

Document public

Rapport d'expertise :

Compte rendu des épisodes de submersions marines de février 2016 à Kourou (Guyane)

BRGM/RP-65691-FR

Mars 2016

Expertise réalisée dans le cadre de l'observatoire
de la dynamique côtière de la Guyane

Date de réalisation de l'expertise : 15, 23 et 29 février 2016

Localisation géographique du sujet de l'expertise :

Plage de la cocoteraie, commune de Kourou

Auteurs BRGM : LONGUEVILLE François, BOURBON Pierre

Demandeur : DEAL Guyane, Service Fleuve, Littoral, Aménagement et Gestion



Géosciences pour une Terre durable

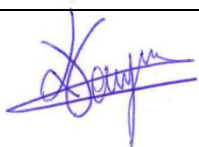
brgm

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

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

La diffusion des rapports publics est soumise aux conditions de communicabilité des documents, définie en accord avec le demandeur. Aucune diffusion du présent document vers des tiers identifiés ne sera volontairement engagée par le BRGM sans notification explicite du demandeur.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Vérificateur :	Date : 14/03/16	
Nom : De la Torre Ywenn	Directeur du BRGM Guadeloupe	
Approbateur :	Date : 15/03/16	
Nom : Verneyre Laure	Directrice du BRGM Guyane	

Mots-clés : expertise, submersion marine, érosion littorale, risques naturel, Kourou, Guyane

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

Longueville F., Bourbon P. (2016) – Compte rendu des épisodes de submersions marines de février 2016 à Kourou (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-65691-FR. 18 p., 15 ill.

© BRGM, 2016, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction	5
2. Contexte général	5
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	5
2.2. HISTORIQUE.....	6
2.3. GENERALITES SUR L’ALEA SUBMERSION MARINE	7
2.4. RECUEIL DES DONNEES SUR LES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES	8
3. Observations	10
3.1. CONSTATS SUR LA PLAGE.....	11
3.2. LEVES TOPOGRAPHIQUES ET EVOLUTION DU TRAIT DE COTE.....	13
4. Conclusion.....	16
4.1. CONCLUSION GENERALE.....	16
4.2. RECOMMANDATIONS.....	16
5. Bibliographie	18

Liste des illustrations

Illustration 1: Carte IGN de la plage de Kourou en rouge la zone concernée (http://tab.geoportail.fr/).....	5
Illustration 2: Digue et chenal d'évacuation des eaux de grandes marées situé à l'Ouest du Village Indien. (BRGM, Octobre 2015).....	6
Illustration 3: Extrait de la carte du PPRL de Kourou réalisé en 2002. (DEAL)	7
Illustration 4: Schéma illustrant les principaux paramètres entrant en compte dans l'évaluation des niveaux marins extrêmes (BRGM)	7
Illustration 5: Hauteur d'eau des pleines mers lors des coups de mer de février 2016 (SHOM).....	8
Illustration 6: Tableau récapitulatif de la hauteur significative (Hs), la période (T) et la direction de la houle (D) (http://www.windguru.cz/fr/histoire.php)	9
Illustration 7: Superposition de la courbe du niveau d'eau (en haut) et de la hauteur significative de la houle (en bas)	10
Illustration 8: Photos de la passe de la digue construite contre les risques de submersions Octobre 2015 (a) (BRGM), 9 février 2016(b) (Isabelle Halet).....	11
Illustration 9: Photos au niveau de l'avenue de l'Anse en janvier 2015 (a) et en février 2016 (b,c) (BRGM,23/02/2016).....	12
Illustration 10: Photo de la rangée de cocotier détruite en face du village Indien. (BRGM, 29/02/16)	12
Illustration 11: Photo du talus d'érosion situé au Sud-Ouest du Village Indien avec apparition du paléosol (BRGM, 29/02/16).....	13
Illustration 12: Evolution de la position du trait de côte (BRGM)	13
Illustration 13: Profil topographique face à l'Est de la plage de la Cocoteraie (K3), face au village Amérindien (K4)et à l'extrémité Nord-Ouest de la plage de l'Anse (K5)	14
Illustration 14: Profil topographique K6.....	15
Illustration 15: Débris jonchant la plage de Kourou (BRGM, 29/02/2016).....	17

1. Introduction

Suite aux épisodes de submersions marines constatés entre le 10 et le 22 février 2016 sur le littoral de la ville de Kourou (Guyane), la DEAL a sollicité le BRGM pour réaliser une expertise. Ce type d'intervention est prévu dans le cadre de la tranche conditionnelle de la convention pour l'Observatoire de la dynamique côtière de la Guyane.

Cette expertise, établie par plusieurs intervenants du BRGM Guyane, s'appuie sur des observations visuelles effectuées lors des visites sur site les 15 et 23 février 2016, ainsi que sur des levés du trait de côte et de profils topographiques de plage au DGPS réalisés le 29 février 2016.

Après la présentation du contexte général et des conditions hydrodynamiques relevées au moment des épisodes d'érosion et de submersion observés sur le littoral de la ville de Kourou, la présente expertise établit une synthèse des constats visuels réalisés et identifie les phénomènes morphodynamiques mis en jeu depuis les derniers levés réalisés dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière en novembre 2015.

2. Contexte général

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La zone sinistrée s'étend du centre hippique à l'extrémité Ouest de la route de l'Anse jusqu'au village amérindien (Illustration 1).

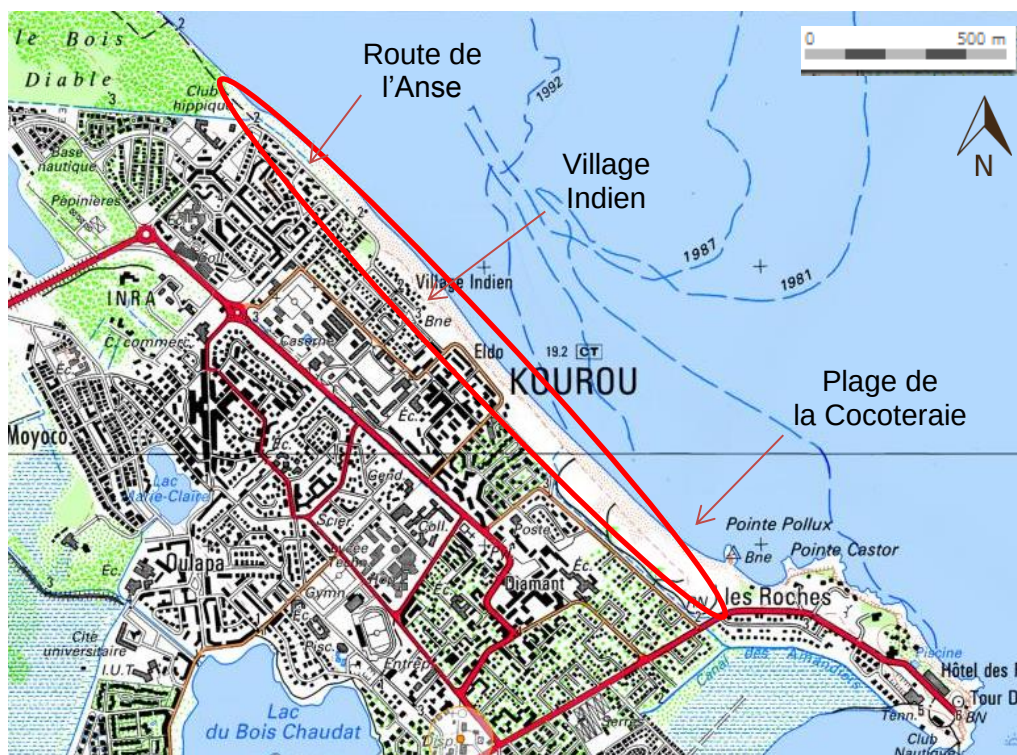


Illustration 1: Carte IGN de la plage de Kourou en rouge la zone concernée (<http://tab.geoportail.fr/>)

2.2. HISTORIQUE

La ville de Kourou, comme l'ensemble des communes du littoral guyanais, est soumise périodiquement à des phases d'envasement. Les bancs de vase prennent leur origine au niveau du delta de l'Amazone, au Brésil et migrent ensuite vers le Nord-ouest jusqu'à l'estuaire de l'Orénoque, au Venezuela (Augustinus, 2004). Ils mesurent entre 10 et 50 km de large et sont espacés entre eux de 10 à 25 km (Moisan et al., 2015).

Les bancs de vases ont la particularité de dissiper une grande partie de l'énergie des houles venant du large, protégeant ainsi de l'érosion les côtes situées en arrière de ces derniers. En contrepartie lorsque le littoral se situe en zone dite « inter-banc », comme c'est le cas actuellement du littoral de Kourou, celui-ci devient très vulnérable vis-à-vis du risque d'érosion et de submersion marine. En effet, les vagues viennent déferler sur la plage qui n'est plus protégée par le banc de vase.

D'après les données de l'Observatoire de la dynamique côtière de la Guyane, le secteur de Kourou enregistre entre 2014 et 2015, un recul du trait de côte d'environ 40 m au Nord-ouest de la grande plage de l'Anse. En revanche, entre 10 et 30 m d'accrétion ont été mesurés sur la même période dans le secteur Sud-est de cette plage (Moisan et al., 2015).

Des cas de submersions ont déjà été enregistrés l'année dernière au niveau du village indien (Illustration 1). La mer avait franchi le haut de plage et inondé les habitations en contre-bas. Pour contrer ces phénomènes de submersions et dans le cas de la marée du « siècle »¹, la construction d'une digue avec du sable in-situ et un chenal d'évacuation des eaux derrière la digue ont été réalisés courant 2015, face à la route de l'Anse et du village indien (Illustration 2).



Illustration 2: Digue et chenal d'évacuation des eaux de grandes marées situé à l'Ouest du Village Indien. (BRGM, Octobre 2015)

D'un point de vue réglementaire, le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) réalisé en 2002, identifie une zone d'aléa de submersion marine moyen à fort le long de la route de l'Anse (Illustration 3).

¹ Marée du « siècle » : marée d'équinoxe de vive-eau avec la distance entre la terre et la lune à l'équateur (périgée lunaire) qui coïncide avec la nouvelle ou pleine lune. L'appellation marée du « siècle » est un peu abusive car ce phénomène a lieu tous les 18 ans environ. Ainsi les dernières ont eu lieu le 10 mars 1997 et le 21 mars 2015 et les prochaines auront lieu le 3 mars 2033 et le 14 mars 2051 (SHOM).

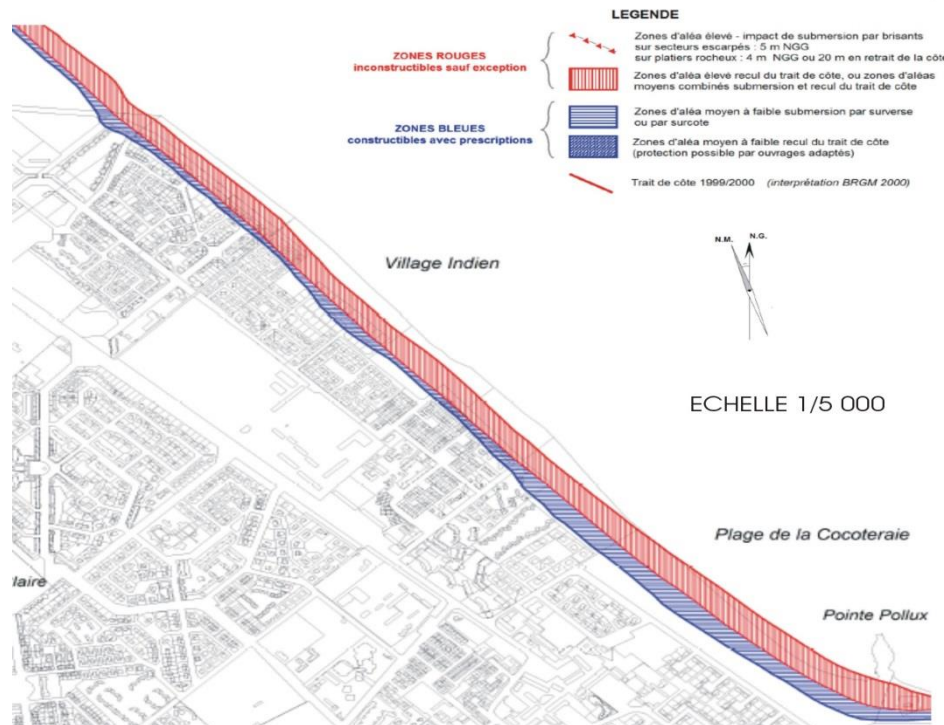


Illustration 3: Extrait de la carte du PPRL de Kourou réalisé en 2002. (DEAL)

2.3. GENERALITES SUR L'ALEA SUBMERSION MARINE

La submersion marine est définie comme une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et océanologiques défavorables (MEDDTL, 2012). Ces conditions sont liées (Illustration 4) :

- à de basses pressions atmosphériques, négligeable dans le cas de la Guyane car les variations de pression sont faibles (Moisan, 2013) ;
- à un fort vent d'afflux ;
- à des fortes houles au large ;
- à une pleine mer de vives eaux.

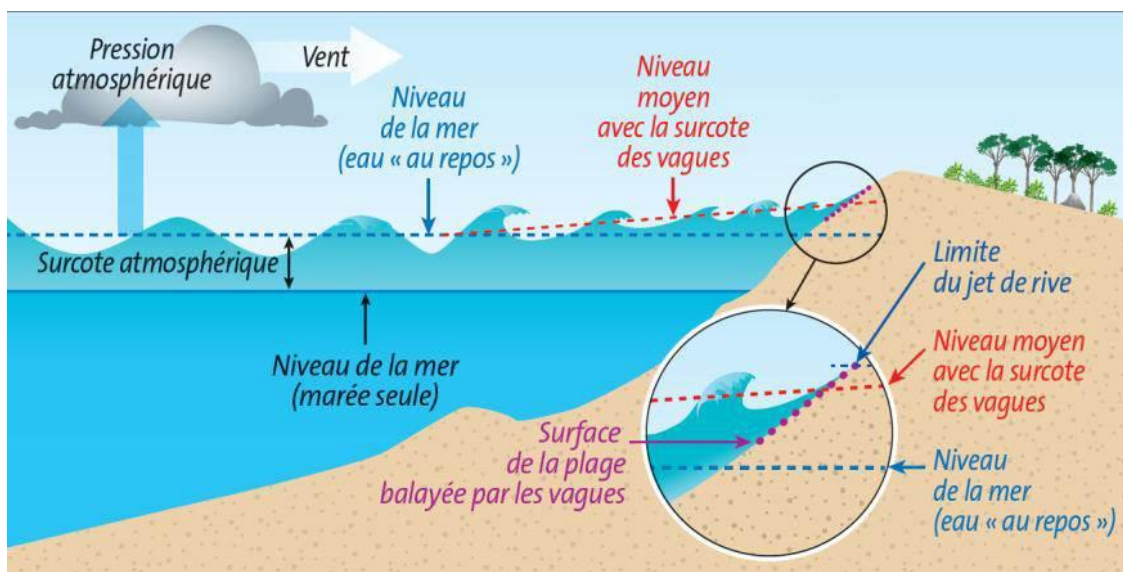


Illustration 4: Schéma illustrant les principaux paramètres entrant en compte dans l'évaluation des niveaux marins extrêmes (BRGM)

Il existe traditionnellement différents types de submersions marines :

- La submersion par débordement lorsque le niveau d'eau (marnage + surcote atmosphérique) est supérieur à l'altitude du rivage.
- La submersion par franchissement a lieu si la hauteur des ouvrages ou des terrains est inférieure à celle atteinte par le run-up. En d'autres termes des paquets de mer dus au déferlement viennent inonder les aménagements.
- La submersion par rupture du système de protection lorsque les terres en arrière d'un ouvrage se trouvent inondées si cet ouvrage se rompt.

2.4. RECUEIL DES DONNEES SUR LES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES

2.2.2. MAREES

Dans le secteur de Kourou, les niveaux extrêmes de marée astronomique sont de l'ordre de +3.60m en pleine mer et de +0.36m en basse mer par rapport au zéro hydrographique (RAM, 2014).

Le matin et le soir du 10 février 2016, d'après le SHOM, les niveaux de la pleine mer étaient d'environ 3.55 m, ce qui correspond à des hauteurs proches des valeurs extrêmes des marées astronomiques. Lors des coups de mer entre le 21 et le 22 février 2016, les niveaux de la pleine mer étaient plus faibles de l'ordre de 3.20m (Illustration 5).

Dates	Heure	Hauteur (m)
09-févr-16	05:25	3,3
	17:40	3,55
10-févr-16	06:05	3,4
	18:22	3,55
21-févr-16	04:11	3,05
	16:29	3,2
22-févr	04:29	3,15
	17:06	3,25
23-févr-16	05:22	3,2
	17:39	3,25

Illustration 5: Hauteur d'eau des pleines mers lors des coups de mer de février 2016 (SHOM)

Toutefois, les niveaux de marée prédits par le SHOM ne prennent pas en compte la surcôte atmosphérique et les effets du vent qui peuvent conduire à relever ou abaisser le niveau moyen de la mer.

Pour connaître les variations du niveau d'eau dans le secteur de Kourou, on utilise les données du marégraphe du réseau REFMAR, positionné au niveau des îles du Salut. Ces données sont mises à disposition sur les sites du SHOM et l'UNESCO-IOC². Elles sont disponibles toutes les minutes dans le fuseau horaire UTC universel et sont exprimées par rapport au zéro hydrographique³. Pour être exploitées, les données sont triées en prenant les valeurs toutes les demi-heures et en les exprimant en fonction du zéro NGG⁴. Les résultats montrent que pour le niveau d'eau les hauteurs

² United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Intergovernmental Oceanographic Commission

³ Niveau des plus basses mers astronomiques

⁴ Niveau Général Guyanais = zéro hydrographique – 1,84 m

d'eau des pleines mers sont les facteurs déterminants avec simplement des surcôtes atmosphériques et des effets de vents de quelques dizaines de centimètres.

2.2.3. HOULES

A ce jour, nous ne disposons pas de données de mesures concernant les houles au large de la Guyane. Toutefois, un houlographe au large de Kourou est en cours d'installation et devrait être opérationnel courant 2016.

Dans le but de quantifier le phénomène, la présente expertise s'est appuyée sur le modèle de houle GFS⁵ d'une maille de 27km avec des données temporelles toutes les 3 heures. Les données renseignées par ce modèle sont les caractéristiques de la houle à savoir (Illustration 6) :

- Sa hauteur significative⁶ (Hs [m])
- Sa période (T [s])
- Sa direction (D [°])

Le tableau suivant présente les valeurs issues de ce modèle pour les épisodes considérés :

GFS 27 km	Hs [m]								D [°]								T [s]							
	00	03	06	09	12	15	18	21	00	03	06	09	12	15	18	21	00	03	06	09	12	15	18	21
09.02.2016	2.3	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.3	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	9	9	8	9	9	9	9	9
10.02.2016	2.5	2.7	2.8	2.8	2.8	2.6	2.5	2.4	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	8	8	8	9	9	9	9	9
21.02.2016	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.5	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	11	11	11	11	11	11	11	11
22.02.2016	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	12	12	12	12	12	12	11	11
23.02.2016	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	11	11	11	11	11	11	11	11

Illustration 6: Tableau récapitulatif de la hauteur significative (Hs), la période (T) et la direction de la houle (D)
(<http://www.windguru.cz/fr/historie.php>)

D'après les données recueillies, la houle était orientée vers le Sud-Ouest pour les deux épisodes (Illustration 6). Son incidence était donc plutôt frontale compte tenu de l'orientation de la zone impactée du littoral de Kourou. La période du train de houle était de 11.5 s en moyenne pour l'épisode du 22 février et de 8.5 s pour celui du 10 février 2016.

Sachant que la puissance de la houle est proportionnelle à la relation : $Hs^2 \cdot T$, pour une même hauteur significative plus la période est grande plus la houle est énergétique. La houle du 22 février était donc plus énergétique que celle du 10 février.

La superposition de la courbe du niveau d'eau (marée + surcotes atmosphériques + effets du vent) avec les hauteurs significatives de la houle incidente montre bien que c'est le couplage d'une forte houle ($Hs \approx 2.5m$) avec une marée de vives eaux, qui a entraîné une forte élévation du niveau marin est donc les épisodes de submersion (Illustration 7).

⁵ Global Forecast System

⁶ Moyenne des hauteurs du tiers des plus fortes vagues

Submersions marines de février 2016 à Kourou

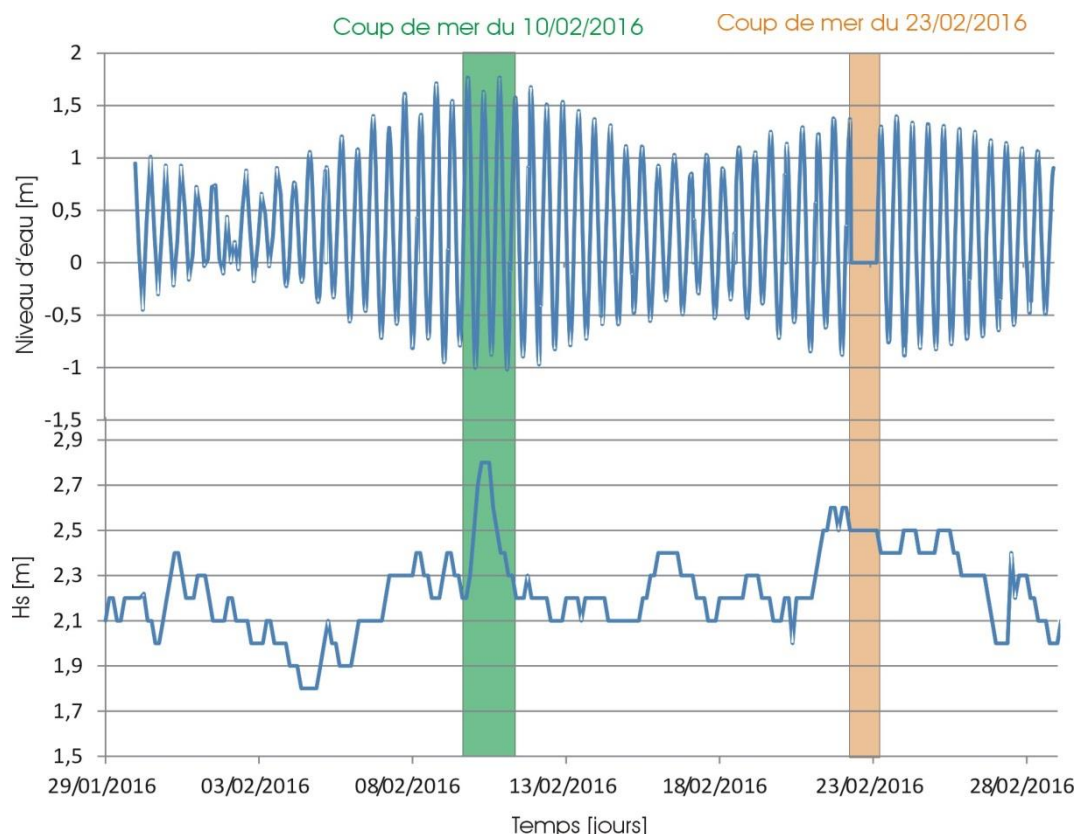


Illustration 7: Superposition de la courbe du niveau d'eau (en haut) et de la hauteur significative de la houle (en bas)

Il est à noter que pour la période entre le 21 et le 23 février aucune donnée n'a été enregistrée au niveau du marégraphe. Cependant, la tendance globale de la courbe montre que les coups de mer ont eu lieu en période de marée de vives eaux.

3. Observations

Les éléments d'observations rapportés dans cette partie ne sont pas exhaustifs. Ils visent à présenter les types d'impacts observés après les événements de fortes houles des 9-10 février et 21-23 février 2016.

Deux visites ont été réalisées sur la grande plage de l'Anse, notamment dans les secteurs sinistrés, la première a eu lieu le 15 février et la seconde le 23 février 2016. Lors de ces deux visites effectuées avec la DEAL, des observations de l'état de la plage ont été consignées et des échanges ont eu lieu avec les riverains touchés par les submersions.

Par la suite, ces observations ont été complétées par des levés topographiques de profils de plage et des levés du trait de côte le 29 février 2016. Dans le cadre de l'observatoire de la dynamique côtière de la Guyane, ces mesures ont lieu deux fois par an pour les relevés de profils et une fois par an pour le levé du trait de côte. Ces informations sont regroupées dans une base de données permettant de proposer une analyse détaillée sur l'évolution du secteur.

3.1. CONSTATS SUR LA PLAGE

Sur le secteur de Kourou, les évènements du 10 et du 21-22 février 2016 ont conduit à des épisodes de submersion par franchissement. L'eau a en effet franchi le haut de plage, notamment au niveau d'une passe d'accès piéton à la mer, située sur l'ancienne digue (Illustration 8).



Illustration 8: Photos de la passe de la digue construite contre les risques de submersions Octobre 2015 (a) (BRGM), 9 février 2016(b) (Isabelle Halet)

L'eau s'est ensuite propagée dans la rue située en arrière du haut de plage atteignant ainsi les premières habitations situées directement face au littoral. Au-delà de la première rangée, les habitations n'ont a priori pas subi de dégâts.

Les observations du 23 février ont permis de constater la disparition complète de l'ancienne digue de protection ainsi qu'un déplacement massif de sable vers la rue et les habitations ayant entraîné un comblement total du chenal (Illustration 9). Les témoignages recueillis auprès des riverains indiquent que l'eau était entrée dans leurs habitations.

Submersions marines de février 2016 à Kourou



Illustration 9: Photos au niveau de l'avenue de l' Anse en janvier 2015 (a) et en février 2016 (b,c) (BRGM,23/02/2016)

La submersion n'a pas été subie de manière homogène sur l'ensemble du secteur. La zone la plus touchée est située au niveau de la rue Paul Cézanne (Illustration 9). La plage située en face du village Indien a connu également une forte érosion, avec notamment la destruction de la rangée de cocotiers qui permettait de retenir une partie du sable (Illustration 10).



Illustration 10: Photo de la rangée de cocotier détruite en face du village Indien. (BRGM, 29/02/16)

Un peu plus au Sud-Est de la plage de la Cocoteraie, un talus d'érosion d'un demi-mètre a été taillé mettant à jour un paléosol (Illustration 11).



Illustration 11: Photo du talus d'érosion situé au Sud-Ouest du Village Indien avec apparition du paléosol (BRGM, 29/02/16)

3.2. LEVES TOPOGRAPHIQUES ET EVOLUTION DU TRAIT DE COTE

Les levés des profils de plages et du trait de côte réalisés le 29 février 2016 confirment les observations sur le terrain avec un important recul du trait de côte par rapport à la campagne d'octobre 2015, d'une valeur maximale de 24 m à l'Ouest de la route de l'Anse (Illustration 12).



Illustration 12: Evolution de la position du trait de côte (BRGM)

A l'Est de la plage de la Cocoteraie, la position du trait de côte est restée stable par rapport à octobre 2015 (Illustration 12). Cependant, le profil de ce secteur (Profil K3) montre une érosion avec un départ de volume sableux (Illustration 13). Ce phénomène est le même sur l'ensemble des profils du secteur.

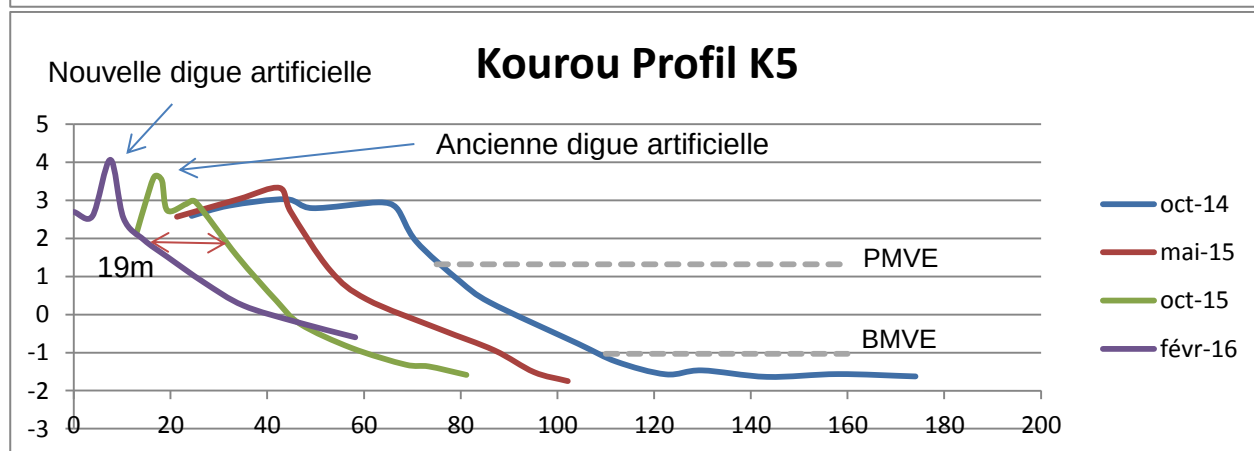
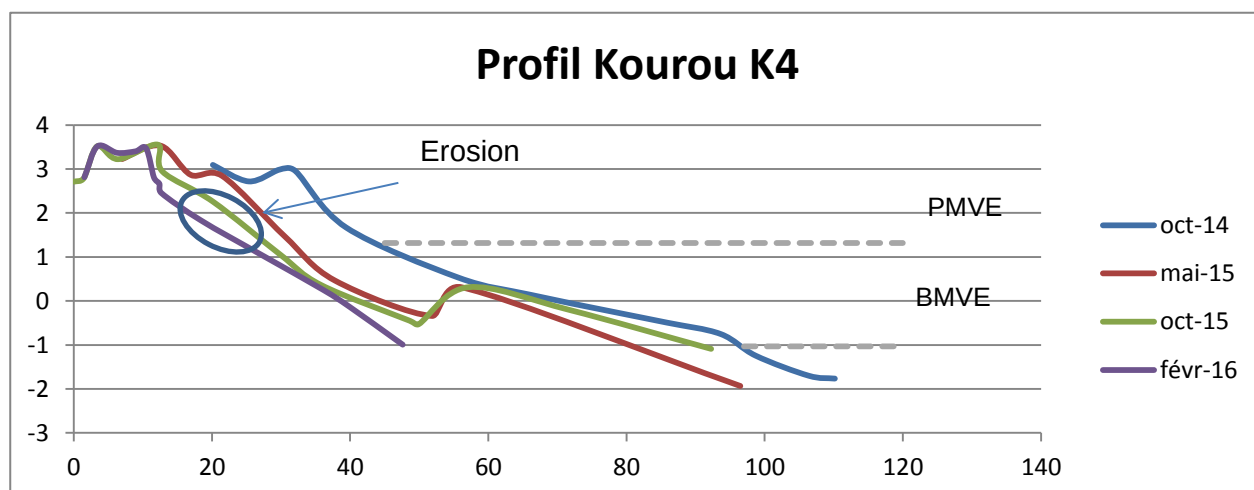
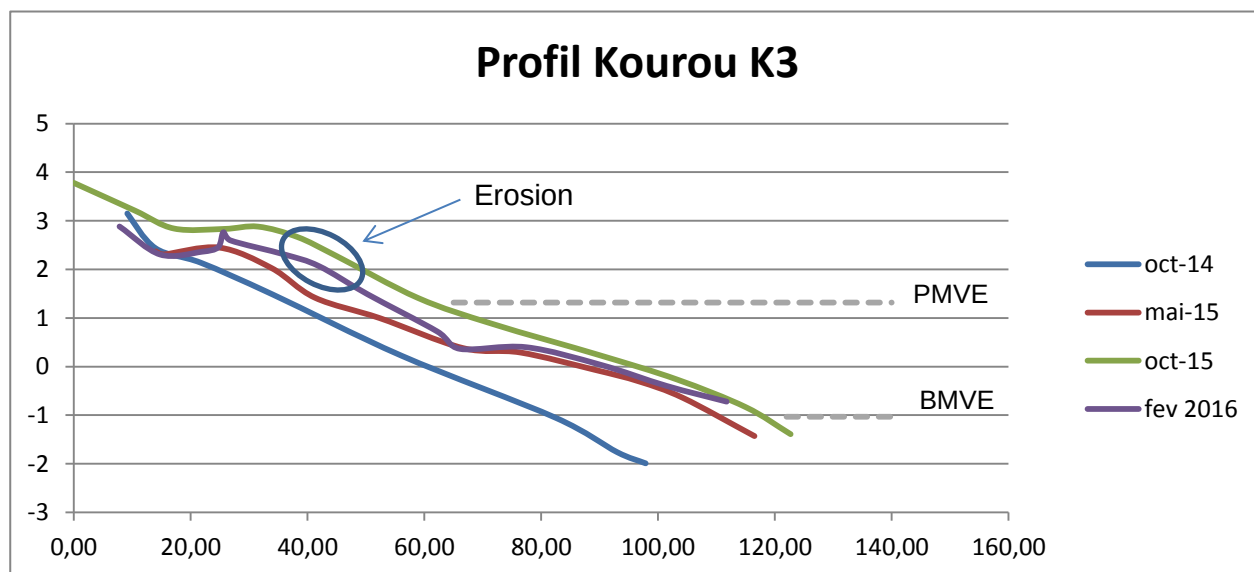


Illustration 13: Profil topographique face à l'Est de la plage de la Cocoteraie (K3), face au village Amérindien (K4) et à l'extrémité Nord-Ouest de la plage de l'Anse (K5)

Sur le profil K5, lors des levés la route avait été déjà déblayée et le sable rabattu sur la plage en formant une digue artificielle qui est nettement visible sur le profil. Sur l'ensemble de ce profil, l'érosion est constante entre chaque année avec un recul d'environ 20 m entre octobre 2015 et Février 2016

Il est à noter qu'au cours de cette campagne un nouveau profil (K6) a été créé dans le prolongement vers le Nord-ouest de la plage de l'Anse. Ce profil pourra être comparé avec les futurs levés, permettant ainsi d'estimer l'évolution des stocks de sable dans ce secteur.

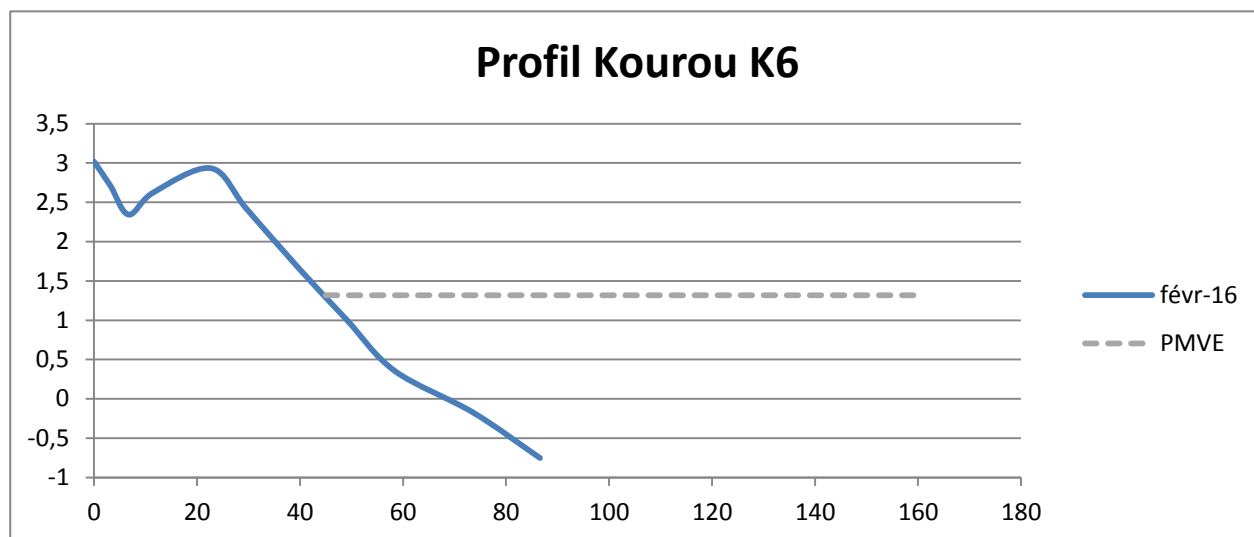


Illustration 14: Profil topographique K6

En conclusion la position du trait de côte sur l'ensemble de la plage a reculé d'une dizaine de mètres en moyenne lors des épisodes de février 2016. Cependant, cette érosion est variable sur les différents secteurs du site. L'érosion apparaît maximale (24m) vers le Indien et au Nord-Ouest de celui-ci où le sable a partiellement disparu de la plage (argile et/ou vase affleurante).

4. Conclusion

4.1. CONCLUSION GENERALE

Les évènements du mois de février 2016 ont bien souligné la vulnérabilité du littoral de la ville de Kourou. En effet, les observations et mesures de terrain montrent une forte érosion avec un trait de côte qui atteint aujourd'hui le bord de la route de l'Anse, dans le secteur situé du Nord-ouest du village Indien jusqu'au niveau du club hippique, c'est-à-dire à une petite dizaine de mètres des habitations. En conséquence de cette érosion, des épisodes de submersions ont frappé plusieurs habitations situées en front de mer, notamment à l'extrémité Ouest de la route de l'Anse.

La direction frontale des houles couplée avec des hauteurs significatives élevées et un important niveau d'eau (marée + surcote atmosphérique) ont conduit à détruire l'ancienne digue de protection en entraînant le phénomène de submersion décrit ci-dessus. Les conditions météorologiques avec de fortes précipitations enregistrées au cours de ces évènements, ont accentué les inondations subies par les riverains (rôle cumulé du ruissellement pluvial). De plus cette zone est bien connue pour ces risques de submersion marine comme l'ont montré les évènements des années passées et le plan de prévention des risques littoraux.

4.2. RECOMMANDATIONS

A notre connaissance il n'existe pas d'étude historique sur la fréquence et l'amplitude des surcotes en Guyane, permettant de définir des périodes de retour des phénomènes hydrométéorologiques extrêmes. Néanmoins le prochain banc de vase situé au Sud-est du littoral de Kourou en approche et qui permettra de protéger la côte contre l'érosion est situé à une vingtaine de kilomètres environ du fleuve Kourou. Sachant que la fourchette de la vitesse déplacement connu actuellement est de 1 à 3 km/an, avec toutefois une légère accélération observé, il est possible que le banc arrive dans une vingtaine d'année.

Il est donc assez probable que des phénomènes tels que ceux qui se sont produits au cours du mois de février 2016, se reproduisent dans les années à venir. Si rien n'est fait, étant donné que le milieu est déstabilisé par les présents coups de mer, des tempêtes moins fortes pourront faire plus de dégâts que cette fois-ci. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre des solutions de gestion afin de limiter les impacts sur les enjeux situés en front de mer. Différentes solutions de gestion telle que le rechargement artificiel de la plage sont possibles. Elles sont à explorer aux moyens d'études complémentaires.

La capacité de résilience de la plage ne semble pas assez importante pour que le trait de côte retrouve naturellement son état initial, c'est-à-dire tel qu'il était avant les évènements de février. Dans un premier temps, une solution d'urgence peut consister en un reprofilage temporaire de la plage en reconstituant une digue en sable. Une solution plus pérenne devra être recherchée en complément.

Actuellement d'importants débris (résidus de béton, ferraille, fer à béton...) jonchent la plage, soulignant la présence par le passé de bâtiments ou d'infrastructures importantes (Illustration 15). Ces débris représentent un danger potentiel pour tous les usagers de la plage. Nous recommandons à cet effet leur évacuation rapide et une signalisation (panneaux, rubalise...), voir une restriction d'accès, pour prévenir les usagers du risque que représentent les débris excavés.



Illustration 15: Débris jonchant la plage de Kourou (BRGM, 29/02/2016)

L'acquisition de nouvelles données, notamment avec les suivis réalisés par l'Observatoire de la dynamique côtière et l'installation prochaine du houlographe au large des côtes de Kourou, permettra de mieux comprendre et prévoir les phénomènes tels que ceux qui se sont produits en février 2016 à Kourou.

5. Bibliographie

Augustinus P.G.E.F. (2004) – The influence of the trade winds on the coastal development of the Guianas at various scale levels: a synthesis. *Marine Geology* 208, pp145-157

Lecacheux S., Pedreros R., Le Cozannet G., Thiébot J., De la Torre Y. et Bulteau T. (2012) – A method to characterize the different extrem waves for islands exposed to various wave regimes: a case study devoted to Reunion Island. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, pp 2425-2437.

MEDDTL (2012) – Premiers éléments méthodologiques pour l'élaboration des PPRL – Analyse et cartographie des aléas littoraux – Novembre 2011 – 90 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. 33 p., 22 fig.

Moisan M., Bourbon P., De la Torre Y. (2015) – Observatoire de la dynamique côtière - année 2. Rapport final, BRGM/RP-65281-FR, 77 p., 70 fig.

Shom (2014) - Référence Altimétrique Maritimes Ports de France métropolitaine et d'outre-mer - 107 p

Source internet:

Site du Shom. Consulté le 14 Mars 2016

Lien disponible :

<http://www.shom.fr/le-shom/actualites/les-communiqués/actualite-detaillee/article/samedi-21-mars-2015-la-maree-du-siecle/>



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

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

Direction Régionale Guyane

Domaine de Suzini – Route de Montabo
BP10552 - 97333 Cayenne – France
Tél. : 05 94 30 06 24