

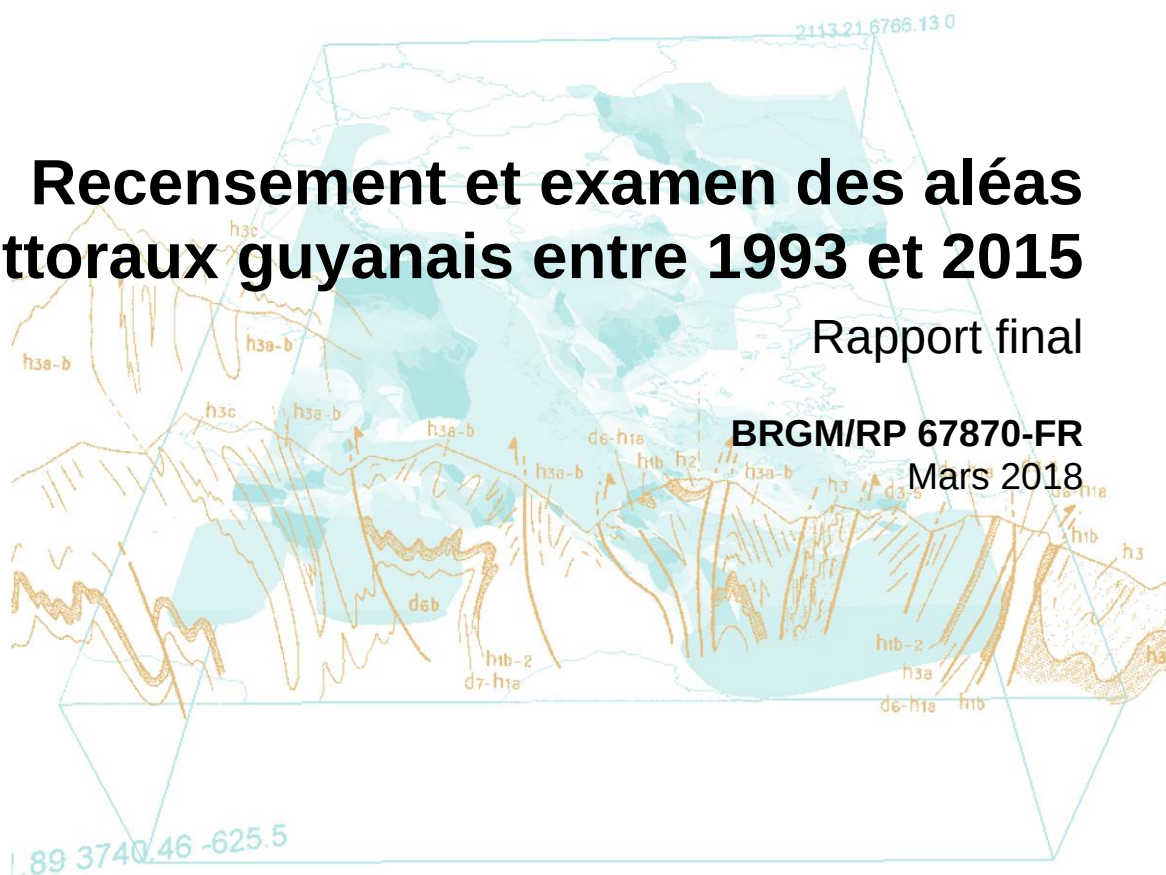
Document public

Recensement et examen des aléas littoraux guyanais entre 1993 et 2015

Rapport final

BRGM/RP 67870-FR

Mars 2018



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Recensement et examen des aléas littoraux guyanais entre 1993 et 2015

Rapport final

BRGM/RP-67870-FR

Mars 2018

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM

G. Aertgeerts et F. Longueville

Vérificateur :

Nom : Manuel MOISAN

Fonction : Ingénieur littoral

Date :
26/06/2018

Signature :



Approbateur :

Nom : L. Verneyre

Fonction Directrice régionale de
Guyane :

Date : 09/07/2018

Signature :



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



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : Guyane, Littoral, Erosion, Evènements historiques, Observatoire Dynamique Côtière, Houle, Hauteur significative, Période, Direction

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

Aertgeerts G. et Longueville F (2018) – Recensement et examen des aléas littoraux guyanais entre 1993 et 2015. Rapport final. BRGM/RP-67870-FR, 53p., 25 fig., 3 tabl, 1 ann.

Synthèse

La Guyane présente une dynamique littorale unique au monde avec la migration de bancs de vase le long de ses 300 km de linéaire côtier. Les moteurs de cette circulation sédimentaire sont multiples : houle, marée, courant marins, débits des grands fleuves. En fonction de la présence ou non d'un banc de vase, la plage est plus ou moins protégée par rapport aux houles incidentes qui viennent y déferler. En effet, le banc de vase permet d'atténuer la houle et protège ainsi la plage ; en position dite « inter-banc » la plage est plus vulnérable aux houles incidentes. Ce phénomène est connu depuis de nombreuses années. Mais actuellement, dans un contexte de changement climatique et de pression anthropique qui pèsent sur le littoral (aménagements, infrastructures, usages etc.), les secteurs à enjeux sont de plus en plus confrontés aux différents phénomènes d'érosion et de submersion marine.

Dans le cadre de l'Observatoire de la Dynamique Côtière de Guyane (ODyC), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) et le BRGM se sont associés afin d'acquérir un maximum de données concernant le littoral, dans le but d'apporter de nouvelles connaissances, d'optimiser sa gestion et de prévenir au mieux les risques littoraux. Il apparaît donc essentiel, d'une part, d'acquérir de manière périodique des données nouvelles, mais aussi, d'autre part, de se pencher sur les phénomènes historiques qui se sont produits sur le littoral guyanais. Tel est l'objectif de cette étude.

Dans un premier temps, les données d'archives du journal France Guyane ont été consultées afin de recenser les différents événements concernant les impacts sur le littoral. Ceci a conduit à répertorier, entre 1993 et 2015, 36 événements historiques. Ces derniers ont été classés en 2 catégories : d'une part les événements historiques *sensu stricto* (s.s), et d'autre part les conséquences de ces événements.

Les périodes d'occurrence des événements historiques s.s ont ensuite été comparées aux paramètres de houle (hauteur significative, période et direction) issus du modèle Wave Watch III (WWIII) et au niveau d'eau caractérisé par le marégraphe de référence des Iles du Salut. Tous les événements recensés se sont produits en période de vives eaux et pour une direction du train de houle de secteur N. Les deux autres caractéristiques de la houle (période et hauteur significative) sont plus variables en fonction des événements. Pour comparer ces derniers avec la totalité des paramètres, la puissance de la houle qui intègre à la fois la hauteur et la période a été calculée.

La comparaison des différents événements permet de faire ressortir que les quatre événements les plus énergétiques recensés sont ceux qui ont donné suite à des phénomènes de submersion marine par franchissement. Etant donné que la puissance dépend du carré de la hauteur significative, c'est également pour ces quatre événements que nous retrouvons une hauteur significative supérieure à 3 m.

L'état initial de la plage est également un facteur prépondérant face à l'érosion marine. Cet état dépend de son exposition à des coups de mer plus ou moins répétés dans le temps et à sa capacité de résilience. Si plusieurs coups de mer peu puissants se suivent de façon rapprochée dans le temps, la plage est de plus en plus vulnérable et il ne sera donc pas nécessaire d'avoir un coup de mer très énergétique pour engendrer des impacts notables.

Ces résultats présentent une première approche dans la caractérisation des houles engendrant des phénomènes d'érosion et de submersion sur le littoral guyanais. Ils mériteraient d'être complétés par l'acquisition et l'analyse à long terme de données de houles tirées d'un houlographe ainsi que par une approche probabiliste sur les périodes de retour des événements de référence.

Sommaire

1. Introduction.....	9
2. Contexte	11
2.1. FORÇAGES HYDRODYNAMIQUES	11
2.1.1. La houle.....	11
2.1.2. Le niveau d'eau	11
2.2. EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE	12
3. Méthode et présentation des données	13
3.1. NIVEAU D'EAU.....	13
3.2. HOULE	14
3.3. RECENSEMENT DES EVENEMENTS HISTORIQUES	16
4. Evènements historiques recensés entre 1993 et 2015.....	19
4.1. DECEMBRE 1998, VILLAGE AMERINDIEN KOUROU EVHIS05	19
4.2. NOVEMBRE 2004, ANSE DE MONTJOLY EVHIS07	22
4.3. OCTOBRE 2005, ANSE DE MONTJOLY EVHIS09.....	25
4.4. JANVIER 2006, ANSE DE MONTABO ET ANSE DE MONJOLY : EVHIS10 ET EVHIS11 28	
4.5. MARS 2006 ANSE DE MONTJOLY, EVHIS12	31
4.6. MARS 2006, ANSE DE MONTJOLY EVHIS13	34
4.7. SEPTEMBRE 2006, ANSE DE MONJOLY : EVHIS17 ET EVHIS18	36
4.8. MARS 2008, ANSE DE MONTJOLY : EVHIS27	39
4.9. MARS 2011 ANSE DE REMIRE : EVHIS31.....	42
4.10 . JANVIER 2013, ANSE DE REMIRE : EVHIS33 ET EVHIS34	45
5. Synthèse et discussion.....	49
5.1. SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES POUR CHAQUE EVENEMENTS 49	
5.2. PARAMÈTRE COMPARATIF DES EVENEMENTS : LA PUISSANCE DE LA HOULE PAR UNITÉ DE LONGUEUR	50

6. Conclusions..... 53

7. Bibliographie 55

Annexe 1 Articles de France Guyane..... 57

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des points d'extraction des données de vagues et de niveaux d'eau (fond de carte Google Earth).	13
Figure 2: Références altimétriques maritimes pour les sites de Guyane (SHOM, 2017), PHMA : Plus haute mer astronomique, PMVE : pleine mer de vive eau, PMME : pleine mer de morte eau, NM : niveau moyen, BMME : Basse mer de morte eau, BMVE : basse mer de vive eau, PBMA : Plus basse mer astronomique, ZH : zéro hydrographique, RF : repère fondamental, Ref : NGG77.....	14
Figure 3: Comparaison de la hauteur significative entre les valeurs mesurées auprès de l'houlologue et du modèle WWIII.....	15
Figure 4: Comparaison entre la période et la direction mesurées auprès de l'houlologue et tirés du modèle WWIII.	16
Figure 5: Localisation des différents événements historiques recensés à l'échelle de la Guyane entre 1993 et 2015. La majorité des événements est concentrée sur la presqu'île de Cayenne.....	17
Figure 6: Localisation et dégâts constatés dans l'édition de France Guyane datant du 29 décembre 1998.	19
Figure 7 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 décembre 1998 et le 31 janvier 1999. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.	21
Figure 8: Localisation de l'évènement EVHIS07, datant de novembre 2004.....	22
Figure 9 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 octobre 2005 et le 30 novembre 2005. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.	24
Figure 10: Localisation de l'évènement EVHIS09.	25
Figure 11 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 octobre 2005 et le 30 novembre 2005. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.	27
Figure 12: Localisation des événements EVHIS10 et EVHIS11 avec la photographie tirée du journal France Guyane du 31 janvier 2006 illustrant le déchaussement de piliers de soutènement du bâtiment du club Apcat situé à l'époque sur la plage de Zéphyr.	28
Figure 13 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) ; pour la période comprise entre le 1 janvier 2006 et le 28 février 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.....	30
Figure 14: Localisation de l'évènements EVHIS12 et dégâts associés, tirés de l'édition du 2 mars 2018 (Crédit photographique: Katherine Vulpillat).....	31
Figure 15 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 février 2006 et le 31 mars 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.....	33
Figure 16 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise	

entre le 1 mars 2006 et le 30 avril 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau. 35

Figure 17 : Localisation et photographies des événements EVHIS17 et EVHIS18, les photographies sont respectivement extraites de l'édition du 11 octobre 2006 et de l'édition du 29 septembre 2006 du journal France Guyane. 36

Figure 18 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 septembre 2006 et le 31 octobre 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau. 38

Figure 19: Localisation de l'évènement EVHIS27, accompagné de photographies des dégâts observés tirées du journal France Guyane de l'édition du 25 mars et 26 mars 2008. 39

Figure 20 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (ECMWF) et pour la période comprise entre le 1 mars 2008 et le 30 avril 2008 (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau. 41

Figure 21: Localisation de l'évènement EVHIS31 42

Figure 22 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 décembre 2010 et le 31 janvier 2011. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau..... 44

Figure 23: Localisation des événements EVHIS33&EVHIS34..... 45

Figure 24 : Extension de la rumerie beach détruite à gauche, extraite de l'édition du 16 janvier 2013 du journal France Guyane et hangar de l'Apcat en partie détruit à droite (©France Guyane et Moisan, 2013). 46

Figure 25: Projection de matériaux sur la route des plages à proximité du restaurant de l'auberge des plages (Moisan, 2013)..... 46

Figure 26 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0520N060 du modèle WWIII (ECMWF) et pour la période comprise entre le 1 janvier 2013 et le 15 février 2013. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau. 48

Liste des tableaux

Tableau 1: tableau récapitulatif des différents événements historiques recensés dans le cadre de cette étude. 18

Tableau 2: Synthèse des différents événements avec leurs paramètres hydrodynamiques (ZH : zéro hydrographique, FG : France Guyane). 50

Tableau 3 : récapitulatif des puissances de la houle pour les différents événements historiques étudiés (ZH : zéro hydrographique, FG : France Guyane). 51

1. Introduction

Le littoral guyanais a la grande particularité de voir des bancs de vase migrer le long de sa côte. Cette vase, originaire du bassin de l'Amazone, prend la forme de bancs au niveau de la frontière entre le Brésil et la Guyane qui migrent sur les 1300 km de côte du plateau des Guyanes jusqu'à l'embouchure de l'Orénoque au Venezuela. Cette circulation sédimentaire est particulièrement sensible aux divers forçages hydrodynamiques de la région (courant, marée, houle, débit des fleuves). Ces derniers impliquent des évolutions géomorphologiques importantes dans le temps qui contraignent fortement l'aménagement et la répartition des enjeux situés sur le littoral guyanais.

Dans ce contexte particulièrement dynamique, l'Observatoire de la Dynamique Côtière de Guyane (ODyC) a vu le jour en 2014. Cet observatoire, co-piloté par la DEAL et le BRGM, s'inscrit dans la démarche nationale de la stratégie de gestion intégrée du trait de côte initiée en 2012. L'observatoire a pour principaux objectifs : (i) la pérennisation de l'acquisition de la donnée, (ii) la capitalisation et la valorisation des données existantes sur le littoral, (iii) l'aide à la décision pour une gestion durable du littoral.

Cette étude s'inscrit pleinement dans le second objectif de l'ODyC et a pour but de comparer les événements historiques de forte intensité recensés au cours des années 1990, 2000 et 2010 avec les conditions hydrodynamiques (houles et marées) et les conditions géomorphologiques des plages (banc de vase, orientation de la côte).

Après avoir présenté les méthodes et les différents événements historiques, une discussion mettra en perspective les impacts des dégâts recensés avec les conditions hydrodynamiques et géomorphologiques.

2. Contexte

Le littoral guyanais long d'environ 300 km est orienté selon un axe majoritaire nord-ouest/sud-est. Il a la particularité de voir des bancs de vase migrer le long de sa côte. La vase, originaire de l'Amazonie, prend la forme de banc au niveau de la frontière entre le Brésil et la Guyane. L'intensité des apports en sédiments est dépendante de la saisonnalité : forte en saison des pluies (décembre-juin) et faible en saison sèche (juillet-novembre) (Allersma, 1971). Les moteurs de cette dynamique de banc de vase sont principalement les forçages hydrodynamiques : houle, courants des Guyanes et niveau d'eau.

2.1. FORÇAGES HYDRODYNAMIQUES

2.1.1. La houle

La houle est principalement caractérisée par trois paramètres physiques :

- la hauteur significative, qui correspond à la moyenne des hauteurs du tiers des plus fortes vagues, donnée en mètre ;
- la période, correspondant à l'écart temporel entre deux pics de houle, donnée en seconde ;
- la direction, qui correspond au secteur de provenance, donnée en degré.

L'étude des houles montre une forte dépendance à la saisonnalité, avec des hauteurs significatives et des périodes plus importantes en saison des pluies qu'en saison sèche (Gratiot et Gardel, 2006). Trois principaux types de forçage sont identifiables sur le littoral guyanais :

- les houles de direction nord-est à est/nord-est qui sont dues aux alizés (vents prenant naissance dans le front intertropical de convergence) ;
- en saison des pluies, les houles issues des dépressions de l'Atlantique nord et caractérisées par une période généralement supérieure à 10s, des hauteurs significatives pouvant dépasser les 3m et de direction nord ;
- les houles, générées localement, issues de la mer de vent qui forme un clapot de direction nord-est.

2.1.2. Le niveau d'eau

Deux facteurs principaux caractérisent un niveau d'eau : les effets astronomiques de la marée et la surcote atmosphérique (vent et pression). En raison de la position géographique de la Guyane, à proximité des zones de basses pressions équatoriales, la pression le long du littoral est quasi constante au cours de l'année. Le facteur déterminant sur l'élévation du niveau d'eau est donc la marée.

La marée en Guyane est mésotidale et de type semi-diurne (i.e qu'il y a deux pleines mers et deux basses mers d'importances sensiblement égales par jour). Le marnage moyen est de 2 m, mais il est variable le long du littoral (SHOM, 2017).

2.2. EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE

L'évolution géomorphologique du littoral guyanais est directement liée à la migration et à la position des bancs de vase. Ces derniers peuvent être long de 20 à 40 km et large de 15 à 20 km sur une épaisseur de 2 à 5 m (Gensac, 2012), ils représentent donc plusieurs milliards de m³ de vase. La vase a la particularité d'atténuer la houle incidente et donc de protéger les côtes sableuses situées en arrière banc. Il est donc possible de distinguer deux types de configuration :

- une position où le banc de vase se situe devant la côte sableuse stabilisant ainsi la plage ;
- une position dite en « inter-banc » où le banc de vase ne se situe plus devant la plage ; la rendant vulnérable à la houle incidente. C'est dans cette configuration que les principaux phénomènes d'érosion sont observés.

Les bancs de vases migrent à des vitesses variables, Gardel et Gratiot (2005) ont estimé cette vitesse moyenne de migration de 1 à 3 km.an⁻¹. Cependant cette vitesse a tendance à s'accélérer, compliquant la capacité à anticiper la position future des bancs (Gensac, 2012). La migration des bancs de vases implique des variations importantes de la position du trait de côte, avec des amplitudes pouvant atteindre localement, à l'ouest de la Guyane, jusqu'à 6 km sur les soixante dernières années (Moisan et al., 2014).

La Guyane connaît donc des variations importantes et rapides de la position de son littoral (accrétion et érosion). Si ces variations et en particulier l'érosion sont de plus en plus au cœur des préoccupations actuelles de la société civile, ces variations marquent le littoral guyanais, et plus généralement l'évolution du littoral à plus grande échelle (Plaziat et al., 2004).

3. Méthode et présentation des données

Les valeurs des forçages marins étudiés ici (niveau d'eau et houle) sont issues des observations tirées des points les plus proches des côtes guyanaises (Figure 1).

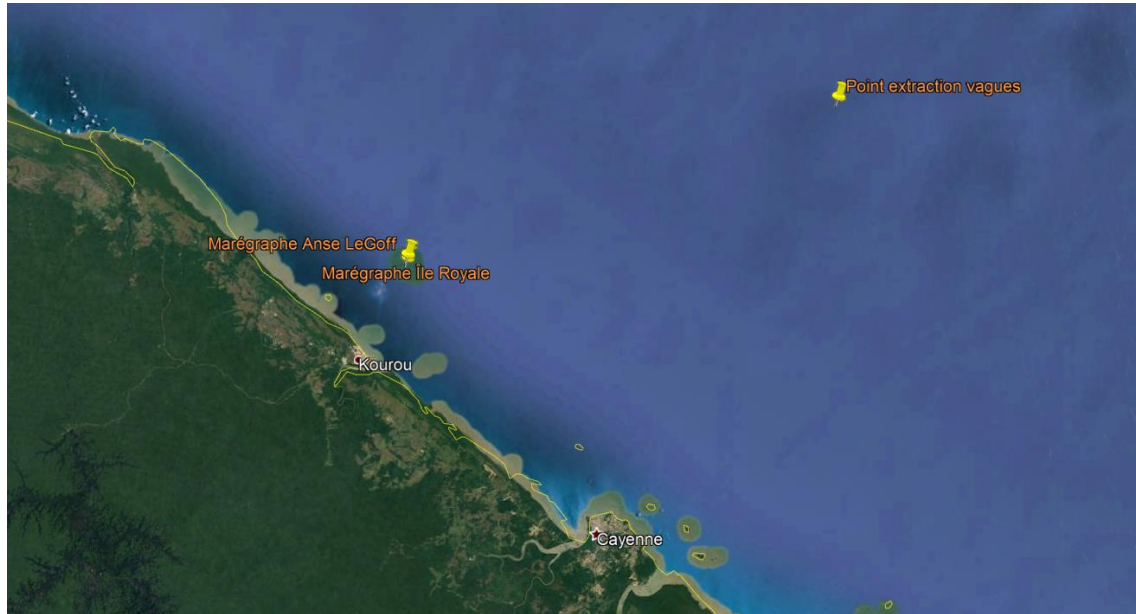


Figure 1 : Localisation des points d'extraction des données de vagues et de niveaux d'eau (fond de carte Google Earth).

Ces données ont ensuite été mises en parallèle des événements historiques recensés.

3.1. NIVEAU D'EAU

Les niveaux d'eau sont issus du marégraphe de référence du réseau REFMAR, positionné sur l'île Royale, au niveau des îles du Salut au large de Kourou. Ces données sont mises à disposition sur le site du service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM)¹. Les valeurs d'observations sont acquises et exploitées dans la suite du document par rapport au zéro hydrographique. Le passage entre le zéro hydrographique et le référentiel altimétrique local NGG77, est calculé à partir des conversions indiquées dans le document du SHOM (SHOM,2017) (Figure 2).

¹ <http://data.shom.fr/donnees/refmar/>

07	Nom	Type	Lat.	Long.	Et.	Constante	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
	Iles du Salut [Guyane]	R	05 17 N	52 35 W		2013	03.72	03.30	02.70	02.14	01.55	01.05	00.60
	Guyane												
	Pointe des Hattes	S	05 45 N	53 58 W			04.23	03.90	03.20	02.60	01.90	01.30	00.92
	Saint-Laurent du Maroni	S	05 30 N	54 02 W			02.70	02.50	01.95	01.51	01.00	00.55	
	Îlot Brigandin	S	05 26 N	53 00 W				02.50	01.90	01.40	00.75	00.60	
	Rivière de Sinnamary (Sinnamary)	S	05 23 N	52 58 W				02.70	02.20	01.45	00.95	00.85	
	Kourou	S	05 09 N	52 38 W			03.59	03.20	02.60	02.00	01.40	00.85	00.48
	Le Larivot	S	04 55 N	52 22 W			03.71	03.40	02.75	02.14	01.50	00.90	00.62
	Îlet la Mère	S	04 54 N	52 11 W		2013	03.89	03.40	02.80	02.24	01.60	01.15	00.68
	Dégrad des Cannes	S	04 51 N	52 17 W		2014	03.74	03.45	02.85	02.10	01.50	01.10	00.52
	Montagne d'Argent	S	04 23 N	51 41 W			03.57	03.15	02.40	01.70	01.05	00.40	00.19

Nom	Repère fondamental	Organisme	Date	RF/ZH	RF/Ref	ZH/Ref	ZH/Elli	Ref
Iles du Salut [Guyane]	Repère de nivellement Shom scellé horizontalement dans le soubassement d'une construction en ruine	Shom	1992	6.884			-36.26	
Guyane								
Pointe des Hattes	9730601A	IGN	2005	6.172	3.790	-2.382		NGG77
Saint-Laurent du Maroni	M/M'-1	IGN	2002	5.468	4.413	-1.055		NGG77
Îlot Brigandin								
Rivière de Sinnamary (Sinnamary)								
Kourou	MM'-0-I	IGN	2002	7.688	5.801	-1.887		NGG77
Le Larivot	BM-31-I	IGN	2002	5.697	3.530	-2.167		NGG77
Îlet la Mère	Repère de nivellement de type Shom scellé horizontalement dans le rocher à six mètres au sud-est du marégraphe	IGN	2003	5.447			-36.23	
Dégrad des Cannes	Repère de nivellement IGN (D.EG-1) scellé horizontalement dans la façade ouest de la capitainerie à l'entrée principale du port	IGN	1997	5.407	3.554	-1.853		NGG77
Montagne d'Argent								

Figure 2: Références altimétriques maritimes pour les sites de Guyane (SHOM, 2017), PHMA : Plus haute mer astronomique, PMVE : pleine mer de vive eau, PMME : pleine mer de morte eau, NM : niveau moyen, BMME : Basse mer de morte eau, BMVE : basse mer de vive eau, PBMA : Plus basse mer astronomique, ZH : zéro hydrographique, RF : repère fondamental, Ref : NGG77.

3.2. HOULE

Plusieurs houlographes ont été installés au large de la Guyane ces dernières années. A la suite de différentes avaries, les houlographes n'étaient plus fonctionnels et leur réinstallation s'est étalée dans le temps. Les données acquises par les quatre houlographes couvrent des petites plages temporelles souvent limitées à un an et étalées entre 2007 et 2017. Ces données sont disponibles sur le site CANDHIS du CEREMA².

Afin d'avoir une cohérence pour l'ensemble des événements étudiés et compte tenu de l'absence de données pérennes *in situ*, les contraintes sur les paramètres physiques des houles sont issues du modèle Wave Watch III (WWIII). Ces données sont directement téléchargeables sur le site de l'IFREMER (<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/ww3>).

Le modèle Wave Watch III (Tolman, 2009) est un modèle numérique qui calcule l'évolution de l'action des vagues. C'est un modèle multi grille (i.e que le forçage se fait initialement à une échelle globale et se resserre proche de la côte afin d'affiner les résultats). Le point d'extraction est situé au large de la Guyane (Lat. : 5,5°N, Long. : 51,5°W) avec un pas de temps tri-horaire et à une côte au fond d'environ 80m.

Le modèle WaveWatch III est calculé 4 fois par jour à une résolution de 54 km et pour une échéance allant jusqu'à 8 jours. Ce modèle est développé à partir de deux forçages de vent :

² <http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>

Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) et European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).

Le modèle Wave Watch III a l'avantage d'être performant pour de longues échéances de temps et au large, mais il présente des imprécisions à la côte. Pour l'exemple de l'évènement de janvier 2013, la comparaison des hauteurs significatives tirées du modèle WWIII avec celles tirées de l'houllographe *in situ*, situé à une côte au fond de 6 m par rapport au zéro hydrographique, permet de mettre en avant :

- une surestimation générale du modèle et une sous-estimation pour des pics d'intensité ponctuels (cercle orange, Hs *in situ* = 4.02 m, Hs modèle = 3.1m);
- une bonne représentation de la dynamique temporelle des trains de houles (Figure 3).

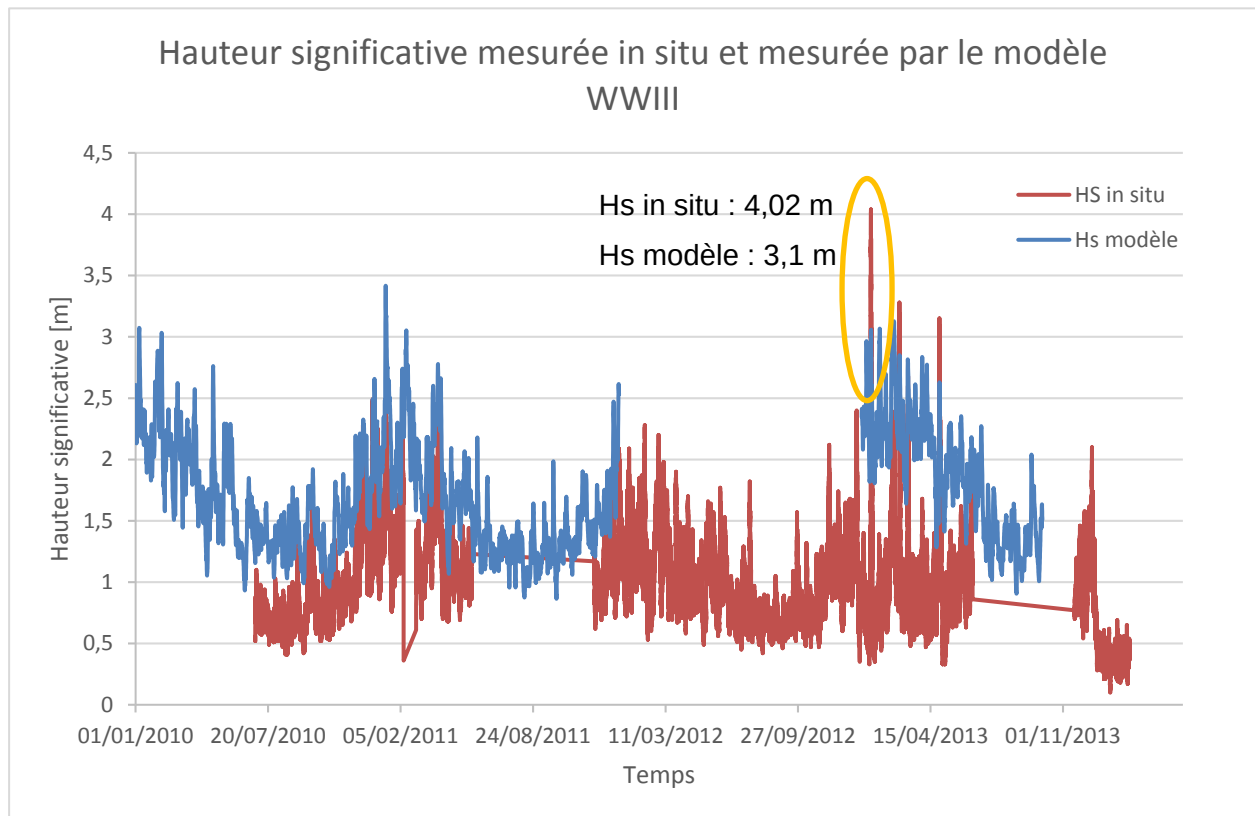


Figure 3: Comparaison de la hauteur significative entre les valeurs mesurées auprès de l'houllographe et du modèle WWIII.

Au regard de la période et de la direction, la période du modèle est surestimée pour les faibles valeurs par rapport aux valeurs *in situ*, mais similaire pour les forts événements. La direction du modèle est quant à elle dans les mêmes ordres cardinaux que les valeurs *in situ* (soit nord soit nord-est) (Figure 4).

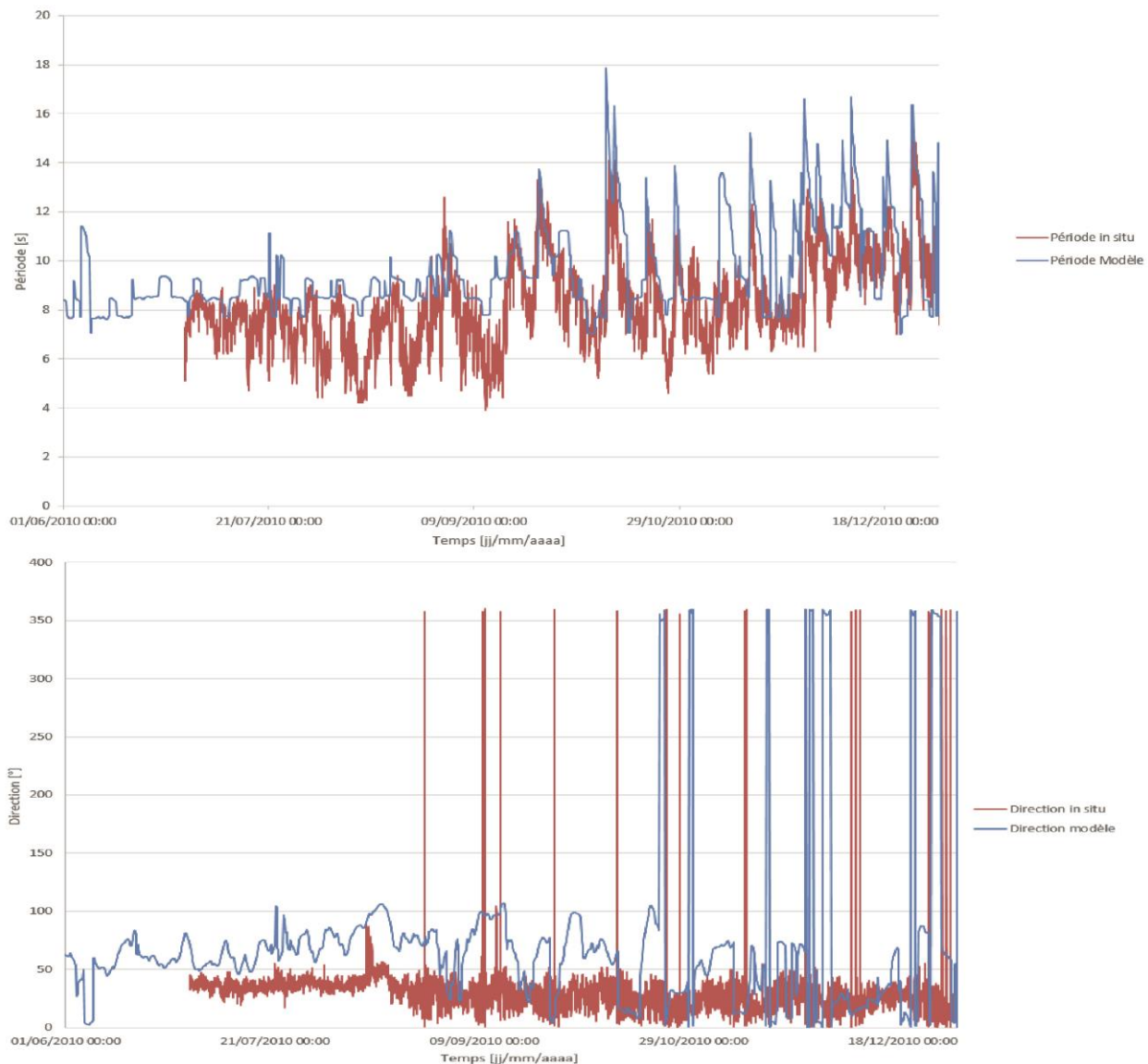


Figure 4: Comparaison entre la période et la direction mesurées auprès de l'houllographe et tirés du modèle WWIII.

Malgré la différence de la cote au fond entre la bouée *in situ* et le nœud du modèle, qui pourrait expliquer les décalages entre les données, les tendances et les amplitudes dans le temps sont préservées. Le modèle WWIII représente donc une source fiable pour des comparaisons relatives en terme de forçage hydrodynamique.

Dans la suite de l'étude les valeurs utilisées sont celles du modèle WWIII avec le forçage CFSR pour les évènements EVHIS10 – 11 – 17 – 18 et 31 et avec le forçage ECMWF pour les évènements EVHIS33 et 34.

3.3. RECENSEMENT DES EVENEMENTS HISTORIQUES

Les évènements historiques majeurs ont principalement été recensés par consultation des archives du journal France Guyane (regroupé en annexe) et de précédents rapports d'enquêtes documentaires et historiques réalisées par le BRGM (Declercq, 2009 ; Nguyen et Quenaon,

1999). Ce recensement a conduit à différencier d'une part les évènements *sensu stricto* (s.s.) ; correspondant à des phénomènes d'érosion et de submersion marines suffisamment importants et destructeurs pour figurer dans la presse et, d'autre part, les conséquences de ces phénomènes. Ces dernières correspondant principalement aux actions entreprises suites aux évènements s.s. Elles sont mentionnées dans ce rapport (Tableau 1), mais elles ne feront pas l'objet de description plus précise car cela est en dehors des objectifs de la présente étude. Pour une meilleure lisibilité, chacun de ces évènements a été noté selon une codification chronologique similaire : EVHISXX. Les articles de France Guyane des évènements numérotés EVHIS01 à 09, 12-13, 24, 27 et 28 sont regroupés en annexe du rapport de Declercq, 2009.

Du fait de la concentration des enjeux et des habitations sur la presqu'île de Cayenne, les dégâts relayés par la presse sont localisés majoritairement sur la commune de Rémire-Montjoly avec toutefois quelques évènements recensés à Kourou, Mana et Awala-Yalimapo (Figure 5).

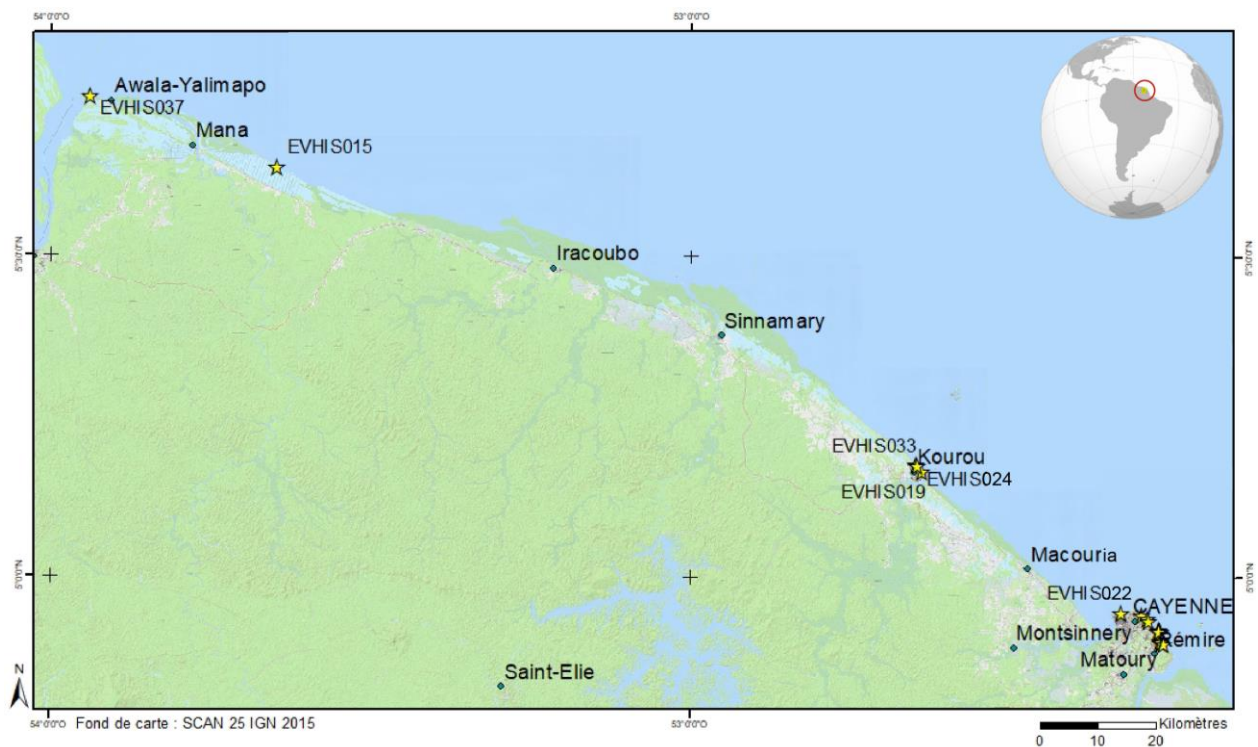


Figure 5: Localisation des différents évènements historiques recensés à l'échelle de la Guyane entre 1993 et 2015. La majorité des évènements est concentrée sur la presqu'île de Cayenne.

Au total, entre 1993 et 2015, 24 évènements s.s. majeurs ont été répertoriés (Tableau 1). Parmi ces évènements, près des trois-quarts (17) concernent des phénomènes d'érosion parfois associés à la destruction de tout ou partie d'aménagements ou d'infrastructures (i.e. habitations, routes, fondations, etc.). Pour chacun des évènements, la côte était en situation inter-banc.

En parallèle, les bulletins de vigilance émis par Météo France entre 2006 et 2015 ont été étudiés, seuls certaines vigilances météorologiques ont engendré des dégâts recensés dans la presse (Tableau 1).

Numéro	Annee	Mois	Période	Bulletin météo France	Commentaire étude Météo France	Commune	Impact	Type
EVHIS01	1993	Mars	12	Marée du siècle		Guyane		Evènement
EVHIS02	1996	Décembre	??	Aucune information		Monjoly	Submersion marine	Evènement
EVHIS03	1998	Octobre	??	Aucune information		Montjoly	Forte érosion	Evènement
EVHIS04	1998	Décembre	??	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS05	1998	Décembre	29	Aucune information		Kourou	Submersion marine et inondation du village amérindien	Evènement
EVHIS06	2003	??	??	Aucune information		Mana	Départ progressif du banc de vase	Evènement
EVHIS07	2004	Octobre	26	Aucune information		Montjoly	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS08	2005	Mai	??	Aucune information		Awala-Aylimapo	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS09	2005	Octobre	16-17	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS10	2006	Janvier	29-30	Aucune information		Rémire-Montjoly	Déchaussement des piliers de soutènement	Evènement
EVHIS11	2006	Janvier - Février	28-31	Aucune information		Rémire-Montjoly	Forte érosion, déferlement en limite de propriété	Evènement
EVHIS12	2006	Mars	2	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS13	2006	Mars	30	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS14	2006	Juin				Rémire-Montjoly	Décision du maire de ne pas installer poste de surveillance de la baignade	Conséquence
EVHIS15	2006	Juillet				Rémire-Montjoly	Rappel à la population de l'absence de poste de surveillance	Conséquence
EVHIS16	2006	Aout				Rémire-Montjoly	Adoption de l'étude pour le réaménagement du littoral de la commune	Conséquence
EVHIS17	2006	Septembre	22	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion à l'extrémité de la rue Sainte-Rita et destruction de 50 % d'une maison	Evènement
EVHIS18	2006	Septembre	25-29*	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion en limite de propriété, entre Sainte Rita et Montravel.	Evènement
EVHIS19	2007	Aout				Rémire-Montjoly	Subvention de 10 000 euro de la Marie de Rémire-Montjoly à l'association RPMM	Conséquence
EVHIS20	2007	Septembre				Rémire-Montjoly	Installation d'un palissade protectrice entre les enrochements de Saint Dominique et Carsenac	Conséquence
EVHIS21	2007	Novembre-Décembre				Rémire-Montjoly	Lancement de l'étude sur la stratégie de gestion du littoral	Conséquence
EVHIS22	2007	???		Aucune information		Rémire-Montjoly	Destruction du restaurant Byblos	Evènement
EVHIS23	2007	Novembre	4 au 6*	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion en limite de propriété.	Evènement
EVHIS24	2007	Décembre	24-26	Aucune information		Rémire-Montjoly	Erosion du littoral	Evènement
EVHIS25	2007	Décembre				Rémire-Montjoly	Manifestation des riverains du littoral de Rémire-Montjoly (Association ARPMM)	Conséquence
EVHIS26	2008	Février				Rémire-Montjoly	Lettre du sénateur Othily au ministre Jean-Louis Borloo	Conséquence
EVHIS27	2008	Mars	25	Vigilance orange		Rémire-Montjoly	Submersion marine	Evènement
EVHIS28	2008	Avril	8			Rémire-Montjoly		Conséquence
EVHIS29	2009	Mars				Rémire-Montjoly	Compte rendu de l'association des riverains de la plage de Rémire-Montravel, compilation des dommages	Conséquence
EVHIS30	2009	Avril				Rémire-Montjoly	Création du syndicat des riverains de la plage de Rémire	Conséquence
EVHIS31	2010	Décembre	23-28		Du 23 au 28 décembre 2010 : Trains de houle de Nord atteignant les côtes de la Guyane. Houle prévue plus marquée sur la zone côtière Ouest, associée à de forts coefficients de marée (plus de 3 mètres). Les conditions dangereuses perdurent entre vendredi 24 et mardi 28 décembre. Vagues de 2 mètres à 2,50m et plus à l'embouchure du Mahury, avec une période de 10 à 15 secondes. La durée du phénomène avait été sous évaluée par les modèles numériques (la fin était prévue pour le dimanche 26 au matin, 48 heures avant la fin réelle).	Rémire-Montjoly	Forte érosion au niveau de l'auberge des plages et destabilisation de l'enrochement	Evènement
EVHIS32	2012	Mai				Kourou	Erosion en limite de palmiers	Evènement
EVHIS33	2013	Janvier	14-16*	Vigilance rouge passant à jaune le 16	Aucune information	Rémire-Montjoly	Forte érosion et destruction partielle de l'auberge des plages + submersion	Evènement
EVHIS34	2013	Janvier	14-16*	Vigilance rouge passant à jaune le 16	Aucune information	Rémire-Montjoly	Forte érosion et destruction partielle de l'ancienne rhumerie Beach	Evènement
EVHIS35	2015	Février	17-23		Du 17 au 23 février 2015 : Houle / mer du vent générée par un alizé de secteur nord-est soutenu, constant et étendu. Cette houle relativement modérée en énergie (période maximale 10 secondes, avec des creux maxi de 2,50m) survient lors d'une période de grandes marées (coefficient 119, valeur maximale 3,57m aux Iles du salut le jeudi 19 février à 17h26). Ces fortes marées, sans pouvoir être qualifiées de « marées du siècle » se produisent en moyenne tous les 18 ans. En ce qui concerne la houle (ou forte mer du vent) de nord-est, un premier pic est observé au cours de la journée du mercredi 18 février (creux moyens au rivage de 1,50m à 2m, 2,50m au large), qui fait envisager un moment de cesser la vigilance jeudi soir. Cependant, la vulnérabilité de certains secteurs côtiers habités et non protégés par de la mangrove ou des bancs de vase, le maintien de conditions de mer agitée (période 9 secondes, hauteur 1,50m à 2m au rivage, valeurs inférieures aux seuils de vigilance) et l'augmentation des hauteurs de marées nous font prolonger la phase de vigilance	Rémire-Montjoly - Cayenne - Kourou	Destabilisation des enrochement de la plage de Chaton, arracement de palmier. Avenue pasteur sous les eaux, Pont du Iarivot partiellement inondé	Evènement
EVHIS36	2015	Mars	21			Rémire-Montjoly - Cayenne - Kourou	Débat sur l'efficacité des stabiplage	Conséquence

* période approximative liée à la publication dans le journal

Tableau 1: tableau récapitulatif des différents évènements historiques recensés dans le cadre de cette étude.

4. Evènements historiques recensés entre 1993 et 2015

Dans cette partie, 13 des 24 évènements, pour lesquels les caractéristiques hydrodynamiques ainsi que les impacts relayés dans la presse ont pu être obtenues, sont décrits et analysés séparément.

4.1. DECEMBRE 1998, VILLAGE AMERINDIEN KOUROU EVHIS05

Cet évènement est rapporté dans le journal France Guyane du 29 décembre 1998. Il s'agit d'un évènement ayant provoqué l'inondation du village amérindien de Kourou par submersion marine.

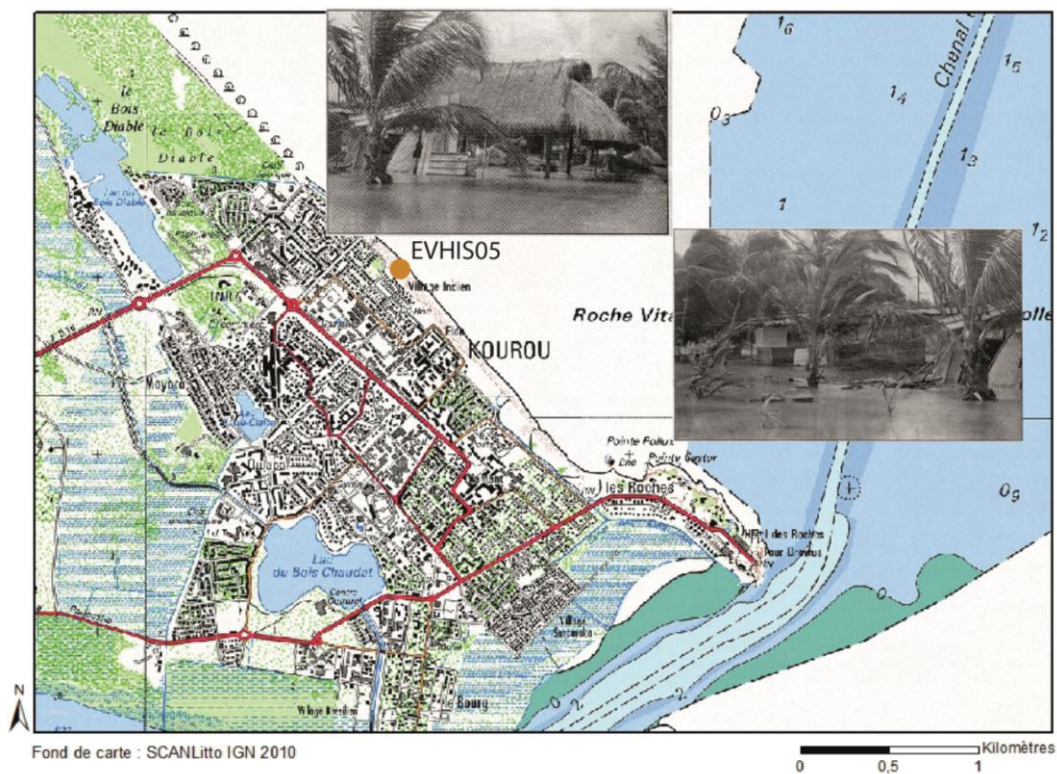


Figure 6: Localisation et dégâts constatés dans l'édition de France Guyane datant du 29 décembre 1998.

L'article retranscrit une inondation des carbetts de travail installés sur le front de mer, pour une hauteur d'eau d'environ 40 cm. Les maisons situées en arrière n'ont pas été touchées et peu de dégâts sont recensés. Le journal retranscrit également les hauteurs de marée annoncées de 3.35 m pour le 31 décembre 1998 avec le pic de hauteur attendu pour le 2 janvier 1999. Cette situation correspond à une situation de vive-eau.

Les données de houles encadrant cet évènement sont présentées sur la Figure 7.

Au cours du mois qui le précède, la hauteur significative varie peu et est toujours inférieure à 2.04 m (Figure 7 a). Elle augmente significativement à partir du 26 décembre et atteint 3.79 m le 1^{er} janvier 1999. Au cours du mois de janvier, la hauteur significative est globalement forte et ne descend jamais sous les 1.7 m.

La période est assez variable au cours du mois de décembre 1998 (Figure 7 b). Elle tourne principalement autour de 8 à 10 secondes et présente des pics plus importants supérieurs à 11 secondes. Au mois de janvier 1999, la période est beaucoup plus constante. Elle tourne autour de 9-10 secondes sauf entre le 18 et le 30 janvier, période au cours de laquelle elle atteint 12.4 secondes.

La direction du train de houle (Figure 7 c) est, elle aussi, relativement constante sur la période qui encadre l'évènement EVHIS05. Elle est grossièrement NE-SO. Elle prend cependant une orientation nord-sud au cours : du 6 et 7 décembre 1998 et entre le 28 et le 30 janvier 1999.

L'évènement EVHIS05 s'est produit alors que la hauteur significative (3.52 m) était quasiment à son maximum pour la période considérée. En parallèle, la période se situe autour de 11 s et la direction du train de secteur NE (N37°). Compte tenu de l'orientation de la côte de Kourou qui d'axe nord-ouest/sud-est, une houle incidente de direction nord-est vient déferler frontalement sur le littoral favorisant un franchissement de paquets de mer, amplifié par une marée de vive-eau. Contrairement aux autres évènements, c'est donc une houle de direction nord-est avec une plus forte hauteur significative et une période plus faible qui est à l'origine de la submersion marine.

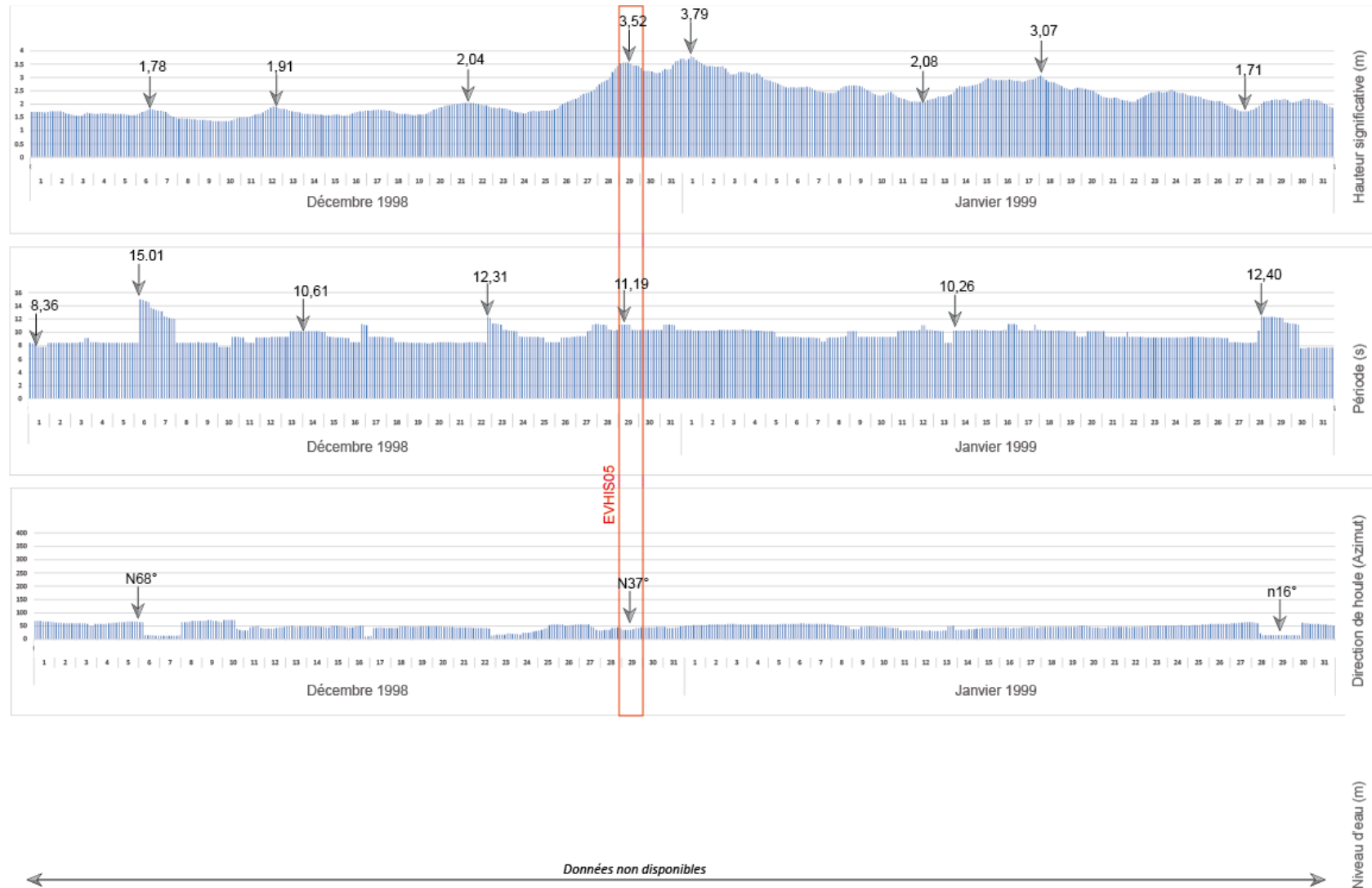


Figure 7 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 décembre 1998 et le 31 janvier 1999. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.2. NOVEMBRE 2004, ANSE DE MONTJOLY EVHIS07

Dans son édition du 2 novembre 2004, le journal rapporte la forte érosion du trait de côte de Rémire-Montjoly. Au cours de la journée du 26 octobre 2004, les enrochements de protection placés par les riverains sont démantelés par les vagues et des palmiers sont déracinés et tombent sur la plage.



Figure 8: Localisation de l'évènement EVHIS07, datant de novembre 2004.

Les conditions de houle, 1 mois avant et 1 mois après cet évènement, sont présentées sur la Figure 9.

La hauteur significative (Figure 9 a) est relativement faible autour de l'évènement EVHIS07 ; elle n'excède pas les 2 m.

Les variations concernant la période (Figure 9 b) sont beaucoup plus marquées. En effet, ce paramètre présente un profil en dent de scie caractérisé par une augmentation rapide de la période (< 1 jour), suivie par sa diminution progressive (plusieurs jours). Il est à noter que les valeurs de période de houle modélisées autour de l'évènement EVHIS07 sont relativement importantes avant et après cet évènement.

La fenêtre d'observation permet de caractériser les deux types de houles arrivants sur les côtes guyanaises. Si la hauteur significative de la houle varie peu lors de l'observation, une alternance d'une houle de direction nord et d'une période supérieure à 14s avec une houle de direction nord-est et une plus faible période (~8s) est à noter. Cette corrélation témoigne que pour une hauteur significative donnée, les houles de direction nord, originaire des dépressions de l'océan Nord-Atlantique, sont plus puissantes car elles présentent une période plus importante que les houles du nord-est, générées par le régime des vents des alizés.

L'évènement EVHIS07 s'est produit alors que la houle présentait une hauteur significative relativement basse (vers 1.5 s). La période était, quant à elle, autour de 12 s, ce qui est

significativement inférieur au maximum modélisé la veille (i.e. 16.24 s). Enfin, la direction du train de houle était constante le jour de l'évènement ; elle tournait autour de N15°. Le niveau de marée n'a pas pu être analysé pour cet évènement.

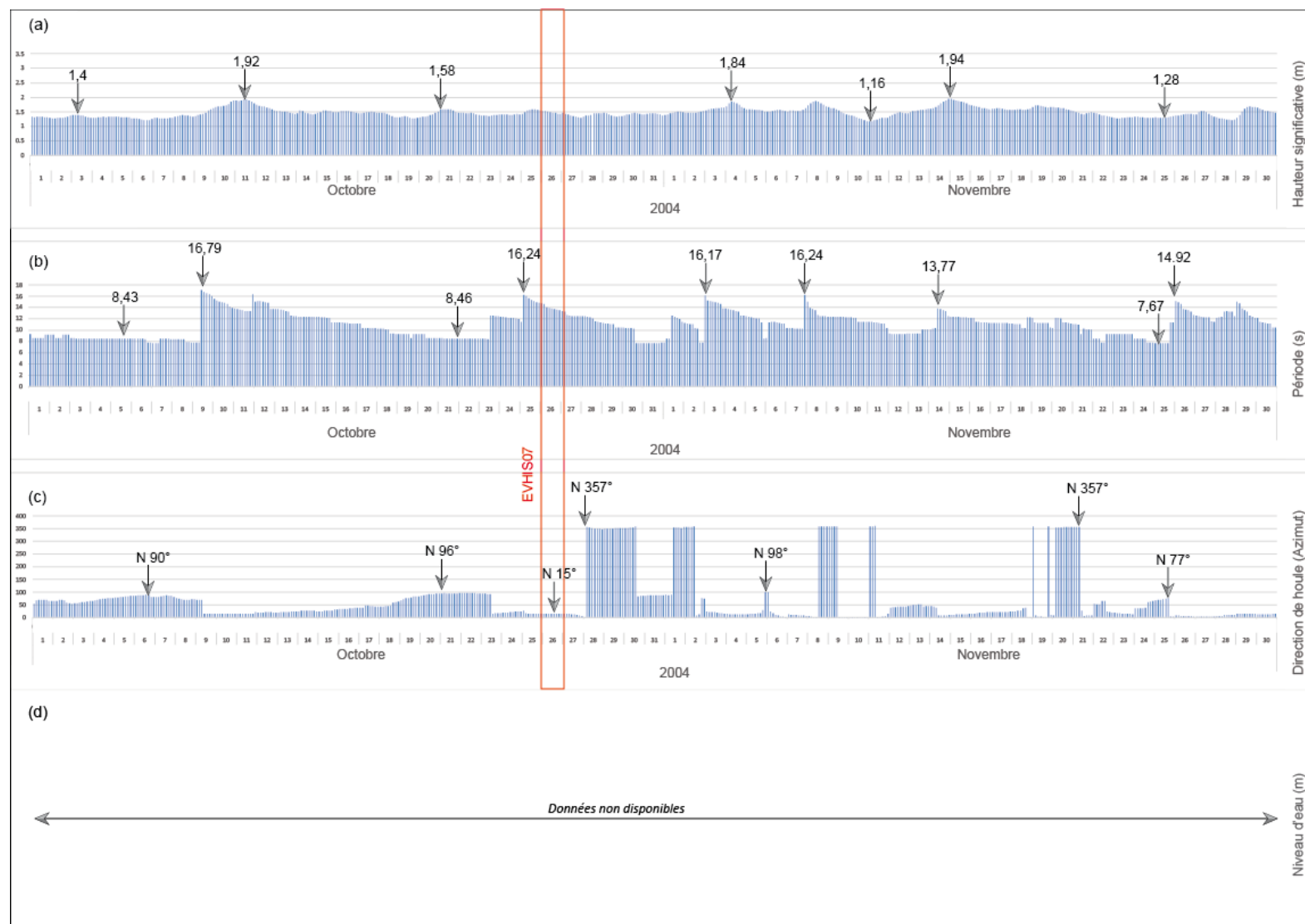


Figure 9 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 octobre 2005 et le 30 novembre 2005. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.3. OCTOBRE 2005, ANSE DE MONTJOLY EVHIS09

Dans son édition du 20 octobre 2005, le journal France Guyane décrit de fortes érosion du trait de côtes et la destruction d'infrastructures le long du littoral de Rémire-Montjoly. La localisation exacte de l'évènement est difficile à situer mais d'après le journal France Guyane, c'est l'anse de Montjoly du côté du Montravail qui est le plus touché (Figure 10). Les témoignages recueillis par les journalistes font état de conséquences extrêmes par rapport à ce qui était vécu jusqu'à lors.

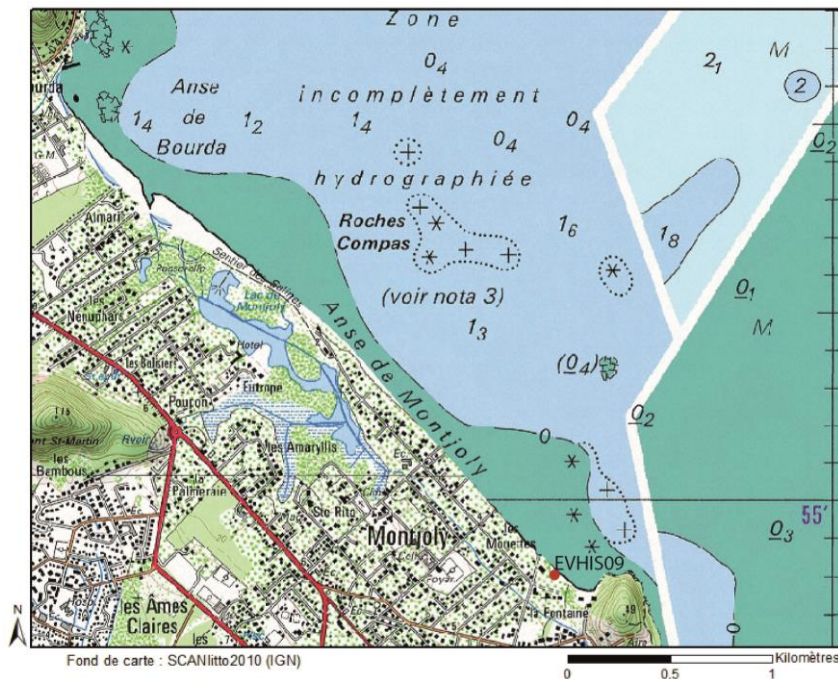


Figure 10: Localisation de l'évènement EVHIS09.

Les données de houles qui encadrent cet évènement sont présentées sur la Figure 11.

Au cours du mois qui précède et qui succède l'évènement, la hauteur significative varie de manière marquée, sans pour autant dépasser les 2.26 m (Figure 11 a).

La période varie aussi de manière significative avec un minimum autour de 7.8 s et un maximum de 22.3 s (Figure 11 b). Il est à noter que des pics de période supérieures à 13.5 s sont fréquents avant et après l'évènement EVHIS09.

De manière semblable à ce qui a été décrit précédemment, la direction du train de houle (Figure 11 c) varie en parallèle des variations de la période. Elle est de secteur N pour ce qui est des périodes supérieures à 9 s et NE pour les autres.

Par ailleurs cet évènement s'est produit au cours d'un cycle de marée de vive-eau comprenant des niveaux de pleines mers supérieurs à 3 m.

L'évènement EVHIS09 s'est produit dans des conditions hydrodynamiques relativement extrêmes. En effet, il s'agit de 2 jours consécutifs au cours desquels la hauteur significative, la période ainsi que le niveau d'eau – avec des valeurs respectives de 2.26 m, 22.33 s et 3.34 m – sont à leur maximum sur la période considérée. De ce fait, le cumul de tous ces paramètres

contrôle l'importance des dégâts tels qu'ils sont relatés dans le journal France Guyane et par les témoins de l'évènement.

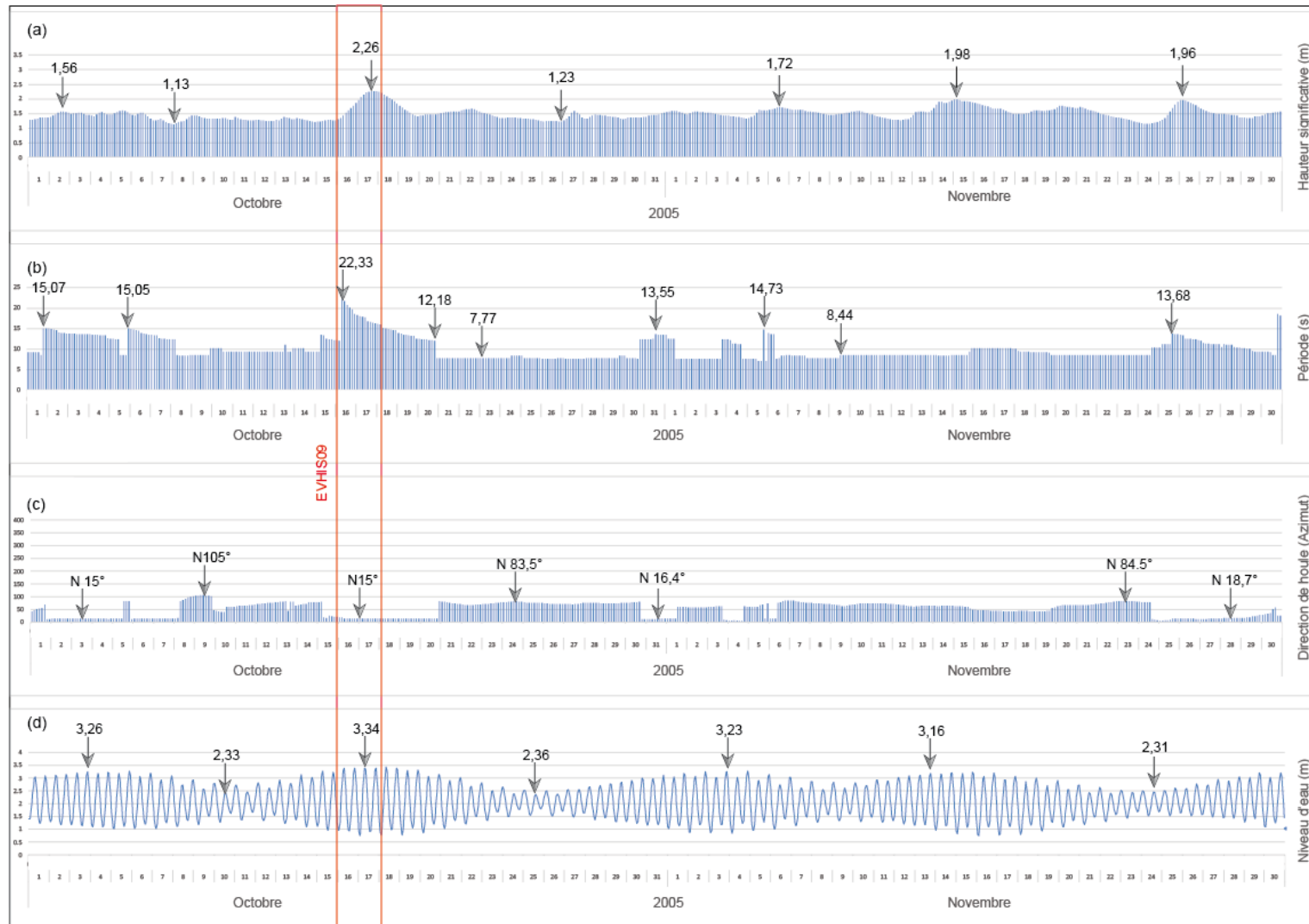


Figure 11 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFRS) et pour la période comprise entre le 1 octobre 2005 et le 30 novembre 2005. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.4. JANVIER 2006, ANSE DE MONTABO ET ANSE DE MONJOLY : EVHIS10 ET EVHIS11

Ces deux évènements se sont produits entre le 28 et le 31 janvier 2006. Dans le premiers cas (EVHIS10), le journal France Guyane rapporte le déchaussement des piliers de soutènement du bâtiment du club de voile Apcat situé à l'époque sur la plage de Zéphyr au niveau de l'anse de Montabo sur la commune de Cayenne. Dans le second cas (EVHIS11), le journal France Guyane, dans son édition du 2 février 2006 relate de l'érosion dans le secteur de Sainte-Rita au cours des 5 jours précédents (Figure 12).

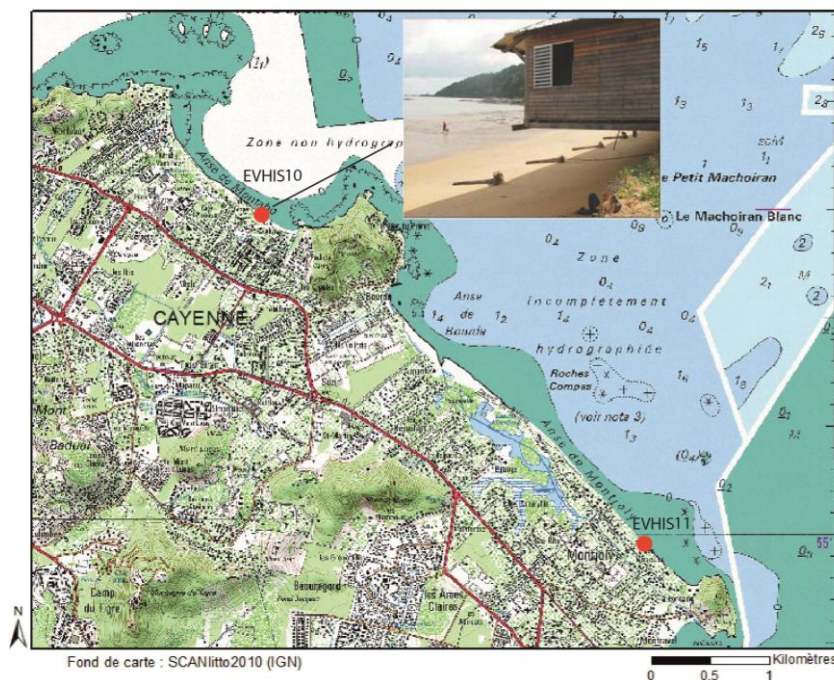


Figure 12: Localisation des évènements EVHIS10 et EVHIS11 avec la photographie tirée du journal France Guyane du 31 janvier 2006 illustrant le déchaussement de piliers de soutènement du bâtiment du club Apcat situé à l'époque sur la plage de Zéphyr.

Pour ces deux évènements, les paramètres physiques caractéristiques des houles sont présentés sur la Figure 13, pour la période comprise entre le 1 janvier 2006 et le 28 février 2006.

Concernant la hauteur significative (Figure 13 a), on observe une augmentation progressive de l'agitation depuis le 1 janvier ($H_s = 1.65$ m) et jusqu'au 25 janvier ($H_s = 3.31$ m). Cette hauteur significative chute à partir du 25 janvier pour atteindre 1.79 m au soir du 29 janvier puis remonte jusqu'au 31 janvier au soir où elle atteint 2.5 m. Entre le 1 février et le 16 février, elle est relativement stable et oscille entre 2.18 m et 2.75 m. Le 19 février au soir, elle atteint la valeur de 1.59 m à la suite de quoi elle augmente globalement jusqu'à 3.27 m au soir du 28 février.

Les périodes sont représentées sur la Figure 13 b. Dans l'ensemble, elles varient nettement moins que les hauteurs significatives. Sur l'intervalle de temps considéré, ce paramètre reste compris entre 7.1 s et 11.32 s sauf pour 3 périodes : 30-31 janvier, 5-6 février et 28 février ; périodes au cours desquelles ce paramètre atteint respectivement 12.69 s, 14.79 s et 16.34 s. L'augmentation de la période est associée à un changement de l'orientation des trains de houle décrit ci-dessous.

Les directions de houles sont représentées sous la forme de graphique sur la Figure 13 c. Au cours de la période considérée, elles varient nettement moins que les deux paramètres précédemment décrits et sont principalement orientées de secteur NE ($\sim N50^\circ$). On note cependant qu'au cours de 4 épisodes (30-31 janvier, 5-6 février, 24 février et 28 février), les houles présentent une direction de secteur N ($N351^\circ$ à $N0^\circ$).

Au regard des données du marégraphe, lors de l'évènement détaillé dans France Guyane, l'amplitude des marées était importante (cycle de marée de vives eaux) avec une hauteur de pleine mer maximum de 3,35 m atteinte le 29 janvier 2006.

Les évènements EVHIS10 et 11 sont indiqués sur la Figure 13 par un rectangle rouge. Il apparaît clairement que ces évènements ont été provoqués par des trains de houles de secteur nord associés à des périodes relativement importantes. Dans ce cas, la hauteur significative ne semble pas jouer un rôle majeur.

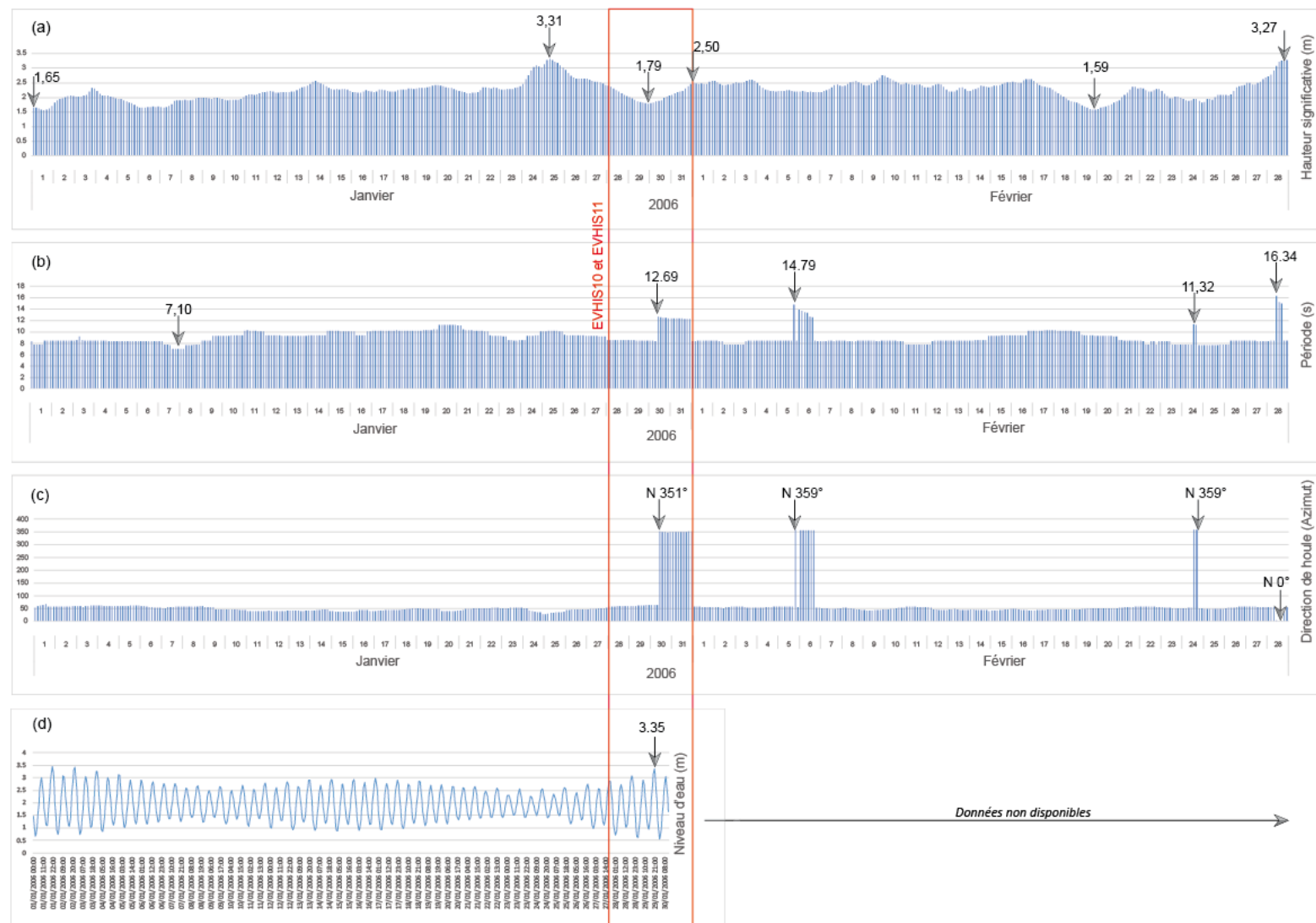


Figure 13 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFRS) ; pour la période comprise entre le 1 janvier 2006 et le 28 février 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.5. MARS 2006 ANSE DE MONTJOLY, EVHIS12

Le 2 mars 2006, le journal France Guyane publie un article présentant les conséquences des plus fortes marées de l'année (Figure 14). Au cours de cet événement, les installations de protection en place à l'époque (i.e. grillage, merlon, etc.) sont emportées par les vagues traduisant un recul de la position du trait de côte et localement « *des gerbes immenses* » sont mentionnées, qui franchissent les derniers obstacles pour venir submerger les terrains situés en arrière. Donc aussi bien des phénomènes d'érosion que de submersion par franchissement sont mentionnés dans cet article.



1^{er} mars 2006 avec une hauteur d'eau atteignant 3,55 m et une basse mer de 0,70 m, traduisant une marée de vive-eau.

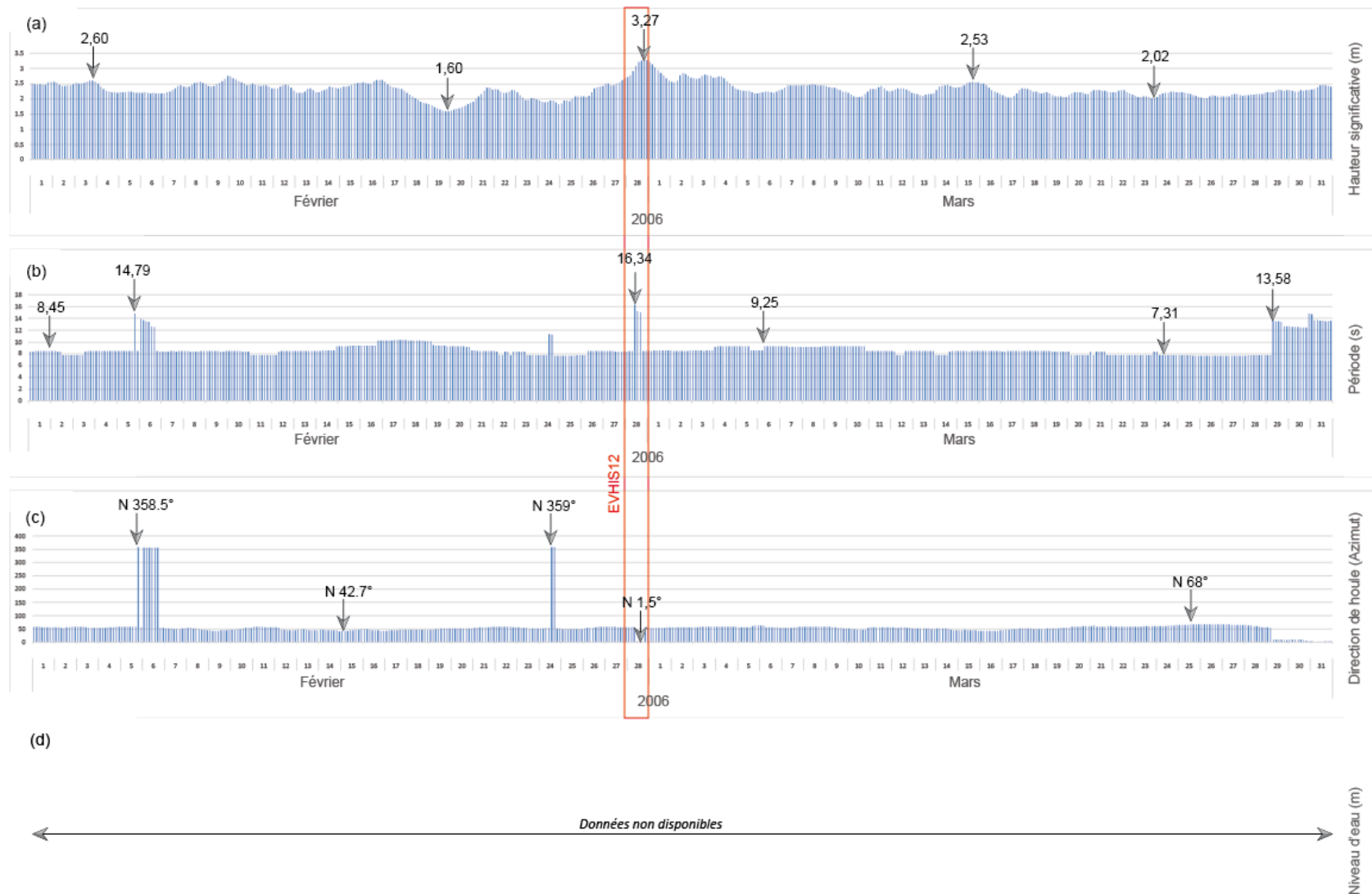


Figure 15 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 février 2006 et le 31 mars 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.6. MARS 2006, ANSE DE MONTJOLY EVHIS13

Entre le 28 et le 30 mars 2006, le littoral de Rémire-Montjoly est de nouveau frappé par le déferlement des vagues qui succèdent à l'équinoxe. Les conséquences de cet événement sont exposées dans le journal France Guyane du 30 mars 2006.

Les conditions de houles et le niveau d'eau modélisés 1 mois avant et 1 mois après cet événement sont présentés sur la Figure 16.

Entre le 1^{er} mars et le 30 avril, la hauteur significative a tendance à diminuer (Figure 16 a). Elle passe de 2.82 m le 2 mars à environ 2 m le 30 avril.

A l'exception de 3 fenêtres temporelles (29 mars – 4 avril ; 6-7 avril et 15-17 avril) au cours desquelles la période est comprise entre 12.4 et 14 s, la période de houle est relativement constante et oscille autour de 8-9 s (Figure 16 b).

Concernant la direction du train de houle, elle varie de manière parallèle à la période. En effet, lorsque cette dernière tourne autour de 8-9 s, la direction de houle est orientée selon un azimuth proche de N50° (secteur NE) (Figure 16 c). En revanche, lorsque la période est comprise entre 12.4 et 14 s, le train de houle présente une orientation de secteur N (Figure 16 c). Ce qui indique des sources de génération différentes des trains de houle analysés sur cette fenêtre d'observation.

L'évènement EVHIS13 s'est produit en période de vives eaux (Figure 16 d) ; le niveau des pleines mers étant à son maximum pour la période considérée (3.47 m). La hauteur significative était relativement faible (2.3 m) alors que la période était de (12.3 s).

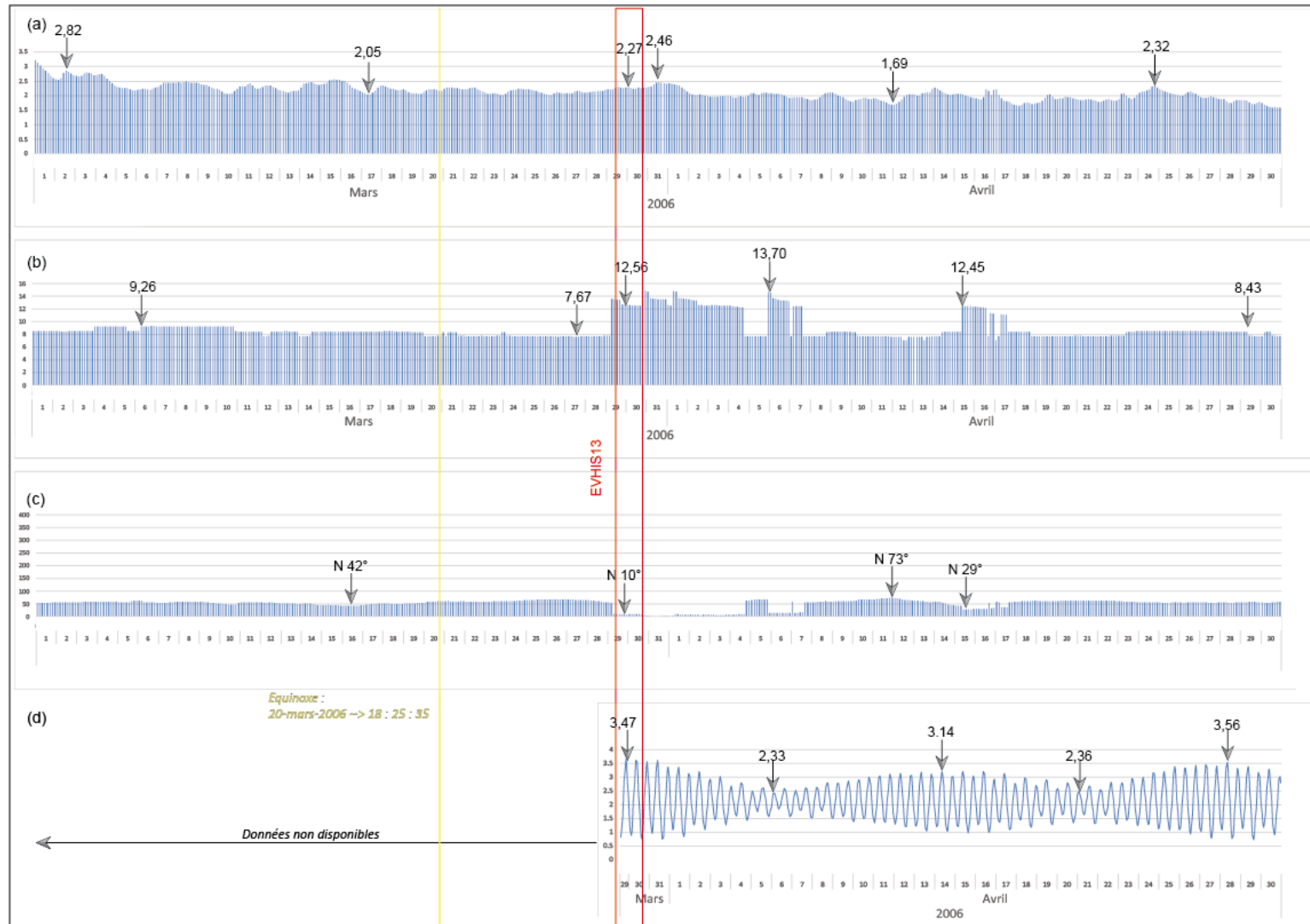


Figure 16 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 mars 2006 et le 30 avril 2006. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.7. SEPTEMBRE 2006, ANSE DE MONJOLY : EVHIS17 ET EVHIS18

Ces 2 événements se sont produits entre le 22 et le 29 septembre 2006. Le premier de ces événements (EVHIS17) est rapporté dans l'édition du journal France Guyane datant du 11 octobre 2006. Il correspond à l'érosion du littoral dans le secteur de Saint Rita ayant partiellement détruit une habitation (Anse de Montjoly, Rémire Montjoly). Cet événement est daté du 22 septembre à 17h00 environ. Le second événement (EVHIS18) est moins précisément délimité dans le temps. Il est rapporté dans l'édition du 29 septembre 2006 du journal France Guyane où est décrite une érosion généralisée, en limite de propriété, depuis Montravel jusqu'à l'avenue Saint Rita.

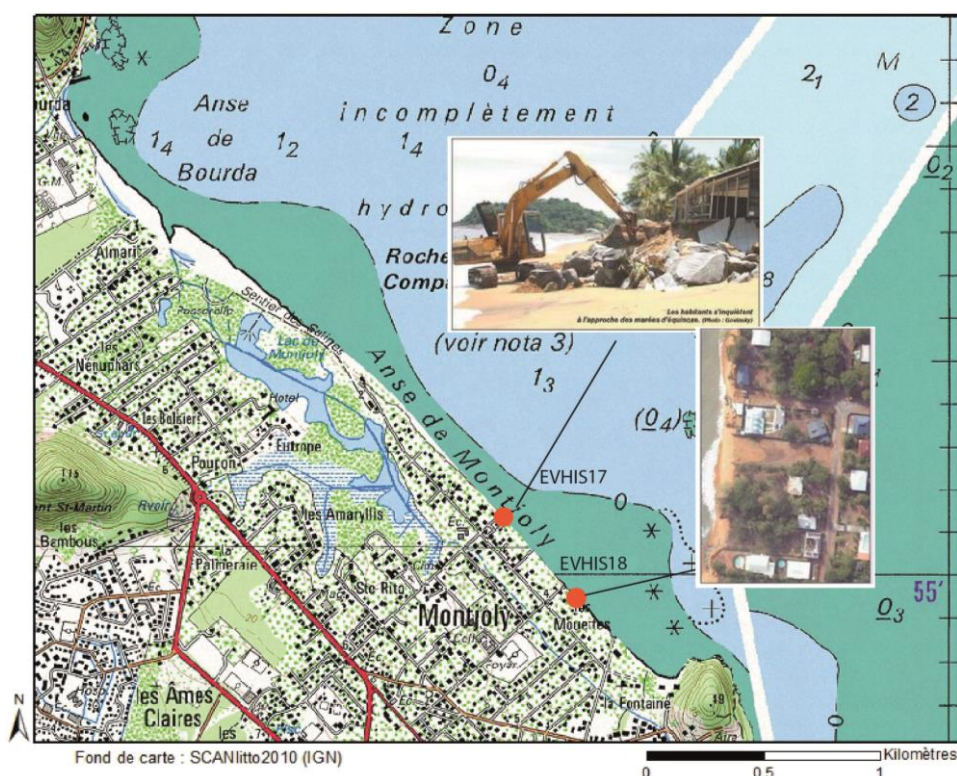


Figure 17 : Localisation et photographies des événements EVHIS17 et EVHIS18, les photographies sont respectivement extraites de l'édition du 11 octobre 2006 et de l'édition du 29 septembre 2006 du journal France Guyane.

Les données relatives aux conditions hydrodynamiques sur la période du 01 septembre 2006 au 31 octobre 2006 sont présentées sur la Figure 18.

Sur la période étudiée les plus fortes hauteurs significatives (Figure 18 a) sont atteintes le 17 septembre (2.13 m). Entre le 20 et le 30 septembre, période des événements EVHIS17 et 18, elles fluctuent autour de 1.5 m, puis descendent légèrement en dessous de 1 m le 3 octobre pour remonter à 1.74 m le 7 octobre. Passée cette période, la hauteur significative varie entre 1.69 m et 1.21m.

Entre le 1 et le 15 septembre, la période de houle (Figure 18 b) reste très proche de 8 s, à l'exception du 8 septembre, journée au cours de laquelle elle atteint 10.26 s. A partir du 16 septembre et jusqu'au 9 octobre, la période oscille rapidement entre 8 et 12 s (profil en dents de scie). A noter que dès le 16 septembre, la période double par rapport à la quinzaine de jours

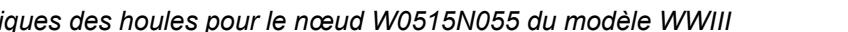
précédents. Au moment des évènements EVHIS17 et EVHIS18, elle atteint un minimum de 10.26 s et un maximum de 16.05 s. Entre le 9 et le 15 octobre, la période reste proche de 8 s. Passée cette dernière date, les variations de période dessinent à nouveau un profil en dents de scie.

Concernant la direction de houle (Figure 18 c), la première semaine de septembre est caractérisée par une direction qui passe progressivement d'un azimut N42° à un azimut N97°. Le 8 septembre 2006 la houle reprendre une direction similaire au début du mois avec un azimut proche de N 33°. Ce dernier augmente progressivement pour atteindre environ N90 (le 14 septembre).

Dès le 15 septembre au soir, la direction de houle change drastiquement et s'oriente selon un secteur N. A partir du 17 et jusqu'au 20 septembre, la direction de houle varie de manière similaire à la première quinzaine, puis du 21 septembre au 1^{er} octobre (période concernée par les évènements EVHIS17 et EVHIS18), la direction de houle est de secteur N. Les 2 et 3 octobre, la direction de houle est orientée selon un azimut proche de N100 (est) puis la direction de houle varie de manière similaire à la première quinzaine de septembre.

Enfin, la deuxième quinzaine d'octobre est marquée par deux directions principales. La première, comprise entre le 15 et le 29 et au cours de laquelle la direction varie entre l'azimut N359° et l'azimut N28 (secteur N), c'est-à-dire une direction de houle qui varie de manière similaire à la période des évènements EVHIS17 et EVHIS18. La seconde, courant du 29 au 31 octobre est caractérisée par des houles de direction N 60-70 (secteur NE).

Le 22 septembre 2006, le cycle de marée était en période de vive-eau, avec des pleines mers atteignant 3,17 m. Le 1^{er} octobre, la marée était en période de morte-eau avec des pleines mers atteignant 2,62 m.



4.8. MARS 2008, ANSE DE MONTJOLY : EVHIS27

Dans son édition du 25 mars 2008, le journal France Guyane illustre par des photographies les inondations et les dégâts occasionnés par les vagues qui ont submergé le littoral de Rémire-Montjoly entre le 22 et le 24 mars. A noter que cet évènement avait fait l'objet d'une vigilance orange de la part des services de Météo France. Les zones touchées se situent au niveau de l'anse de Montjoly près de Montravail (Figure 19). Les informations tirées du journal France Guyane du 26 mars 2008, indique des projections importantes de sable dans les terres au niveau de l'avenue Sainte Rita, comme le montre cette image de boîte aux lettres ensevelie.

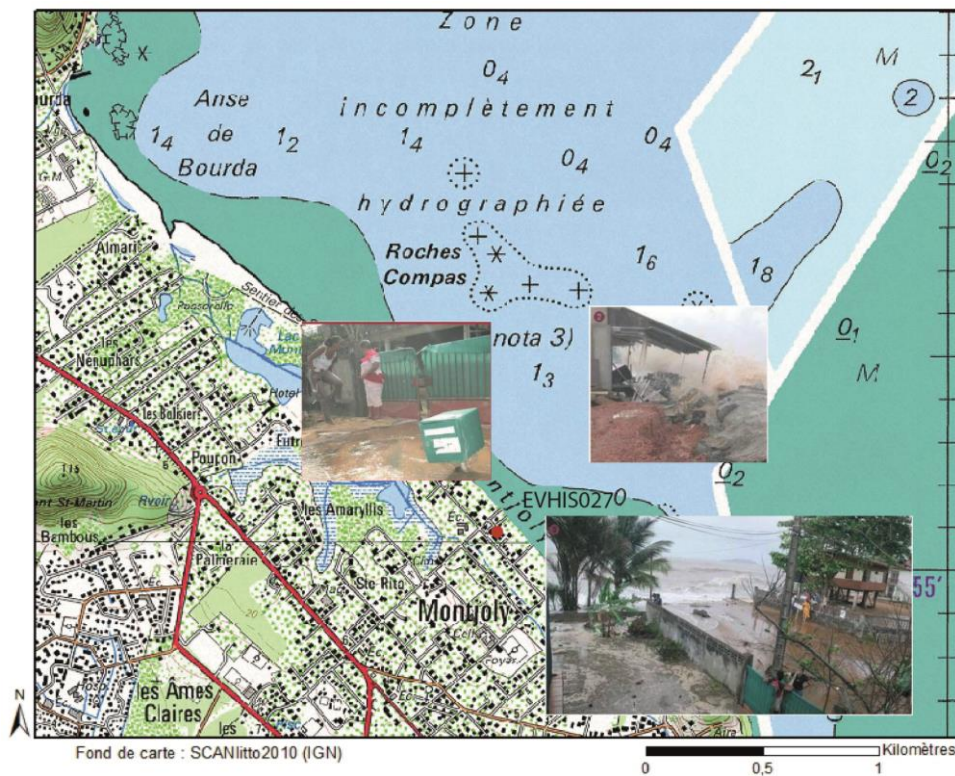


Figure 19: Localisation de l'évènement EVHIS27, accompagné de photographies des dégâts observés tirées du journal France Guyane de l'édition du 25 mars et 26 mars 2008.

Les données de houle et de niveau d'eau pour la période qui encadre cet évènement sont présentées sur la Figure 20.

Entre le 1^{er} et le 20 mars, on observe une diminution progressive de la hauteur significative qui passe de 2.74 m à 1.27 m (Figure 20 a). Après l'équinoxe de mars, la hauteur significative augmente rapidement et atteint 3.19 m le soir du 21 mars. Passé cette période, on observe une tendance générale à la baisse avec de courtes périodes d'augmentation rapide.

Entre le 1^{er} mars et le 30 avril, la période varie peu (Figure 20 b). Elle est généralement comprise entre 8 et 10 s. On distingue cependant qu'au cours de trois fenêtres temporelles (9-12 mars, 20-23 mars et 11-14 avril) elle augmente significativement jusqu'à des pics atteignant respectivement 13.75 s, 17.74 s et 14.64 s.

La direction de houle est très constante sur la période observée (Figure 20 c). Elle est globalement orientée selon un azimuth N50° sauf entre le 18 et le 23 mars, période au cours de laquelle la direction de houle est principalement orientée de secteur N.

L'évènement EVHIS27 s'est produit alors que ni la hauteur significative, ni la période n'étaient à leur maximum. Par contre, cet évènement s'est produit en période de vives eaux avec un niveau des pleines mers allant jusqu'à 3.24 m (Figure 20 d). De plus il correspond à la plage temporelle au cours de laquelle la direction de la houle était de secteur N.

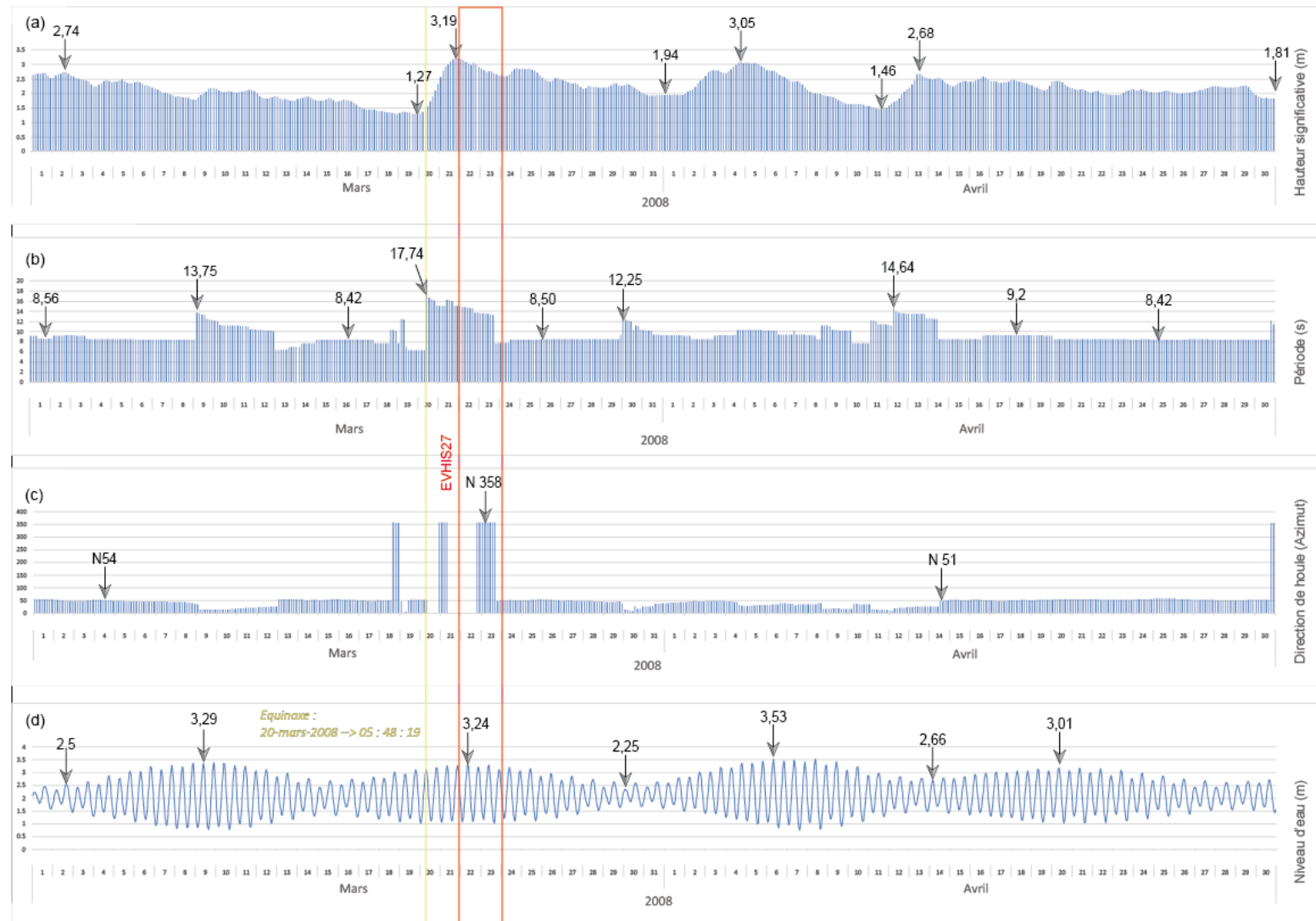


Figure 20 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (ECMWF) et pour la période comprise entre le 1 mars 2008 et le 30 avril.2008 (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.9. MARS 2011 ANSE DE REMIRE : EVHIS31

Cet évènement s'est produit entre Noël 2010 et le nouvel an 2011. Dans son édition du 11 mars 2011, le journal France Guyane rapporte plusieurs phénomènes ayant impacté l'Auberge des Plages, située au niveau de l'Anse de Rémire sur la commune de Rémire-Montjoly (Figure 21). Selon le propriétaire de ce fonds de commerce, les fortes houles, couplées aux forts coefficients de marée auraient érodées la plage sur environ 5 m ; ce qui aurait provoqué la déstabilisation de l'enrochement installé au pied de l'auberge.

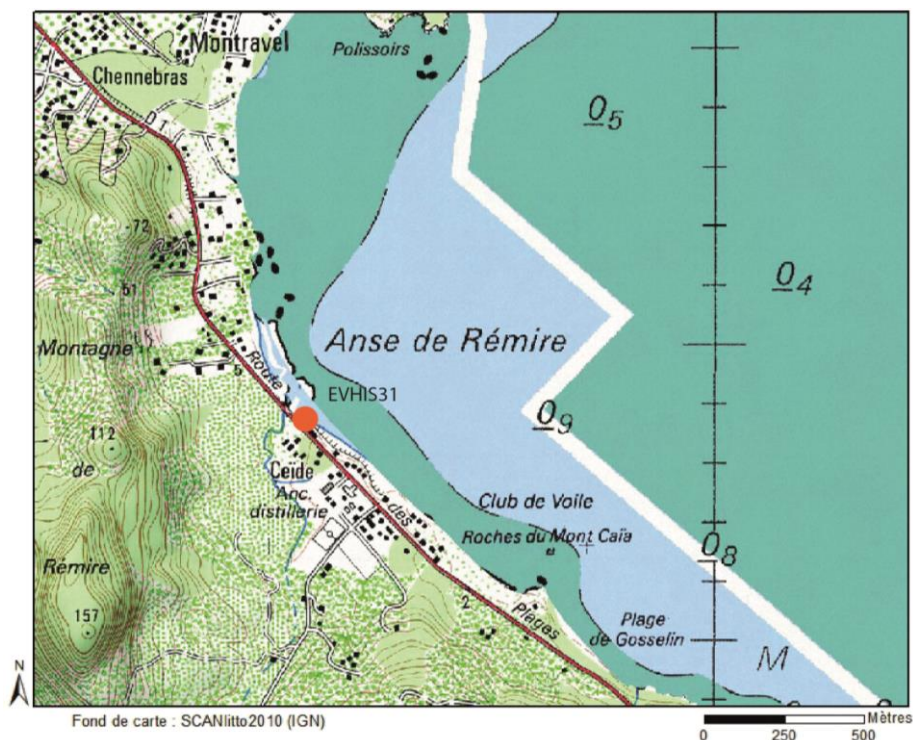


Figure 21: Localisation de l'évènement EVHIS31

En prévision, Météo France avait émis un bulletin de vigilance concernant la période concernée par cet évènement. Il y était précisé : « *Trains de houle de Nord atteignant les côtes de la Guyane. Houle prévue plus marquée sur la zone côtière Ouest, associée à de forts coefficients de marée (plus de 3 mètres). Les conditions dangereuses perdurent entre vendredi 24 et mardi 28 décembre. Vagues de 2 mètres à 2,50m et plus à l'embouchure du Mahury, avec une période de 10 à 15 secondes* ». Dans sa note fournie pour cette étude, Météo France précise que « *la durée du phénomène avait été sous-évalué par les modèles numériques (la fin était prévue pour le dimanche 26 au matin, 48 heures avant la fin réelle)* ».

Les valeurs des différents paramètres physiques concernant la houle sont présentées sur la Figure 22. Au cours de cette période, la hauteur significative (Figure 22 a) varie peu et est comprise entre 1.43 et 2.32 m. Deux fenêtres temporelles se distinguent néanmoins. La première se situe entre le 24 et le 28 décembre, période au cours de laquelle, la hauteur significative atteint 2.64 m dans l'après-midi du 27 décembre. La seconde se situe entre le 13 et le 16 janvier ; la hauteur significative atteint alors 3.41 m.

En ce qui concerne la période (Figure 22 b), à l'image du profil décrit entre le 15 septembre 2006 et le 31 octobre 2006 (voir précédemment), la période de houle du mois de décembre 2010 varie

selon un profil en dents de scie. Elle atteint au maximum 16.40 s pour un minimum qui tourne autour de 8 s. Au cours du mois de janvier 2011, à l'exception de la première semaine, la période de houle varie peu ; principalement entre 8 et 10 s. Notons cependant la présence de 2 pics de houles ; l'un entre le 29 et le 31 janvier (15.12 s) et l'autre entre le 27 et le 28 janvier (12.33 s).

Pour ce qui est de la direction de houle, la Figure 22 (c) montre une dichotomie temporelle similaire à celle décrite dans le cas de la période. En effet, entre le 1 décembre 2010 et le 3 janvier 2011, la direction de la houle est de secteur NNE avec trois périodes au cours desquelles elle prend une orientation de secteur N (17-21 décembre 2010 ; 24-26 décembre 2010 et 31 décembre 2010-3 janvier 2011). Le mois de janvier 2011 est, quant à lui, principalement caractérisé par une direction de houle de secteur NE (N 50°). On y observe néanmoins deux courtes périodes aux cours desquelles la houle prend une direction de secteur N (19-21 et 27-28 janvier 2011).

Lors de la période EVHIS31, le niveau d'eau a atteint un maximum le 24 décembre avec une hauteur de 3,30m avec des amplitudes de marée de vives eaux.

L'évènements EVHIS31 est reportée sur la Figure 22 par un rectangle rouge. Il apparaît très clair que les caractéristiques physiques des houles qui sont responsables de ces évènements sont les fortes périodes (>12s), l'orientation N-S du train de houle ainsi que la hauteur significative, couplés avec un cycle de marée de vive-eau.

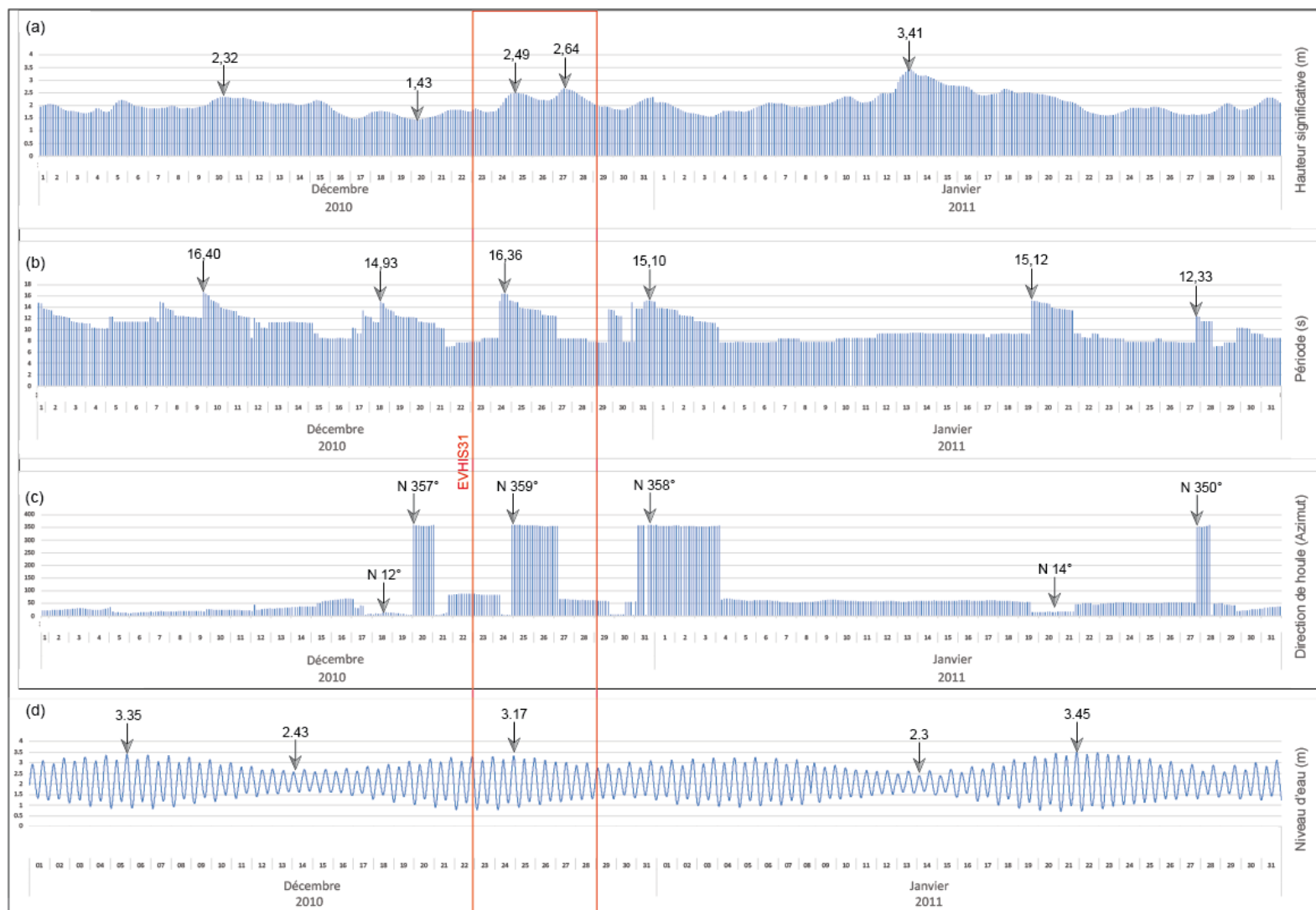


Figure 22 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0515N055 du modèle WWIII (CFSR) et pour la période comprise entre le 1 décembre 2010 et le 31 janvier 2011. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

4.10. JANVIER 2013, ANSE DE REMIRE : EVHIS33 ET EVHIS34

Ces deux évènements correspondent à des phénomènes d'érosion qui se sont produits sur le littoral qui longe la route des plages à Rémire-Montjoly (Figure 23). Un rapport d'expertise effectué par le BRGM (Moisan, 2013), permet d'avoir des informations sur la puissance de l'évènement et sur les dégâts observés sur le littoral, venant préciser les informations obtenues dans la presse locale.

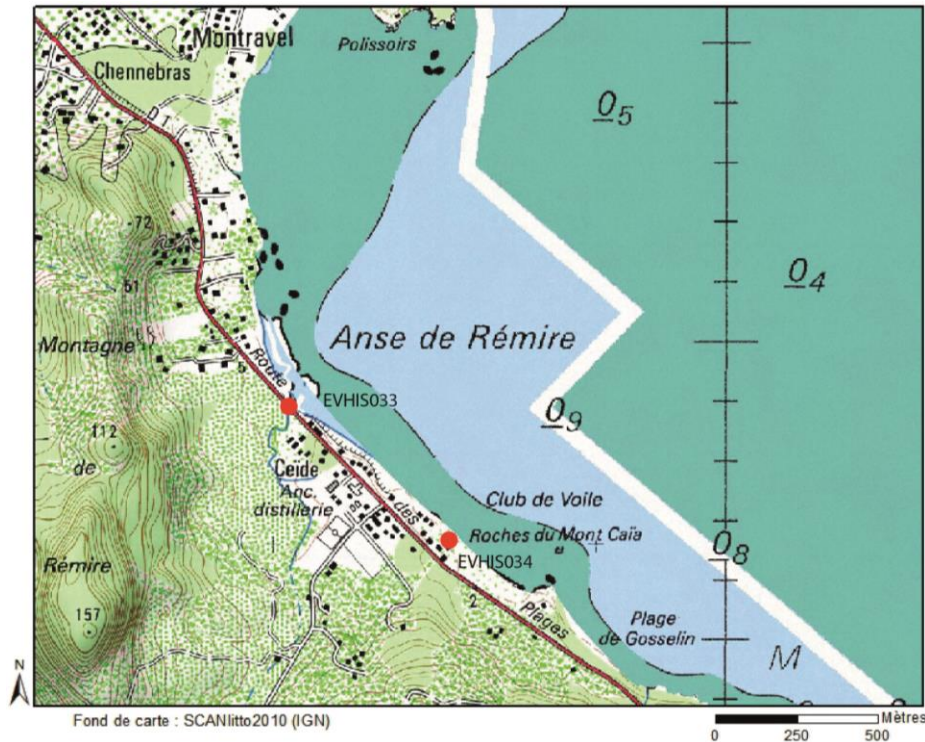


Figure 23: Localisation des évènements EVHIS33&EVHIS34.

Dans son édition du 16 janvier 2013, le journal France Guyane décrit l'impact des fortes houles au niveau de l'Auberge des Plages et au niveau de l'ancienne Rhumerie Beach. Au niveau de l'Auberge, les conséquences ont été limitées par les enrochements en place. L'extension d'une maison (ancienne « rhumerie beach ») a été détruite ainsi qu'un hangar de l'Apcat. (Figure 24)



Figure 24 : Extension de la rhumerie beach détruite à gauche, extraite de l'édition du 16 janvier 2013 du journal France Guyane et hangar de l'Apcat en partie détruit à droite (©France Guyane et Moisan, 2013).

La route des plages, à proximité du restaurant de l'Auberge de Plages, a été submergée par le franchissement de paquet de mer, projetant des matériaux (sable, galet...) sur la route (Figure 25).



Figure 25: Projection de matériaux sur la route des plages à proximité du restaurant de l'auberge des plages (Moisan, 2013).

A noter que Météo France avait émis un bulletin de vigilance rouge pour le 14-15 janvier 2013, passant à une vigilance jaune le 16 janvier.

L'érosion et la submersion par paquet de mer observées sur le littoral sont dues à une conjonction d'une marée de vive-eau (comprise entre 3 et 3.5 m par rapport au zéro hydrographique) et d'une houle de direction Nord, de période de 17 s et d'une hauteur significative de 3.7 m (données obtenues à partir de l'houlographe *in situ*) (Moisan, 2013).

D'après le modèle, les hauteurs significatives se situent autour de 2.5 m avec un pic d'intensité de 3.05 m, le 14 janvier 2013 au soir (Figure 26 a). La période de la houle quant à elle présente également un pic d'intensité le 14 janvier atteignant 17.63 s (Figure 26 b). La direction de la houle est de secteur nord lors de l'évènement (Figure 26 c).

En comparant les données locales *in situ* et celle du modèle, le modèle WWIII sous-estime donc la hauteur significative lors de l'évènement mais est équivalent par rapport à la période et la direction.

La plage temporelle correspondant aux évènements EVHIS33 et 34 est reportée sur la Figure 26 par un rectangle rouge. L'évènement de 2013 a lieu une fois de plus lors du cumul d'une forte houle (Hs et période) de direction N avec un cycle de marée de vive-eau.

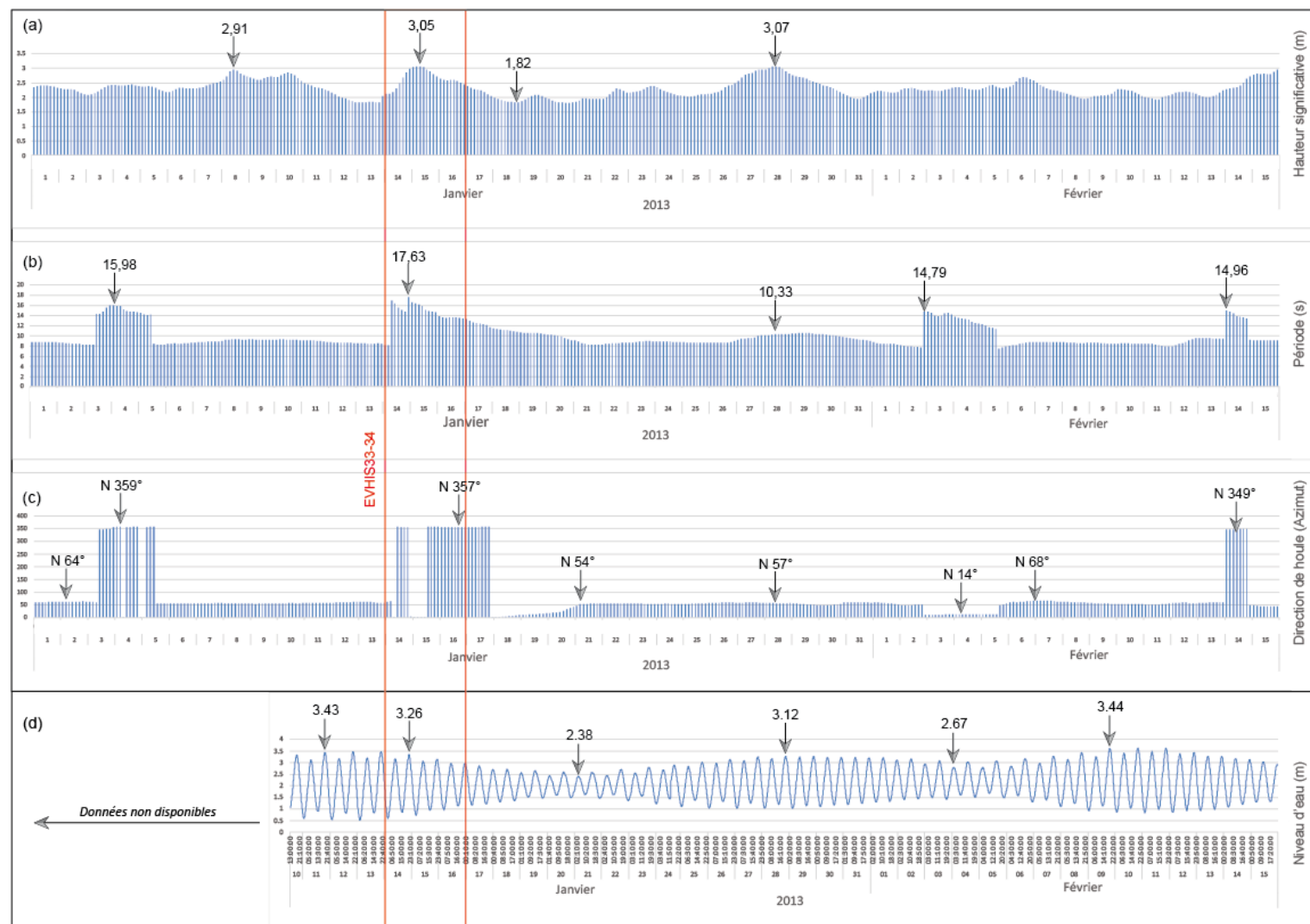


Figure 26 : graphiques représentant les différents paramètres physiques caractéristiques des houles pour le nœud W0520N060 du modèle WWIII (ECMWF) et pour la période comprise entre le 1 janvier 2013 et le 15 février 2013. (a) hauteur significative, (b) période, (c) direction de la houle et (d) niveau d'eau.

5. Synthèse et discussion

Cette étude a permis d'identifier 36 évènements historiques parmi lesquels vingt-quatre correspondent à des phénomènes ayant eu un impact notable sur le littoral. Ces impacts sont principalement l'érosion du littoral, des projections de matériaux des dommages sur le bâti ou des infrastructures et, dans une moindre mesure, des phénomènes de submersion marine par franchissement.

L'île de Cayenne, comparée à Kourou et les communes de l'ouest (Awala-Yalimapo, Mana), a connu une forte expansion de l'urbanisation de son littoral depuis 1950. Cette concentration des enjeux rend vulnérable les communes face aux risques côtiers, pouvant expliquer le nombre d'évènements recensés majoritairement sur les communes de Rémire-Montjoly.

Les évènements recensés sont également directement liés à la position du banc de vase et à l'orientation des côtes par rapport aux houles incidentes. Pour rappel dans l'ensemble de l'étude, les littoraux des différentes communes étaient en situation inter-banc, donc directement impactés par les houles incidentes.

Dans cette partie, nous proposons quelques éléments de discussion et de caractérisation quantitative des houles et de leur rôle dans l'occurrence des évènements recensés ; ceci dans le but de mieux anticiper les évènements futurs.

5.1. SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES POUR CHAQUE ÉVÈNEMENTS

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des paramètres globaux des houles pour les différents évènements. Les caractéristiques physiques des houles modélisées (modèle WWIII) ainsi que le niveau d'eau associé, pour 13 des 24 évènements à effets notables, compilés au cours de cette étude, ont permis de les replacer dans leur contexte hydrodynamique. Concernant la direction de la houle, il apparaît que tous les évènements sauf 1 (EVHIS05) sont corrélés à des trains de houle de secteur N (N 358° à N 15°). De même, les évènements³ se produisent toujours au cours d'un cycle de marée de vives eaux (niveau des pleines mers supérieur à 3 m) (Tableau 2).

³ Évènements pour lesquels les données de niveaux d'eau sont disponibles.

Numéro d'évènement	Date	Hs (m)	T (s)	Direction du train de houle (°)	Niveau d'eau (m par rapport au ZH)	Dégâts
EVHIS05	29/12/1998	3,52	11,19	N37	3,35 (FG)	submersion
EVHIS07	26/04/2004	1,5	12	N15	-	érosion
EVHIS09	16-17/10/2005	2,26	22,33	N15	3,34	érosion
EVHIS10-11	28-31/01/2006	2,5	12,7	N351	3,35	Déchaussement et forte érosion
EVHIS12	02/03/2006	3,27	16,34	N15	3,55 (FG)	érosion et submersion
EVHIS13	28-30/03/2006	2,27	12,56	N10	3,47	érosion
EVHIS17-18	22-29/09/2006	1,6	16,05	N359	3,17	érosion et destruction de maisons
EVHIS27	25/03/2008	3,19	14,89	N358	3,24	submersion
EVHIS31	23-28-12/2010	2,64	16,36	N359	3,17	Forte érosion et destabilisation de l'enrochement
EVHIS33-34	14-16/01/2013	3,05	17,63	N357	3,26	érosion et submersion

Tableau 2: Synthèse des différents évènements avec leurs paramètres hydrodynamiques (ZH : zéro hydrographique, FG : France Guyane).

Chacun des éléments s'est déroulé lors de la saison des pluies soit entre février et avril soit en fin d'année : entre septembre et décembre. C'est au cours de cette période que la Guyane est soumise aux houles de direction Nord venant des dépressions qui se forment dans l'océan Atlantique Nord.

5.2. PARAMETRE COMPARATIF DES EVENEMENTS : LA PUISSANCE DE LA HOULE PAR UNITE DE LONGUEUR

Il existe une équation qui relie la hauteur significative à la période et qui revient à calculer la puissance par unité de longueur (en kW.m⁻¹) de la houle. Cette formule caractérise la houle au large⁴ :

$$P = \frac{\rho \cdot g^2}{64 \cdot \pi} \cdot H_s^2 \cdot T$$

Le tableau suivant regroupe la puissance de la houle pour chacun des évènements. La comparaison des puissances de la houle permet de faire ressortir quatre évènements les plus puissants (EVHIS05, EVHIS12, EVHIS27, EVHIS33-34, P>65 kW/m), deux évènements classés comme moyen (EVHIS09, EVHIS31, 45<P<65 kW/m) et 4 comme peu puissants (EVHIS07, EVHIS10-11, EVHIS13, EVHIS17-18 ; P<45 kW/m) (Tableau 3).

⁴p est la masse volumique de l'eau de mer (1024 kg.m⁻³)

g est l'accélération de la pesanteur (9,81 m.s⁻²)

Hs est la hauteur de la houle mesurée en mètres.

T est la période de la houle en secondes.

Le résultat P est en watts par mètre (W.m⁻¹)

Pour des houles irrégulières, comme c'est le cas en Guyane, cette équation est empiriquement simplifiée comme suit :
 $P = 0,5 \cdot H_s^2 \cdot T$; le résultat étant obtenu en kW.m⁻¹, c'est-à-dire en kW par mètre de crête.

Numéro d'évènement	Date	Direction du train de houle (°)	Niveau d'eau (m par rapport au ZH)	Dégâts	Puissance (kW/m)
EVHIS05	29/12/1998	N37	3,35 (FG)	submersion	69,32
EVHIS07	26/04/2004	N15	-	érosion	13,50
EVHIS09	16-17/10/2005	N15	3,34	érosion	57,03
EVHIS10-11	28-31/01/2006	N351	3,35	Déchaussement et forte érosion	39,69
EVHIS12	02/03/2006	N15	3,55 (FG)	érosion et submersion	87,36
EVHIS13	28-30/03/2006	N10	3,47	érosion	32,36
EVHIS17-18	22-29/09/2006	N359	3,17	érosion et destruction de maisons	20,54
EVHIS27	25/03/2008	N358	3,24	submersion	75,76
EVHIS31	23-28-12/2010	N359	3,17	Forte érosion et destabilisation de l'enrochement	57,01
EVHIS33-34	14-16/01/2013	N357	3,26	érosion et submersion	82,00

Tableau 3 : récapitulatif des puissances de la houle pour les différents évènements historiques étudiés (ZH : zéro hydrographique, FG : France Guyane).

La comparaison des différents évènements montre que les quatre évènements les plus énergétiques sont ceux qui ont donné suite à des phénomènes de submersion marine par franchissement. Etant donné que la puissance dépend du carré de la hauteur significative, c'est également pour ces quatre évènements que nous retrouvons une hauteur significative supérieure à 3 m.

Ce type de résultat présente une première approche dans la caractérisation des houles engendrant des phénomènes de submersions sur le littoral guyanais. Il mériterait d'être complété par l'acquisition et l'analyse à long terme des données de houles issues d'un houlographe ainsi que par une approche probabiliste sur les périodes de retour des évènements de référence.

Les différents évènements recensés au cours de cette étude ont été replacés dans leur contexte hydrodynamique un mois avant et après la date de l'évènement afin de pouvoir comparer les différents paramètres physiques de houle dans le temps. Ceci permet de cibler, avec plus ou moins de certitude, les paramètres majeurs contrôlant les évènements étudiés.

En conséquence, il n'est pas nécessaire d'avoir un fort évènement pour observer des impacts à la côte. En effet l'évènement EVHIS07 qui correspond au plus faible évènement ($P=13.5 \text{ W.m}^4$), a engendré d'importants dégâts sur le littoral (palmiers déracinés, enrochements démantelés...). Ce coup de mer venait à la suite de plusieurs coups de mer étalés dans le temps, qui ont augmenté la vulnérabilité du littoral. L'état initial de la plage est donc à prendre en compte dans l'analyse des dégâts au cours des tempêtes. Si une côte connaît plusieurs coups de mer rapprochés dans le temps et qu'elle n'a pas le temps de retrouver un état d'équilibre, un dernier coup de mer, pas nécessairement très énergétique, est suffisant pour occasionner des impacts conséquents sur les enjeux situés sur le littoral.

6. Conclusions

Cette étude avait pour objectif de réaliser un examen des données concernant les événements historiques ayant occasionné des effets notables, observés et répertoriés sur le littoral guyanais entre 1993 et 2015 afin de contraindre physiquement les différentes caractéristiques des facteurs responsables de ces événements. Le but étant aussi d'améliorer les connaissances théoriques sur les conditions hydrodynamiques extrêmes rencontrées et observées sur le littoral guyanais.

Les premiers résultats montrent des tendances générales qui sont valables pour l'ensemble des événements recensés :

- l'absence de banc vase face à la côte ;
- une variabilité saisonnière marquée : l'ensemble des événements ont lieu en saison des pluies soit entre septembre et décembre soit entre février et avril ;
- les impacts ont lieu en période de marée de vive-eau (niveau d'eau supérieur à 3 m).

Les paramètres de la houle, issus du modèle WWIII, sont plus variables en fonction des événements. Même si la majorité des houles impactant la plage sont des houles de direction nord, originaires des dépressions de l'océan Nord-Atlantique, la hauteur significative et la période varient entre chaque coup de mer. Ainsi, le cumul de ces 2 derniers paramètres, sous forme de puissance, apparaît plus pertinent pour caractériser les épisodes de forte houle responsables des événements répertoriés. Dans ce cadre, 3 types de houles responsables d'effets notables à la côte ont pu être définis :

- des houles de « faibles puissances » : ($<45 \text{ kW.m}^{-1}$) ;
- des houles de « moyennes puissances » : ($45 \text{ à } 65 \text{ kW.m}^{-1}$) ;
- des houles de « hautes puissances » : ($>65 \text{ kW.m}^{-1}$).

Cette première analyse a permis de faire ressortir que pour une plage donnée en situation inter-banc et en période de vives eaux, une houle d'une hauteur significative supérieure à 3 m a engendré, pour l'ensemble des événements suivis, des phénomènes de submersion.

De plus en fonction de l'état initial de la plage et de son exposition à des coups de mer plus ou moins répétés qui la rend vulnérable, il n'est pas nécessaire d'avoir un coup de mer très énergétique pour engendrer des impacts notables sur le littoral.

Enfin, il est important de rappeler que le jeu de données sur lequel se base ces conclusions reste extrêmement limité (modèle WWIII au large) et que, de ce fait, ces dernières doivent être prises avec la plus grande précaution. Des études complémentaires, en particulier à partir de l'acquisition de donnée *in situ* à partir des houlographes et de longues séries de données (analyses des situations météorologiques défavorables à l'échelle de l'atlantique nord, analyses probabilistes des situations extrêmes, probabilités conjointes entre niveau d'eau et état de mer...) seraient nécessaires afin de compléter les conclusions émises à l'issue de cette étude.

7. Bibliographie

Allersma E., (1971). Mud on the oceanic shelf of Guiana. Symposium on Investigation and Ressources of the Carribean Sea and Adjacent Regions. UNESCO, Paris, 193-203.

Declercq S., avec la collaboration de **Weng Ph.** (2009). Enquête documentaire et historique sur les risques naturels en Guyane, mise à jour du rapport R40637, Rapport BRGM/RP-57325-FR, 222 p., 171 figures, 4 annexes.

Gardel A., Gratiot N., (2005). A satellite image-based method for estimating rates of mud bank migration, French Guiana, South America. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 720-728.

Gardel A., Gratiot N., (2006). Monitoring of coastal dynamics in French Guiana from 16 years of SPOT images. *Journal of Coastal Research*, 39, 1502-1505.

Gensac E. (2012). Dynamique morpho-sédimentaire du littoral sous influence amazonienne. Influence des forçages hydrométéorologiques sur la migration des bancs de vase et la mangrove côtière. Thèse de doctorat, Université du Littoral Côte d'Opale, 213 p.

Moisan M. (2013). Compte-rendu de l'épisode d'érosion marine du 14 et 15 janvier 2013, Rapport final. Rapport BRGM/RP-62017-FR. 33p., 22 fig.

Moisan M., De la Torre Y. (2014). Évolution du trait de côte en Guyane : Caractérisation de la dynamique côtière entre 1950 et 2013 à l'échelle régionale. Rapport final BRGM/RP-62904-FR, 60p.

Nguyen D., Quenaon J. (1999). Enquête documentaire et historique sur les risques naturels en Guyane. Rap. BRGM R40637, 33 p., 2 tabl., 4 fig.

Plaziat J.-C and Augustinus P. G.E.F – 2004 – Evolution of progradation/erosion along the French Guiana mangrove coast: a comparison of mapped shorelines since the 18th century with Holocene data. *Marine Geology*, 208, 127-143.

Service hydrographique et océanographique de la marine, 2017. Référence Altimétrique Maritimes Ports de France métropolitaine et d'outre-mer, côtes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée -118 p.

Tolman, H. L. (2009). User manual and system documentation of Wavewatch III™ version 3.14, U.S Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration National Weather Service National Centers for Environmental Prediction, 220p.

Annexe 1

Articles de France Guyane

Les vagues délogent le comité de kayak

D.V.

31.01.2006



Les premiers piliers se sont effondrés la semaine dernière, sous l'assaut des vagues. Les fortes marées à venir menacent encore davantage le bâtiment. – (Photos : D.V.)

Le bâtiment de l'association, construit sur la plage de Zéphir, à Cayenne, menace de s'effondrer. Ses membres tentent de le sauver mais la mairie veut le raser, invoquant un péril grave.

L'érosion du littoral n'a pas épargné Zéphir. C'est sur cette plage, considérée comme sûre, que le club de voile de l'Apcat avait entrepris la construction de ses nouveaux locaux, avant de laisser la place au comité régional de canoë-kayak et de pirogue. A peine installés, les kayakistes ont dû déménager dans la précipitation, en fin de semaine dernière, lorsque les premiers piliers se sont affaissés.

La moitié du bâtiment est aujourd'hui suspendue au-dessus d'un vide de deux mètres, menaçant à tout moment de s'écrouler. Depuis dimanche matin, deux vigiles interdisent l'accès aux abords de l'édifice.

Interrogé hier matin, le directeur de cabinet du maire de Cayenne est catégorique : « Il sera démoli cette semaine ». Un arrêté de démolition pour cause de « péril grave » est en instance de signature par Jean-Claude Lafontaine.

« Consolidation impossible »

Les dirigeants du comité de canoë-kayak étaient pourtant partis rassurés de leur réunion avec le maire, vendredi matin. « Nous lui avons remis un dossier complet, avec devis, sur le Stabiplate, un procédé qui permet de stopper l'érosion de la plage (lire en encadré) », explique Alban Lhoste, le conseiller technique de la Ligue de canoë-kayak.

En attendant l'arrivée, lundi, d'un technicien de Stabiplate, le comité souhaitait consolider la plage en formant une dune devant le bâtiment, puis en installant deux nouveaux piliers de soutènement. « La consolidation est impossible : le terrain n'est plus exploitable », assure-t-on à la mairie, où l'idée du Stabiplate n'est pas prise au sérieux. En tout cas pour remédier au problème dans l'urgence. L'association sportive devait démarrer, dans les prochaines semaines, des stages de kayak avec les jeunes des maisons de quartier de Cayenne. Un nouveau déménagement, peut-être hors de l'île de Cayenne, pourrait compromettre ce travail éducatif.



Alban Lhoste, conseiller technique de la Ligue. –

Du « boudin » pour sauver les plages

Utilisé en Inde, en Espagne, et sur plusieurs plages de France, le Stabiplate aurait peut-être sauvé le bâtiment du comité de canoë-kayak, mais aussi de nombreuses habitations menacées sur la plage de Rémire-Montjoly. Ce système, inventé il y a dix ans par un Breton, Jean Cornic, est constitué d'un long boudin, rempli de sable et d'eau. Ce barrage laisse passer l'eau tout en retenant le sable. Mais le boudin ne protège pas les porte-feuilles de l'érosion : en fonction de la longueur de la plage, les tarifs s'étalent de 40 000 à 300 000 euros.

Evènement tiré du journal France Guyane du 31/01/2006 (EVHIS10)

La mer démontée, les riverains remontés

Jean-Claude Artigalas

02.02.2006



Les fortes marées attaquent le littoral, et lèchent les habitations.

Cinq jours durant, les fortes marées ont à nouveau affecté le littoral, ainsi que le moral des riverains, qui lui aussi part à vau-l'eau...

C'était à prévoir, et c'est bien ce qui s'est passé : avec des coefficients progressant de 3 m en début de weekend, jusqu'à 3,5 m lundi et mardi, pour ne commencer à faiblir à 3,4 m qu'hier, les fortes marées ont poursuivi leur travail de sape du littoral montjolien. L'érosion marine qui, les mois passés, avait attaqué les propriétés situées entre la limite est de la plage, côté Montravel, et l'accès du Byblos, a désormais atteint celles qui s'échelonnent jusqu'à l'accès de Sainte-Rita.

Tout au long du littoral, ce ne sont que clôtures détruites, poteaux emportés par les flots, murets renversés... « Et encore, ces fortes marées n'ont fort heureusement pas été accompagnées de houle, car sinon tout aurait été emporté », commente Christiane, depuis la maison Edwige, l'une des plus anciennes et les plus exposées de cette zone. C'est de sa véranda que, chaque après-midi ces jours derniers, les voisins sont venus assister, impuissants, à la montée des flots, et commenter, amers et désabusés, l'événement. Ce que l'on redoute, maintenant que la mer a atteint la limite des propriétés, et que toute marge de protection a disparu, c'est la répétition du phénomène, fin février, puis fin mars.

« D'ici là, il va bien falloir faire quelque chose ! », s'indigne l'un d'eux. Certes, nombre d'entre eux ont tenté de parer à la violence des flots en adhérant au projet initié par les premiers atteints, consistant à édifier une dune de protection dont l'édification présente, outre son coût relativement modéré, l'avantage d'adoucir l'angle d'attaque de la vague, laquelle glisse plus qu'elle ne casse en arrivant sur la plage, et remonte sur l'obstacle tel un roller sur une piste incurvée. Efficace, comme on peut le constater chez les initiateurs du projet. Inconvénient : il faut recharger la dune après chaque grande marée, en l'occurrence cinq jours successifs. D'autres ont opté pour l'enrochement, solution qui avait déjà été utilisée sur telle ou telle portion de ce même littoral – du côté de l'Oasis notamment –, qui présente l'avantage de la pérennité mais l'inconvénient d'un coût très élevé, à charge des intéressés bien entendu. Et c'est aussi ce qui chagrine les riverains : ils doivent, seuls, affronter les flots, et ne se sentent pas le moins du monde épaulés, ni même écoutés par les autorités, quelles qu'elles soient, à commencer par la municipalité. « Nous avons transmis un projet de cahier des charges pour le Schéma d'aménagement du littoral à la Préfecture qui, malgré nos relances, n'a pas encore réuni les acteurs concernés afin de statuer », se défend Rodolphe Sorps, adjoint au maire de Rémiré-Montjoly, chargé de l'environnement, réitérant par ailleurs la volonté de la municipalité de ne pas abandonner ses administrés, « pour peu qu'ils soient organisés. » C'est ce

qu'il exposera aux riverains qui se réuniront samedi prochain, à partir de 16 heures au domicile de Christian Falgayrettes.



Les dommages du rivage s'aggravent au fil
des marées. – (Photos : Ronan Liétar)

Evènement tiré du journal France Guyane du 02/02/2006 (EVHIS11)

Les riverains de Montjoly encore les pieds dans l'eau

Magali Filou

29.09.2006



La mer a encore gagné du terrain et attaque de nouvelles maisons – . (Photo : K.V.)

A l'approche des grandes marées d'équinoxe, les habitants des bords de plage de Montjoly, depuis Sainte-Rita jusqu'à Montravel, s'alarment. La mer a encore grignoté sur les dunes qui avaient été construites en mars dernier pour protéger les maisons. Certaines propriétés ont été attaquées.

D«eux nouvelles maisons ont connu des dégâts du côté de Sainte-Rita, s'inquiète Adolphe Barthélémi, nouveau président de l'association des riverains de la plage de Montjoly et Montravel, depuis mars dernier. Notamment, la propriété Edwige qui datait des années 1950. » Dans ce contexte, les habitants du bord de mer de Montjoly craignent, une fois de plus, les grandes marées d'équinoxe prévues la semaine prochaine. « On a plusieurs marées annoncées à 3,50 mètres, reprend le président qui réside à Montravel. Etilya trois jours de cela, nos dunes de protection ont été attaquées. On va être obligé de les refaire cette fin de semaine. » Depuis des années, c'est en effet la même histoire qui se répète tous les six mois, aux grandes marées. En mars dernier, les riverains avaient encore financé eux-mêmes la mise en place de dunes de sable, « entre 300 et 800 euros par personne selon la longueur ».

Depuis des années... En mars toujours, « nous avons déposé une demande de subvention auprès de la mairie, dont j'attends encore la réponse, poursuit le président. Je n'ai rien contre, mais j'ai vu en conseil municipal que la mairie payait pour la fête de Rémire-Montjoly... Nous sommes des riverains et participons aussi au développement de la commune par nos impôts ! » La seule chose qui ait été décidée à ce jour, selon Adolphe Barthélémi, c'est une étude par la mairie, dans le cadre d'un schéma directeur.

L'Etat aussi a été sollicité.

« En 2001, le BRGM, bureau de recherches géologiques et minières, a écrit noir sur blanc qu'il y aurait une très forte érosion de cette zone de Montravel à Bourda, entre 2005 et 2008. Depuis, rien n'a été mis en place. » Tous cherchent à comprendre comment des autorisations de construire ont pu être données sur ces zones aujourd'hui connues comme à risque.

En attendant, tous les six mois, pour le quartier aux propriétés rongées par les eaux et l'avance de la mer, c'est la même peur qui revient. En octobre 2005, le président de l'époque, Christian Haridas, a vu la mer d'un peu trop près depuis le balcon de sa propriété. Toute la clôture avait été arrachée, les dégâts ont coûté plus de 9 000 euros. Pour aider les habitants à reconstruire, la

mairie avait ensuite participé à la location de pelles et à la réfection de l'enrochement. Christian Haridas avait acheté la propriété deux ans auparavant. A l'époque, l'eau se trouvait à plus de 80 mètres au large...



Les habitants s'inquiètent à l'approche des marées d'équinoxe. (Photo : Govinsky)

Les habitants s'inquiètent à l'approche des marées d'équinoxe. - (Photo : Govinsky)

. Association des riverains de la plage de Montjoly, contacter le président Adolphe Barthélémi. Tél. 05 94 38 21 38.

Evènement tiré du journal France Guyane du 29/09/2006 (EVHIS17)



Avec une patience infinie et une implacable fermeté, l'océan a fait s'écrouler une habitation. La maison de la famille Edwige s'est morcelée sur quelques jours, au gré des marées les plus fortes, avec comme mise à feu, l'éclipse annulaire.

Se dressant à quelques centimètres du sol, droite comme un « i », la boîte aux lettres des Edwige semble perdue au côté d'un arbre, sur un terrain défraîchi. Une voiture de La Poste s'arrête et, invariablement, le facteur remplit sa mission en y déposant le courrier.

Le vendredi 22 septembre, alors que la nature offrait un spectacle aussi rare qu'incroyable, la mer, forte d'une hauteur estimée à 3,04 mètres à 17 h 01, a commencé à ronger les fondations du 55 rue Sainte-Rita, à Rémire-Montjoly. « C'est à 18 heures qu'une des chambres, celle de droite, s'est effondrée », raconte Aveline Edwige. Le visage doux, le regard tendre, un peu triste, elle balaie d'un geste ce qui reste de chez elle. Des escaliers qui ne mènent nulle part : un mur qui abrite les toilettes côté terre, mais mis à nu côté mer. Sur la plage, des morceaux de béton, de la tôle, un lavabo... « Nous avons réussi à sortir tous les meubles rapidement, poursuit Aveline Edwige. Nous nous sommes installés dans la maison de derrière, qui est à nous mais qui est en location. » Vivaient alors dans cette demeure, Aveline, sa soeur, le fils de celle-ci et un autre neveu. « J'ai vécu plusieurs années en Guadeloupe et je revenais pour les vacances. Je viens tout juste de rentrer définitivement... », ajoute-elle, un triste sourire sur le visage.

Depuis ce jour d'éclipse, la maison s'est morcelée petit à petit, perdant une deuxième chambre, la salle de bain, la cuisine... Au gré des marées les plus fortes, sous l'influence des pleines et sans lunes, la famille Edwige a vu son patrimoine s'effondrer complètement samedi, alors que la marée atteignait 3,50 mètres, à 17 heures. « Cette maison appartenait à notre famille depuis plus de cinquante ans. Avant, elle était à mes parents. Heureusement qu'ils ne sont plus là pour voir ça. » Le regard nostalgique, elle se souvient « du terrain que nous avions devant la maison, il y avait au moins cent mètres ». Du côté des voisins, l'océan poursuit inlassablement son avancée sur les

terres. À droite de ce qui reste de l'habitation des Edwige, un peu plus loin, une maison a vu une partie de sa terrasse s'écrouler. Le propriétaire a dû s'installer ailleurs. À gauche de la maison devenue objet de curiosité des badauds venus admirer le spectacle la résidence Sainte Dominique. Si la façade est protégée par des rochers, le côté gauche, sans protection, commence déjà à se faire dévorer. Des tuyaux de la fosse septique apparaissent au grand jour. « J'espère que je ne vais pas être amené à déménager, explique un locataire. Ça fait des années que l'on sait que ça doit arriver. Quand je suis venu il y a un an, il y avait beaucoup plus de plage. » « Je ne sais pas ce qu'on va faire, intervient une des locataires d'une maison qui dispose encore de quelques mètres avant la plage. Les plus fortes marées vont être pour décembre, peut-être qu'on sera déjà parti. » Difficile de savoir où s'arrêtera l'océan. À voir les prochaines grosses marées, prévues le week-end du 4 et 5 novembre, avec un coefficient à 3,30, les pronostics ne sont pas en faveur de l'Homme. Quant à Aveline Edwige et à sa famille, elles ne savent pas trop ce qu'elles vont faire, et restent accrochées à l'espoir « que ça n'arrivera pas jusqu'ici », au 53 rue Sainte-Rita.

Vue du ciel

En 2001, une étude du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) avait inscrit noir sur blanc l'inévitable. Mais le phénomène de l'érosion a pu être observé depuis beaucoup plus longtemps. La société Siage, société d'imagerie, d'aménagement et de géodésie, a ainsi à sa disposition des photographies spectaculaires sur la question depuis 1987. Comme cette vue aérienne de la plage prise hier matin, avec l'océan aux portes des habitations.



Aveline Edwige
et la petite-fille de sa sœur,
Eloïse, devant la maison,
patrimoine familial depuis
plus de cinquante ans.
(Photo : O.C.)

Aveline Edwige et la petite-fille de sa sœur, Eloïse, devant la maison, patrimoine familial depuis plus de cinquante ans. –
(Photo : O.C.)

Evènement tiré du journal France Guyane du 11/10/2006 (EVHIS18)



Après les grandes marées de décembre, un nouvel enrochement s'est avéré indispensable pour protéger l'Auberge des plages (Jody Amiet & ASM)

Depuis décembre 2010, suite aux grandes marées, la plage située devant l'Auberge des plages à Rémire est réduite à peau de chagrin. De quoi inquiéter sérieusement les riverains qui se sont empressés d'aménager, à leurs frais, de nouveaux enrochements.

A Rémire-Montjoly, les adeptes des promenades dominicales en bord de mer connaissent bien l'escalier en bois de l'Auberge des plages qui, il y a encore quelques mois, permettait de descendre sur la plage depuis la terrasse du restaurant. Aujourd'hui, l'escalier ne mène plus qu'à des rochers contre lesquels, à marée haute, la mer vient se fracasser. Tout s'est passé très rapidement fin décembre 2010. « Entre Noël et Nouvel An, avec les grandes marées et la houle, la plage a perdu 5 mètres en hauteur, raconte Pascal Santeramo, propriétaire du fonds de commerce depuis six ans. Le sable a été emporté par la mer et l'enrochement qu'on avait réalisé il y a un an s'est retrouvé 5 mètres plus bas. À cette période, impossible de joindre les administrations ou les collectivités. J'ai fait ce qu'il fallait, j'ai payé un nouvel enrochement. Ça m'a coûté 125 000 euros pour 2 200 tonnes de roches. » Un dispositif rendu indispensable pour éviter que la mer ne vienne mettre en péril les fondations de l'édifice.

« Quand il y a de la houle, la maison vibre »

Confrontés au même risque, les riverains en ont profité pour mutualiser les moyens et conforter, eux aussi, leurs habitations, comme Franck Brasselet, propriétaire d'une maison d'architecte avec vue imprenable sur la mer. « Cela avait déjà été bien enroché dans les années 70, précise-t-il, mais j'ai voulu en remettre une petite couche pour être sûr. »

Comme ses voisins, Franck Brasselet a vu la plage se réduire petit à petit avant que la mer ne lance son assaut décisif fin 2010. « Quand j'ai acheté cette maison il y a dix ans, on avait 30 mètres de plage. J'ai planté des cocotiers, mais en décembre ils ont tous été emmenés par la mer, sauf un.

Maintenant, quand il y a de la houle, la maison vibre car la structure est en bois. Cela fait du bruit mais pas de quoi inquiéter un marin! »

Pour trouver des marins inquiets, il faut se rendre 200 mètres plus loin, là où on trouve l'Aspag, qui propose notamment du kayak de mer, et l'Apcat, club de voile qui a vu ses locaux inondés fin décembre. Ici, la plage existe encore, du moins à marée basse, mais elle a changé de visage. « Désormais, on fait beaucoup moins de sorties en mer, explique Didier Hérisson, président de l'Aspag, car on n'arrive pas à passer les grosses vagues qu'on n'avait pas avant. Il y a un risque de casse et ce n'est pas du tout agréable pour les enfants qui manquent sans cesse de se retourner. Et puis, on voudrait récupérer des locaux de l'Apcat qui doit déménager, mais si la situation s'aggrave, les vagues pourraient bien détruire les aménagements qu'on y ferait. »

Des collectivités embarrassées ?

Mais alors, quelle solution pour éviter que l'érosion ne s'aggrave sur la route des plages ? Pascal Santeramo a son idée : « Il faudrait une digue pour casser la houle. Des études sont faites, ça coûte des millions mais on n'a jamais de retour et on ne voit rien se mettre en place. Il aurait fallu dépenser cet argent pour faire les bons aménagements. Je suis obligé de payer l'enrochement moi-même, mais je ne roule pas sur l'or. »

Le restaurateur a fait appel aux collectivités pour l'aider à financer l'aménagement. Après avoir été reçu en préfecture jeudi dernier, il attend un rendez-vous en mairie la semaine prochaine et un autre au Conseil général fin mars. « Pour l'instant, seule la Région ne m'a pas répondu. À la préfecture, on m'a dit que c'était compliqué car j'ai fait les travaux avant de faire le dossier, mais il fallait bien que je prenne les devants, c'était dans l'urgence. »

Aujourd'hui, la plus grande crainte du commerçant est que son auberge, qui est déjà située en zone rouge, ne se retrouve en zone noire, ce qui serait synonyme d'évacuation. Une crainte que son voisin, Franck Brasselet, préfère envisager avec le sourire : « Si personne ne fait rien, on sera bientôt une presqu'île, le territoire indépendant de la route des plages! »



La maison de Franck Brasselet n'est plus très loin d'avoir les pieds dans l'eau. (Jody Amiet & ASM)

(1) Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Evènement tiré du journal France Guyane du 11/11/2011 (EVHIS31)

La route des Plages sinistrée

Nicolas CAMUS / Karin SCHERHAG

Mercredi 16 janvier 2013



La mer ayant apporté des débris sur la chaussée, un tronçon de la route des Plages a été fermé lundi soir (HG)

Les vagues qui frappent le littoral le long de la route des Plages de Rémire-Montjoly depuis lundi soir ont causé des dégâts très importants. Sonnés, les riverains craignent hier une nouvelle lame dévastatrice.

Appareil photo à la main, les badauds sont nombreux à être venu constater l'étendue des dégâts. Le long de la route des Plages de Rémire-Montjoly, les fortes marées qui ont fait l'objet d'une alerte rouge de la part de Météo France lundi soir ont fait leur oeuvre. Tronçon de route barré (1) almiers à terre, et même quelques maisons éventrées... Deux familles ont été évacuées et relogées chez des proches. De mémoire de riverains, la houle n'avait jamais causé de dégâts aussi impressionnants sur le littoral. « C'est la première fois que je vois une érosion aussi rapide », raconte Damien Planchais, du club de voile de l'Apcat. Les membres s'étaient réunis lundi en fin d'après-midi pour regarder les vagues déferler sur la plage. A leur grand dam, le spectacle a été à la hauteur de ce qui avait été annoncé.

La preuve la plus frappante se trouve juste à côté. A l'ancienne Rhumerie Beach, redevenue depuis quelques mois propriété privée d'Ernest Prévôt, l'image est saisissante. Les déferlantes ont mangé la moitié de la maison, laissant le sol et le toit en lambeaux, et le propriétaire des lieux à son émotion. « Ça fait un choc. C'était la maison de ma jeunesse, j'y ai énormément de souvenirs, dit-il. Mais je ne vais pas baisser les bras, on verra quand ce sera fini ce qu'on peut faire. » En attendant, avec quelques membres de sa famille et des amis, il s'affaire à sauver ce qui peut encore l'être. Quelques tables et objets de mobiliers sont chargés dans des camionnettes, guère plus. Ailleurs,

CATASTROPHE NATURELLE ?



En haut, grâce à son mur de rochers, l'Auberge des plages a été moins touchée. Le restaurant devrait rouvrir ce week-end. (HG)



La Rhumerie Beach, à droite, a subi d'importants dégâts : l'extension de la maison s'est littéralement effondrée. (HG)

L'Auberge des plages a mieux résisté. Fermée au public, elle devrait rouvrir ses portes ce week-end. Des lattes de la terrasse ont sauté et la devanture côté mer est amochée, mais l'essentiel est sauf grâce aux rochers installés par le propriétaire pour briser les vagues. Lui avait prévu le coup, mais avait dû déboursier 200 000 euros. Car si certains prennent les choses avec philosophie et s'inclinent devant la puissance de la nature, une grande majorité regrette le manque de prévoyance de l'Etat, en charge des berges. Pour les riverains touchés, l'enjeu est désormais de savoir si l'état de catastrophe naturelle sera reconnu. La préfecture indiquait hier que les dégâts constatés ne permettaient pas d'aller dans ce sens, tout en précisant qu'il faudrait attendre la fin du phénomène climatique pour trancher. Dans la soirée, les habitants n'avaient plus qu'à assister, impuissants, à la nouvelle marée haute. « La deuxième lame est toujours plus forte », assure cette Rémiroise, déjà témoin d'un phénomène similaire en 1987. « Il n'y a plus d'obstacles, la mer peut s'engouffrer plus facilement », s'inquiète Damien Planchais. D'autres n'avaient pas ces préoccupations. Attirés par la houle, une vingtaine de surfeurs s'étaient regroupés sur la plage du Mahury.

(1) Au niveau du pont, la route, inondée, a dû être fermée en urgence. Hier matin, le conseil général a nettoyé ce tronçon et déblayé sous le pont pour faciliter l'écoulement des eaux. Elle a été rouverte à la circulation en fin de matinée.

- REPÈRE - La fin du phénomène prévue en fin d'après-midi

Selon son dernier bulletin paru à 19 heures hier, Météo France prévoyait la fin de l'épisode en fin d'après-midi. Après être passée au niveau rouge lundi soir, l'alerte est retombée à l'orange hier en début d'après-midi et devrait virer au jaune ce matin. Les spécialistes s'attendaient à une mer encore très forte à marée haute hier soir, mais avec une atténuation progressive de l'intensité de la houle. Le risque d'érosion restait tout de même très important, faisant craindre de nouveaux dégâts.

Evènement tiré du journal France Guyane du 16/01/2013 (EVHIS33-34)



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 de Guyane

Domaine de Suzini – Route de Montabo
BP10552

97333 – Cayenne – France

Tél. : 05 94 30 06 24