

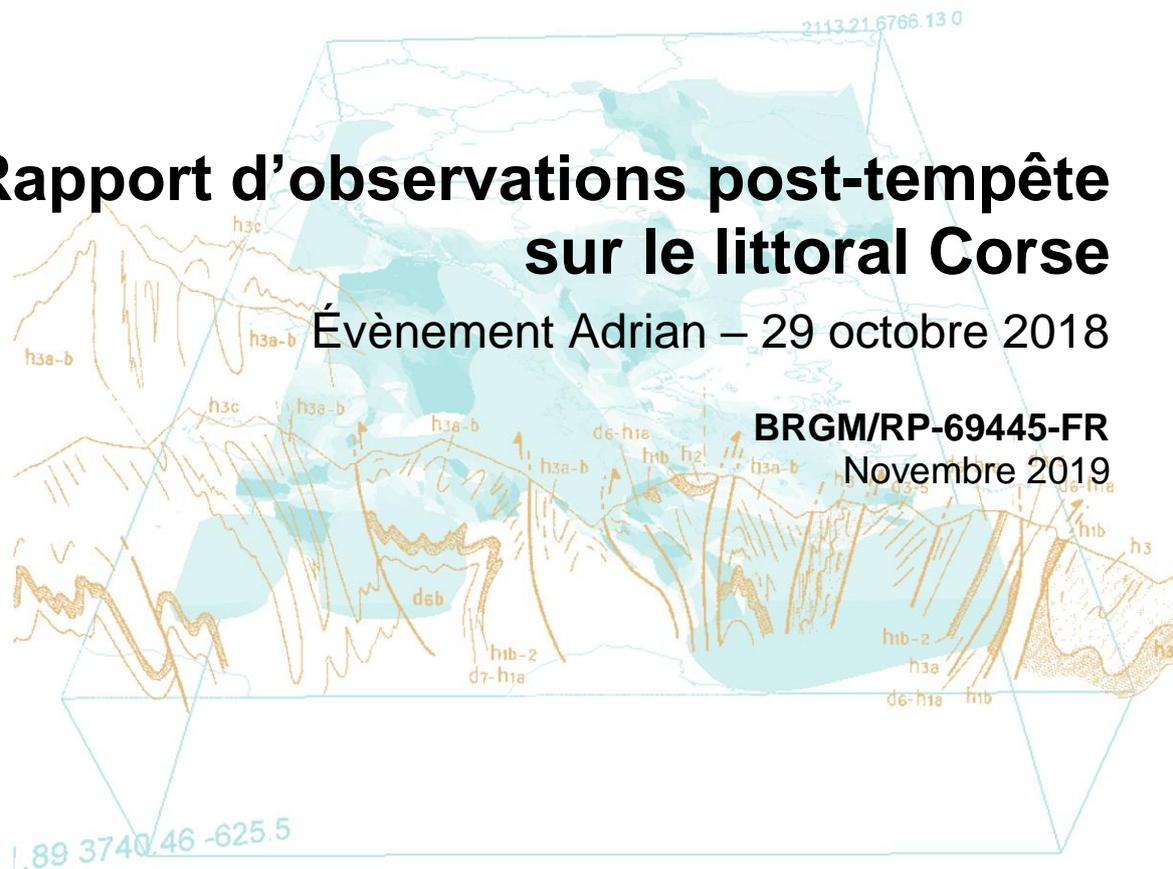
Document public

Rapport d'observations post-tempête sur le littoral Corse

Évènement Adrian – 29 octobre 2018

BRGM/RP-69445-FR

Novembre 2019



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Rapport d'observations post-tempête sur le littoral Corse

Évènement Adrian - 29 octobre 2018

Rapport final

BRGM/RP-69445-FR

Novembre 2019

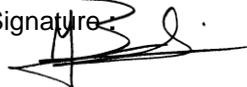
Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service public du BRGM AP17BAS007

J. Mugica et T. Laigre

Vérificateur :

Nom : Y. Balouin
Fonction : Expert Littoral
Date : 10/12/2019

Signature :



Approbateur :

Nom : A. Rey
Fonction : Directeur BRGM Corse
Date : 17/12/2019

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

Mots-clés : Érosion marine, Submersion marine, Tempêtes, Dégâts, Corse

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

Mugica J. et Laigre T. (2019) - Rapport d'observation post-tempête sur le littoral Corse. Évènement Adrian – 29 octobre 2018. Rapport final. BRGM/RP-69445-FR, 76 p., 55 ill., 2 ann.

Synthèse

Le 29 octobre 2018, la tempête Adrian qui a frappé la façade ouest de la Méditerranée a provoqué d'**importants dégâts** sur les infrastructures côtières et portuaires (ouvrages de protection, bâtiments, bateaux, etc.). En Corse, elle est à l'origine de 47 demandes de reconnaissance de catastrophes naturelles ainsi que de **phénomènes d'érosion marine et de submersion marine locale**.

Prises indépendamment, les caractéristiques météo-marines de cette tempête n'ont pas un caractère exceptionnel. Cependant, la combinaison défavorable de ces, néanmoins, importantes conditions de vent, de dépression, de vagues et de niveaux d'eau est à l'origine de son caractère majeur (période de retour conjointe de ces caractéristiques inconnue). **La direction des vagues** (sud-ouest pour la façade ouest et sud-est pour la façade est de la Corse) **a induit la configuration la plus défavorable** pour chacune des deux façades de la Corse et est en grande partie à l'origine des nombreux dégâts.

Ce rapport réunit les observations du BRGM qui ont pu être réalisées les jours suivant la tempête sur le terrain et par des recherches dans les médias et auprès des acteurs du littoral de Corse (Conservatoire du Littoral et DDTM de Corse-du-Sud et de Haute-Corse). Malheureusement, en raison des faibles moyens humains disponibles au regard de l'important linéaire du littoral Corse (~ 1 000 km), **les observations collectées ne sont pas exhaustives ni homogènement réparties.** Par ailleurs, **les impacts de la tempête divergent en fonction des caractéristiques géomorphologiques locales** (falaises rocheuses, cordon sableux meuble, zone humide, etc.) **et de l'exposition aux conditions hydrodynamiques.**

En terme d'érosion marine, les impacts de la tempête se caractérisent essentiellement par des **éboulements au niveau des falaises côtières rocheuses** de la façade est du Cap Corse (combinaison probable de l'action des vagues et de processus continentaux - ruissellement, structuration, etc.) ainsi que par **un net recul du trait de côte** sur le cordon dunaire de la Plaine Orientale (**jusqu'à 15 m**, aplanissement des plages, présence de falaises dunaires - plus de 2 mètres de hauteur par endroit).

En terme de submersion marine, de nombreuses laisses de mer, des figures sédimentaires dans les dépôts à terre ainsi que des vidéos pendant l'évènement témoignent de **franchissements de paquets de mer** associés à des **vitesse d'écoulement rapides.**

Les infrastructures côtières et portuaires ont également été lourdement impactées sous l'effet **des chocs mécaniques et projections induits par l'action des vagues** (Ajaccio, Cargèse, Bastia, Erbalunga, etc.).

Les observations réalisées pendant et à la suite de cet évènement de tempête renseignent sur les processus et mécanismes des aléas côtiers (type de submersion marine, niveaux d'eau atteints, vitesses d'écoulement de l'eau, amplitude du recul du trait de côte ou apports de sédiments, etc.). Ces informations sont indispensables à la **caractérisation des aléas côtiers** pour les analyses statistiques et/ou les modélisations numériques par exemple. C'est pourquoi, la **mise en place d'un « réseau tempête » qui permettrait d'intensifier et d'étendre la collecte d'informations à l'échelle de la Corse**, représente un intérêt que ce soit pour la **définition de modes de gestion de la bande côtière** ou pour la **prévention et la protection vis-à-vis des aléas côtiers.**

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. OBJECTIFS	11
1.2. MOYENS	14
2. Caractéristiques météo-marines de la tempête.....	15
2.1. VENT ET PRESSION	15
2.2. VAGUES.....	16
2.3. NIVEAU D'EAU.....	16
2.4. BILAN	16
3. Secteur du Cap-Corse.....	19
3.1. PLAGES DE TAMARONE	20
3.2. PLAGES DE MACINAGGIO	21
3.3. PLAGES DE MERIA.....	22
3.4. PLAGES DE SANTA SEVERA.....	23
3.5. PLAGES DE PORTICCIOLO.....	23
3.6. PLAGES DE PIETRACORBARA.....	25
3.7. PLAGES DE SISCO	26
3.8. PLAGES D'ERBALUNGA.....	27
3.9. PLAGES DE LAVASINA.....	27
3.10. BASTIA.....	28
4. Secteur de la Plaine Orientale	31
4.1. PLAGES DE BANDA BIANCA.....	31
4.2. PLAGES DE TOMBULU BIANCU	32
4.3. PLAGES DE PINETO.....	32
4.4. PLAGES DE TANGHICCIA	32
4.5. PLAGES DE MARANINCA.....	32
4.6. PLAGES DE MARIANA-PLAGE.....	35

4.7. PLAGES DE CAP-SUD	35
4.8. PLAGES DE MUCCHIATANA	38
4.9. MORIANI-PLAGE	38
4.10. PLAGES DE VANGA DI L'ORU	41
4.11. PLAGES DE PRUNETE	43
4.12. PLAGES DE TAVIGNANO PADULONE.....	45
4.13. PLAGES DU GRAU D'URBINO	45
4.14. PLAGES D'ERBA ROSSA	45
4.15. PLAGES DE L'ÉTANG DE PALU.....	46
5. Secteur de la côte rocheuse et des plages de poche	49
5.1. PLAGES DE SAN CYPRIANU (COMMUNE DE LECCI)	49
5.2. TIZZANO	50
5.3. GOLFE D'AJACCIO	50
5.4. CARGESE	53
5.5. GIROLATA.....	54
6. Conclusion.....	55
7. Bibliographie	57

Liste des illustrations

Illustration 1 : Carte localisant les observations et informations collectées relatives à la tempête Adrian ainsi que l'origine de ces données.	13
Illustration 2 : Situation atmosphérique le 29/10/2018 (source : bulletin météorologique quotidien de MétéoFrance).....	15
Illustration 3 : Paramètres météorologiques et météomarins mesurés du 23/10/2018 au 05/11/2018. a) Hauteur significative de la houle (source : Houlographe Alistro, CANDHIS), b) Vitesse du vent, c) Pression atmosphérique (source : Synop MétéoFrance, station Bastia) et d) Niveau d'eau (source : Marégraphe du SHOM à Solenzara).....	17
Illustration 4 : Paramètres météorologiques et météomarins mesurés du 23/10/2018 au 05/11/2018. a) Hauteur significative de la houle (source : Houlographe Revellata, CANDHIS), b) Vitesse du vent, c) Pression atmosphérique (source : Synop MétéoFrance, station Ajaccio) et d) Niveau d'eau (source : Marégraphe du SHOM à Ajaccio).	17
Illustration 5 : Localisation des sites visités le 7 novembre 2019 par le BRGM après la tempête Adrian (29 octobre 2019).	19
Illustration 6 : Plage de Tamarone, vue globale. (BRGM, 07/11/2018).	20
Illustration 7 : Plage de Tamarone, à gauche : couche épaisse de banquette de posidonie. À droite : marques d'érosions sur le haut de plage (BRGM, 07/11/2018).....	20
Illustration 8 : Plage de Macinaggio, vue globale (BRGM, 07/11/2018).	21
Illustration 9 : Plage de Macinaggio, traces d'incursions marines dans la zone humide d'arrière-plage. La limite d'atteinte des eaux est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 07/11/2018).	21
Illustration 10 : Plage de Meria, épaisse couche de banquette de posidonie au nord de la plage a), traces d'incursions marines au niveau de l'accès à la plage b), ensablement et dégradations mineures de la paillote c) - (BRGM, 07/11/2018).	22
Illustration 11 : Plage de Santa Severa, affaissement de l'enrochement de protection de la route (BRGM, 07/11/2018).....	23
Illustration 12 : Submersion de la route D80 au niveau de la plage de Porticciolo (BRGM, 07/11/2019).....	24
Illustration 13 : Plage de Porticciolo, la plage est recouverte d'une épaisse couche de posidonie a), plusieurs zones de débordement sont clairement identifiables par des nappes de sables et galets déplacés et sur les marques dans la végétation b), c), d). La limite d'atteinte des eaux est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 07/11/2018).....	24
Illustration 14 : Plage de Pietracorbara, zones de débordement au niveau du parking central (en haut) et au niveau du parking Sud (en bas)). La limite d'atteinte des eaux (à une soixantaine de mètres du trait de côte) est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 07/11/2018).	25
Illustration 15 : Dépôts de sables et graviers à gauche, laisses de mer (débris de bois) à droite (BRGM, 07/11/2019).....	26
Illustration 16 : Traces d'érosion marine sous l'ouvrage de soutènement de la route D80 sur la commune de Sisco (BRGM, 07/11/2019).	26
Illustration 17 : Brèche dans l'ouvrage portuaire de la marine d'Erbalunga (images extraites de vidéo sur Facebook).	27
Illustration 18 : Dégradation de la paillote de la plage de Lavasina (source Facebook).....	27
Illustration 19 : Traces d'érosion marine de falaise rocheuse côtière (BRGM, 07/11/2018).....	28

Illustration 20 : Vieux port de Bastia à droite, allée du 173e RIM à gauche, le 29/10/2018 (Source Facebook).	28
Illustration 21 : Quai des Martyrs, à gauche le 29/10/2018, jour de la tempête (Source Facebook), à droite le 30/10/2018 (Source DDTM2B).	29
Illustration 22 : Localisation des observations sur la Plaine Orientale en Haute-Corse.	31
Illustration 23 : Plage de Maraninca, en haut : banquette de posidonie et lisses de mer ; en bas : traces d'écoulement d'eau au-delà du trait de côte, les directions sont représentées par les flèches rouges (BRGM, 31/10/2018).	33
Illustration 24 : Plage de Maraninca, comparaison des traits de côtes hauts avant la tempête (campagnes ROL : 16/10/2017 et 12/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).	34
Illustration 25 : Exemple de trait de côte entre 2016 et 2017, numérisés sur les orthophotographies 2016 et 2017 (©GoogleEarth).	35
Illustration 26 : Plage de Cap-Sud, situation avant a) et après la tempête b). Les marqueurs fixes permettent d'évaluer les changements morphologiques (BRGM, 31/10/2018).	36
Illustration 27 : Plage de Cap-Sud, plage et enrochements au niveau du refectoire du camp Cap-Sud avant la tempête (20/03/2018) a) et après la tempête (31/10/2018). Les lignes rouges permettent d'évaluer le recul du trait de côte (BRGM).	37
Illustration 28 : Dégradation des ganivelles en haut de plage (BRGM, 31/10/2018).	37
Illustration 29 : Dépôts de sables et figures sédimentaires (BRGM, 31/10/2018).	37
Illustration 30 : Plage de Moriani, traces de débordement dans la zone urbanisée (à gauche), dégradations d'une paillote en front de mer (à droite) (BRGM, 31/10/2018).	38
Illustration 31 : Plage de Moriani, avant la tempête à gauche (BRGM, 13/05/2018) et après la tempête à droite (BRGM, 31/10/2018). Les lignes rouges représentent la position du trait de côte.	38
Illustration 32 : Plage de Moriani. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 17/10/2017 et 13/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer (orthophotographie 2016, IGN).	39
Illustration 33 : Images de la caméra MAREGOT de Moriani-Plage (vue vers le sud), images ponctuelles à gauche, images moyennées à droite, le 25/10/2018 à 15h en haut, le 29/10/2018 à 16h en bas.	40
Illustration 34 : Image de la caméra MAREGOT de Moriani-Plage (vue vers le nord) le 26/10/2018 à 8h en haut à gauche, le 29/10/2018 à 11h en haut à droite et le 01/11/2019 à 7h en bas.	40
Illustration 35 : Images de la caméra MAREGOT de Moriani-Plage (vue vers le centre-sud), le 26/10/2018 à 8h en haut à gauche, le 29/10/2018 à 17h en haut à droite, le 31/10/2018 à 9h.	41
Illustration 36 : Plage de Vanga di l'Oru, falaise dunaire au sud de la plage (BRGM, 31/10/2018).	42
Illustration 37 : Plage de Vanga di l'Oru, avant la tempête (a) à droite, (BRGM, 10/07/2018) et après la tempête (b) à gauche, (BRGM, 31/10/2018).	42
Illustration 38 : Plage de Vanga di l'Oru. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 17/10/2017 et 13/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).	43
Illustration 39 : Plage de Prunete, zones d'incursions marines. La limite d'atteinte par les eaux est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 31/10/2018).	44

Illustration 40 : Plage de Prunete. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 17/10/2017 et 13/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).....	44
Illustration 41 : Plage de Tavignano Padulone, dégats sur une paillote en front de mer a), zones d'incursions marines b et c). Les directions des flux sont matérialisées par les flèches rouges (BRGM, 31/10/2018).	45
Illustration 42 : Plage d'Erba Rossa, érosion du front dunaire a), affouillement et dégradation d'ouvrages b), c) et d) (BRGM, 07/11/2018).	46
Illustration 43 : Plage de l'étang de Palu, débordement du front dunaire, les flèches indiquent la direction de l'écoulement a), falaise dunaire engendrée par la tempête b), (BRGM, 07/11/2018).....	47
Illustration 44 : Plage de l'étang de Palu. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 23/10/2017 et 28/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 07/11/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).....	47
Illustration 45 : Plage de San Cyprianu, jour de la tempête (Facebook, 29/10/2018).	49
Illustration 46 : Images extraites d'une vidéo témoignant des franchissements de paquets de mer et de phénomènes de submersion marine locale (Facebook, 29/10/2018).	49
Illustration 47 : Ajaccio, Quai des torpilleurs, franchissements de paquets de mer (Facebook, 29/10/2018).....	50
Illustration 48 : Ajaccio, Quai des torpilleurs, destruction de bateaux (Corse-matin, 30/10/2018).	51
Illustration 49 : Ajaccio, Quai des torpilleurs, projection de débris de diverses tailles (Photos DDTM2A, 30/10/2018).	51
Illustration 50 : Dépôts de volumes importants de sable sur les quais (DDTM2A, 30/10/2018).....	51
Illustration 51 : Route des sanguinaires, dégats sur les restaurants du front de mer (Corse-Matin, 31/10/2018).....	52
Illustration 52 : Érosion de la plage Saint-François avec dégradation du mur de soutènement de la voie littorale (affouillement, photo Corse matin, 03/11/2018).	53
Illustration 53 : Port de Cargese, dégats occasionés lors de la tempête (Corse-matin,01/11/2018)....	53
Illustration 54 : Plage de Girolata, la zone d'arrière plage est totalement inondée, (Corsenetinfos, 31/10/2018).....	54
Illustration 55 : Représentation des principaux impacts de la tempête Adrian (29/10/2018) sur le littoral Corse (carte non exhaustive).	56

Liste des annexes

Annexe 1 : Fiche de plage.....	59
Annexe 2 : Fiches CEREMA	63

1. Introduction

1.1. OBJECTIFS

Le 29 octobre 2018 une tempête majeure a frappé la façade ouest de la Méditerranée. Nommée Adrian, cette tempête a provoqué d'importants dégâts sur les infrastructures (ouvrages de protection côtière, bâtiments, etc.) et le matériel (bateaux par exemple) présents sur le littoral de Corse. Elle est à l'origine de 47 demandes de reconnaissance de catastrophes naturelles (17 en Corse-du-Sud et 30 en Haute-Corse) ainsi que de phénomènes de recul du trait de côte et de submersion marine locaux.

Compte tenu du caractère majeur voire exceptionnel de cette tempête en terme de vagues, niveaux d'eau et vent ainsi que d'impacts sur le littoral, le BRGM a jugé nécessaire de réaliser un bilan de ces impacts ainsi que des conditions météo-marines qui en sont à l'origine.

Ce présent rapport réunit toutes les observations du BRGM qui ont pu être réalisées les jours suivants la tempête (entre le 28 octobre et le 7 novembre) ainsi que les informations transmises par des partenaires du BRGM (Conservatoire du Littoral et DDTM de Corse-du-Sud et de Haute-Corse). En plus de ces observations sur le terrain, des recherches ont été effectuées dans les médias afin de sélectionner toutes les informations considérées fiables par le BRGM. Ces informations peuvent être issues de photographies, de vidéos, d'articles de presse, de témoignages.

Les informations qui sont recherchées concernent :

- **les phénomènes d'érosion marine** avec comme indicateurs les entailles d'érosion marine, les brèches de cordon dunaire et/ou les falaises dunaires, les évolutions du profil de plage et des stocks sableux, etc. ;
- **les phénomènes de submersion marine** avec comme indicateurs les laisses de mer, les dépôts de sédiments, de débris et de feuilles de posidonie, les figures sédimentaires témoignant de la vitesse des écoulements, des traces sur les infrastructures témoignant des hauteurs d'eau, etc. ;
- **les phénomènes d'érosion des falaises rocheuses** avec comme indicateurs les traces de glissements, les éboulements, etc. ;
- **les dégâts matériels** avec comme indicateurs les affouillements, les blocs basculés et/ou déplacés et toutes traces de dégradation d'ouvrages et de bâtiments.

Les données recueillies ne sont pas exhaustives autant localement qu'à l'échelle de la Corse. La carte en Illustration 1 présente les sites sur lesquels des informations ont été récoltées ainsi que la source des données.

Une présentation des informations recueillies pour chaque site est ainsi réalisée dans le présent rapport, regroupée par secteur géographique.

Ce présent rapport est réalisé par le BRGM dans le cadre du Réseau d'Observation du Littoral de la Corse (ROL) qui a pour mission le suivi géomorphologique de plusieurs sites (cf. <http://www.littoral-corse.fr/>) ainsi que du projet INTERREG MAREGOT dont l'un des volets concerne la mise en place d'un « réseau tempête »¹ (<http://interreg-maritime.eu/fr/web/maregot/projet>). Ce réseau tempête permettra à l'avenir d'optimiser la couverture spatiale des observations post-tempêtes indispensables à une meilleure connaissance des phénomènes de tempête et de leurs impacts sur le littoral.

¹ Dans le cadre du projet MAREGOT, il est prévu de mettre en place un « réseau tempête » qui correspond à des observateurs de terrain volontaires et formés (acteurs du littoral, gestionnaires, services de l'État, association, etc.) pour collecter des informations relatives aux impacts d'évènements de tempêtes sur le littoral. L'objectif de ce réseau tempête est de mobiliser des observateurs dès que possible après l'évènement, sur un linéaire maximal ou bien sur des sites sensibles particuliers. Le projet MAREGOT prévoyant également la mise en œuvre d'une interface web spécifique, les informations collectées par ce réseau pourront y être renseignées, cataloguées puis mises à disposition directement en ligne.

Sites d'observations sur l'ensemble de la Corse

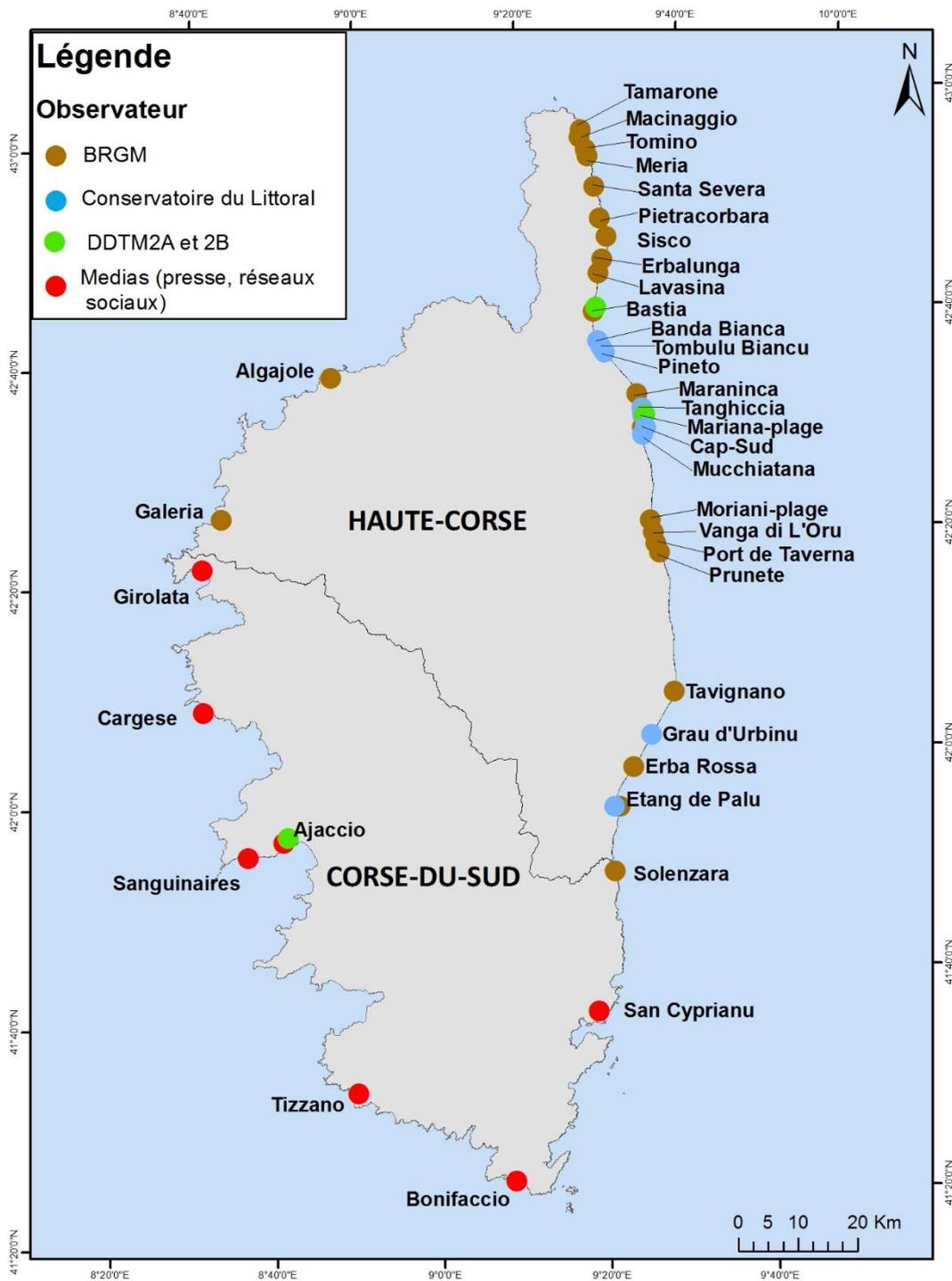


Illustration 1 : Carte localisant les observations et informations collectées relatives à la tempête Adrian ainsi que l'origine de ces données.

1.2. MOYENS

Les observations doivent être réalisées rapidement dans les jours qui suivent la tempête avant que certaines traces disparaissent, nettoyées par le vent, la pluie ou par des actions humaines (laises de mer, figures sédimentaires, débris, posidonies, etc.).

Le BRGM a mobilisé deux agents (ingénieurs littoralistes) localisés à Bastia en Corse entre le 29 octobre et le 7 novembre 2018. En complément, les services des DDTM de Haute-Corse et de la Corse-du-Sud ainsi que le Conservatoire du Littoral ont transmis des photographies. Comme évoqué précédemment, une recherche dans la presse et les réseaux sociaux a permis de collecter des images et vidéos jugées fiables.

Pour les mesures sur le terrain, un DGPS de précision centimétrique (Trimble R10) et un GPS à main de précision métrique (Garmin) ont été déployés pour mesurer les limites de laises de mer (limite de jet de rive maximum), les limites de zones submergées et le trait de côte sur certains sites.

Le protocole d'observation mis en œuvre par le BRGM sur l'ensemble des sites visités consiste en :

- une **prise photographique générale** fournissant l'aspect global de la plage ;
- une **prise photographique détaillée** concentrée sur les éventuels dégâts matériels et sur le milieu naturel (falaises dunaires, brèches, submersion) ainsi que sur la position maximale atteinte par la mer matérialisée par les laises de mer ;
- un **remplissage d'une fiche de plage** permettant l'archivage des caractéristiques de la plage au jour de la campagne (présence de feuilles posidonie et quantités, position d'un éventuel grau, position des barres, etc., Annexe 1) ;
- une **mesure au GPS ou DGPS des laises de mer** ;
- une **mesure au DGPS du trait de côte haut**² pour certains des sites du ROL.

Ce protocole concerne seulement les sites visités par les agents du BRGM. Les relevés concernent seulement les plages de sables et galets à l'exception des dégâts sous-route identifiés au niveau des falaises rocheuses côtières du Cap-Corse.

² Le trait de côte haut correspond au pied de dune (ou de la falaise dunaire), à la limite de végétation ou la limite d'ouvrage.

2. Caractéristiques météo-marines de la tempête

Le dimanche 28 octobre 2018, l'intense dépression qui se creuse à l'est des Baléares sera responsable de la **tempête ADRIAN** en Corse le **lundi 29 octobre 2018** (Illustration 2).

Dès le lundi matin, toute l'île est placée en vigilance orange à la pluie et aux orages. L'instabilité démarre sérieusement à partir de la mi-journée.

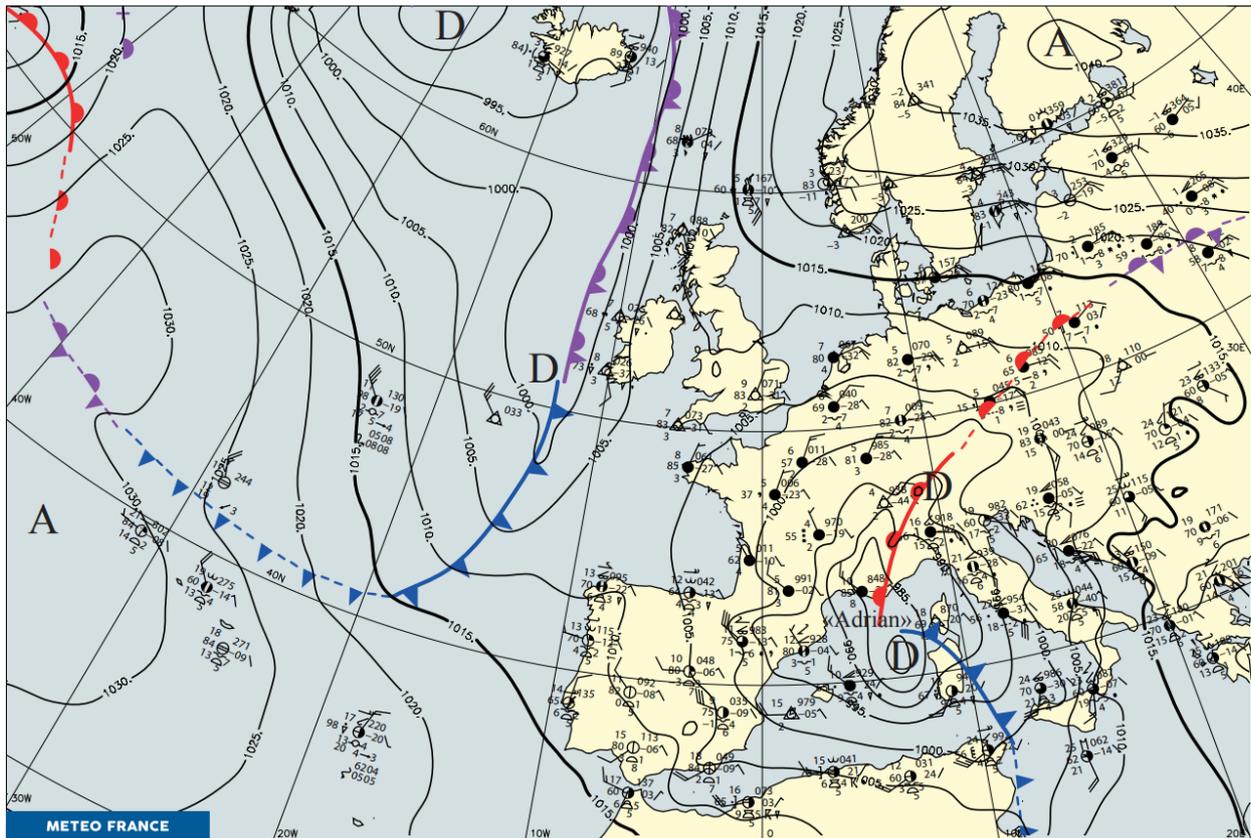


Illustration 2 : Situation atmosphérique le 29/10/2018
(source : bulletin météorologique quotidien de MétéoFrance).

2.1. VENT ET PRESSION

Les caractéristiques de vent et de pression sont extraites des stations MétéoFrance de Bastia et d'Ajaccio.

Un vent de sud-est puis sud-ouest souffle sur toute l'île. Dès 17 h la vigilance rouge aux vents violents est placée sur toute la Corse. Des rafales dépassant 110 km/h sont enregistrées dans l'après-midi, une pointe de 180 km/h est observée au Cap-Pertusato proche de Bonifacio. Alors que le pic de vitesse moyenne du vent à l'est est de 60 km/h et de 50 km/h à l'ouest.

Les mesures relevées sur la façade est sont présentées sur l'illustration 3 et sur l'illustration 4 pour la façade ouest. La pression atmosphérique suit la même tendance avec des valeurs très proches sur les deux jeux de données avec une forte dépression le 29 octobre en journée (980 hPa).

2.2. VAGUES

Les caractéristiques de vagues sont issues des mesures des bouées CANDHIS Alistro et La Revellata (<http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>, Illustration 3 et Illustration 4).

Contrairement au vent, les valeurs de hauteur significative des vagues sont maximales à l'est. Elles sont de **5,5 m** à La Revellata (avec un maximum à 9,5 m) et sont de **5 m** à Alistro (avec un maximum à 9,2 m).

Elles proviennent du sud-ouest pour la façade ouest et du sud-est pour la façade est avec des périodes de l'ordre de 8 s qui atteignent 11 s à l'ouest.

D'après la fiche synthétique du CEREMA, la période de retour de ces hauteurs significatives de vagues est inférieure à 5 ans (Annexe 2).

2.3. NIVEAU D'EAU

Les niveaux d'eau sont issus des mesures des marégraphes de Solenzara et d'Ajaccio (<http://data.shom.fr>, Illustration 3 et Illustration 4).

Le niveau d'eau maximal atteint à Solenzara est de **0,65 m/NGF** (soit 1,13 m/ZH³) le 29 octobre à 12 h avec une surcote maximale de **42 cm** également à 12 h.

Le niveau maximal atteint à Ajaccio est de **0,57 m/NGF** (soit 0,94 m/ZH) le 29 octobre à 11 h avec une surcote maximale de **37 cm** à 16 h.

2.4. BILAN

Prises indépendamment, les caractéristiques météo-marines n'ont **pas un caractère exceptionnel** (période de retour relativement faibles). Cependant, la **combinaison défavorable** de ces valeurs néanmoins très importantes, de vitesse de vent, de dépression, de hauteur significative des vagues et de niveau d'eau sont à l'origine du caractère majeur de cette tempête Adrian. La **période de retour conjointe de ces caractéristiques n'est pas connue**.

La direction des vagues (sud-ouest pour la façade ouest, sud-est pour la façade est) associée à des valeurs de hauteurs significatives et de surcote importantes, a induit une configuration défavorable pour chacune des deux façades qui est en grande partie, à l'origine des nombreux dégâts.

³ ZH indique la cote marine qui est située à 0,367 m et à 0,479 m au-dessous du zéro NGF respectivement à Ajaccio et à Solenzara (Référence Altimétrique du SHOM de 2017).

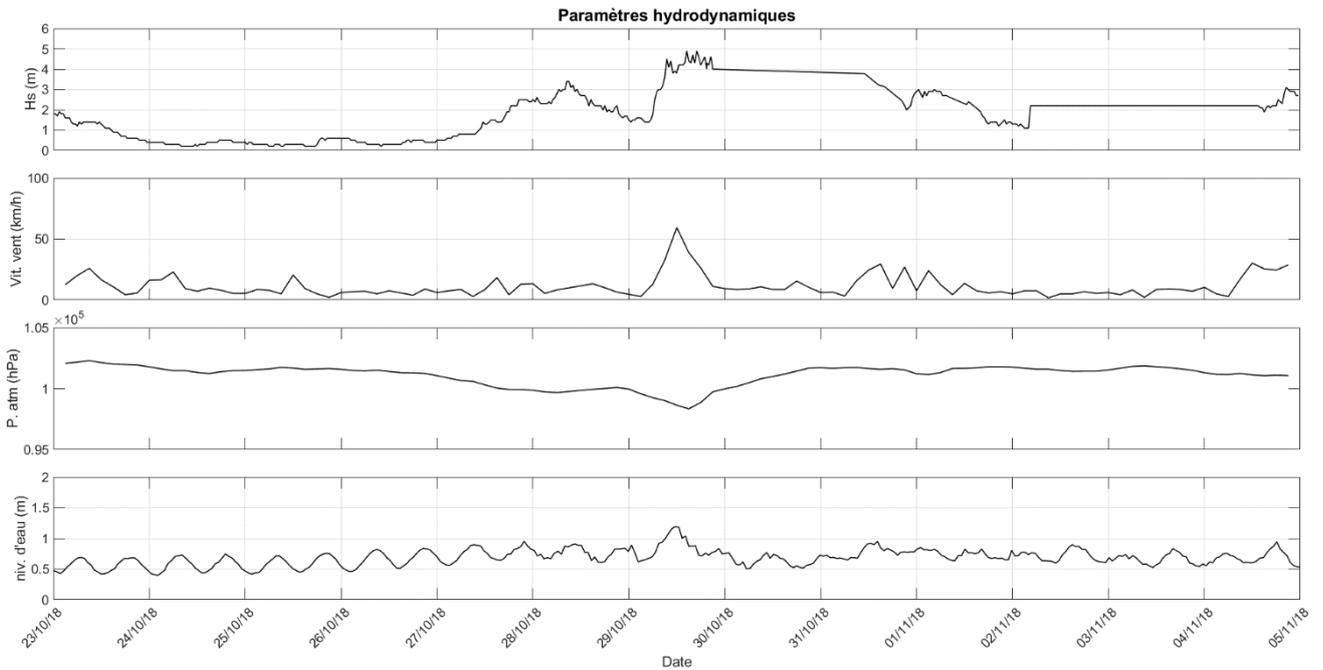


Illustration 3 : Paramètres météorologiques et météomarins mesurés du 23/10/2018 au 05/11/2018. a) Hauteur significative de la houle (source : Houlographe Alistro, CANDHIS), b) Vitesse du vent, c) Pression atmosphérique (source : Synop MétéoFrance, station Bastia) et d) Niveau d'eau (source : Marégraphe du SHOM à Solenzara).

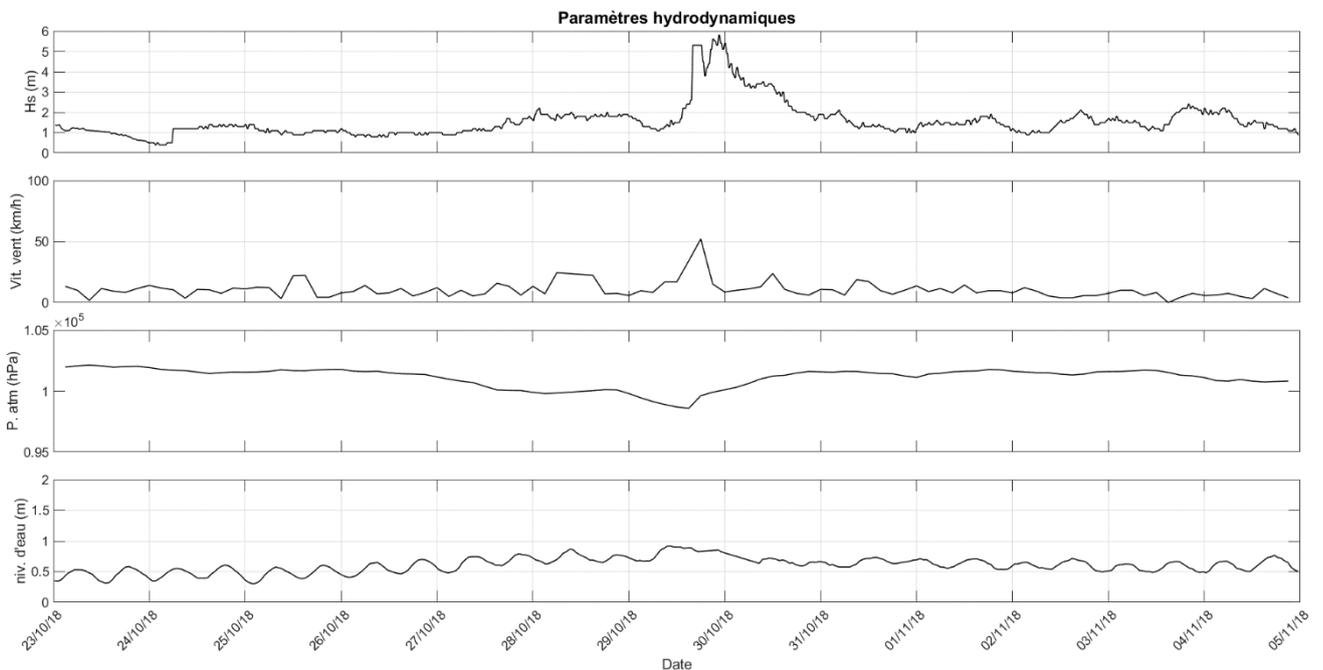


Illustration 4 : Paramètres météorologiques et météomarins mesurés du 23/10/2018 au 05/11/2018. a) Hauteur significative de la houle (source : Houlographe Revellata, CANDHIS), b) Vitesse du vent, c) Pression atmosphérique (source : Synop MétéoFrance, station Ajaccio) et d) Niveau d'eau (source : Marégraphe du SHOM à Ajaccio).

3. Secteur du Cap-Corse

Les visites de terrain ont été effectuées par le BRGM le 7 novembre pour la façade est du Cap-Corse. Les principales observations sont localisées sur l'illustration 5.

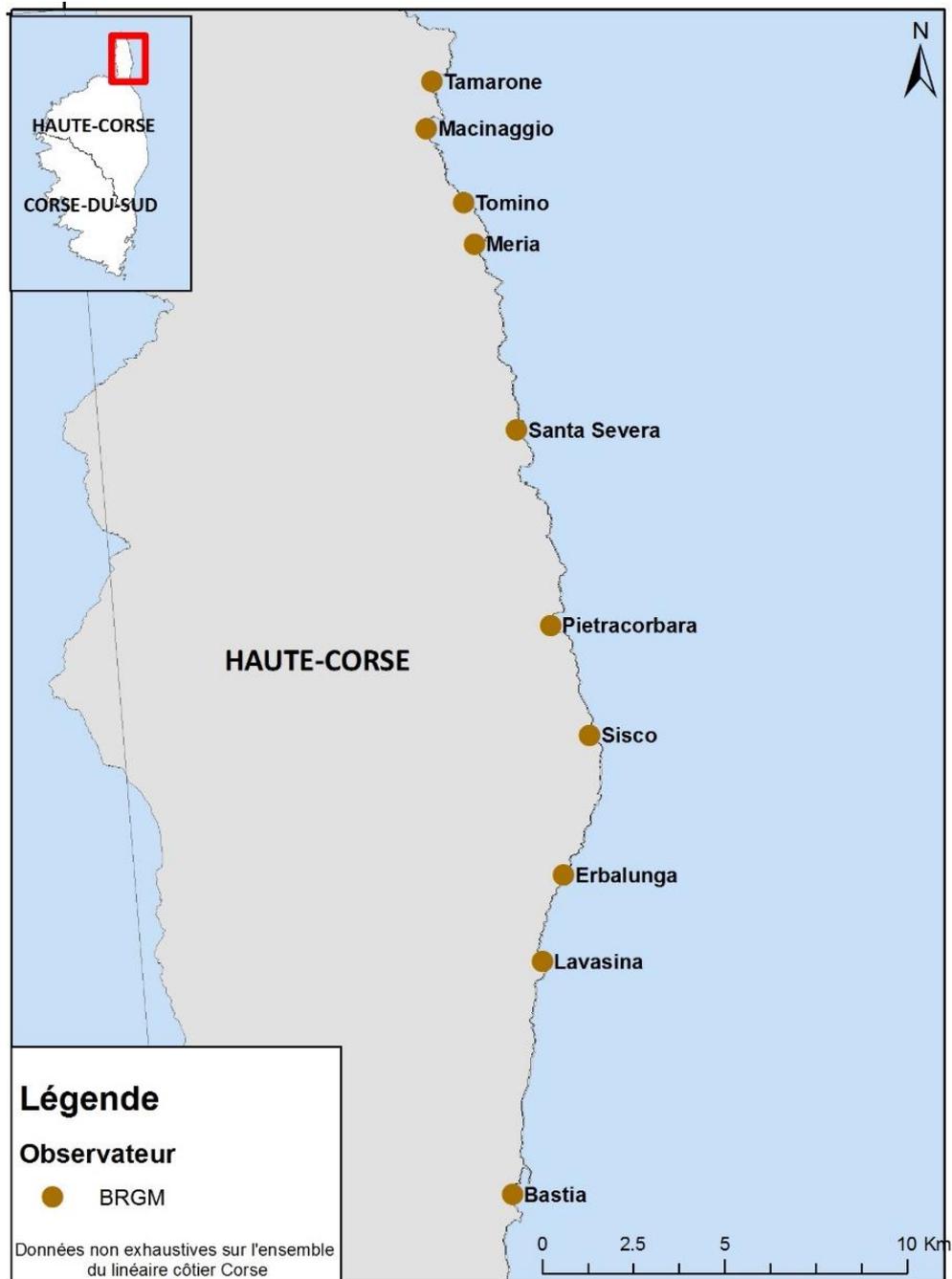


Illustration 5 : Localisation des sites visités le 7 novembre 2019 par le BRGM après la tempête Adrian (29 octobre 2019).

3.1. PLAGE DE TAMARONE

Sur la plage de Tamarone (commune de Rogliano), la tempête a généré un dépôt de feuilles mortes de posidonie qui a augmenté l'épaisseur de la banquette déjà présente (plusieurs dizaines de centimètres voire quelques mètres par endroit) sur la quasi-totalité de la surface de la plage (banquettes de posidonie) (Illustration 6 et Illustration 7).

Aucun dégât n'est constaté sur la paillote au sud de la plage malgré des lisses de mer très proches du bâtiment.



Illustration 6 : Plage de Tamarone, vue globale. (BRGM, 07/11/2018).



Illustration 7 : Plage de Tamarone, à gauche : couche épaisse de banquette de posidonie. À droite : marques d'érosions sur le haut de plage (BRGM, 07/11/2018).

3.2. PLAGES DE MACINAGGIO

La plage de Macinaggio (commune de Rogliano) a également subi un dépôt massif de feuilles de posidonie (Illustration 8).

Les laisses de mer qui témoignent de phénomènes de submersion marine locale sont constatées dans la zone humide située en arrière du cordon littoral (Illustration 9).

Aucun dégât n'est constaté sur les bâtiments présents au sud de la plage.



Illustration 8 : Plage de Macinaggio, vue globale (BRGM, 07/11/2018).



Illustration 9 : Plage de Macinaggio, traces d'incursions marines dans la zone humide d'arrière-plage. La limite d'atteinte des eaux est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 07/11/2018).

3.3. PLAGES DE MERIA

La plage de Meria fréquemment exposée au dépôt de grandes quantités de feuilles mortes de posidonie est recouverte par une banquette très épaisse qui dépasse 2 m par endroit (Illustration 10.a) jusqu'à recouvrir les terrasses des habitations du front de mer.

D'autre part, les laisses de mer visibles à l'intérieur des rues et accès à la plage témoignent de phénomène de submersion marine locale (Illustration 10.b).

Des dégradations sont constatées sur la paillote au centre de la plage (Illustration 10.c).



Illustration 10 : Plage de Meria, épaisse couche de banquette de posidonie au nord de la plage a), traces d'incursions marines au niveau de l'accès à la plage b), ensablement et dégradations mineures de la paillote c) - (BRGM, 07/11/2018).

3.4. PLAGES DE SANTA SEVERA

L'ouvrage de soutènement de la route D80 surplombant la plage de Santa Severa (commune de Luri) présente une déstabilisation importante. Des enrochements se sont affaissés et ont été basculés probablement par l'action des vagues, induisant un affaissement du terrain au-dessus (Illustration 11).



Illustration 11 : Plage de Santa Severa, affaissement de l'enrochement de protection de la route (BRGM, 07/11/2018).

3.5. PLAGES DE PORTICCIOLO

La position des laisses de mer ainsi que les dépôts de sédiments et figures sédimentaires associées témoignent de phénomènes de submersion marine locale avec des vitesses d'écoulement relativement importantes (25 à 30 m à l'intérieur des terres). La route D80 a été totalement submergée (Illustration 12).

La plage de Porticciolo est également recouverte sur quasiment toute sa surface d'une épaisse banquette de posidonie (mais moins importante qu'à Meria). Par ailleurs, des dépôts de sable et galets sont constatés sur la terrasse de la paillote au sud de la plage (Illustration 13).



Illustration 12 : Submersion de la route D80 au niveau de la plage de Porticciolo (BRGM, 07/11/2019).

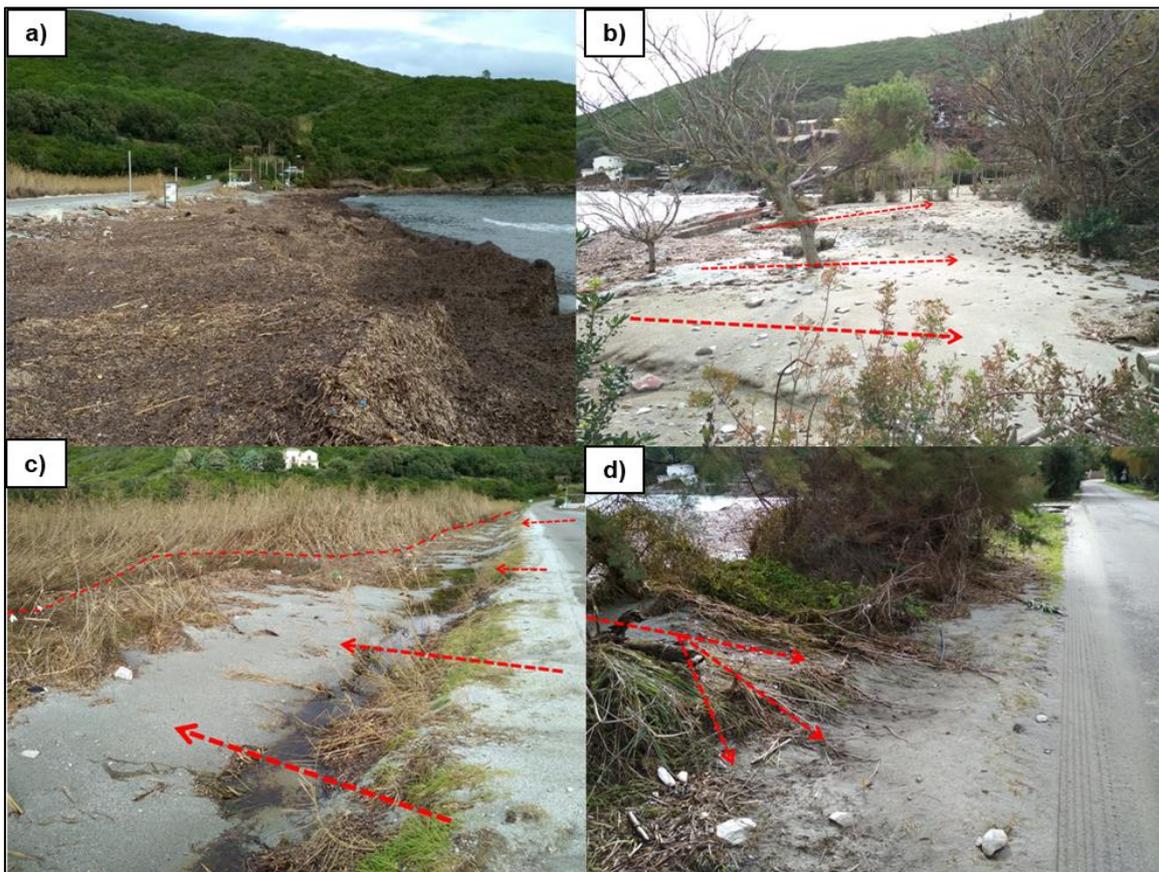


Illustration 13 : Plage de Porticciolo, la plage est recouverte d'une épaisse couche de posidonie a), plusieurs zones de débordement sont clairement identifiables par des nappes de sables et galets déplacés et sur les marques dans la végétation b), c), d). La limite d'atteinte des eaux est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 07/11/2018).

3.6. PLAGE DE PIETRACORBARA

Dans le secteur de la plage de Pietracorbara, les laisses de mer ainsi que les dépôts de sable témoignent de phénomène de submersion marine locale (plusieurs dizaines de mètres à l'intérieur des terres, ~ 80m). Le parking situé à l'arrière de la plage a été totalement submergé (Illustration 14).

Contrairement aux autres plages du Cap, les banquettes de posidonie ne recouvrent pas la plage mais sont localisées aux extrémités (particulièrement au nord).



Illustration 14 : Plage de Pietracorbara, zones de débordement au niveau du parking central (en haut) et au niveau du parking Sud (en bas) . La limite d'atteinte des eaux (à une soixantaine de mètres du trait de côte) est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 07/11/2018).

3.7. PLAGES DE SISCO

Sur la plage de la commune de Sisco, les laisses de mer ainsi que les dépôts de sables et graviers témoignent de phénomènes de submersion marine locales avec des vitesses d'écoulement relativement importantes (Illustration 15). L'eau a pénétrée sur plusieurs mètres voire quelques dizaines de mètres à l'intérieur des terres.

Des traces d'érosion marine au niveau de la falaise rocheuse sous l'ouvrage de soutènement de la route D80 côtière ont également été constatées au nord de la plage (Illustration 16). Ce phénomène d'érosion marine est probablement associé à d'autres phénomènes liés à la nature de cette falaise rocheuse côtière (lithologie, contexte structural, ruissellement, etc.).



Illustration 15 : Dépôts de sables et graviers à gauche, laisses de mer (débris de bois) à droite (BRGM, 07/11/2019).



Illustration 16 : Traces d'érosion marine sous l'ouvrage de soutènement de la route D80 sur la commune de Sisco (BRGM, 07/11/2019).

3.8. PLAGES D'ERBALUNGA

La marine d'Erbalunga (commune de Brando) a subi d'importants dégâts induits par l'action des vagues. Notamment, l'ouvrage portuaire en enrochement a été lourdement endommagé avec la création d'une brèche (Illustration 17). Des laisses de mer ont été observées dans le village près de la tour à des altitudes de l'ordre de 6 m/NGF.

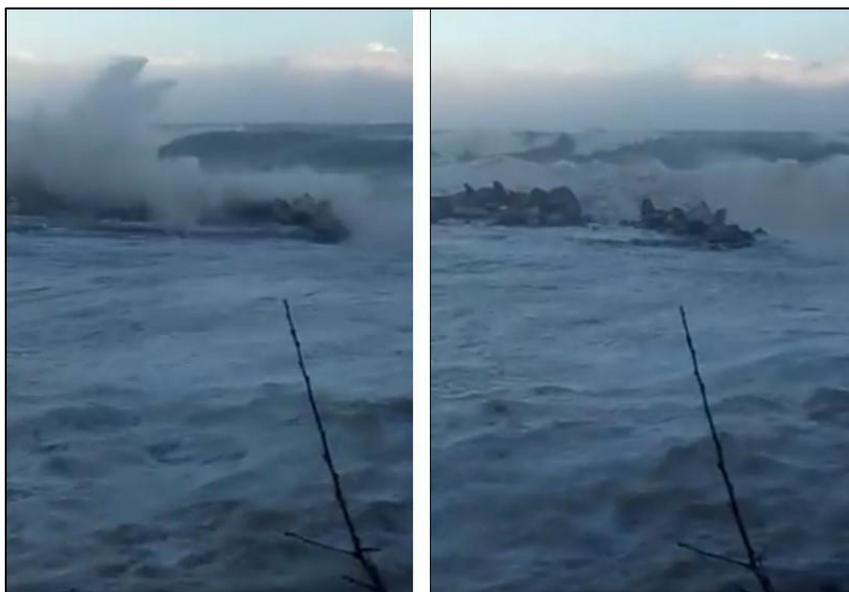


Illustration 17 : Brèche dans l'ouvrage portuaire de la marine d'Erbalunga (images extraites de vidéo sur Facebook).

3.9. PLAGES DE LAVASINA

Sur la plage de Lavasina (commune de Brando), la paillote construite « en dur » a été fortement dégradée par l'action des vagues, ce qui a conduit à sa destruction (Illustration 18).

Des traces d'érosion marine des falaises côtières ont également été constatées au sud de la plage de Lavasina sous la route du Bord de Mer (D80, Illustration 19). Ce phénomène d'érosion marine est probablement associé à d'autres phénomènes liés à la nature de cette falaise rocheuse côtière (lithologie, contexte structural, ruissellement, etc.).



Illustration 18 : Dégradation de la paillote de la plage de Lavasina (source Facebook).



Illustration 19 : Traces d'érosion marine de falaise rocheuse côtière (BRGM, 07/11/2018).

3.10. BASTIA

Le front de mer de la ville de Bastia a subi des phénomènes liés à l'action des vagues tels que des franchissements de paquets de mer quai des Martyrs et même dans le port au niveau de l'allée du 173^e RIM ainsi que des projections de grandes quantités de feuilles mortes de posidonie au sud du tunnel sur la route du Front de Mer (Illustration 20).

Des blocs au niveau des épis en enrochements au droit de la route du Front de Mer ont été basculés.

Plusieurs images et vidéos collectées dans les médias témoignent du type de phénomène de submersion marine (franchissements de paquets de mer) et des vitesses d'écoulement élevées qui ont engendré des dégradations sur infrastructures du front de mer quai des Martyrs qui se situe à une altitude de l'ordre de 5 m/NGF (basculement de blocs, dégradation des murets, destructions des installations extérieures des restaurants, Illustration 21).



Illustration 20 : Vieux port de Bastia à droite, allée du 173^e RIM à gauche, le 29/10/2018 (Source Facebook).



Illustration 21 : Quai des Martyrs, à gauche le 29/10/2018, jour de la tempête (Source Facebook), à droite le 30/10/2018 (Source DDTM2B).

4. Secteur de la Plaine Orientale

En raison de sa configuration géomorphologique de côte basse meuble extrêmement sensible aux événements de tempête, la Plaine Orientale a fait l'objet d'une attention particulière. Les visites de terrain accompagnées de mesures au DGPS ont été effectuées par le BRGM le 31 octobre 2018 pour ce secteur (Illustration 22). Certains des sites étant suivis dans le cadre du ROL, ces mesures ont pu être comparées avec celles des dernières campagnes (juin 2018 notamment) et ont permis d'estimer des reculs du trait de côte haut liés à cette tempête.

Des témoignages du Conservatoire du Littoral sont également restitués dans ce chapitre mais aucune image n'a été collectée.

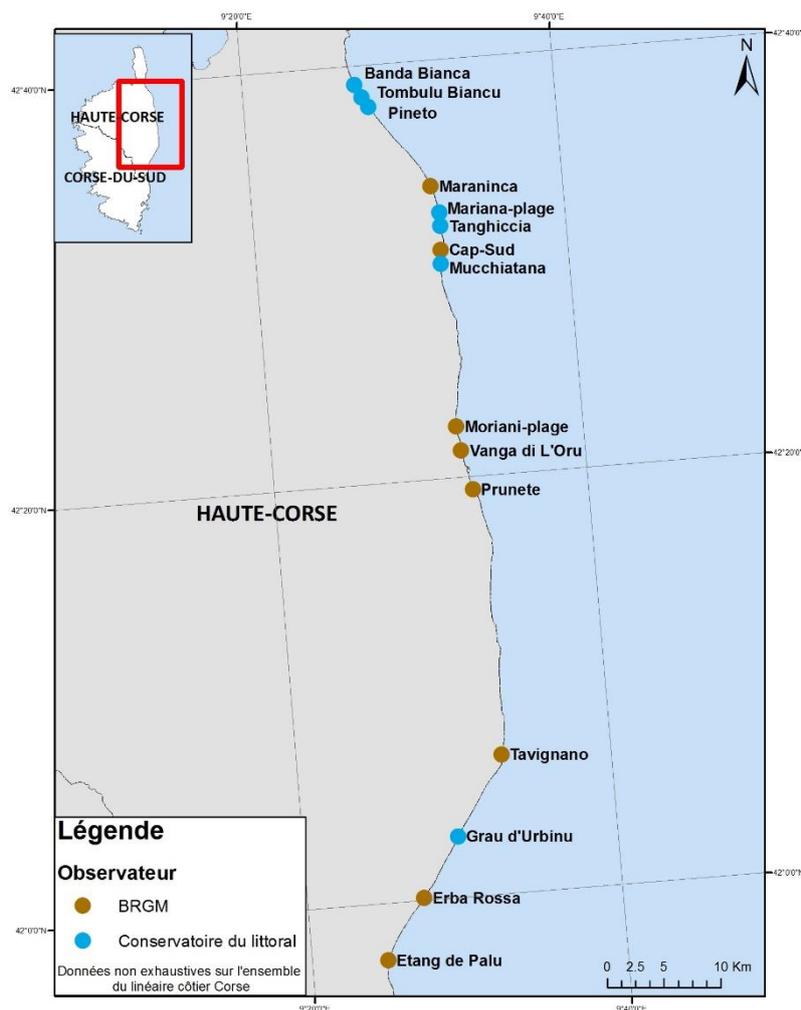


Illustration 22 : Localisation des observations sur la Plaine Orientale en Haute-Corse.

4.1. PLAGE DE BANDA BIANCA

Aucun dégât majeur n'a été constaté sur la plage de Banda Bianca (commune de Furiani, témoignage du Conservatoire du Littoral). Les ganivelles situées en haut de plage n'ont pas été déstabilisées bien que les lasses de mer soient hautes. Des dépôts de posidonie en banquettes disséminées sont constatés.

4.2. PLAGES DE TOMBULU BIANCU

La plage de Tombulu Biancu (commune de Furiani, témoignage du Conservatoire du Littoral) apparaît plus impactée que la plage de Banda Bianca avec recul du cordon dunaire (voire arasement) constaté. Les laisses de mer sont très hautes également, la mer ayant atteint la route située en arrière plage.

4.3. PLAGES DE PINETO

La plage de Pineto (commune de Biguglia, témoignage du Conservatoire du Littoral) présente une falaise dunaire de plusieurs dizaines de centimètres sur tout son linéaire.

D'autres traces d'érosion sont constatées tel que l'affouillement important de l'ouvrage devant l'hôtel Pineto (enrochement). De même, des phénomènes de submersion marine locale sont constatés en plusieurs endroits, de plusieurs mètres à l'intérieur des terres (au-delà du trait de côte).

4.4. PLAGES DE TANGHICCIA

Une falaise dunaire de plusieurs dizaines de centimètres témoigne d'une érosion marine sur tout le linéaire de cette plage (commune de Lucciana, témoignage du Conservatoire du Littoral).

4.5. PLAGES DE MARANINCA

Le site de la Maraninca (commune de Lucciana) présente des laisses de mer très hautes sur le haut de plage voire au-delà du trait de côte sur le cordon dunaire et chargées en nombreux débris végétaux. Au niveau des accès à la plage, des incursions marines de plusieurs dizaines de mètres à l'intérieur des terres sont constatées comme en témoignent les laisses de mer ainsi que les figures sédimentaires dans les dépôts de sable (Illustration 23 en bas, étoiles rouges sur l'illustration 24).

Une relativement épaisse (pour la Plaine Orientale, ~ 50 cm) couche de feuilles de posidonie est constatée au niveau de la berme et du bas de plage (Illustration 23, en haut).

Les mesures du trait de côte haut montrent un net recul de l'ordre de 15 m en moyenne entre le 12 juin 2018 (campagne du ROL, trait noir sur l'illustration 24) et la visite de terrain post-tempête du 31 octobre 2018 (trait rouge, illustration 24).

Il est souligné que sur ce site, le trait de côte haut entre 2016 et 2017 a avancé d'une quinzaine de mètres tel que visible sur l'illustration 24 dont le fond cartographique correspond à l'orthophotographie 2016 de l'IGN. En effet, en 2016, le trait de côte haut correspond au pied de dune proche de la limite de végétation comme localisé sur l'illustration 25. En revanche, en 2017, en raison de cette accrétion, le trait de côte correspond à une limite moins évidente entre la plage et la dune identifiable par quelques touffes éparses de végétation et une laisse de mer constituée de débris végétaux de plus ou moins gros volume tel que représenté sur l'illustration 25.



Illustration 23 : Plage de Maraninca, en haut : banquette de posidonie et lasses de mer ; en bas : traces d'écoulement d'eau au-delà du trait de côte, les directions sont représentées par les flèches rouges (BRGM, 31/10/2018).



Illustration 24 : Plage de Maraninca, comparaison des traits de côtes hauts avant la tempête (campagnes ROL : 16/10/2017 et 12/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).



Illustration 25 : Exemple de trait de côte entre 2016 et 2017, numérisés sur les orthophotographies 2016 et 2017 (©GoogleEarth).

4.6. PLAGES DE MARIANA-PLAGE

Sur le site de Mariana-plage (commune de Lucciana) plusieurs dégradations de clôtures, terrasses et jardins de bord de mer sont identifiées.

4.7. PLAGES DE CAP-SUD

Plusieurs traces d'érosion marine ont été constatées sur le secteur de Cap-Sud (commune de Lucciana) :

- affouillement au-devant des ouvrages (enrochements, murs, Illustration 26) ;
- dégradation de l'enrochement associée à un recul du trait de côte de plusieurs mètres. L'illustration 27 témoigne de la configuration de la plage avant et après la tempête ;
- dégradation des ganivelles placées en haut de plage.

D'autre part, des laisses de mer ainsi que des dépôts sableux sont constatés par endroit sur plusieurs dizaines de mètres à l'intérieur des terres.

Des banquettes de posidonie sont présentes sur la berme de bas de plage.

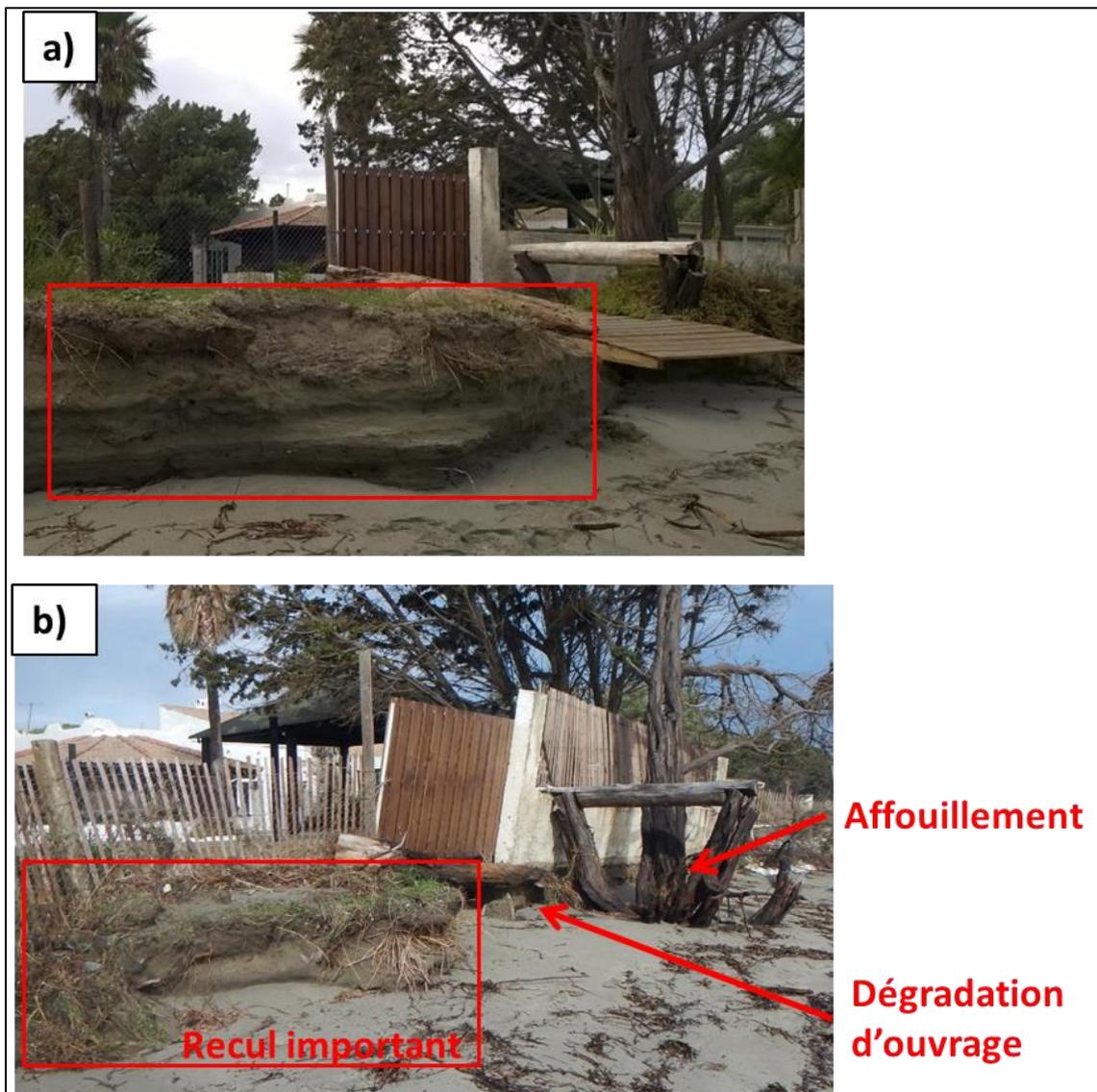


Illustration 26 : Plage de Cap-Sud, situation avant a) et après la tempête b). Les marqueurs fixes permettent d'évaluer les changements morphologiques (BRGM, 31/10/2018).

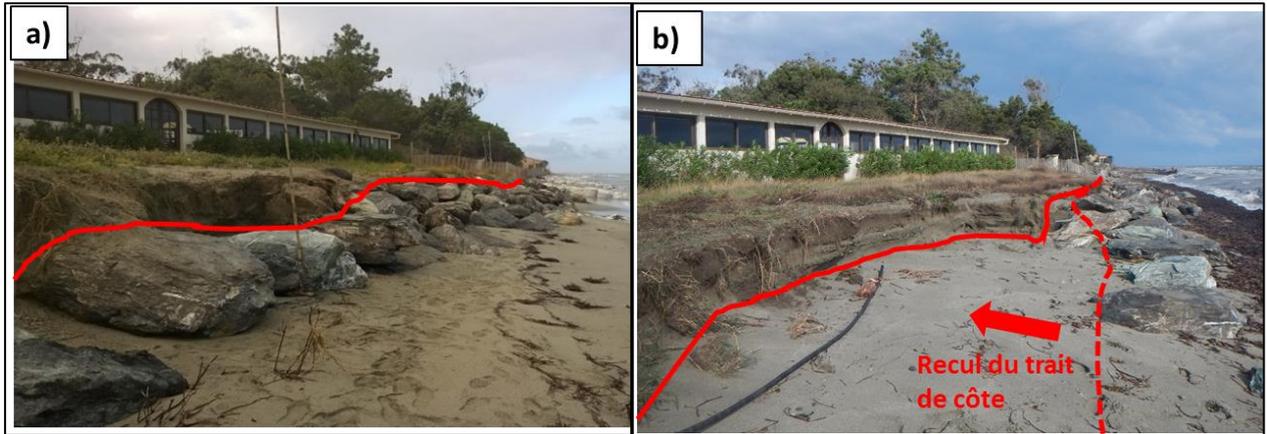


Illustration 27 : Plage de Cap-Sud, plage et enrochements au niveau du refectoire du camp Cap-Sud avant la tempête (20/03/2018) a) et après la tempête (31/10/2018). Les lignes rouges permettent d'évaluer le recul du trait de côte (BRGM).



Illustration 28 : Dégradation des ganivelles en haut de plage (BRGM, 31/10/2018).



Illustration 29 : Dépôts de sables et figures sédimentaires (BRGM, 31/10/2018).

4.8. PLAGES DE MUCCHIATANA

La plage de Mucchiatana (commune de Venzolasca) présente une falaise dunaire de plusieurs dizaines de centimètres sur quasiment l'ensemble du linéaire mais plus marquée au sud.

4.9. MORIANI-PLAGE

Le front de mer de Moriani-plage (commune de San-Nicolau) est historiquement soumis à une érosion marine importante. La tempête Adrian a causé de nombreux dégâts sur les infrastructures du front de mer qui ne sont pas tous représentés dans ce rapport. Des traces de phénomènes de submersion marine locale sont constatées avec des dépôts de sables et galets (Illustration 30). Des laisses de mer ont été mesurées à 4,2 m/NGF témoignant du niveau marin maximal atteint par le jet de rive.

Un recul du trait de côte de plusieurs mètres est constaté au sud du front de mer urbanisé tel que représenté sur la comparaison avant et après la tempête des photographies et des levés au DGPS (Illustration 31 et Illustration 32). Au nord du front de mer urbanisé, une falaise dunaire d'amplitude métrique est également constatée. Le recul moyen est estimé à une dizaine de mètres sur les zones non urbanisées.

Plusieurs banquettes de posidonie sont présentes sur la plage au nord du site.



Illustration 30 : Plage de Moriani, traces de débordement dans la zone urbanisée (à gauche), dégradations d'une paillote en front de mer (à droite) (BRGM, 31/10/2018).

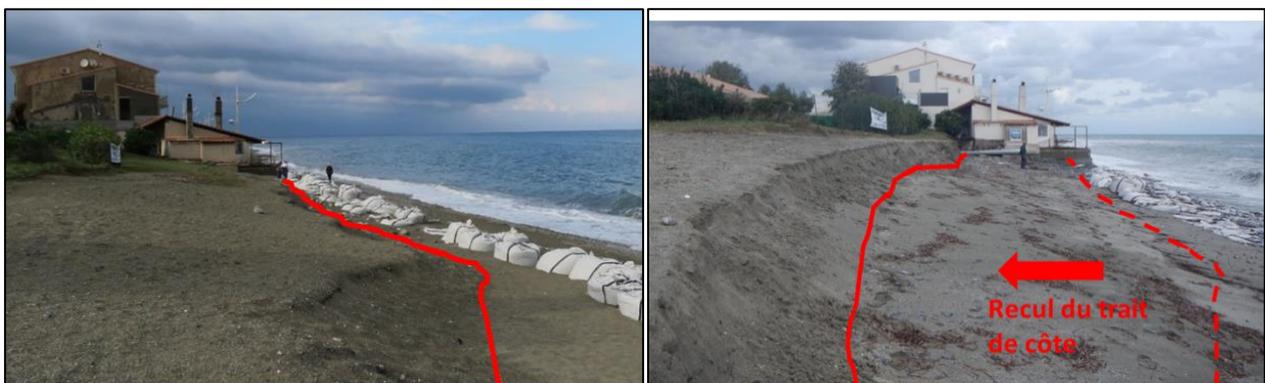


Illustration 31 : Plage de Moriani, avant la tempête à gauche (BRGM, 13/05/2018) et après la tempête à droite (BRGM, 31/10/2018). Les lignes rouges représentent la position du trait de côte.



Illustration 32 : Plage de Moriani. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 17/10/2017 et 13/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer (orthophotographie 2016, IGN).

La caméra⁴ installée sur l'hôtel du front de mer « Le Lido » a permis de collecter des images avant, pendant et après la tempête. Elle a ainsi répondu à son objectif d'acquisition d'informations haute résolution temporelle et en condition de tempête. L'illustration 33 témoigne de la surcote (contribution du vent, de la pression et des vagues) lors de la tempête. L'illustration 34 et l'illustration 35 témoignent des conditions de vagues et de niveaux d'eau pendant l'évènement ainsi que de la morphologie de la plage avant et après (réalignement du trait de côte au niveau du grau, aplanissement et abaissement de la plage, désensablement des big-bags, par ex.).

⁴ Dans le cadre du projet MAREGOT, 3 caméras ont été installées sur 3 sites pilotes (Bastia, Moriani-Plage et Calvi) afin de suivre l'évolution géomorphologique de la plage, à haute résolution temporelle.



Illustration 33 : Images de la caméra MAREGOT de Moriani-Plage (vue vers le sud), images ponctuelles à gauche, images moyennées à droite, le 25/10/2018 à 15h en haut, le 29/10/2018 à 16h en bas.

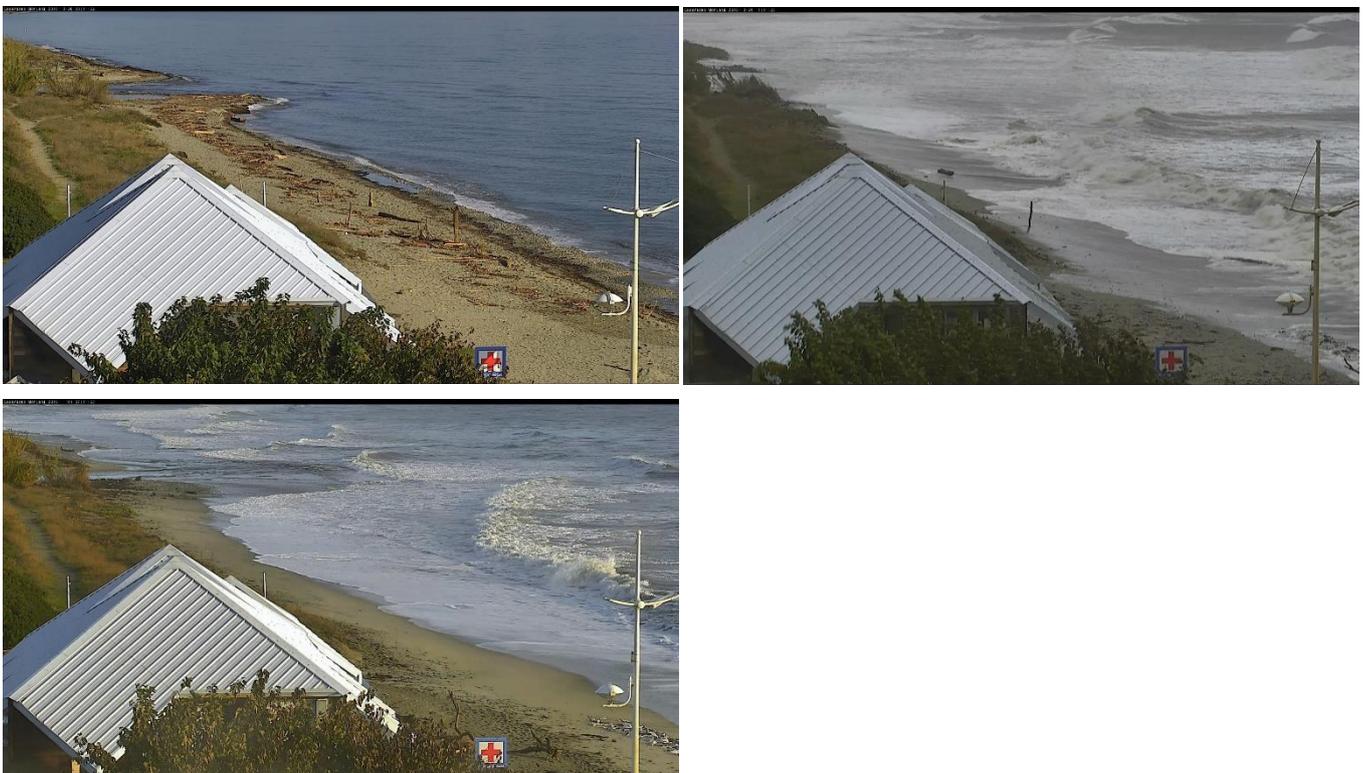


Illustration 34 : Image de la caméra MAREGOT de Moriani-Plage (vue vers le nord) le 26/10/2018 à 8h en haut à gauche, le 29/10/2018 à 11h en haut à droite et le 01/11/2019 à 7h en bas.

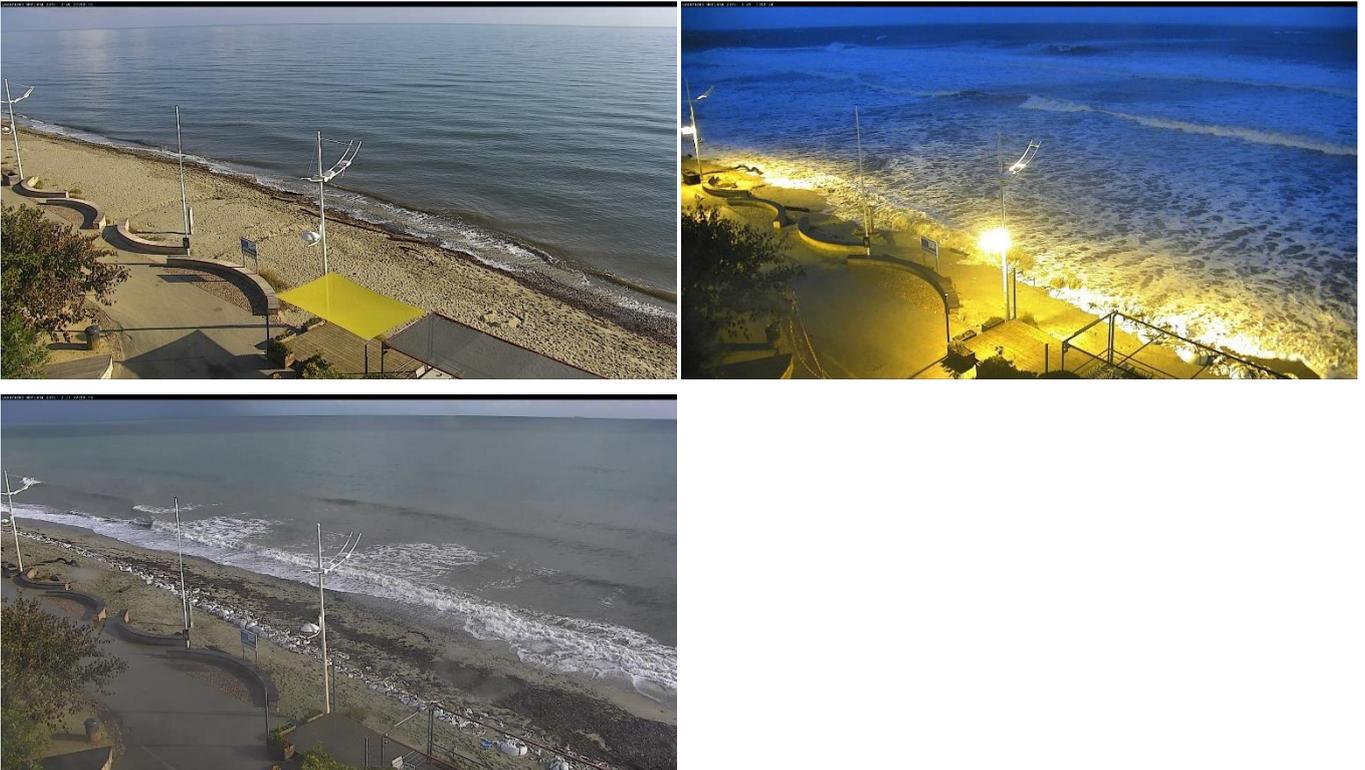


Illustration 35 : Images de la caméra MAREGOT de Moriani-Plage (vue vers le centre-sud), le 26/10/2018 à 8h en haut à gauche, le 29/10/2018 à 17h en haut à droite, le 31/10/2018 à 9h.

4.10. PLAGES DE VANGA DI L'ORU

Tout comme Moriani-Plage, la plage de Vanga Di l'Oru (commune de Santa-Maria-Poggio) est soumise à une érosion chronique. Une falaise dunaire pouvant dépasser 2 m de haut avec racines apparentes (voire déracinement d'arbustes) apparaît sur presque l'ensemble de la plage. Elle est particulièrement importante au sud de la plage (Illustration 36).

La granularité des sédiments sur la plage a nettement évolué depuis la dernière campagne de mesure du ROL effectuée en juillet 2018. Les sables clairsemés de graviers/galets ont été recouverts par des graviers et galets centimétriques (Illustration 37).

D'autre part, des entrées d'eaux marines importantes sont constatées au niveau de la zone basse du camping (camping Soleil Levant). Des laines de mer sont constatées plusieurs dizaines de mètres à l'intérieur des terres, à des altitudes de l'ordre de 1,8 m/NGF (Illustration 38).

Les mesures du trait de côte au DGPS témoignent de recul de l'ordre de 10 m. Le secteur sud qui présente des falaises côtières est plus marqué par ce recul (Illustration 38).



Illustration 36 : Plage de Vanga di l'Oru, falaise dunaire au sud de la plage (BRGM, 31/10/2018).

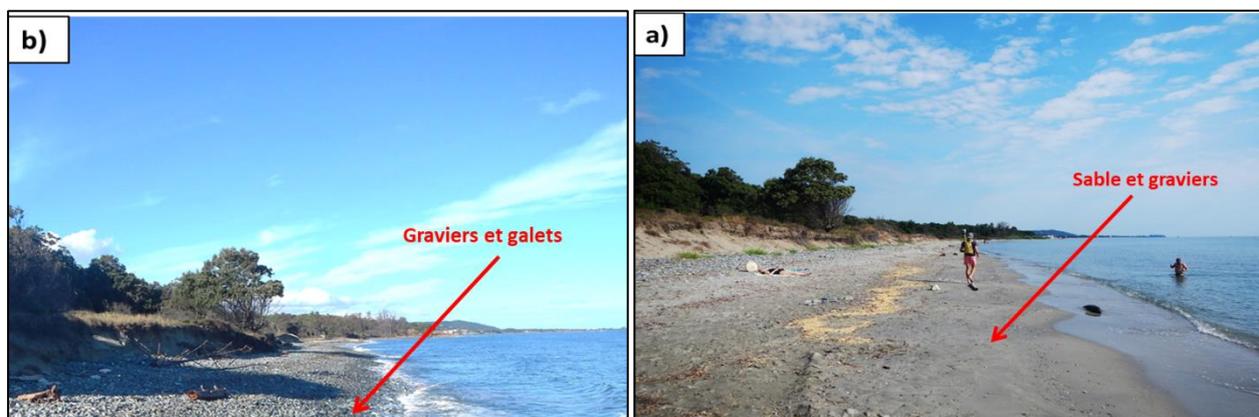


Illustration 37 : Plage de Vanga di l'Oru, avant la tempête (a) à droite, (BRGM, 10/07/2018) et après la tempête (b) à gauche, (BRGM, 31/10/2018).



Illustration 38 : Plage de Vanga di l'Oru. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 17/10/2017 et 13/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).

4.11. PLAGES DE PRUNETE

La plage de Prunete (commune de Cervione) ne présentait pas de dégât visible sur les infrastructures littorales. Néanmoins, à l'image des autres secteurs de la plaine, les laisses de mer sont très hautes (jusqu'à 2,3 m/NGF) et les entrées d'eaux marines dans les zones basses fréquentes (Illustration 39). Les relevés du trait de côte témoignent également d'un net recul de 5 à 10 m (Illustration 40).



Illustration 39 : Plage de Prunete, zones d'incursions marines. La limite d'atteinte par les eaux est matérialisée par la ligne rouge en pointillés, la direction des flux par les flèches (BRGM, 31/10/2018).

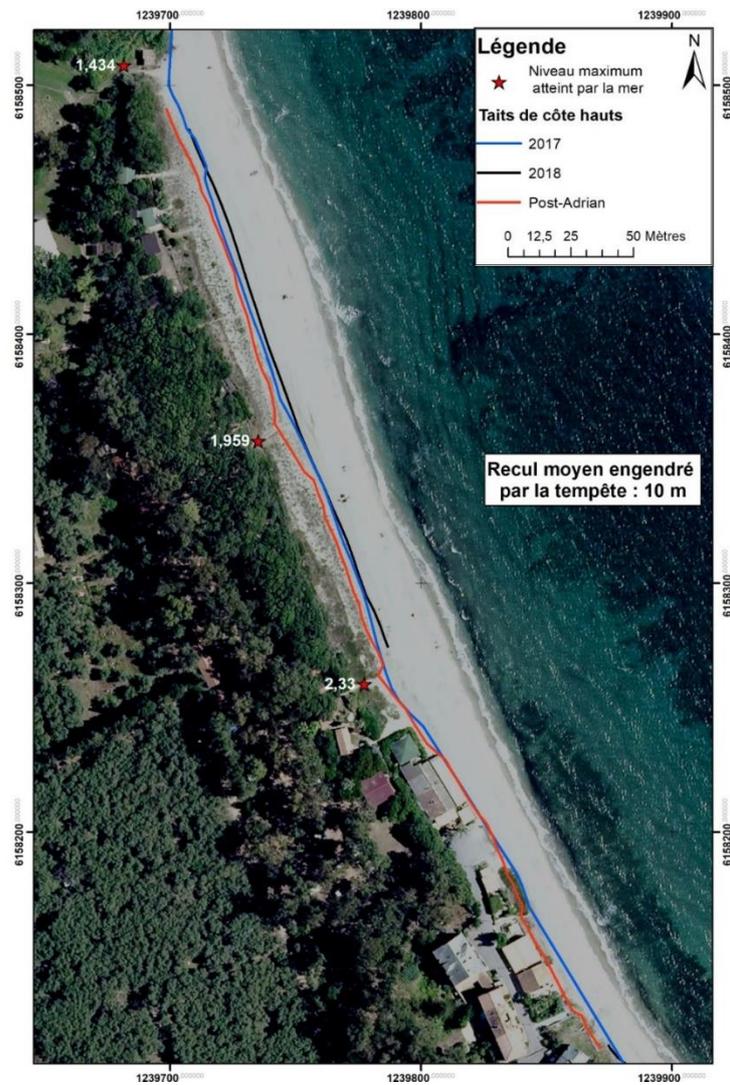


Illustration 40 : Plage de Prunete. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 17/10/2017 et 13/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 31/10/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).

4.12. PLAGES DE TAVIGNANO PADULONE

La plage de Tavignano Padulone (commune d'Aléria) subit une érosion importante depuis plus d'une décennie. Le sud de la plage en avant du camping est particulièrement concerné. L'impact de la tempête y a été très important. Les paillotes situées sur le front de mer ont été quasiment détruites (Illustration 41.a).

Au sud, des entrées d'eaux marines sont constatées sur plusieurs dizaines de mètres à l'intérieur des terres avec des dépôts de sables et de galets pouvant dépasser les 10 cm d'épaisseur. Les ganivelles sont par endroit partiellement ensevelies (Illustration 41.b et c).



Illustration 41 : Plage de Tavignano Padulone, dégâts sur une paillote en front de mer a), zones d'incursions marines b et c). Les directions des flux sont matérialisées par les flèches rouges (BRGM, 31/10/2018).

4.13. PLAGES DU GRAU D'URBINO

L'évolution de la plage du Grau d'urbino (commune de Ghisonaccia) est marquée principalement par un apport de sable au sud de la plage.

4.14. PLAGES D'ERBA ROSSA

La plage d'Erba Rossa (commune de Ghisonaccia) située au nord de l'embouchure du Fium Orbu présente des dégradations sur les infrastructures en front de mer (affouillement de plusieurs dizaines de centimètres de murs, effondrement de terrasses, Illustration 42).

L'érosion marine se manifeste ici par un abaissement de la plage de plusieurs dizaines de centimètres.



Illustration 42 : Plage d'Erba Rossa, érosion du front dunaire a), affouillement et dégradation d'ouvrages b), c) et d) (BRGM, 07/11/2018).

4.15. PLAGES DE L'ÉTANG DE PALU

La plage de l'étang de Palu (commune de Serra-Di-Fiumorbo) présente des entrées d'eaux marines importantes au-delà du cordon dunaire. Des laisses de mer sont constatées plusieurs dizaines de mètres en arrière de la dune.

La dune est marquée par des entailles d'érosion marine d'ampleur métrique (Illustration 43).

Le levé du trait de côte au DGPS avant et après la tempête montre un recul moyen d'une dizaine de mètres. La morphologie de la flèche sableuse a été totalement remaniée (Illustration 44).



Illustration 43 : Plage de l'étang de Palu, débordement du front dunaire, les flèches indiquent la direction de l'écoulement a), falaise dunaire engendrée par la tempête b), (BRGM, 07/11/2018).

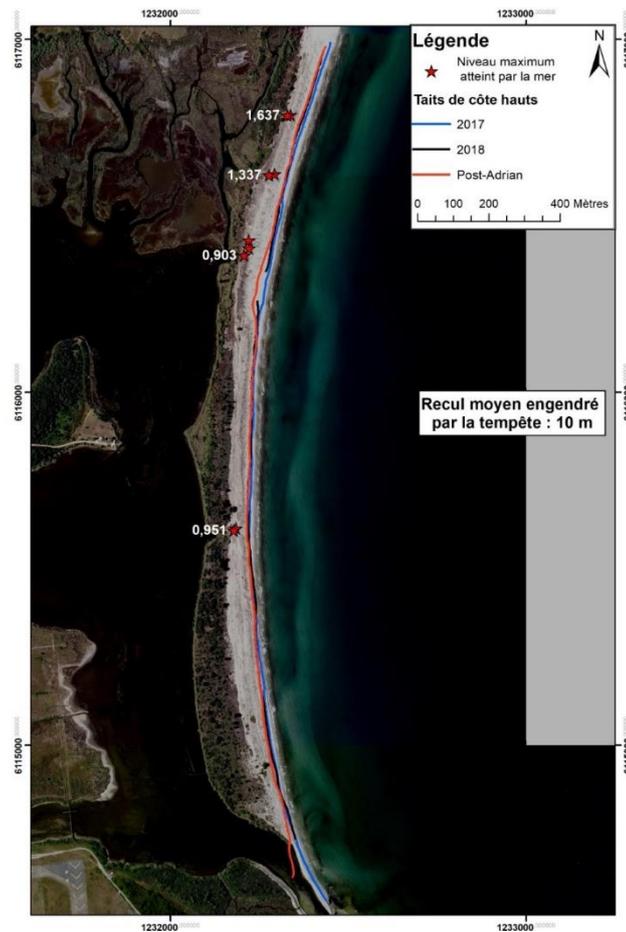


Illustration 44 : Plage de l'étang de Palu. Comparaison des traits de côte haut avant la tempête (campagnes ROL : 23/10/2017 et 28/06/2018) et après la tempête (mesures spécifiques 07/11/2018) et niveau maximum atteint par la mer en m/NGF (orthophotographie 2016, IGN).

5. Secteur de la côte rocheuse et des plages de poche

Pour le secteur de la côte rocheuse et des plages de poche en Corse-du Sud, les observations sont essentiellement issues de témoignages de la DDTM ainsi que d'images et vidéos collectées dans les médias et jugées fiables. Pour des raisons logistiques le BRGM n'a pas pu couvrir ce secteur dans un délai post-tempête suffisamment court.

5.1. PLAGES DE SAN CYPRIANU (COMMUNE DE LECCI)

Les images collectées pendant la tempête ainsi que l'échouage de bateau sur la plage témoignent de l'action majeure des vagues (Illustration 45). Des laisses de mer particulièrement hautes sont constatées. Le parking de la zone urbanisée a été submergé (Illustration 46).



Illustration 45 : Plage de San Cyprianu, jour de la tempête (Facebook, 29/10/2018).



Illustration 46 : Images extraites d'une vidéo témoignant des franchissements de paquets de mer et de phénomènes de submersion marine locale (Facebook, 29/10/2018).

5.2. TIZZANO

Aucune image n'ayant été collectée, il est néanmoins enregistré des dégradations majeures des infrastructures du port de Tizzano (détachement d'un ponton notamment, dégâts au niveau des paillotes, etc.).

5.3. GOLFE D'AJACCIO

Les impacts de la tempête Adrian sur la commune d'Ajaccio et au sein du golfe sont essentiellement liés aux effets majeurs des vagues.

Grâce aux nombreuses vidéos et témoignages, des franchissements de paquets ont été enregistrés notamment sur le quai des Torpilleurs avec pour conséquences :

- des phénomènes de submersion marine locale (Illustration 47) ;
- le dépôt de nombreux débris de taille diverses ainsi que la destruction et l'échouage massif de nombreux bateaux (Illustration 48) ;
- la dégradation voire la destruction des infrastructures du front de mer (basculement de blocs, destruction des murets, dégradation de la voie goudronnée, etc.,).



Illustration 47 : Ajaccio, Quai des torpilleurs, franchissements de paquets de mer (Facebook, 29/10/2018).



Illustration 48 : Ajaccio, Quai des torpilleurs, destruction de bateaux (Corse-matin, 30/10/2018).



Illustration 49 : Ajaccio, Quai des torpilleurs, projection de débris de diverses tailles (Photos DDTM2A, 30/10/2018).

Le dépôt de volumes considérables de sable au-delà du trait de côte, sur les quais et fronts de mer, impliquant parfois l'usage de pelle mécanique pour leur évacuation, a été constaté en plusieurs endroits au sein du golfe d'Ajaccio (Illustration 50).



Illustration 50 : Dépôts de volumes importants de sable sur les quais (DDTM2A, 30/10/2018).

D'autre part, les chocs mécaniques liés à l'action des vagues ont eu des effets très dévastateurs au sein du Golfe d'Ajaccio avec entre autre des érosions marines et la dégradation (voire destruction) des infrastructures situées sur ou très près du trait de côte :

- bâtiments route des Sanguinaires (Illustration 51) ;
- mur de soutènement de la voie littoral au droit de la plage Saint-François par exemple (Illustration 52).

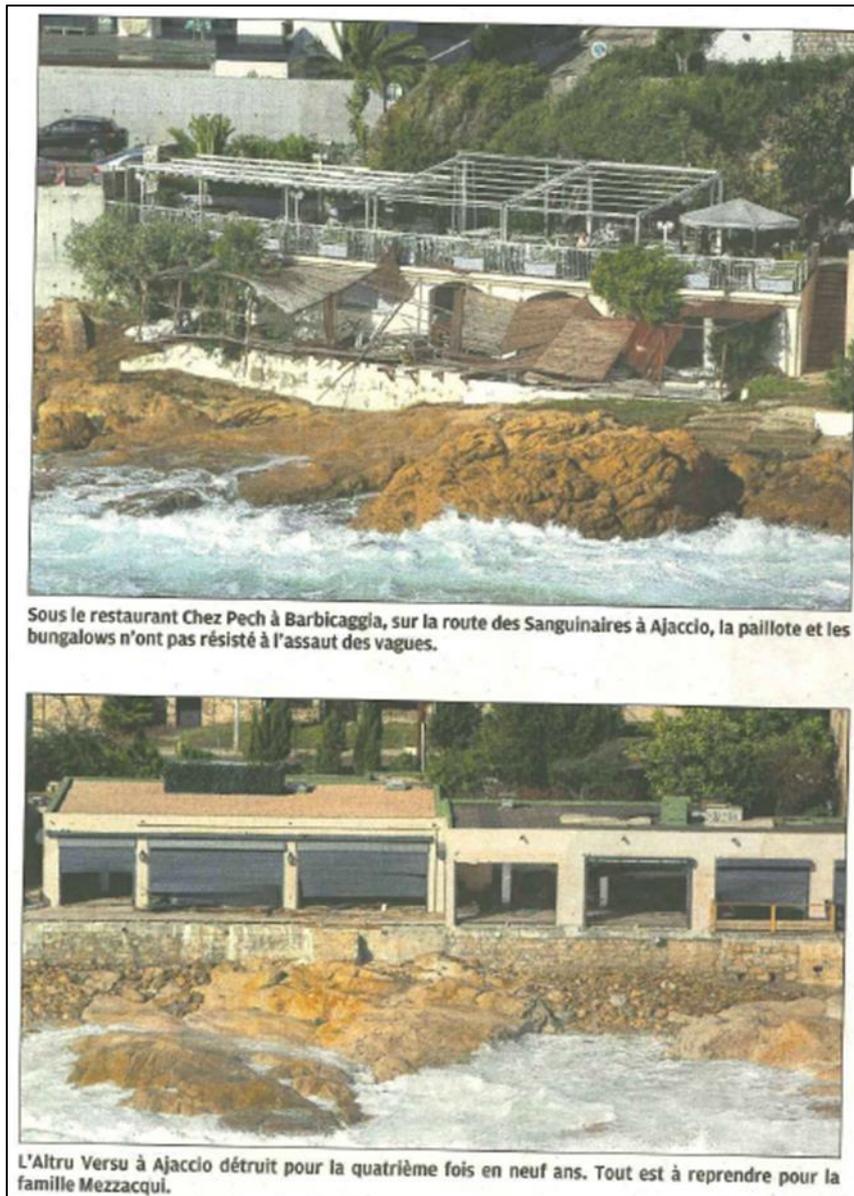


Illustration 51 : Route des sanguinaires, dégâts sur les restaurants du front de mer (Corse-Matin, 31/10/2018).



Illustration 52 : Érosion de la plage Saint-François avec dégradation du mur de soutènement de la voie littorale (affouillement, photo Corse matin, 03/11/2018).

5.4. CARGESE

Sous l'effet des vagues (franchissements de paquets de mer, chocs mécaniques, projection), le port de Cargese a subi d'importants dégâts, suspendant temporairement son activité. De nombreuses infrastructures ont été endommagées voire détruites (hangars des pêcheurs, bateaux, etc., Illustration 53).



Illustration 53 : Port de Cargese, dégâts occasionés lors de la tempête (Corse-matin,01/11/2018).

5.5. GIROLATA

En raison de sa configuration géomorphologique et de son altitude relativement basse, le village de Girolata a été partiellement submergé par débordement (plus de 100 m à l'intérieur des terres. Ce phénomène a probablement été largement amplifié par les eaux de ruissellement (Illustration 54).



Illustration 54 : Plage de Girolata, la zone d'arrière plage est totalement inondée, (Corsenetinfos, 31/10/2018).

6. Conclusion

L'évènement tempétueux du 29 Octobre 2018 en Méditerranée, baptisé Adrian, a eu d'importants impacts en Corse, notamment sur le littoral : des dégradations voire destructions d'infrastructures côtières, des érosions marines de falaises rocheuses et des cordons littoraux meubles, des submersions marines locales ainsi que des dépôts de nombreux débris (d'origine anthropique et naturelle). À la suite de cet évènement, les informations collectées par les agents du BRGM (visites de terrain du 29 octobre au 7 novembre 2018 et recherche dans les médias) ainsi que par d'autres acteurs du littoral (DDTM 2A et 2B et Conservatoire du Littoral) ont permis d'améliorer la connaissance des manifestations de cette tempête ainsi que des phénomènes d'érosion et de submersion marines.

L'illustration 55 résume les impacts qui ont ainsi pu être constatés. Malheureusement, en raison des faibles moyens disponibles au regard de l'important linéaire du littoral Corse (1 000 km), **les observations collectées et présentées dans ce rapport ne sont pas exhaustives et ne sont pas homogènement réparties**. L'absence de symbole en Balagne, sur la façade ouest du Cap-Corse, la baie de Calvi ou le golfe de Valinco par exemple, ne peut être interprétée comme une absence d'impact de la tempête.

Par ailleurs, **la réponse de chaque site à cet évènement tempétueux diverge en fonction des caractéristiques géomorphologiques locales** (falaises rocheuses, cordon sableux meuble, zone humide, etc.) **et de l'exposition aux conditions hydrodynamiques**.

La façade est du Cap-Corse a subi des éboulements au niveau des falaises côtières rocheuses ainsi que des dégâts sur des ouvrages (murets, enrochements, infrastructures portuaires, etc.). Des franchissements par paquets de mer au niveau des zones basses ont également été constatés avec des dépôts massifs de feuilles de posidonie en de nombreux endroits (3 m à Meria par ex.).

Le cordon meuble de la Plaine Orientale a subi un net recul du trait de côte (**jusqu'à 15 m**) comme en témoignent l'aplanissement des plages et les falaises dunaires notamment (plus de 2 mètres de hauteur par endroit). Des submersions marines locales sous l'effet d'importantes altitudes atteintes par le jet de rive ont également été constatées. Plusieurs zones urbanisées ont subi des dégradations voire des destructions de leurs infrastructures du front de mer (Moriani-plage, Tavignano Padulone, etc.).

Sur la côte rocheuse sud-est et ouest de la Corse, des chocs mécaniques sous l'effet des vagues ont généré de nombreuses dégradations voire destructions d'infrastructures côtières et portuaires. De même, des projections ainsi que des franchissements de paquets de mer ont localement été constatés (golfe d'Ajaccio, Cargène, Tizzano par ex.). Une submersion par débordement a été constatée dans le village de la Girolata (une centaine de mètres à l'intérieur des terres).

Les observations réalisées pendant et à la suite de cet évènement de tempête renseignent sur les processus et mécanismes des aléas côtiers (type de submersion marine, niveaux d'eau atteints, vitesses d'écoulement de l'eau, amplitude du recul du trait de côte ou apports de sédiments, etc.). Les informations collectées sont indispensables à la **caractérisation des aléas côtiers** pour les analyses statistiques et/ou les modélisations numériques par exemple. C'est pourquoi, la **mise en place d'un « réseau tempête »**, tel que prévu dans le cadre du projet MAREGOT, qui **permettrait d'intensifier et d'étendre la collecte d'informations à l'échelle de la Corse**, représente un intérêt que ce soit pour la **définition de modes de gestion de la bande côtière** ou pour la **prévention et la protection vis-à-vis des aléas côtiers**.

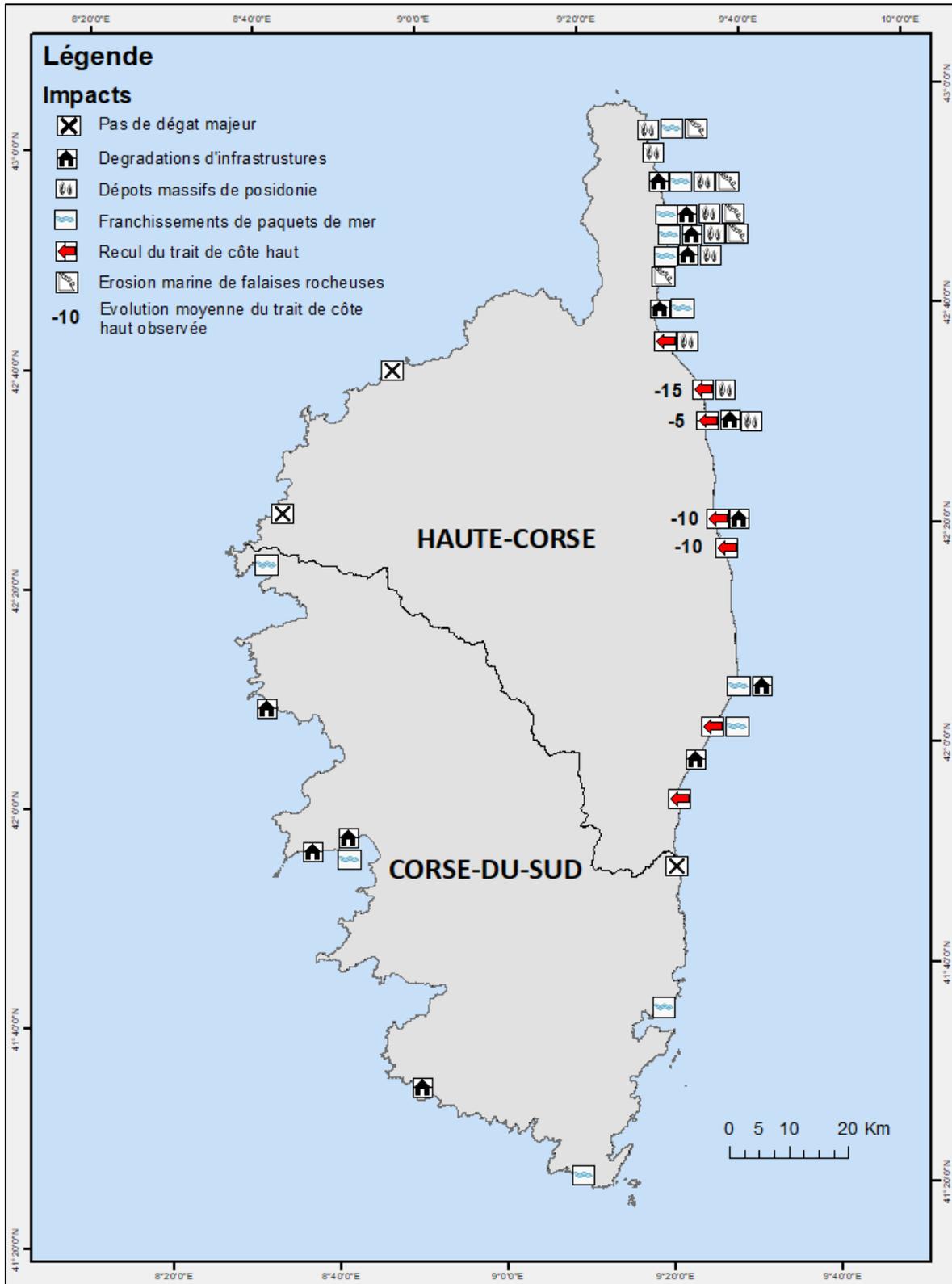


Illustration 55 : Représentation des principaux impacts de la tempête Adrian (29/10/2018) sur le littoral Corse (carte non exhaustive).

7. Bibliographie

Laigre T. et Mugica J. avec la collaboration de Bodéré G. et Manicacci T. (2018) - Réseau d'Observation du Littoral de la Corse – Compte rendu de la campagne 2017. Rapport intermédiaire. BRGM/RP-68373-FR, 247 p., 137 ill., 2 ann.

Mugica J., Pedreros R., Louisor J., Rohmer J., Maspataud A., Laigre T. avec la collaboration de Nicolae Lerma A., Paris F. (2019) - Caractérisation des zones basses potentiellement exposées aux submersions marines – Secteurs de Sant'Amanza (Bonifacio) à Zonza. Rapport final. BRGM/RP-68934-FR, 134 p., 76 fig., 3 tabl., 3 ann., 1 CD.

Annexe 1

Fiche de plage

Fiche de description des plages microtidales (littoral corse)

Observateur :

Organisme :

Date :

Nom du site :	Type de plage :	Conditions d'observations :
PLAGE IMMERGEE		
<input type="checkbox"/> Barre d'avant plage	Distance barre/TDC :	Forme :
	1 ère barre : _____m	<input type="checkbox"/> elliptique
	2 ème barre : _____m	<input type="checkbox"/> allongée
PLAGE EMERGEE		
Largeur (distance TDC / pied de dune) : _____m		
<input type="checkbox"/> Berme	Forme berme :	hauteur : _____m
	<input type="checkbox"/> rectiligne <input type="checkbox"/> ondulée <input type="checkbox"/> croissant	<input type="checkbox"/> micro-falaise
<input type="checkbox"/> Cordon dunaire	Type :	hauteur : _____m
	<input type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> flèche / lido	<input type="checkbox"/> falaise dunaire
<input type="checkbox"/> Ouvrages	<input type="checkbox"/> enrochements <input type="checkbox"/> brise-lame	<input type="checkbox"/> épis <input type="checkbox"/> géotextiles <input type="checkbox"/> digue / mur <input type="checkbox"/> autre : _____
<input type="checkbox"/> Banquettes de posidonie	épaisseur moy. : _____m	épaisseur max. : _____m couverture : ____%
	<input type="checkbox"/> falaises : métriques / centimétriques	<input type="checkbox"/> panache (feuilles immergées)
<input type="checkbox"/> Gestion	<input type="checkbox"/> rechargement de plage	<input type="checkbox"/> retrait des posidonie <input type="checkbox"/> nettoyage : manuel / mécanique
Divers :	<input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> déchets : Végétaux / matériaux divers	<input type="checkbox"/> autre : _____

Observations :

<p>Schema de plage:</p> <ul style="list-style-type: none"> → barres → banquettes (localisation + hauteur max.) → position du grau ... 		
--	--	--

Annexe 2

Fiches CEREMA



CANDHIS : 02B05 – Alistro

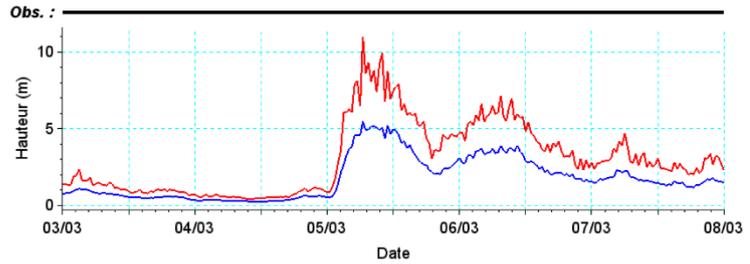
Sélection des événements remarquables

Tempête du 05/03/2015

Évolution de H_{max} , $H_{1/3}$

Légende :

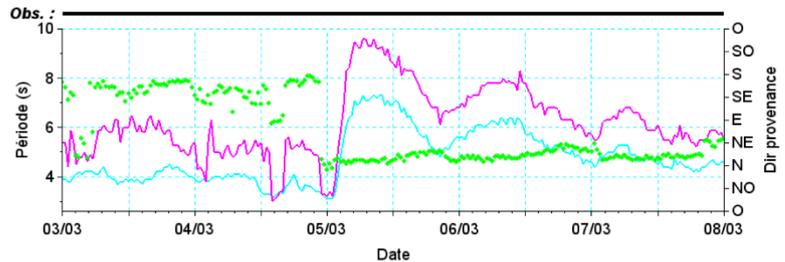
H_{max} — (red line)
 $H_{1/3}$ — (blue line)
 $|Skew| > 0,25$ & $Kurt > 4$ ○



Évolution de T_p , T_{02} , Dir

Légende :

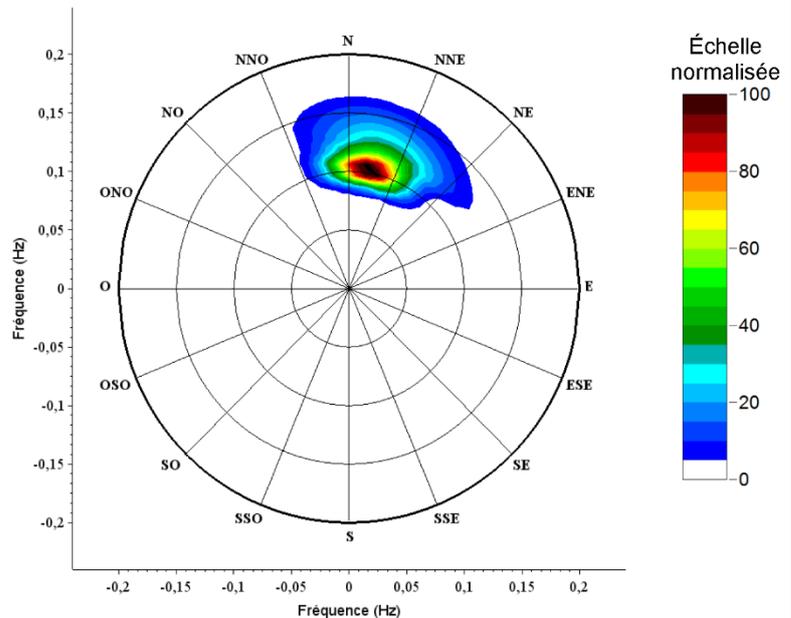
T_p — (magenta line)
 T_{02} — (cyan line)
 Dir — (green diamonds)



Pic de tempête :

Pic du	05/03/15 06h30
$H_{1/3}$ (m)	5,48
$H_{1/10}$ (m)	6,91
H_{max} (m)	10,98
$T_{H1/3}$ (s)	8,7
$T_{H1/10}$ (s)	8,5
T_{avd} (s)	7,5
T_{Hmax} (s)	8,5
S_z	1/15
H_{m0} (m)	5,71
T_p (s)	9,6
T_{02} (s)	7,3
T_e (s)	8,4
Dir _p (°)	10
Etal _p (°)	17

Spectre directionnel de variance au pic de tempête





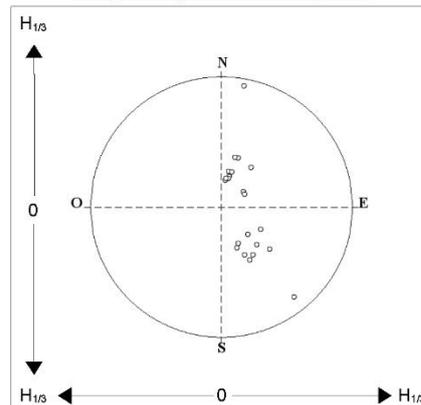
CANDHIS : 02B05 – Alistro

Analyse des valeurs extrêmes de $H_{1/3}$

Sélection des pics de tempête

	Seuil (u)	Nb évt/s/an	Cambrure significative		
			Moy.	Min.	Max.
GPD	2,40 m	9,62	1/16	1/20	1/14
Loi Exp.	2,40 m	9,62	1/16	1/20	1/14

Dir_p aux pics de tempête



Paramètres des lois d'ajustement

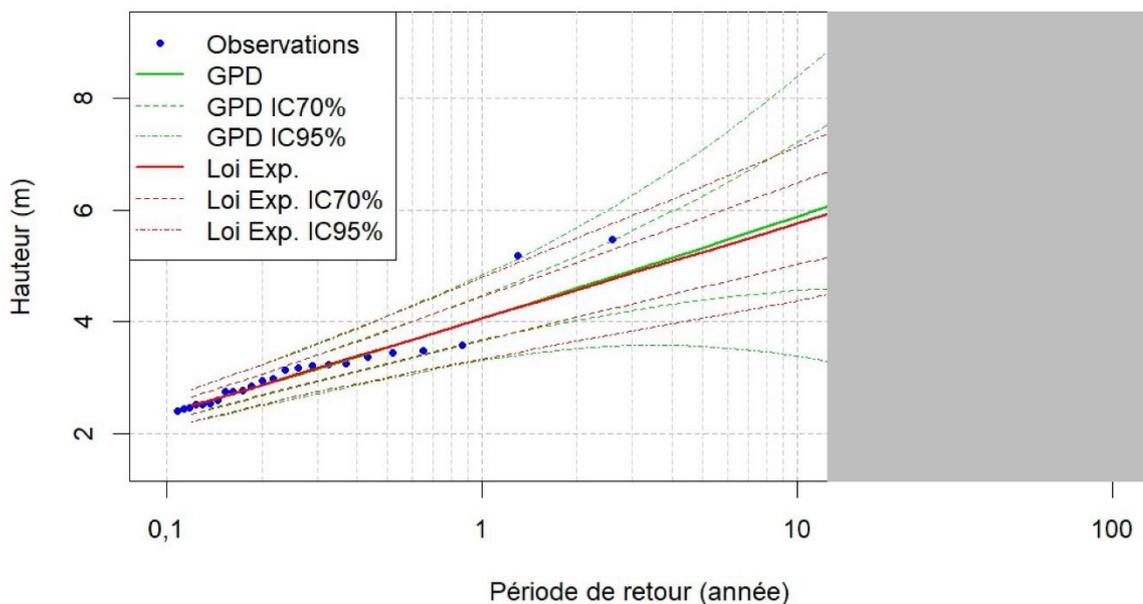
GPD : $Pr\{H_{1/3} > h | h > u\} = \left(1 + \xi \frac{h-u}{\sigma}\right)^{-1/\xi}$
 avec $\sigma = 0,7139$ et $\xi = 0,0283$

Loi Exp. : $Pr\{H_{1/3} > h | h > u\} = \exp[-\rho(h-u)]$
 avec $\rho = 1,3613$

Niveaux de retour

Période de retour	$H_{1/3}$ (mètres)		Int. de Conf. 70% (mètres)		Int. de Conf. 95% (mètres)	
	GPD	Loi Exp.	GPD	Loi Exp.	GPD	Loi Exp.
5 ans	5,32	5,25	4,39 à 6,25	4,62 à 5,87	3,56 à 7,08	4,07 à 6,42
10 ans	5,88	5,75	4,56 à 7,20	5,03 à 6,48	3,39 à 8,37	4,38 à 7,13

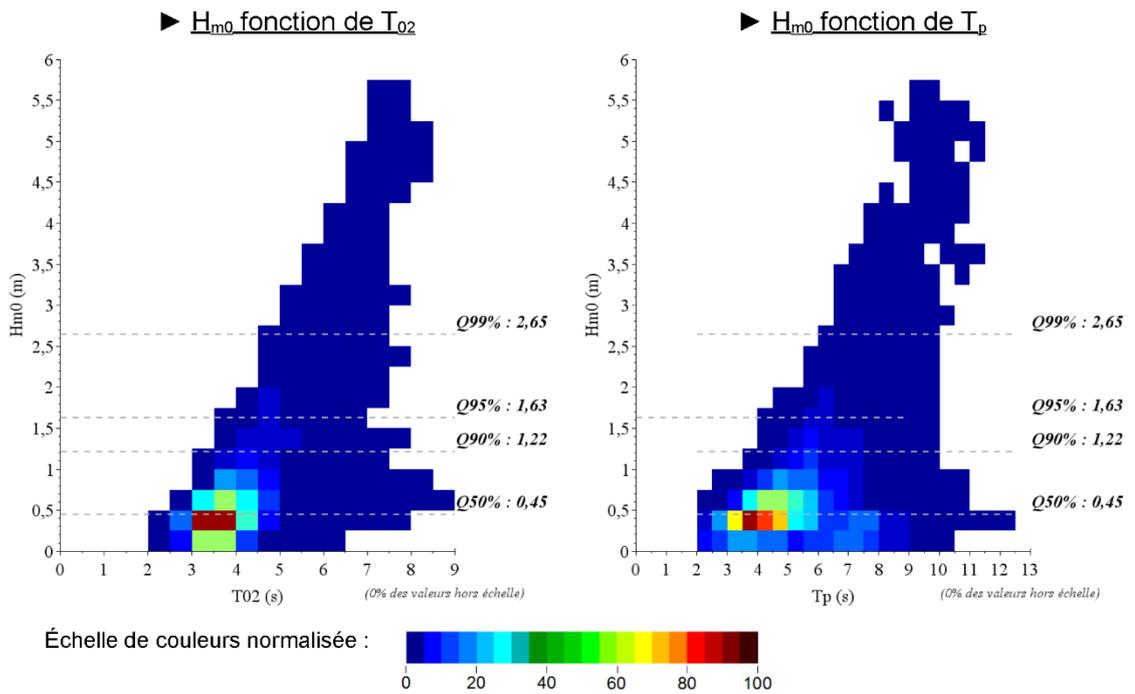
Ajustement statistique :



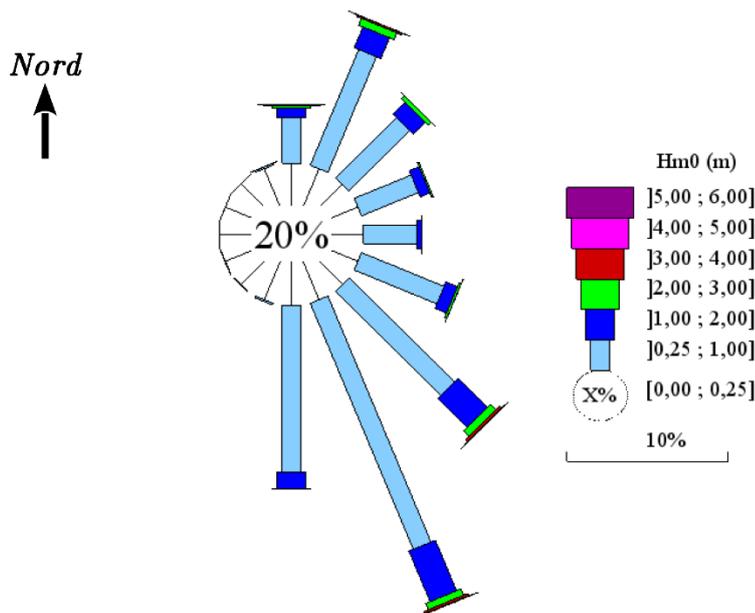


CANDHIS : 02B05 – Alistro

Climatologie moyenne



► Rose des houles



Mise à jour du 26/02/18 - p. 2/5



CANDHIS : 02B05 – Alistro

Informations générales

Durée d'observation :
2,49 ans
du 15/10/2013 au 07/01/2018

Mesures directionnelles : Oui
du 15/10/2013 au 07/01/2018

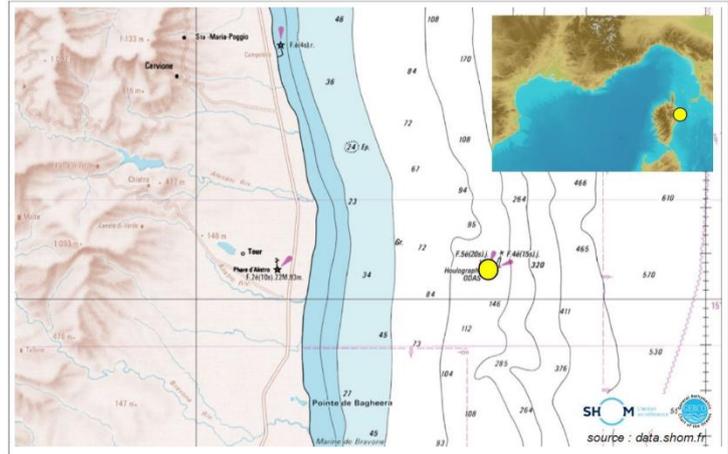
Longitude : 009°38,600'E

Latitude : 042°15,700'N

Profondeur : 120 mètres

Distance à la côte : 3,9 miles

Marnage (VEM) : 0 mètre



Taux de disponibilité :

	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Total
2013										53,8%	100,0%	100,0%	21,1%
2014	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,7%	100,0%	99,7%	99,9%	99,9%	100,0%	100,0%	99,9%
2015	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,9%	99,7%	99,9%	29,1%					60,7%
2016												53,6%	4,5%
2017	16,4%				62,6%	80,1%	86,2%	97,6%	98,5%	98,9%	99,4%	95,5%	61,3%
2018	19,6%												1,6%
Total	39,3%	33,3%	33,3%	33,3%	43,8%	46,6%	47,7%	37,7%	33,1%	42,1%	49,9%	58,2%	41,5%



CANDHIS : 02B05 – Alistro

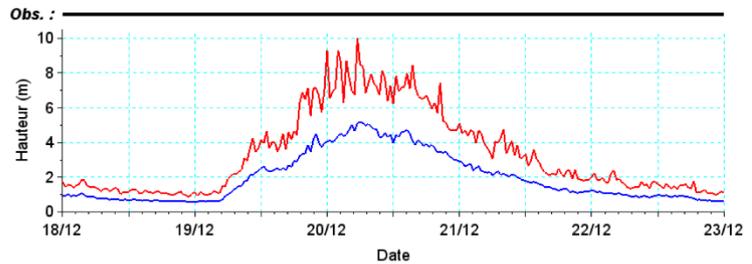
Sélection des événements remarquables

Tempête du 20/12/2016

Évolution de H_{max} , $H_{1/3}$

Légende :

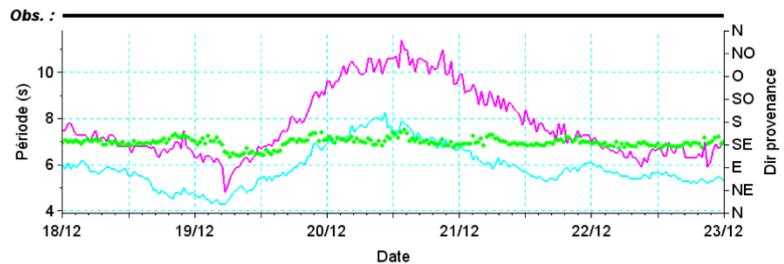
H_{max} — (red line)
 $H_{1/3}$ — (blue line)
 $|Skew| > 0,25$ & $Kurt > 4$ ○



Évolution de T_p , T_{02} , Dir

Légende :

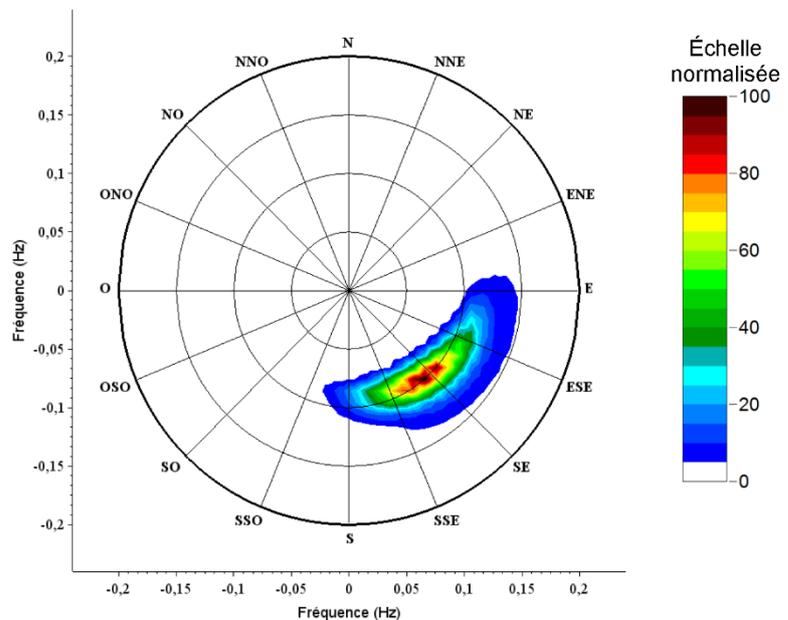
T_p — (magenta line)
 T_{02} — (cyan line)
 Dir — (green diamonds)



Pic de tempête :

Pic du	20/12/16 06h00
$H_{1/3}$ (m)	5,19
$H_{1/10}$ (m)	6,53
H_{max} (m)	8,45
$T_{H1/3}$ (s)	9,5
$T_{H1/10}$ (s)	9,4
T_{avd} (s)	7,8
T_{Hmax} (s)	9,2
S_z	1/15
H_{m0} (m)	5,55
T_p (s)	9,9
T_{02} (s)	7,7
T_e (s)	9,1
Dir _p (°)	141
Etal _p (°)	26

Spectre directionnel de variance au pic de tempête





CANDHIS : 02B04 – La Revellata

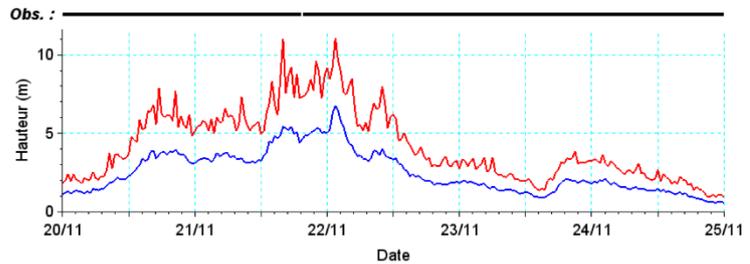
Sélection des événements remarquables

Tempête du 22/11/2015

Évolution de H_{max} , $H_{1/3}$

Légende :

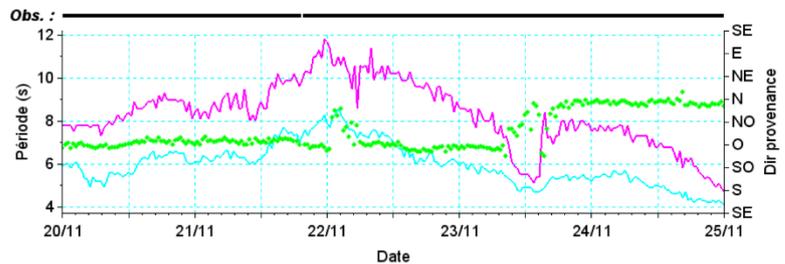
- H_{max} — (red line)
- $H_{1/3}$ — (blue line)
- $|\text{Skew}| > 0,25$ & $\text{Kurt} > 4$ ○



Évolution de T_p , T_{02} , Dir

Légende :

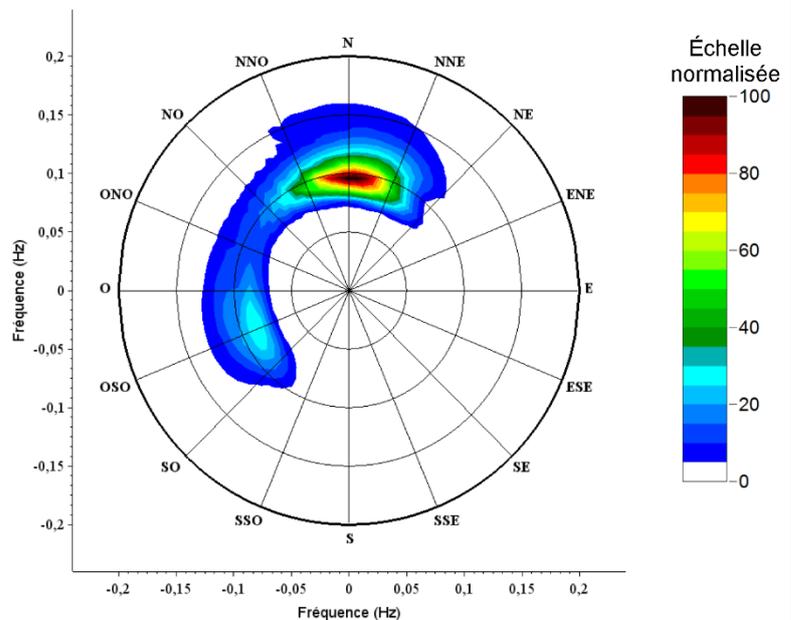
- T_p — (magenta line)
- T_{02} — (cyan line)
- Dir — (green diamonds)



Pic de tempête :

Pic du	22/11/15 01h30
$H_{1/3}$ (m)	6,77
$H_{1/10}$ (m)	8,29
H_{max} (m)	11,07
$T_{H1/3}$ (s)	9,9
$T_{H1/10}$ (s)	9,8
T_{avd} (s)	8,7
T_{Hmax} (s)	9,0
S_z	1/15
H_{m0} (m)	6,77
T_p (s)	10,6
T_{02} (s)	8,3
T_e (s)	9,7
Dir _p (°)	338
Etal _p (°)	46

Spectre directionnel de variance au pic de tempête





CANDHIS : 02B04 – La Revellata

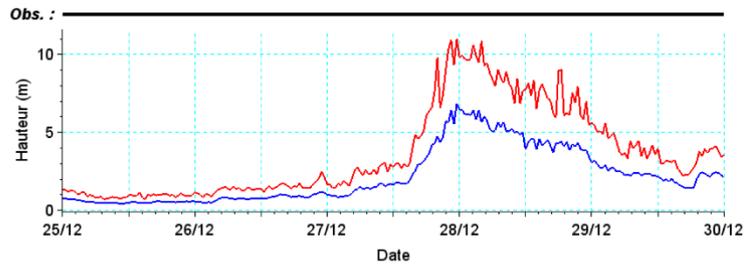
Sélection des événements remarquables

Tempête du 27/12/2017

Évolution de H_{max} , $H_{1/3}$

Légende :

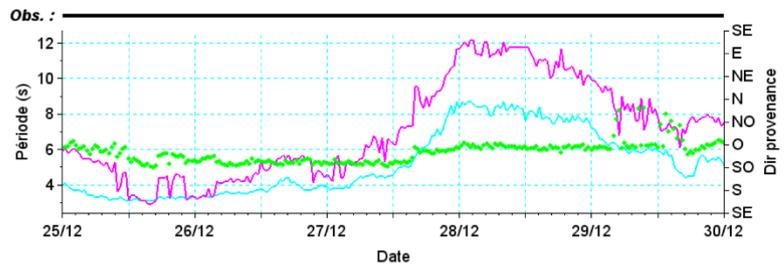
- H_{max} — (red line)
- $H_{1/3}$ — (blue line)
- $|Skew| > 0,25$ & $Kurt > 4$ ○



Évolution de T_p , T_{02} , Dir

Légende :

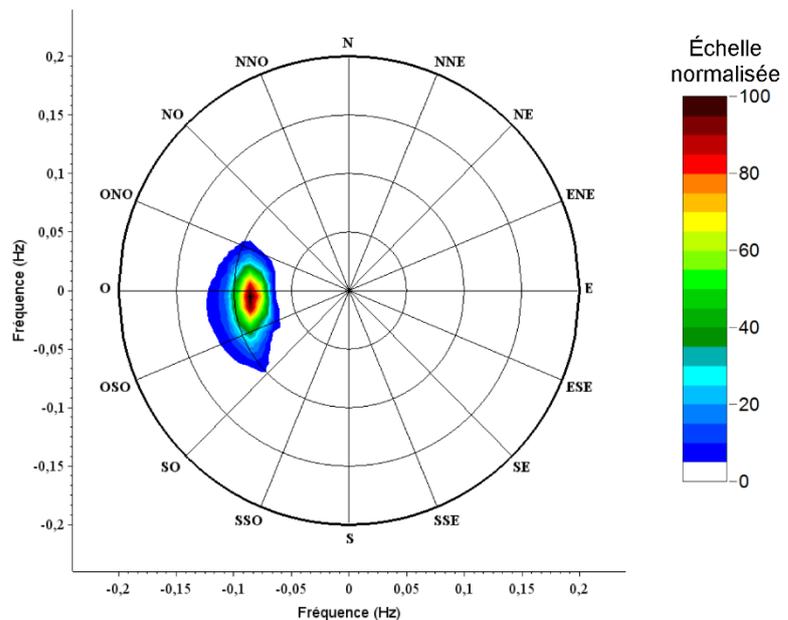
- T_p — (magenta line)
- T_{02} — (cyan line)
- Dir — (green diamonds)



Pic de tempête :

Pic du	27/12/17 23h30
$H_{1/3}$ (m)	6,86
$H_{1/10}$ (m)	8,75
H_{max} (m)	11,02
$T_{H_{1/3}}$ (s)	10,8
$T_{H_{1/10}}$ (s)	10,7
T_{avd} (s)	9,1
$T_{H_{max}}$ (s)	10,2
S_z	1/15
H_{m0} (m)	7,10
T_p (s)	11,7
T_{02} (s)	8,7
T_e (s)	10,4
Dir _p (°)	265
Etal _p (°)	23

Spectre directionnel de variance au pic de tempête



Mise à jour du 26/02/18 - p. 5/7



CANDHIS : 02B04 – La Revellata

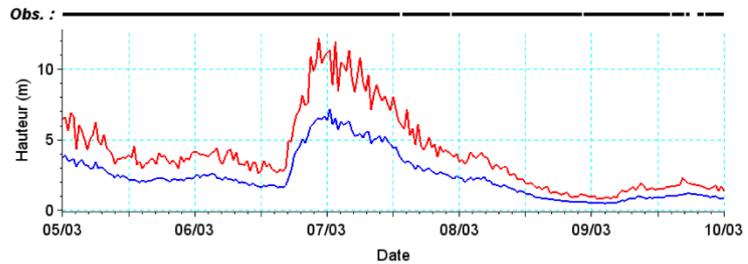
Sélection des événements remarquables

Tempête du 07/03/2017

Évolution de H_{max} , $H_{1/3}$

Légende :

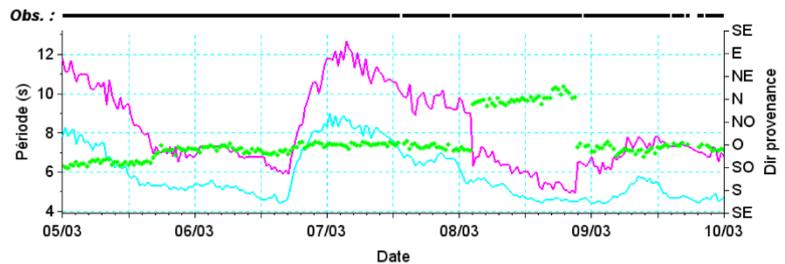
- H_{max} — (red line)
- $H_{1/3}$ — (blue line)
- $|Skew| > 0,25$ & $Kurt > 4$ ○ (circle)



Évolution de T_p , T_{02} , Dir

Légende :

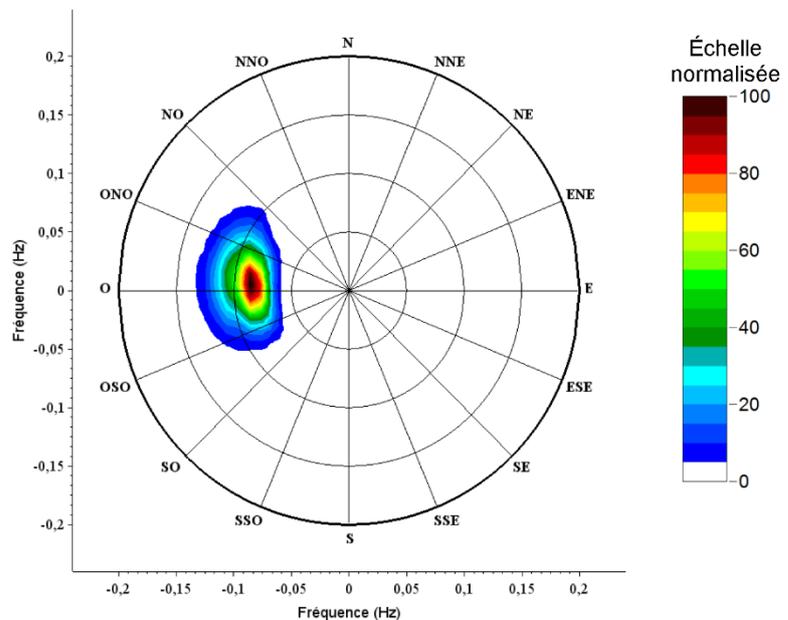
- T_p — (magenta line)
- T_{02} — (cyan line)
- Dir — (green diamonds)



Pic de tempête :

Pic du	07/03/17 00h30
$H_{1/3}$ (m)	7,19
$H_{1/10}$ (m)	8,97
H_{max} (m)	11,33
$T_{H1/3}$ (s)	11,1
$T_{H1/10}$ (s)	10,9
T_{avd} (s)	8,8
T_{Hmax} (s)	10,0
S_z	1/16
H_{m0} (m)	7,46
T_p (s)	11,8
T_{02} (s)	9,0
T_e (s)	10,6
Dir _p (°)	272
Etal _p (°)	25

Spectre directionnel de variance au pic de tempête





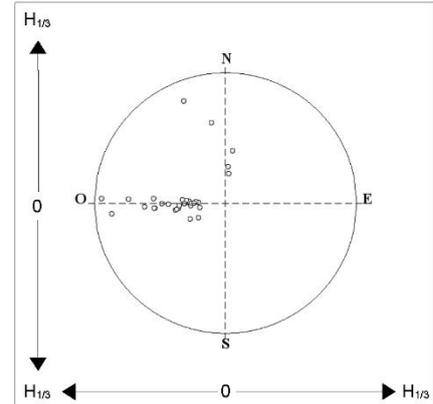
CANDHIS : 02B04 – La Revellata

Analyse des valeurs extrêmes de $H_{1/3}$

Sélection des pics de tempête

	Seuil (u)	Nb évts/an	Cambrure significative		
			Moy.	Min.	Max.
GPD	4,00 m	10,35	1/15	1/20	1/13
Loi Exp.	4,20 m	8,16	1/16	1/20	1/13

Dir_p aux pics de tempête



Paramètres des lois d'ajustement

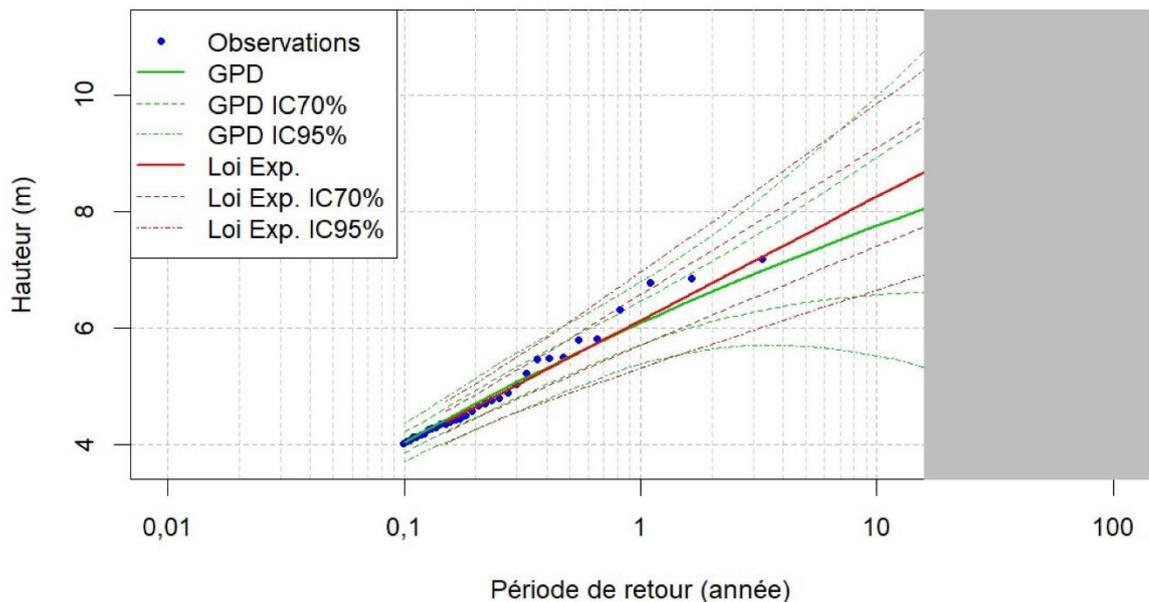
GPD : $Pr\{H_{1/3} > h | h > u\} = \left(1 + \xi \frac{h-u}{\sigma}\right)^{-1/\xi}$
 avec $\sigma = 0,9895$ et $\xi = -0,0899$

Loi Exp. : $Pr\{H_{1/3} > h | h > u\} = \exp[-\rho(h-u)]$
 avec $\rho = 1,0851$

Niveaux de retour

Période de retour	$H_{1/3}$ (mètres)		Int. de Conf. 70% (mètres)		Int. de Conf. 95% (mètres)	
	GPD	Loi Exp.	GPD	Loi Exp.	GPD	Loi Exp.
5 ans	7,29	7,62	6,44 à 8,13	6,90 à 8,34	5,69 à 8,88	6,26 à 8,98
10 ans	7,75	8,26	6,58 à 8,93	7,41 à 9,10	5,52 à 9,98	6,66 à 9,86

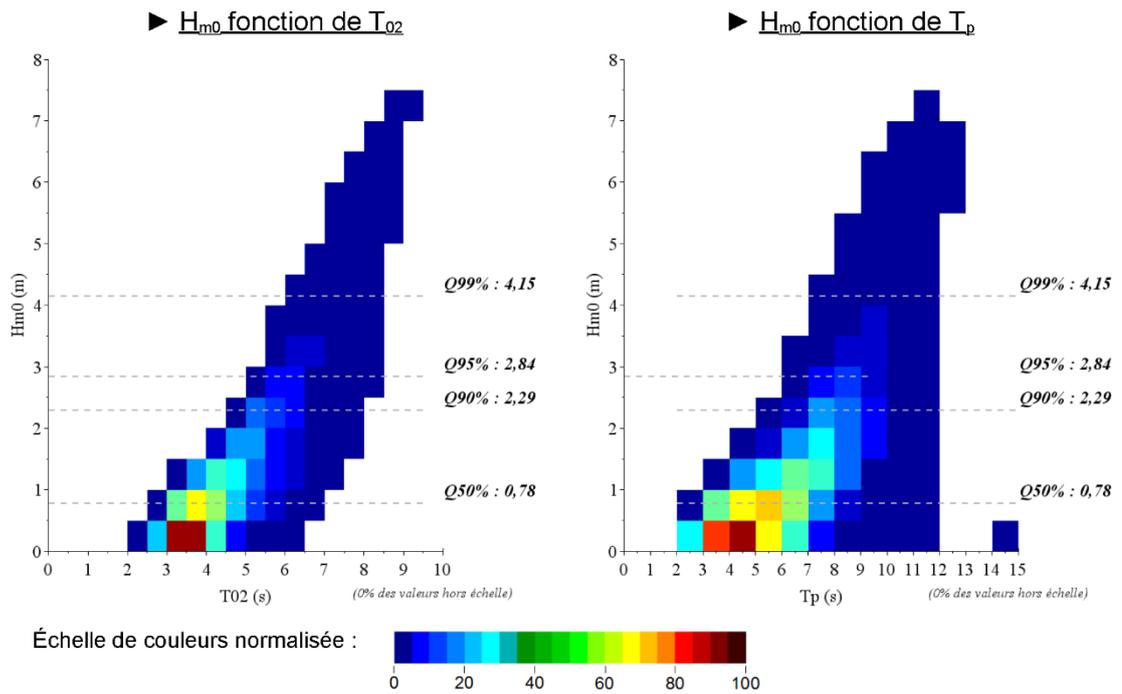
Ajustement statistique :



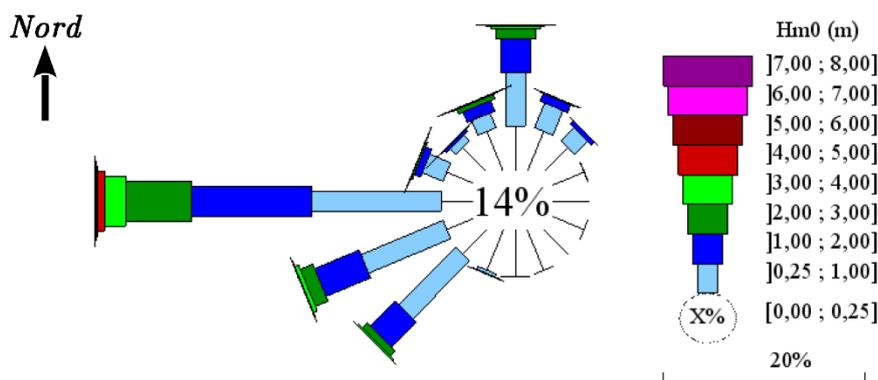
Mise à jour du 26/02/18 - p. 3/7

CANDHIS : 02B04 – La Revellata

Climatologie moyenne



► Rose des houles

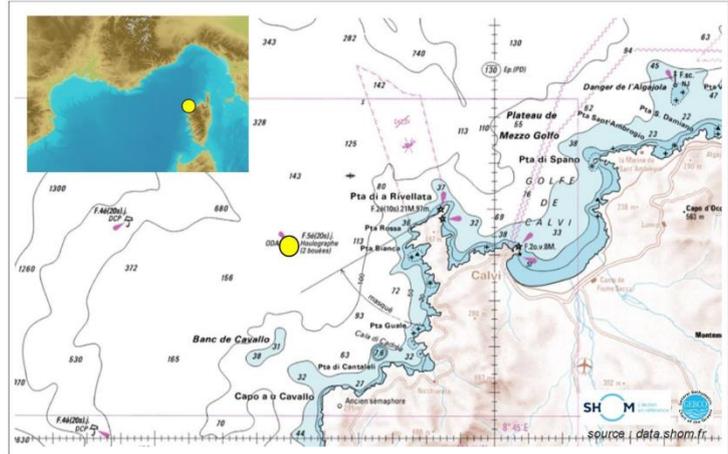




CANDHIS : 02B04 – La Revellata

Informations générales

Durée d'observation :
 3,18 ans
 du 02/05/2013 au 16/01/2018
Mesures directionnelles : Oui
 du 02/05/2013 au 16/01/2018
Longitude : 008°39,000'E
Latitude : 042°34,150'N
Profondeur : 130 mètres
Distance à la côte : 2,54 miles
Marnage (VEM) : 0 mètre



Taux de disponibilité :

	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Total
2013					95,9%	99,9%	100,0%	99,9%	99,9%	100,0%	100,0%	100,0%	66,3%
2014	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	31,7%							44,3%
2015						74,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,9%	100,0%	56,2%
2016	100,0%	100,0%	100,0%	8,4%					14,7%	92,1%	95,6%	91,6%	50,2%
2017	81,9%	87,5%	98,9%	99,2%	99,5%	99,8%	99,9%	99,8%	99,7%	99,5%	99,9%	99,6%	97,1%
2018	49,4%												4,1%
Total	55,2%	47,9%	49,8%	34,6%	49,2%	51,0%	50,0%	50,0%	52,4%	65,3%	65,9%	65,2%	53,0%

CANDHIS : 02B04 – La Revellata

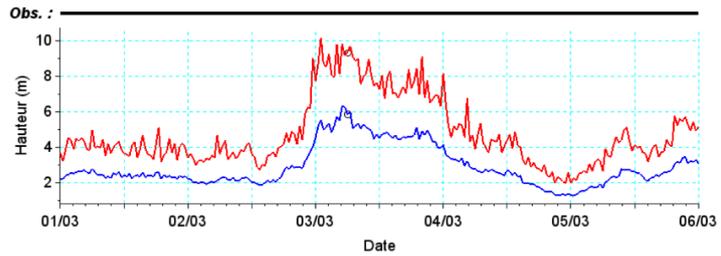
Sélection des événements remarquables

Tempête du 03/03/2016

Évolution de H_{max} , $H_{1/3}$

Légende :

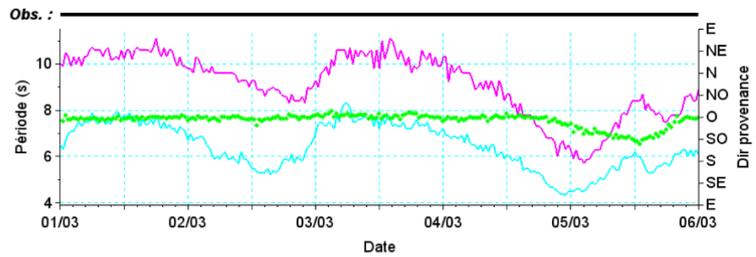
- H_{max} —
- $H_{1/3}$ —
- $|Skew| > 0,25$ & $Kurt > 4$ ○



Évolution de T_p , T_{02} , Dir

Légende :

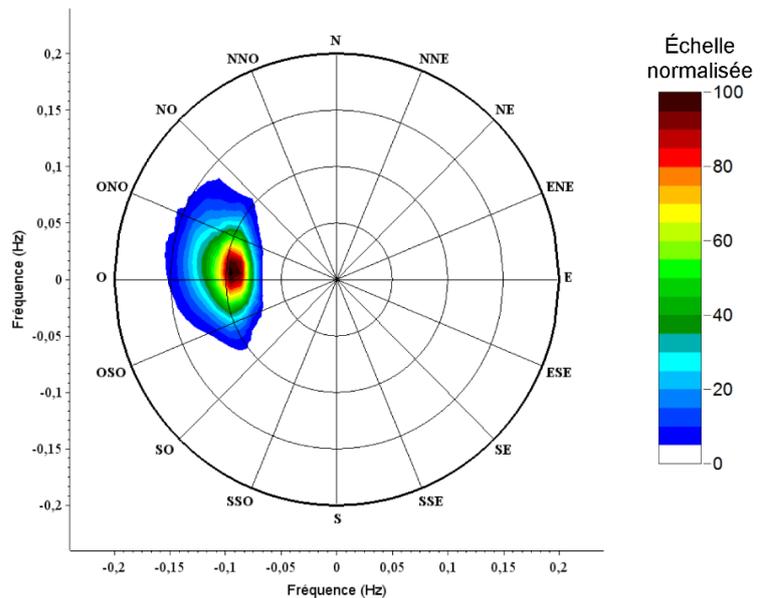
- T_p —
- T_{02} —
- Dir —



Pic de tempête :

Pic du	03/03/16 05h00
$H_{1/3}$ (m)	6,32
$H_{1/10}$ (m)	8,08
H_{max} (m)	9,81
$T_{H1/3}$ (s)	9,3
$T_{H1/10}$ (s)	9,6
T_{avd} (s)	8,3
T_{Hmax} (s)	9,7
S_z	1/16
H_{m0} (m)	6,79
T_p (s)	10,6
T_{02} (s)	8,1
T_e (s)	9,4
Dir_p (°)	273
$Etal_p$ (°)	25

Spectre directionnel de variance au pic de tempête





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

Direction régionale Corse

Immeuble Agostini
Zone Industrielle de Furiani

20600 - Bastia - France

Tél. : 04 95 58 04 33