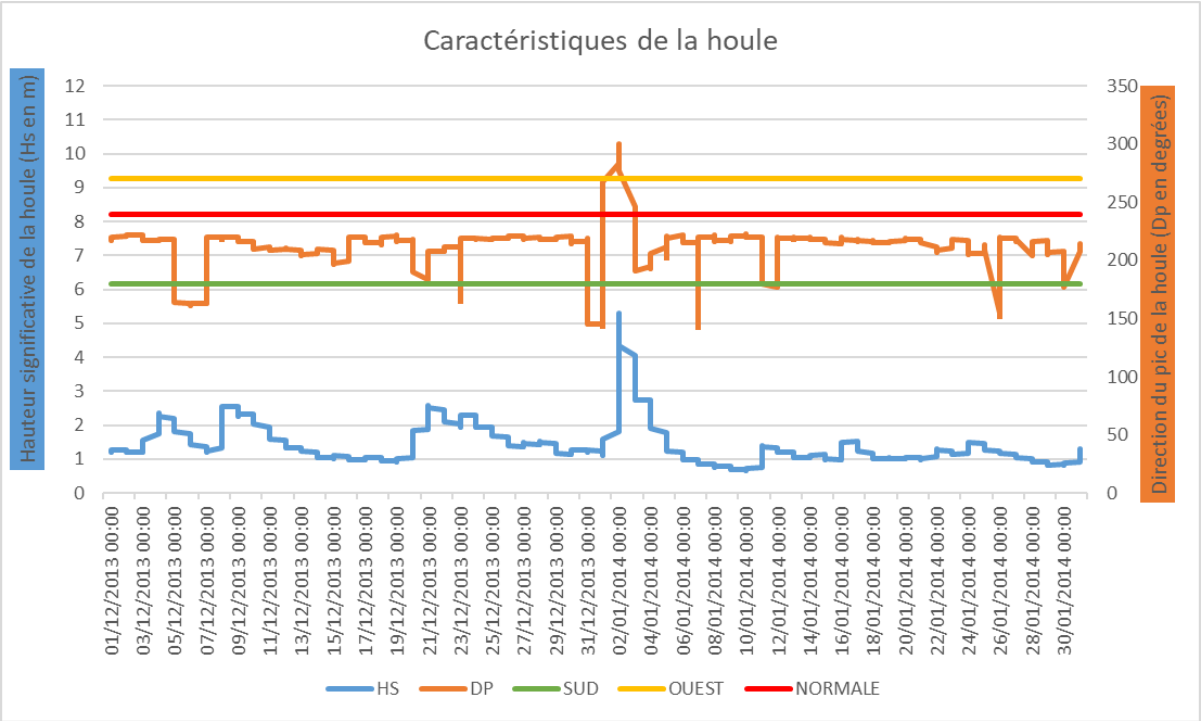


Illustration 11 – Caractéristiques de la houle au large de l'Etang-Salé (données http://umr-lops.org/marc)

Ce dernier évènement, le plus fort, qui correspond au passage du cyclone BEJISA (Illustration 12), est suivi d'un état de mer plutôt calme puisque les hauteurs significatives qui suivent ne dépassent pas 2 m.

Illustration 12 – Trajectoire du cyclone BEJISA (MétéoFrance)

On peut donc considérer que ce dernier évènement est donc responsable de la situation observée le 26/01/2014, à savoir un apport conséquent de sédiments en provenance du Nord qui élargit la plage (une trentaine de mètres) tout en accentuant la flèche sableuse avec un allongement d'une quarantaine de mètres (Illustration 13).

Illustration 13 – Images ©GoogleEarth du 14/12/2013 (à gauche) et du 26/01/2014 (à droite)

Impact d'une houle australe

Deux périodes ont été analysées, celle allant du 04/07/2019 au 03/08/2019 et celle allant du 03/08/2019 au 15/08/2019.

La première période est caractérisée par une houle dont la direction de provenance est de l'ordre 200° (Sud-Sud-Ouest) avec un pic de houle (Hs) estimé à 4,7 m (Illustration 14). Les images ©GoogleEarth qui encadrent cette période montre une modification de la morphologie de la flèche. En effet, elle semble se raccourcir de quelques mètres (5 m environ) et s'élargir de quelques dizaines de mètres (20 à 30 m) en se déplaçant vers le Nord (Illustration 15).

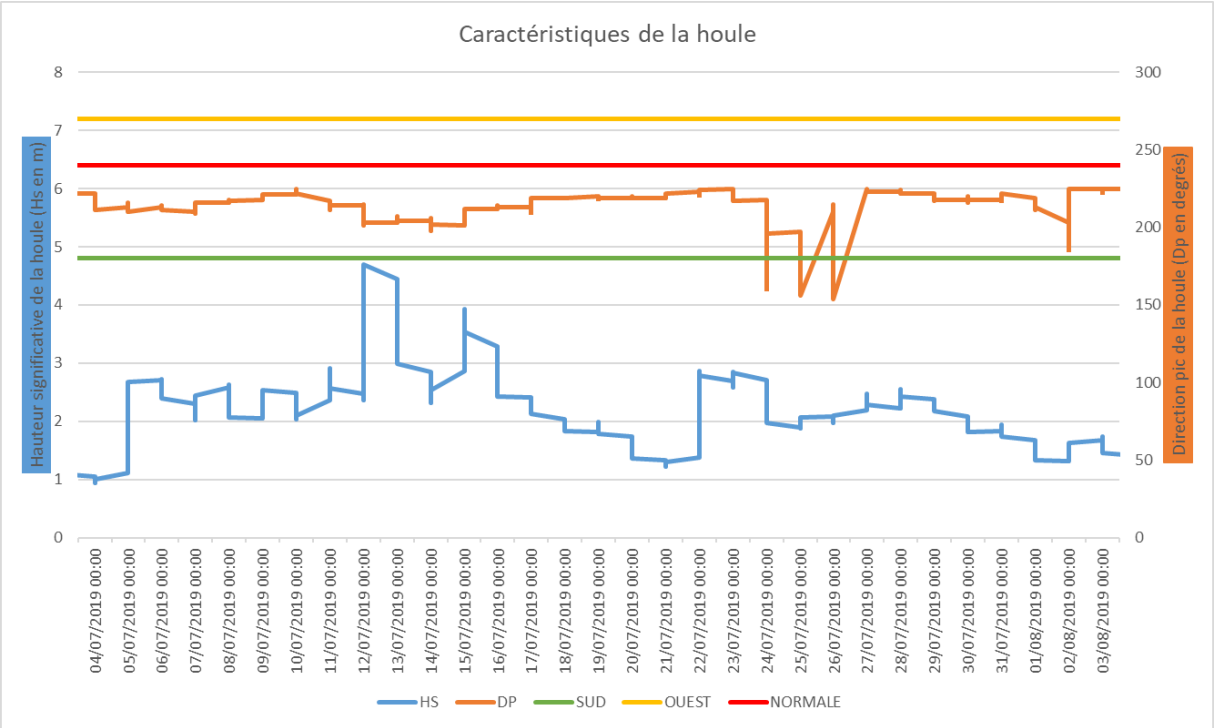


Illustration 14 – Caractéristiques de la houle entre le 04/07/2019 et le 03/08/2019 (données http://umr-lops.org/marc)

Illustration 15 – Illustration de la flèche sableuse (©GoogleEarth) le 04/07/2019 (à gauche) et le 03/08/2019 (à droite).

La période qui suit est caractérisée par la présence d'une houle de plus faible hauteur significative (Illustration 16, Hs =2,8 m) qui de ce fait ne semble pas faire évoluer la flèche de la même manière que lors de la période précédente. La flèche semble plutôt se creuser et s'étirer vers le Sud sans pour autant semble-t-il bénéficier d'apports sédimentaires (Illustration 17). Il est probable que cette évolution morphologique soit engendrée par la réfraction de la houle sur la barrière récifale qui tend à éroder l'extrémité de la flèche.

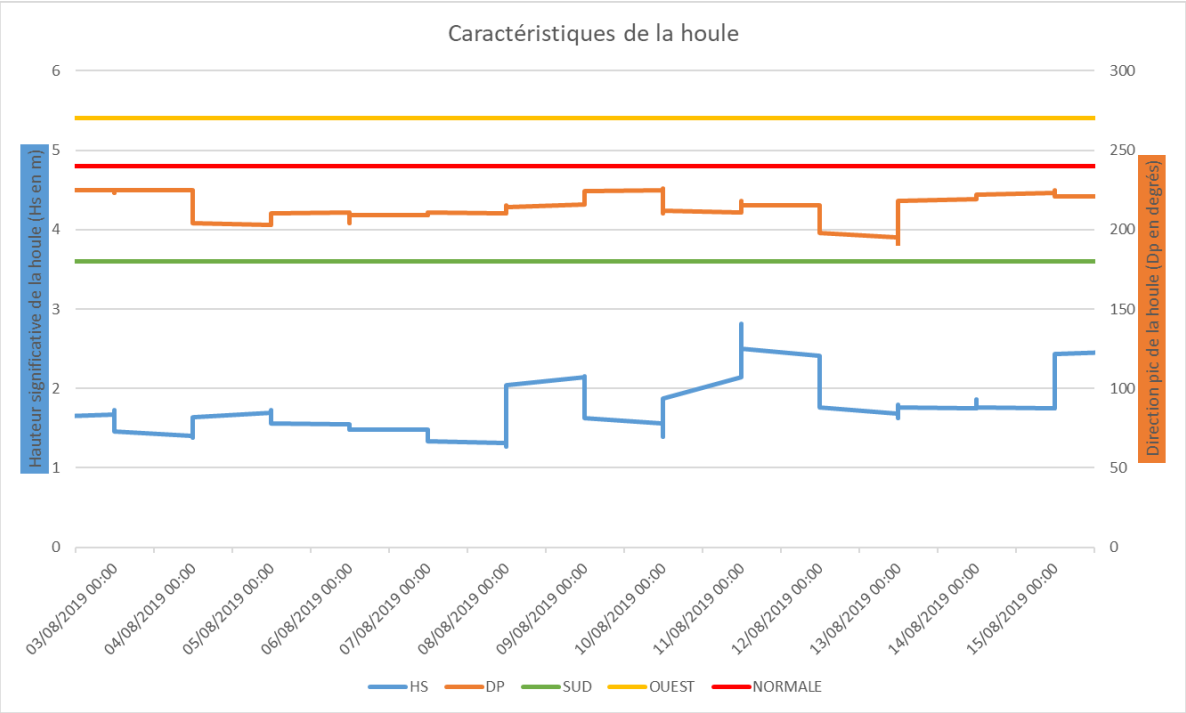


Illustration 16 – Caractéristiques de la houle entre le 03/08/2019 et le 15/08/2019 (données http://umr-lops.org/marc)

Illustration 17 – Illustration de la flèche sableuse (©GoogleEarth) le 03/08/2019 (à gauche) et le 15/08/2019 (à droite).

2.3.2 Synthèse

En résumé, l'évolution morphologique de la flèche sableuse est intimement liée aux conditions hydrodynamiques. Plusieurs hypothèses peuvent être émises sur le fonctionnement de la flèche sableuse :

- La flèche est alimentée en sédiments par des houles dont la direction de provenance serait comprise entre 240° et 330° et notamment les houles cycloniques lorsque le système dépressionnaire passe à l'Ouest de l'île ;
- Les houles australes dont la hauteur significative serait suffisante (Hs estimé autour des 4 m) sont susceptibles de modifier la morphologie de la flèche en déplaçant les sédiments du Sud vers le Nord ;
- Les houles australes de plus faible intensité joueraient un rôle d'érosion de la flèche par réfraction le long de la barrière récifale qui amènerait à un rétrécissement et un étirement de la flèche vers le Sud.

La mobilité de cette flèche, bien que probablement plus complexe, pourrait être synthétisée comme dans l'Illustration 18.

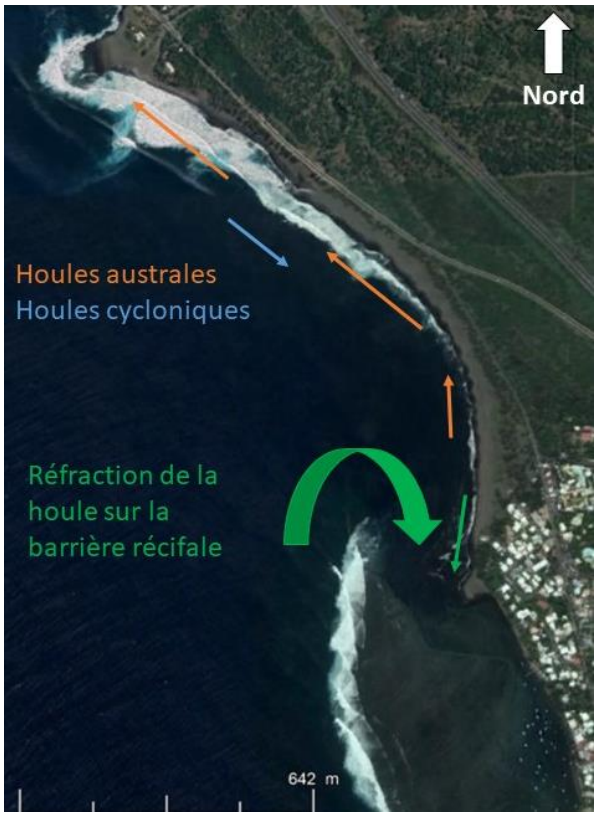


Illustration 18 – Synthèse des transits sédimentaires hypothétiques en lien avec les régime de houle

3. Constat récent de l'érosion

Depuis début février 2020, un phénomène d'érosion côtière se traduisant à la fois par un recul du trait de côte et une baisse du niveau de plage semble impacter particulièrement le secteur de la Pointe des Sables menaçant localement des habitations et la forêt adjacente (Illustration 19).

Illustration 19 – Photos prises de la zone par la CIVIS (poste de secours menacé par l’érosion à gauche, érosion marquée au sud du poste de secours avec les racines de filaos mises à nues à droite)

Des photos complémentaires peuvent être visualisées en annexes (p.24).

L’analyse faite précédemment révèle que ce secteur est particulièrement mobile notamment car il se situe sur une flèche sableuse éminemment dynamique sous l’effet des conditions de houles et des transports sédimentaires côtiers associés. De plus, le haut de plage (marqué par la limite de végétation) sur ce secteur est en avancée par rapport au reste du littoral. La largeur de plage est donc plus limitée sur la zone, ce qui la rend plus vulnérable aux fortes houles (Illustration 20).

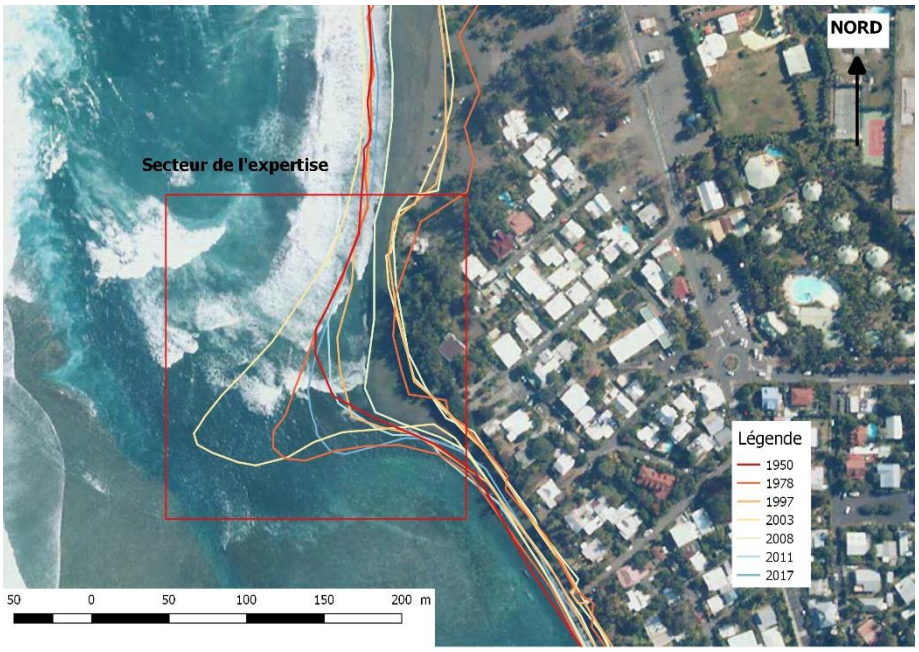


Illustration 20 – Limite de végétation plus avancée vers la mer au niveau du secteur de l'expertise

4. Diagnostic

Suite à l'analyse faite précédemment, il semble que seules les houles dont les directions de provenance comprise entre 240° et 330°N permettraient d'apporter des sédiments depuis le nord le long de la flèche sableuse présente au niveau de la Pointe des Sables. Les houles australes de plus forte intensité auraient tendance à transporter les sédiments vers le nord et celles de plus faible intensité tendraient plutôt à éroder la flèche en déplaçant les sédiments vers le sud, du fait du phénomène de réfraction de la houle le long de la barrière récifale.

La situation érosive actuelle serait donc principalement due à l'absence depuis plusieurs mois de houles dont les directions de provenance seraient comprises entre 240° et 330°N.

En effet, la dernière houle susceptible d'engraisser la flèche sableuse serait celle générée lors de la forte tempête tropicale ELIAKIM aux alentours du 19/03/2018 mais qui, compte-tenu de sa faible intensité (Hs de l'ordre de 2 m), n'a probablement pas apporté énormément de sédiments. Il faudra peut-être remonter à la houle générée par le cyclone DUMAZILE aux alentours du 06/03/2018 (Hs de l'ordre de 4 m) pour retrouver un contexte hydrosédimentaire favorable à l'accrétion de la flèche sableuse.

Ainsi, depuis mars 2018, seules des houles australes ont fait évoluer le littoral sableux de ce secteur, sans toutefois permettre d'approvisionner la zone en sédiments (Illustration 21).

De plus, comme ce secteur présente un haut de plage en avancée vers la mer, le phénomène d'érosion est accentué du fait d'une largeur de plage plus limitée, d'un trait de côte plus exposé et d'une tendance naturelle à régulariser la forme du trait de côte.

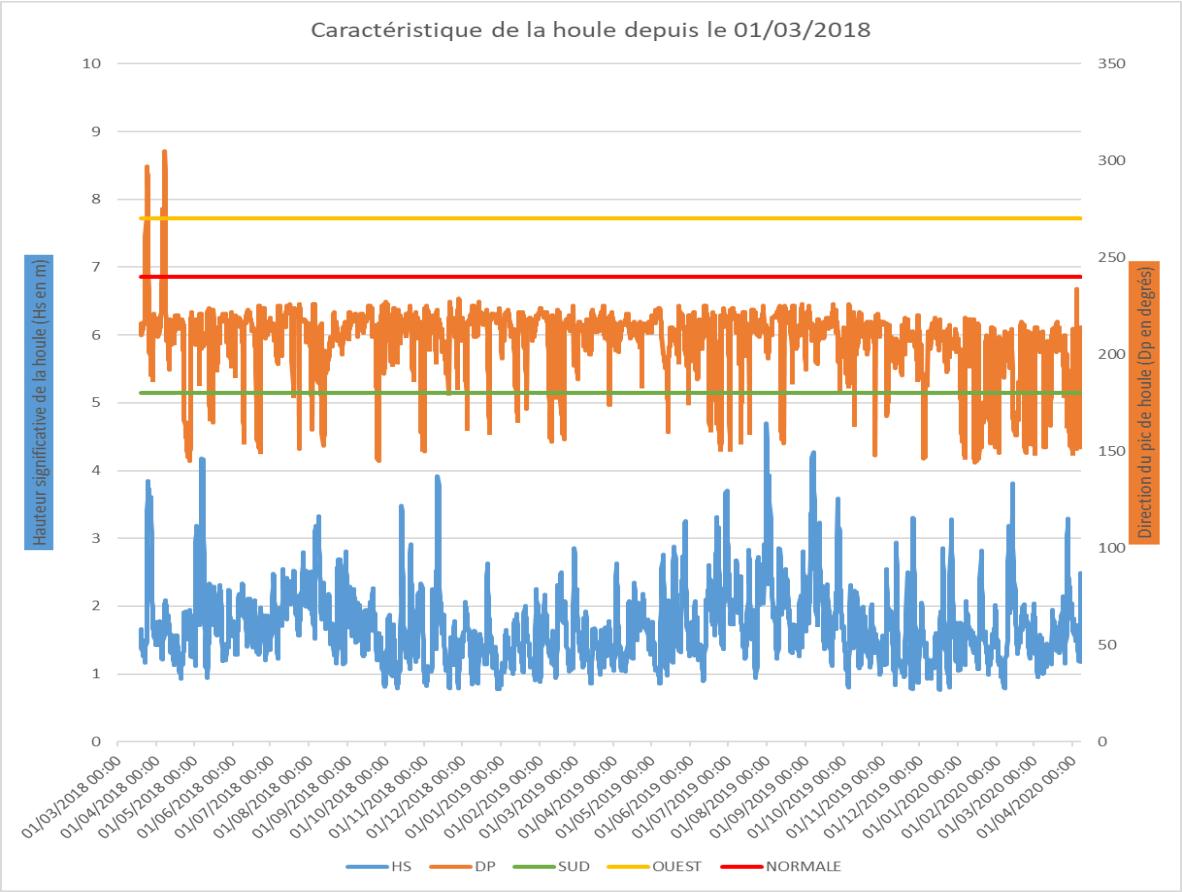


Illustration 21 – Caractéristiques de la houle de mars 2018 à avril 2020 (données http://umr-lops.org/marc)

5. Risque résiduel

Compte-tenu de ce diagnostic et du fait que la saison cyclonique est en passe de se terminer, l'absence de houle en provenance de l'Ouest-Nord-Ouest devrait se poursuivre. Il est ainsi fort possible que le phénomène d'érosion actuel continue à s'accentuer à court et moyen terme (quelques mois) en générant des impacts irréversibles sur le haut de plage et notamment sur le poste de secours.

6. Recommandations

Il est donc recommandé dans un premier temps à échéance de quelques semaines :

- De nettoyer la zone en érosion :
  - En enlevant les débris des infrastructures en béton qui peuvent présenter un danger pour les usagers ;
  - En coupant/arrachant les racines de filaos mises à nu qui peuvent accentuer le phénomène d'érosion et de prévenir d'éventuelles chutes d'arbre ;
- De sécuriser l'accès et la circulation du public par des panneaux d'information relatifs au danger occasionnés par l'érosion (impact des vagues, présence potentielle de débris, chute d'arbre) ;

- D'apporter de manière anthropique des sédiments qui seraient prélevés sur un secteur situé plus au Nord sur lequel la largeur de plage serait la plus importante, soit au niveau de l'embouchure de la Ravine Mula. Il pourrait être conseillé de prélever des sédiments sur la plage en surface, sur une dizaine de centimètres d'épaisseur sur un linéaire suffisamment long pour disposer d'un volume sédimentaire suffisant pour recharger la zone en érosion. La zone d'extraction pourrait être définie par une visite de terrain permettant d'identifier le secteur disposant d'un volume adéquat en sédiments et dans une zone qui n'est pas déjà fragilisée par l'érosion ou ne présentant pas d'enjeux forts immédiats. Cette opération doit préalablement faire l'objet des demandes réglementaires auprès des services instructeurs de la DEAL ;
- Mettre en place un suivi au droit du poste de secours pour anticiper rapidement toute menace de dégâts ou ruine pouvant menacer les usagers ;
- Envisager le déplacement du poste de secours sur un secteur plus en retrait et modifier sa structure afin qu'elle puisse être modulable et mobile si le phénomène devait se répéter.

Il est recommandé dans un second temps, une fois les travaux précédents effectués, de mettre en place un suivi de la dynamique de la flèche sableuse afin d'anticiper cette problématique d'érosion. En effet, une action de suivi préventive permettrait de limiter le phénomène en déclenchant par anticipation, lorsque cela s'avèrera nécessaire, le transfert de sédiments dans le cadre d'opérations d'entretiens réguliers. Ces rechargements préventifs devraient normalement être de moindre ampleur qu'un rechargement massif et permettre d'éviter de réaliser des opérations en situation d'urgence.

7. Déclaration

Le BRGM déclare qu'il n'existe aucun lien d'intérêt :

- **entre le BRGM et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise,**
- **entre les salariés du BRGM qui seront impliqués et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise,**

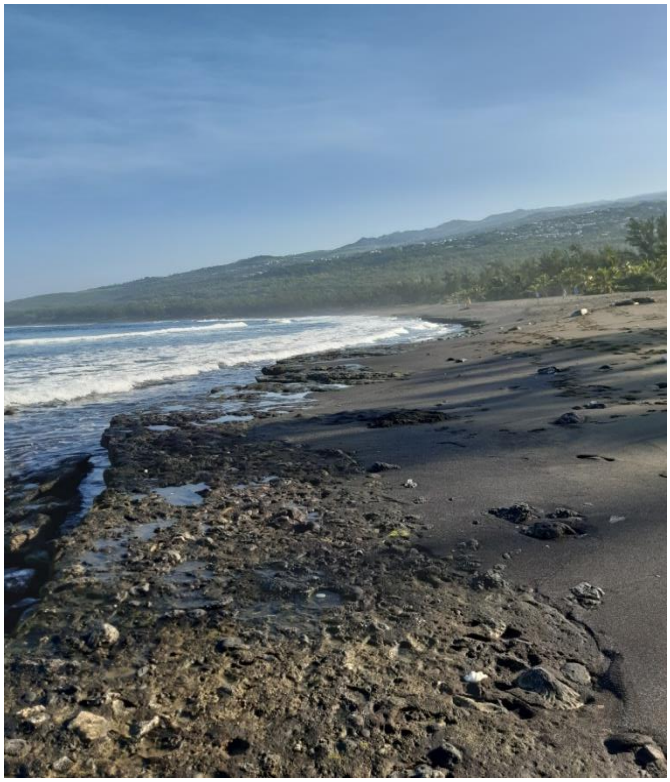
susceptible de compromettre l'indépendance et l'impartialité du BRGM dans la réalisation de cette expertise.

8. Annexes

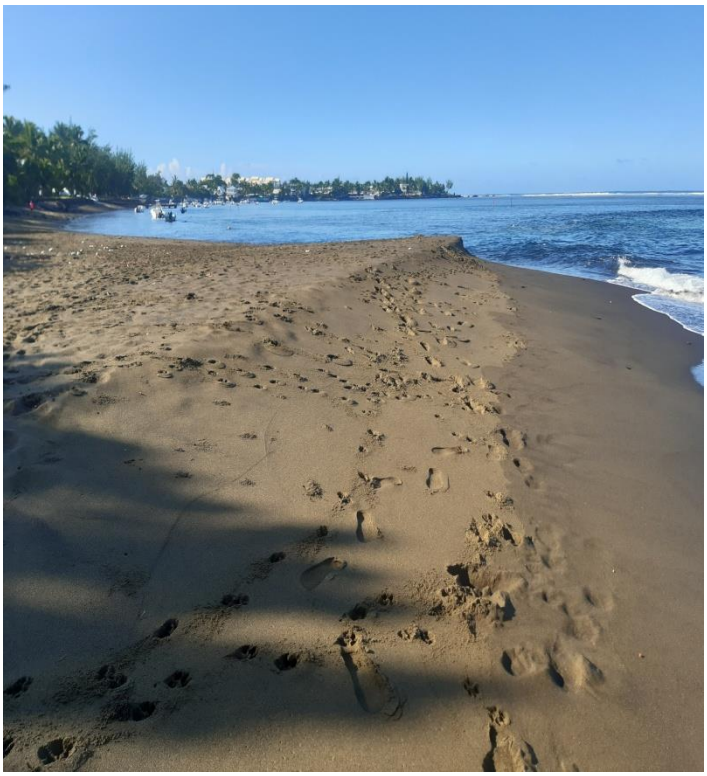
PHOTOS PRISES PAR LA CIVIS ILLUSTRANT LE PHENOMENE D'EROSION DE LA PLAGE DE L'ETANG-SALE

(à proximité poste de secours des MNS)

Problématique d’érosion côtière sur la plage de l’Etang-Salé au niveau de la Pointe des Sables



Problématique d’érosion côtière sur la plage de l’Etang-Salé au niveau de la Pointe des Sables



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

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