

Document public

Rapport d'expertise :

Protocole opérationnel de suivi post-tempête sur le littoral de Guyane

BRGM/RP-64926-FR

Juillet 2015

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ☒ Appuis à la police de l'eau ☐
Catastrophe naturelle ☐ Autres ☐

Réalisation de l'expertise : juin 2015

Localisation géographique du sujet de l'expertise : littoral
guyanais

Auteurs BRGM : DE LA TORRE Y., BOURBON P.

Demandeur : DEAL Guyane – Service FLAG

1.89 3740.46 -625.5



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 : C. MALLET	Date : 23/07/2015	
Approbateur : L. VERNEYRE	Date : 24/07/2015	
Directrice du BRGM Guyane		

Mots-clés : expertise, appuis aux administrations, protocole, observatoire, littoral, Guyane, tempête

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

DE LA TORRE Y. et BOURBON P. (2015) – Protocole opérationnel de suivi post-tempête sur le littoral de Guyane. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-64926-FR. 37 p., 2 ill., 2 ann.

© BRGM, 2015, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction.....	4
2. Contexte général	5
3. Méthodes et outils proposés.....	7
4. Formulaire de terrain.....	10
5. Déclenchement des suivis	12
6. Archivage et exploitation des informations.....	13
7. Réseau d'opérateurs et formation	14
8. Conclusion	15

Liste des illustrations

Illustration 1 : Erosion au niveau de l'établissement « rhumerie beach » dans l'anse de Rémire en janvier 2013 (BRGM).....	5
Illustration 2 – nouvelle fiche de terrain proposée	11

Liste des annexes

Annexe 1 Proposition de protocole par Moisan (2015)	17
Annexe 2 Exemple de la fiche tempête établie dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)	33

1. Introduction

Le service FLAG de la DEAL Guyane a sollicité le 19/04/2015 le BRGM Guyane un appui pour réaliser un protocole de suivi post « évènements » (type tempête de janvier 2013).

L'objectif de la mission est la réalisation d'une expertise sur le document proposé par la DEAL, et la proposition d'une méthodologie adaptée pour l'application d'un protocole harmonisé et adapté au territoire Guyanais pour le suivi des évènements exceptionnels.

L'expertise du BRGM est particulièrement attendue concernant :

- Rendre un avis sur les méthodes et indicateurs de suivis proposés au regard du contexte guyanais et s'assurer que ceux-ci soient exploitables notamment dans le cadre de la mise à jour des outils de gestion des risques (ex. PPRL) ;
- Créer un formulaire de terrain adapté (fiche) ;
- Proposer des solutions pour centraliser et cataloguer les informations recueillies sur le terrain, afin de permettre leur archivage et exploitation ;
- À partir du retour d'expérience de l'application de tels protocoles en métropole, proposer des solutions pour intégrer et former les partenaires / opérateurs qui seront sollicités pour participer à ce suivi.

Cet appui a été établi par des intervenants du BRGM Languedoc-Roussillon et Guyane. Il s'appuie sur un retour d'expérience en lien avec les démarches similaires conduites par le BRGM en métropole en s'attachant à leur adaptation au contexte guyanais.

Le présent avis porte en particulier sur l'analyse du document suivant transmis par la DEAL le 02/04/2015 :

MOISAN M. (2015) - *Proposition d'un protocole de suivi post-évènements lié aux aléas littoraux en Guyane dans le cadre du développement de l'Observatoire de la dynamique côtière. 10 p. 1 ann.*

L'expertise s'inscrit dans le cadre des missions d'Appui aux Administrations menées par le BRGM au titre de l'année 2015.

2. Contexte général

Le littoral de Guyane est considéré parmi l'un des plus dynamiques au monde en raison du passage de bancs de vase en provenance de l'embouchure de l'Amazonie. En situation dite « inter-bancs », le littoral guyanais n'est plus protégé des houles de l'Atlantique Nord qui peuvent, pendant l'hiver de l'hémisphère nord, occasionner d'importants dégâts à la côte.

A titre d'exemple, la tempête de janvier 2013 a généré des impacts considérables sur le littoral de la presqu'île de Cayenne, notamment sur la « route des plages » à Rémire où le bâti et la route ont été endommagés (Illustration 1).

Dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière de Guyane, trois sites principaux de plages sont suivis en raison des problématiques d'érosion chronique qu'ils subissent :

- L'île de Cayenne (anses Montabo, Montjoly et Rémire) ;
- Kourou (plage cocoteraie et plage des Roches) ;
- Awala-Yalimapo (plage de Yalimapo).

Sur ces plages, des profils topo-bathymétriques sont réalisés deux fois par an sur la base de deux indicateurs :

- profils topo-bathymétriques des plages et petits fonds ;
- levé du trait de côte selon la limite de végétation en haut de plage.



Illustration 1 : Erosion au niveau de l'établissement « rhumerie beach » dans l'anse de Rémire en janvier 2013 (BRGM)

Les propositions suivantes visent à compléter ce dispositif afin d'obtenir des observations sur les sites déjà suivis directement après un évènement (tempête, forte érosion, aménagement, etc.) et potentiellement sur d'autres sites du littoral guyanais. Ce type d'informations se révèle crucial pour la prévention des risques côtiers (érosion côtière et submersion marine), notamment dans le cadre de la réalisation des *Plans de Prévention des Risques Littoraux* dont le zonage doit être validé par des évènements historiques connus.

3. Méthodes et outils proposés

Le document de Moisan (2015) cité en introduction propose les modalités d'un protocole de suivi en se basant sur trois démarches similaires réalisées par le BRGM en métropole, soit dans le cadre d'une démarche ponctuelle (diagnostic post-Xynthia), soit dans le cadre d'un dispositif pérenne (Observatoire de la Côte Aquitaine), voire spécifiquement dédié (Réseau Tempête Languedoc-Roussillon :

<http://littoral.languedocroussillon.fr/suivi-des-tempetes-et-de-leurs-impacts.html>).

La démarche la plus avancée est celle développée par le « Réseau Tempête » car elle reprend globalement les indicateurs de terrain observés par les deux autres mais elle y rajoute plusieurs niveaux d'intervention selon l'intensité des événements, une organisation de partenaires multiples et volontaires, un système de déclenchement automatique d'un réseau d'observateurs pour la réalisation de levés et une bancarisation via internet.

Pour autant, une telle complexité n'est pas forcément possible dès à présent sur le littoral guyanais. En effet, le Réseau Tempête se base sur une connaissance fine des tempêtes en Languedoc-Roussillon issue du projet de recherche MICORE (<https://www.micore.eu/>). Ce projet a permis notamment de catégoriser les tempêtes en Languedoc-Roussillon selon des seuils d'impacts morphogènes en fonction de différents paramètres de forçage météo-marins qui sont repris dans le déclenchement automatique du réseau.

Les indicateurs d'impacts

Les indicateurs proposés par Moisan (2015) reprennent 3 types de catégories d'impacts, à savoir : érosion, submersion et dégâts. Si l'ensemble est cohérent, quelques remarques peuvent être formulées.

Tout d'abord, la catégorie « Erosion » pourrait être élargie à « Evolution sédimentaire » car comme cela a été constaté lors de la tempête de janvier 2013, le sable peut être prélevé à un certain endroit de la plage (ce qui se traduit par un recul du trait de côte et/ou une perte d'épaisseur de la plage) puis transporté à une autre extrémité (ce qui se traduit par un apport et/ou une avancée du trait de côte). Il convient dans ce cas de ne pas envisager les mouvements sédimentaires liés à un événement extrême uniquement sous le prisme de l'érosion, un apport massif de sédiment pouvant également engendrer des difficultés localement (ensablement). Dans cette logique les indicateurs « Avancée du trait de côte » et « Apport sédimentaire » peuvent être rajoutés.

Par ailleurs, dans la catégorie « submersion », la limite de submersion est définie par la laisse de mer. Cela induit qu'elle ne peut être observée qu'a posteriori. Or, il est précisé que les observations de terrain doivent être réalisées tant que possible pendant l'évènement (s'il n'y pas de danger pour l'opérateur). Il faudrait donc distinguer dans les indicateurs une « limite de submersion observée » avec une date et heure pendant l'évènement et une « limite de submersion déduite » à partir de la laisse de mer (la date reste importante).

NB : dans la submersion, il faut différencier celle qui survient par débordement (et qui peut être directe : depuis l'océan ; ou indirecte : par les cours d'eau, les canalisations, etc.) ; et celle qui survient par les vagues et les paquets de mer (impact des jets de rive).

En outre, en termes d'inondation, les phénomènes de concomitance sont importants. Il est donc nécessaire de spécifier si sont observés sur le terrain une ou plusieurs sources d'inondation, c'est-à-dire si la submersion marine est renforcée par du ruissellement urbain, une remontée de nappe ou une crue liée aux précipitations. Un indicateur « concomitance d'inondation » serait ainsi à rajouter.

Par ailleurs, les conditions hydrométéorologiques doivent également être considérées comme des indicateurs. Les niveaux marégraphiques et la houle peuvent être directement mesurés in-situ à partir de bouées (en cours de mis en place concernant le littoral de Guyane), ou bien être proposées à partir des données issues des modèles de simulation de l'état de mer (WaveWatch III, NOAA). Les paramètres météorologiques (vent, pression atmosphérique et précipitations) doivent quant-à-eux être collectés par Météo-France.

Concernant les impacts « sociétaux », les dommages sur les infrastructures portuaires (quais, bateaux) n'apparaissent pas. Si les dégradations (quais ou cales de mises à l'eau) sont toutes situées dans les embouchures, ce type d'indicateur n'est pas à prendre en compte.

Enfin, une catégorie « victime » peut-être rajoutée. Les victimes ne sont pas observées sur le terrain. Elles sont connues a posteriori par la remontée d'information des services de secours et de protection civile ou par voie de presse. Cela reste néanmoins un indicateur à bancariser.

Les méthodes de suivi

A l'image du Réseau Tempête, Moisan (2015) décrit 3 types d'intervention :

- collecte des données météo-marines, des observations sémaphore, des données houlographes quand elles seront disponibles (modèles globaux et régionaux s'ils existent). Cette collecte peut se faire via internet (sans visite de terrain) ;
- visite de terrain avec des moyens « simples » d'observation (appareil photo, GPS à main, mètre ruban) ;
- visite de terrain avec des moyens plus « complets » (survol aérien, levé topobathymétrique).

La mise en œuvre de ces différents outils en fonction des types d'impacts est correctement décrite. Les éléments complémentaires suivants peuvent être apportés.

Si les données de houle et de niveau d'eau (marégraphe) sont d'accès libre via les bases de données en ligne CANDHIS (<http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr>) et REFMAR (<http://refmar.shom.fr>), les données Météo-France sont en revanche payantes. Il est donc nécessaire de prévoir un accord ou un marché avec eux. Dans le cadre d'une telle collaboration, il serait également utile de commander une sortie du modèle de surcote de Météo-France car le niveau d'eau mesuré dans les ports est un niveau global incluant à la fois la marée et la surcote. Or, il est utile de pouvoir estimer leur part respective afin d'identifier quel paramètre est responsable de l'élévation temporaire du niveau de la mer et mieux comprendre les mécanismes locaux de la submersion.

Concernant les outils d'observation sur le terrain, le GPS à main peut être également utilisé pour délimiter la position nouvelle du trait de côte car sa précision (métrique) peut être suffisante en planimétrie (sauf sous les arbres). La précision est par contre insuffisante en altimétrie et il est en effet nécessaire d'avoir recours à un GPS différentiel pour les profils de plage tel que pratiqué dans le cadre de l'*Observatoire de la dynamique côtière de la Guyane*.

Par ailleurs, il peut être utile de connaître au préalable l'altitude de certains points de repère en haut de plage, comme celle d'un muret, afin de pouvoir exploiter les photographies de manière plus quantitative. Par exemple, si l'on sait que le mur d'une maison est à 4m NGG et que l'eau a atteint son pied, il est plus aisé d'estimer l'altitude atteinte par la mer. Cette information est primordiale pour la réalisation des PPRL où les données historiques sont utilisées pour la cartographie des zones d'aléa. Une campagne de bornage GPS des repères sur les sites les plus sensibles peut donc être envisagée à cette fin.

Pour les photographies acquises au moyen d'un appareil contenant un GPS, il est à noter que le logiciel libre Geosetter® (<http://www.geosetter.de/en/>) permet d'afficher la position de chaque image et du cheminement (track) réalisé par l'opérateur. Il ne permet pas cependant de gérer une

base d'image en ligne (d'autres ressources payantes existent) et de la référencer avec des mots clés (tags).

Dans le cas des mesures topobathymétriques, il est nécessaire d'avoir des chantiers de levé pas trop denses afin qu'ils puissent être réalisés rapidement avant que la situation ne revienne à la « normale » (en 24h).

Enfin, pour avoir un diagnostic quantitatif sur un secteur assez étendu, il peut être intéressant d'extraire des indicateurs (position du trait de côte, superficie perdue,...) des images satellites issues de la station SEAS. L'intérêt est notamment de pouvoir remonter dans le temps (images d'archive) et d'avoir une analyse comparative avant/après l'évènement.

4. Formulaire de terrain

Le formulaire de terrain annexé à Moisan (2015) est globalement adapté aux attendus des visites de terrain post-tempête. Il convient toutefois de rajouter :

- l'heure de visite, surtout si la visite se fait pendant l'évènement (afin de situer par rapport à la période pic) ;
- une précision sur le type de limite de submersion observée (limite instantanée pendant la tempête ou limite déduite a posteriori à partir de la laisse de mer) ;
- l'avancée possible du « trait de côte » ;
- les impacts sur les infrastructures portuaires (si tant est que les ports puissent être impactés en Guyane).

A partir de ces éléments une nouvelle fiche adaptée est proposée (cf.)

Par ailleurs, une fiche tempête a été établie dans le cadre de l'observatoire de la côte Aquitaine (OCA). Cette fiche présentée en Annexe 2 et qui peut également servir d'exemple pour faire évoluer le formulaire de terrain qui sera en définitif utilisé.

		N° FICHE : _____	
OBSERVATOIRE DE LA DYNAMIQUE COTIERE DE LA GUYANE Observations de terrain			
Nom de l'opérateur :		Organisme :	
Commune :		Nom du site :	
Coefficient de marée :		BM à	PB à
Date :		Heure :	
Observations / événement		☐ AVANT	☐ PENDANT ☐ APRES
Point GPS - Système de coordonnées :		X :	Y :
PLAN DE SITUATION			
DESCRIPTION DU SITE			
Côte sableuse	☐ DUNE ☐ PLAGE	☐ OUVRAGE DE PROTECTION ☐ FORET	
Côte rocheuse	☐ PLAGE	☐ OUVRAGE DE PROTECTION	
Zone humide	☐ MANGROVE ☐ POLDER	☐ OUVRAGE DE PROTECTION ☐ CHENAL	
SUBMERSION			
La mer a-t-elle franchi le cordon sableux ou un ouvrage de protection ?		☐ OUI	☐ NON
Traces d'écoulement ? (photos + point GPS)		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Limite atteinte par la submersion :			
N° Photo :	Repère :	cote :	
Point GPS :			
Hauteur estimée ou mesurée par rapport à un repère fixe (cordon, ouvrage, repère divers) :			
N° Photo :	Repère :	cote :	
Commentaire :			
EROSION ET EVOLUTION MORPHOLOGIQUES			
Le départ de sable est-il apparent ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Evolution du trait de cote ?		☐ AVANCEE	☐ RECU
N° Photo :			
Point GPS :			
Affouillement sous les aménagements ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Apports de sable ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Apports de débris ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Commentaire :			
DEGATS			
Bâtis ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Routes et chemins ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Réseaux ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Ouvrages de protection ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Ouvrages portuaires ?		☐ OUI	☐ NON
N° Photo :			
Point GPS :			
Commentaire :			

Illustration 2 – nouvelle fiche de terrain proposée

5. Déclenchement des suivis

Il est fait référence dans le protocole de Moisan (2015) à des événements « majeurs » ou « de grande ampleur » pour lesquels des moyens plus « complets » d'observations seraient mis en œuvre (survol aérien, levé topobathymétrique). Cette gradation dans les moyens est pertinente mais il est dès lors nécessaire de définir ce qui est un événement majeur. Le seuil de déclenchement peut être établi selon :

- la zone géographique impliquée (impact local ou sur l'ensemble de la côte guyanaise) ;
- la durée de l'évènement (+/- 24 h ?) ;
- l'occurrence ou l'intensité d'un paramètre ou d'une combinaison de paramètres (houle/marée/surcote ?).

A ce stade, les tempêtes affectant le littoral guyanais et leurs impacts ne sont pas suffisamment décrites afin que nous puissions trancher sur un seuil en particulier.

Moisan (2015) propose de manière pragmatique de s'appuyer sur les remontées d'informations des collectivités pour déclencher la visite d'un site avec priorisation si nécessaire par la DEAL. C'est ce qui se passe à la Réunion à la suite d'un cyclone par exemple (collaboration DEAL/BRGM). Cette manière de procéder permet de se focaliser là où il y a une demande, par contre elle ne permet pas d'anticiper l'évènement.

Dans le cadre du Réseau Tempête, les seuils d'impacts ont été identifiés (par exemple Hauteur significative de la houle supérieure à 4 m pour une visite sur le terrain) et une routine informatique permet de lire quotidiennement les sorties de modèles de prévision de houle afin d'envoyer un email aux opérateurs à l'arrivée d'un événement (3 jours avant). Cette anticipation permet de s'organiser et d'être présent au moment de la tempête plutôt que systématiquement a posteriori.

Il est donc proposé d'opérer par remontée d'information et d'analyser la pertinence de recourir à un système automatique. Dans le second cas, une étude approfondie des tempêtes en Guyane et des seuils d'impacts est requise. La possibilité d'utiliser les alertes Météo-France (émises à l'échelle départementale) doit être également abordée.

6. Archivage et exploitation des informations

Moisan (2015) propose de centraliser l'information au niveau du BRGM au moyen d'une personne référente chargée de récolter les données et de produire une synthèse sur l'évènement.

Les informations revêtent plusieurs formes. Il s'agit de sites web (données météo-marines), de formulaires papier ou numériques (scannés ou mis au propre sur fichier), de photographies numériques, de fichiers de points GPS. Ces données peuvent donc être trop lourdes (photographies) pour être transmises par mail et les opérateurs trop distants pour échanger une clé USB dans un court délai.

Dans ce contexte deux solutions apparaissent : un espace FTP ou une BD en ligne.

La plus simple revient à ouvrir un espace FTP (sur serveur BRGM par exemple) ou un espace dédié en ligne via un serveur gratuit (*dropbox* par exemple) avec un mot de passe pour y déposer et récupérer des fichiers. L'avantage est la facilité et le faible coût de mise en œuvre, l'inconvénient est que certains organismes peuvent avoir du mal à se connecter et qu'à moins d'une bonne administration du dossier, il peut vite devenir difficile de s'y retrouver dans des fichiers mal nommés ou identifiés. Une proposition d'architecture du dossier FTP peut être d'avoir un dossier par évènement classé selon sa date inversée de début (20150602 par exemple pour le 02/06/2015) avec à l'intérieur un dossier pour les mesures météo-marines et un dossier pour les données de terrain. Dans le dossier « mesures », un dossier par type de mesure (houle, vent, etc.). Dans le dossier « terrain », un dossier par site visité comprenant lui-même les photos, les points GPS et le formulaire.

La base de données en ligne telle que déployée par le Réseau Tempête permet à l'opérateur de saisir directement ses observations (formulaire, photos, etc.) sur le site via un accès par mot de passe, ou directement sur le terrain au moyen d'un smartphone (application dédiée à développer pour mettre en relation l'appareil photo et le système de géolocalisation du téléphone).

La BD génère ainsi automatiquement des états de restitution soit sous forme de fiche (actuellement), voire sous forme de carte ou de graphique (à venir). Ce système offre donc une exploitation et une agrégation instantanée des informations mais son coût et sa complexité de mise en œuvre nécessitent de passer par un prestataire spécialisé.

Il convient néanmoins de mieux connaître la fréquence des tempêtes et le flux de données à traiter avant d'envisager des moyens de ce type. D'ici là, la solution par FTP semble adaptée. Une méthode « pas-à-pas » peut être diffusée aux partenaires pour décrire comment se connecter.

7. Réseau d'opérateurs et formation

Compte-tenu de l'étendue du territoire littoral guyanais et du besoin de réactivité des observations vis-à-vis d'un événement, il est nécessaire d'envisager l'intervention simultanée de plusieurs opérateurs sur le terrain. Dès lors un réseau de partenaires doit être identifié. Moisan (2015) propose, sur la base des sites de l'Observatoire de la dynamique côtière, l'intervention du BRGM et de la DEAL sur la presqu'île de Cayenne ; de la Mairie de Kourou sur le littoral Kouroucien et de la Réserve de l'Amana et de la mairie d'Awala-Yalimapo sur les côtes de Yalimapo. Le BRGM se chargerait des suivis complets.

La possibilité d'intervenir sur un site non couvert par l'Observatoire doit également être prévue. En outre, afin de pouvoir réagir le moment venu, il est conseillé d'avoir au moins deux référents avisés par structure afin de garantir la disponibilité d'un opérateur.

Pour les suivis « simples » (formulaire, photos, GPS à main, mètre ruban), les opérateurs non-spécialistes doivent être formés afin que soit précisé ce qui est attendu. Une sortie de terrain peut donc être organisée sur chacun des sites principaux (Cayenne, Kourou, Awala-Yalimapo) afin de réaliser un « suivi test ». Les indicateurs et les termes sont ainsi explicités (« laisse de mer » ; « niveau instantané », etc.) et les modalités d'observations (prises de vues panoramiques et zoom sur un objet ; points GPS, etc.) mises en pratiques. La restitution des données est ensuite opérée en bureau afin de s'assurer que les données sont bien structurées et correctement diffusées sur le FTP par le partenaire.

8. Conclusion

Pour conclure, le protocole élaboré par Moisan (2015) est globalement opérationnel moyennant quelques éléments à rajouter au formulaire de terrain et aux modalités de diffusion des observations.

Il est proposé de commencer les observations dès la prochaine tempête et d'évaluer si un mode de déclenchement et de bancarisation plus élaboré est ou non nécessaire. Si le souhait est de structurer davantage le réseau de suivi, une étude préalable sur la caractérisation des tempêtes en Guyane sera nécessaire (historique, paramètre de forçages impliqués, impacts connus et relations de cause à effets entre les forçages et les impacts) afin de définir des seuils utiles pour le déclenchement hiérarchisé et anticipé des observations.

Dans tous les cas, une formation sur le terrain et en bureau des opérateurs non-spécialistes est indispensable préalablement aux premières observations. Pour cela, un protocole de mesure doit être prévu afin de permettre un remplissage homogène des formulaires de terrain.

Par ailleurs, il pourrait être envisagé de faire un bilan annuel des « évènements » sous forme d'un rapport ou plus simplement sous la forme d'un tableau de bord. Cela permettrait de faire une analyse critique visant à améliorer ce réseau tempête au fur et à mesure.

Annexe 1

Proposition de protocole par Moisan (2015)

**Proposition d'un protocole de suivi des événements
exceptionnels liés aux aléas littoraux en Guyane dans
le cadre du développement de l'Observatoire de la
dynamique côtière**

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

Table des matières

1 Contexte et objectifs	3
2 Exemples de suivis post-tempêtes réalisés sur les côtes françaises	4
2.1 Base de données d'observation des effets de la tempête Xynthia sur le littoral (Garcin et al. 2011)	4
2.1.1 Contexte	4
2.1.2 Méthodologie	4
2.2 « Réseau tempête » Languedoc-Roussillon (De la Torre et al. 2013)	5
2.2.1 Contexte	5
2.2.2 Méthodologie	6
2.3 Suivis post-tempêtes de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)	7
2.3.1 Contexte	7
2.3.2 Méthodologie	7
3 Recommandations	8
3.1 Proposition d'une méthode de collecte des informations sur les événements météo-marins affectant le littoral (Indicateur de suivi)	8
3.1.1 Recensement des impacts	8
3.1.2 Collecte des données océanographiques et météorologiques	9
3.2 Coordination du suivi et collecte des informations	10
3.2.1 Déclenchement des observations sur le terrain	10
3.2.2 Collecte des enregistrements des réseaux de mesures	10
3.2.3 Mutualisation des informations	11
3.3 Réseau d'acteurs susceptibles de réaliser le suivi	11
4 Bibliographie	12
5 Annexe	13
5.1 Proposition d'une trame pour la réalisation d'une fiche de renseignement	13

Index des illustrations

Illustration 1: Protocole de suivi du "Réseau Tempête" dans le Languedoc-Roussillon (Balouin et al., 2011)	6
--	---

Index des tableaux

Tableau 1: Structuration des observations réalisées suite à la tempête Xynthia (D'après Garcin et al., 2011)	6
Tableau 2: Indicateurs de suivi post-événement de l'impact de la houle sur le littoral	10
Tableau 3: Méthode de suivi post-événement des impacts de la houle sur le littoral	11
Tableau 4: Données météo-marines à collecter suite à un événement de forte houle	12
Tableau 5: Acteurs pressentis pour la réalisation des observations sur le terrain	13

Auteurs	Organismes	Date
Manuel MOISAN	Consultant indépendant	11 mars 2015
	DEAL	
	BRGM	

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

1 Contexte et objectifs

La DEAL Guyane en collaboration avec le BRGM mettent en œuvre un Observatoire de la dynamique côtière, conformément aux dispositions de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte, afin d'assurer la mobilisation de l'information sur l'évolution du littoral auprès des acteurs locaux.

Le projet d'Observatoire de la dynamique côtière de Guyane a pour objectif d'être un outil pérenne d'acquisition, de capitalisation et de valorisation de la donnée sur la dynamique côtière, ainsi que d'appui aux politiques publiques de gestion du littoral.

Les principales missions de cet observatoire sont donc pour l'ensemble de la côte Guyanaise :

- de se doter d'un outil d'observation pérenne du littoral et d'un socle solide de connaissances sur l'ensemble de la bande côtière de la Guyane relatifs aux aléas côtiers (érosion, submersion, envasement, etc.) ;
- de mettre en cohérence et de valoriser l'ensemble des démarches d'observation du littoral réalisées en Guyane ;
- d'apporter des éléments d'expertises et d'aide à la décision pour la gestion cohérente et durable du littoral auprès des collectivités territoriales et des gestionnaires des espaces littoraux.

L'évaluation de l'impact des événements extrêmes ne fait actuellement pas l'objet d'un suivi homogène et généralisé sur le littoral de Guyane. Cette expertise a pour objectif de proposer un protocole de suivi post-événements pour permettre de formaliser les observations de terrain et d'instaurer une démarche de retour d'expérience.

Sur la base des exemples nationaux, un dispositif de suivi des événements météo-marins affectant la zone côtière est proposé à l'échelle régionale. Il s'appuie sur des indicateurs et des méthodes de suivi harmonisés.

L'analyse du retour d'expérience des impacts liés à ces événements devra permettre d'alimenter la réflexion sur la mise en place d'une politique durable d'aménagement et de gestion du littoral sur le plus long terme. En effet, le suivi des événements extrêmes contribuera à :

- améliorer les connaissances sur l'évolution du littoral ;
- mieux caractériser les aléas érosion et submersion marine pour la prévention des risques côtiers ;
- évaluer l'efficacité des moyens de gestion et de protection mis en œuvre sur le territoire.

La mise en place d'un protocole de suivi des événements extrême devra permettre d'assurer une collecte organisée et cohérente des informations nécessaires sur les événements majeurs. En outre, la méthodologie proposée reposera sur la coordination des différents participants et la mutualisation des observations à l'échelle régionale.

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

2 Exemples de suivis post-tempêtes réalisés sur les côtes françaises

En France, il existe localement quelques exemples d'organisation de suivis post-tempêtes. Ils s'appuient généralement sur les outils d'observation du littoral mis en œuvre à l'échelle régionale à la suite d'événements majeurs ayant affectés le littoral (tempête ou cyclones dans les DOM-TOM par exemple). Quelques uns de ces dispositifs sont présentés dans les paragraphes ci-après.

2.1 Base de données d'observation des effets de la tempête Xynthia sur le littoral ([Garcin et al. 2011](#))

2.1.1 Contexte

Le BRGM en collaboration avec l'ONF a réalisé une mission de terrain suite au passage de la tempête Xynthia (28 février 2010). L'objectif de cette mission était de recueillir des informations sur les évolutions morphologiques du littoral, les niveaux d'inondations maximum, les dégâts induits et les processus s'étant produits durant cette tempête. A la demande de la DGPR, les observations recueillies sur le terrain ont été structurées et homogénéisées pour être intégrées dans une base de données.

2.1.2 Méthodologie

Les informations qui ont été recueillies sur le terrain sont de natures diverses :

- limite de submersion atteinte lors de la tempête ;
- hauteur maximale de la submersion par rapport au sol (à partir des traces laissées sur les murs par exemple) ;
- informations sur le recul du trait de côte (évaluée ou mesurée);
- informations sur l'érosion des plages et les modifications morphologiques ;
- affouillement sous le bâti ;
- dommages affectant le bâti ou les infrastructures.

Les relevés détaillés des observations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Catégories	Champs
Caractéristiques générales du point d'observation	- Nom du point - Commune - Coordonnées GPS - Date
Observations sur la submersion marine	- Submersion - Hauteur max/sol - Limite de submersion - Commentaire sur la submersion
Observations sur les évolutions morphologiques	- Érosion du trait de côte - Recul du trait de côte - Érosion de la plage - Valeur de l'érosion de la plage - Affouillement - Valeur de l'affouillement - Apport de sable

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

	- Apport de débris - figures de courant - Commentaire sur la morphologie
Observations sur les dégâts occasionnés	- Dégât bâti - Intensité de dégâts du bâti¹ - Dégât des réseaux - Dégâts des infrastructures - Commentaire dégât

Tableau 1: Structuration des observations réalisées suite à la tempêtes Xynthia (D'après Garcin et al., 2011)

L'ensemble de ces informations a été saisi dans une base de données réalisée sous ACCESS (Microsoft). Ces informations sont complétées et illustrées par des photographies prise sur le terrain. Des formulaires permettent de filtrer les enregistrements par thèmes ou par localisation géographique.

Cet exemple a pour avantage de présenter un cadre pour le suivi des impacts d'un événement majeur, par ailleurs il propose un système permettant de capitaliser les informations recueillies dans une base de données.

2.2 « Réseau tempête » Languedoc-Roussillon ([De la Torre et al. 2013](#))

2.2.1 Contexte

Depuis 2011, le BRGM coordonne la mise en œuvre d'un « Réseau Tempête » de surveillance des tempête et de leurs impacts sur le littoral de la région Languedoc-Roussillon. L'objectif de cette démarche est de mutualiser et homogénéiser les démarches existantes en matière de suivi des tempêtes et de leurs impacts, et de les généraliser sur l'ensemble du littoral de la région Languedoc-Roussillon en s'appuyant sur la mise en réseau des organismes et services administratifs.

2.2.2 Méthodologie

La mise en place de ce réseau repose sur les éléments suivants :

- la constitution d'un réseau partenarial, à l'échelle régionale, d'organismes volontaires et impliqués sur le suivi des tempêtes ;
- la définition de sites de suivi minimum (32 « Points Fixes » et 3 Stations Vidéo) et l'harmonisation des méthodes de suivi validées sur le terrain (rencontres dans chaque département) ;
- la mise en place d'outils pour le déclenchement des suivis (message automatique d'information tempête) et la mutualisation des informations (plate-forme FTP accessible aux partenaires).

1 L'intensité de l'endommagement a été évaluée comme suit :

- D0 : Absence de dommages pour le bâti. Les dégâts ne concernent que les aménagements intérieurs (réseau électrique, enduits, plâtres, peintures, papier peint, etc.) ou le mobilier.
- D1 : Endommagement sans altération de la structure, le bâtiment est habitable (portes fenêtres ou ouvertures cassées, murets ou clôtures couchés ou partiellement détruits)
- D2 : Endommagement de structures non porteuses, le bâtiment est réhabilitable après travaux. Forte érosion du sol, les fondations sont exposées.
- D3 : Endommagement des structures porteuses, le bâtiment n'est pas réhabilitable. Il peut s'agir de la perte d'appui des fondations, de l'endommagement de poteaux ou de murs porteurs et même d'un effondrement partiel.
- D4 : Destruction quasi-totale à totale du bâtiment. Effondrement complet de la structure

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

Un dispositif de suivi homogène des tempêtes est proposé à l'échelle régionale. Il s'appuie sur la collecte d'indicateurs selon des méthodes de suivi et une procédure distinguant trois types d'interventions selon les seuils de déclenchement préalablement définis par rapport à la hauteur de la houle ($H_s^2=3m$ « suivi léger » ; $H_s=4m$ « suivi amélioré » ; $H_s>5m$ « suivi complet ») (Balouin *et al.*, 2011).

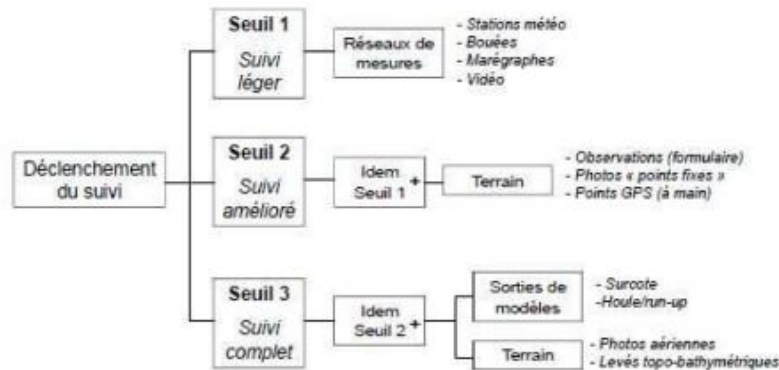


Illustration 1: Protocole de suivi du "Réseau Tempête" dans le Languedoc-Roussillon (Balouin *et al.*, 2011)

Les partenaires du réseau sont automatiquement alertés par courriel en se basant sur les prédictions du modèle Prévimer³, ce qui permet le déclenchement des observations sur le terrain en certains points du territoire. Les données collectées sont ensuite mutualisées et valorisées au sein d'une base de données.

Un réseaux de points fixes d'observation a été préalablement défini, représentant les secteurs sensibles du littoral. Il sert notamment de base pour les prises de vue photographiques.

Le « Réseau Tempête » s'appuie donc, sur une coordination du réseau d'acteurs, des outils fiables de prévisions des événements avec un protocole de suivi harmonisé et système de mutualisation des observations au sein d'une base de données.

2.3 Suivis post-tempêtes de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)

2.3.1 Contexte

Dans le cadre des missions, l'OCA réalise régulièrement des expertises post-tempêtes. Suite aux tempêtes survenues entre décembre 2013 et janvier 2014, un diagnostic des impacts sur le littoral aquitain a été établi à partir des observations réalisées par le BRGM et l'ONF relatives aux phénomènes d'érosion côtière et du submersion marine (Mallet *et al.*, 2014). Les observations de terrains ont couvert l'ensemble du littoral aquitain (270 km).

2.3.2 Méthodologie

Sur le terrain les niveaux extrêmes atteints par la mer ont été relevés (limites d'inondation relevés

² Hauteur significative de la houle

³ Système opérationnel de modélisation permettant de bénéficier de prévision sur l'état de mer à 4 jours en France métropolitaine et quelques DOM (IFREMER, SHOM, Météo-France, IRD, IUEM)

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

à partir des laisses de mer) à l'aide de GPS pour caractériser les zones à risques potentiels de submersion marine. Le recul du trait de côte sur les côtes sableuses a également été quantifié.

Cette expertise a aussi procédé à l'évaluation de la vulnérabilité des différents enjeux exposés aux aléas côtiers (bâti, infrastructures et réseaux).

Parmi les impacts relevés, il est distingué :

- la submersion marine des terrains générant des dépôts de sable et des déchets divers
- la dégradation des digues
- la dégradation des ouvrages côtiers
- la dégradation de routes et de chemins côtiers
- le recul du trait de côte et l'abaissement des plages.
- les brèches dunaires
- les destructions de bâti

D'une manière générale, il n'existe pas de système de déclenchement formalisé, en cas de tempête, le partenariat est alerté par le BRGM par courriel et les informations recueillies par les différents partenaires sont centralisées. Le réseau des collectivités sait qu'il peut s'appuyer sur l'OCA et fait remonter les impacts observés qui peuvent faire l'objet d'un lever spécifique par le BRGM ou l'un de ses partenaires.

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

3 Recommandations pour la mise en place d'un dispositif de suivi des événements extrêmes sur le littoral de Guyane

Ces recommandations ont pour objectifs de définir un cadre stratégique pour le suivi des événements majeurs affectant le littoral de Guyane.

3.1 Proposition d'une méthode de collecte des informations sur les événements météo-marins affectant le littoral (Indicateur de suivi)

3.1.1 Recensement des impacts

- Indicateurs

Les effets de la mer sur le littoral peuvent être caractérisés par une série d'indicateurs selon la nature des impacts. Quelques indicateurs de l'impact de la mer sur le littoral sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Types d'impacts	Indicateurs
Érosion	- Recul du trait de côte - Affouillement sous les aménagements - Ensablement - Brèche - Talus d'érosion
Submersion	- Limite de la laisse de mer - Franchissement des ouvrages de protection ou des cordons sableux - Trace d'écoulement - Trace de submersion - Présence de débris
Dégâts	- Bâti endommagé - Route - chemin côtier - Réseaux - Désordres observés sur les ouvrages de protection (enrochement, perré, mur de soutènement)

Tableau 2: Indicateurs de suivi post-événement de l'impact de la houle sur le littoral

- Méthodes de suivi

Les méthodes de suivi devront être relativement simple à mettre en œuvre (observations visuelles, photographie, point GPS). Cependant des méthodes complémentaires pourront être mises en œuvre en cas d'événement majeur (survol aérien et lever topo-bathymétriques)

Indicateurs	Méthodes de suivi
Érosion	- Observation visuelle sur le terrain - Photographie (terrestre ou aérienne) - lever topo-bathymétrique
Submersion	- Observation visuelle sur le terrain - Photographie (terrestre ou aérienne) - Point GPS (limite de submersion) - Mesure de la hauteur (hauteur max/sol)

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

Dégâts	- Observation visuelle sur le terrain - Photographie (terrestre ou aérienne)
---------------	---

Tableau 3: Méthode de suivi post-événement des impacts de la houle sur le littoral

a) Les observations de terrain

Un certain nombre de données peuvent être relevées de manière quantitative sur le terrain dans les secteurs affectés ou susceptibles d'être affectés lors d'un épisode de forte houle.

Dans la mesure du possible ces observations doivent être effectuées pendant l'événement⁴ et après (au moins dans les 72 heures).

Afin d'homogénéiser les informations recueillies sur le terrain, un exemple de trame pour l'élaboration d'un formulaire est proposé en annexe 1. La réalisation d'un formulaire type devra permettre de faciliter le relever des données par les équipes en charge d'effectuer les observations sur le littoral.

b) Photographie

Les observations directes pourront être accompagnées de prise de vue photographique pour illustrer les impacts constatés. L'angle des prise de vue devra être indiqué, ainsi que les photos légendées (*nom du point d'observation_Communes_date_organismes*). Dans la mesure du possible les prises de vue devront être réalisées avec des points de repères permettant la comparaison des clichés (bâtiments, routes, clôtures, etc.)

c) Survol aérien

Lors d'un épisode de grande ampleur un survol aérien peut être effectué. Si possible, les prises de vue réalisées devront être géolocalisées (GPS intégré à un appareil photo).

d) Mesures de terrain

Un GPS à main de précision métrique peut être utilisé pour lever les limites atteintes par une submersion. Un mètre ruban peut également être utile pour relever le niveau maximal atteint par une submersion par rapport au sol à partir des traces laissées sur le terrain.

Dans le cas des événements majeurs des mesures topo-bathymétriques peuvent également être réalisées pour quantifier le recul du trait de côte ou l'évolution des cordons sableux. Des profils sont régulièrement suivi dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière. Ces profils pourront être levés à la suite d'un événement pour permettre d'évaluer les impacts d'un événement par rapport aux situations précédentes observées.

3.1.2 Collecte des données océanographiques et météorologiques

Afin de caractériser au mieux un événement, il est également important de collecter les données météo-marines. Plusieurs paramètres peuvent permettre de le caractériser (tableau ci-après).

Paramètres	Méthodes de suivi
Vent, Pression, Précipitations	- Stations météorologiques terrestres (Météo-France)
Houle au large	- Mesure bouée Mahury (Direction de la Mer et CEREMA) - Extraction de modèle opérationnel (WaveWatch III, NOAA)
Niveaux d'eau	- Mesures marégraphiques (Direction de la Mer et SHOM)

4 Si les conditions météorologiques ne mettent pas en danger les opérateurs sur le terrain

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

Tableau 4: Données météo-marines à collecter suite à un événement de forte houle

a) Niveau de la mer

Les niveaux marégraphiques permettent d'apprécier la surcote générée par la marée astronomique, météorologique (liée à la pression et au vent) ainsi que le set-up (surcote liée au déferlement des houles).

b) Houle

La houle est le paramètre qui est généralement responsable des dégâts à la côte. L'énergie de la houle est caractérisée par sa hauteur significative (Hs) et sa période (T) au large.

Ces données peuvent être directement mesurées *in-situ* à partir de la bouée installée au large de l'estuaire du Mahury⁵ (réf : 97302) ou bien à partir des données issues des modèles de simulation de l'état de mer (WaveWatch III, NOAA).

c) Paramètres météorologiques

Les paramètres météorologiques sont collectés par le réseau de stations de suivi installés par Météo-France. Ces stations permettent de collecter des données sur le vent, la pression atmosphérique et les précipitations.

3.2 Coordination du suivi et collecte des informations

3.2.1 Déclenchement des observations sur le terrain

Le déclenchement des suivis peut s'appuyer sur le réseau des collectivités ou l'un des partenaires techniques de l'Observatoire qui peuvent faire remonter les impacts locaux sur le littoral suite à un épisode de fortes houles. Le BRGM ou la DEAL peut ensuite coordonner la mise en œuvre des visites sur le terrain.

3.2.2 Collecte des données météo-marines issues des réseaux de mesures

Pour chaque événement la récolte des données météo-marines auprès des institutions de référence devra être organisée (Direction de la Mer, SHOM, CEREMA, Météo-France).

Dans cette optique, la possibilité de mise à disposition des données avec les organismes en charge des réseaux d'observation doit-être étudiée.

3.2.3 Mutualisation des informations

Les informations recueillies sur le terrain par les partenaires impliqués dans la collecte de données pourront être réceptionnées et centralisées par le BRGM qui se chargera de réaliser un rapport de synthèse et d'expertise sur l'événement. Un personne contact devra être identifiée pour se charger de récolter l'ensemble des observations.

A terme, une base de données pourra être mise en place pour capitaliser les données récoltées.

3.3 Réseau d'acteurs susceptibles de réaliser le suivi

Le suivi se limite aux principaux secteurs à enjeux et soumis aux risques côtiers sur le littoral de la Guyane (Ile de Cayenne, Kourou et Awala-Yalimapo). Les acteurs pressentis pour effectuer les observations de terrain sont listés dans le tableau ci-après.

⁵ Actuellement les mesures de la houle sont indisponibles depuis février 2014.

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

Localisation	Acteurs
Ile de Cayenne	- BRGM - DEAL
Kourou	- Services techniques de la mairie de Kourou
Awala-Yalimapo	- Réserve Naturelle de l'Amana - Service techniques de la mairie de Kourou

Tableau 5: Acteurs pressentis pour la réalisation des observations sur le terrain

Deux niveaux d'intervention peuvent être défini, un suivi « simple » à partir des observations renseignées sur le formulaire type de terrain ou un suivi « complet » réalisé par le BRGM (survol aérien et lever topo-bathymétrique) en cas d'événements majeurs.

Par ailleurs, une formation des partenaires devra être organisée. Elle devra permettre de les sensibiliser à la démarche, à la caractérisation des impacts sur le littoral et aux méthodes de suivi généralement employées.

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

4 Bibliographie

Garcin M., Pedreros R., Monfort D., Krien Y. (2011) – base de données d'observation des effets de la tempête Xynthia sur le littoral. Rapport RGM/RP-593995-FR, 23 pages.

De la Torre Y., Balouin Y., Morel O. (2013) - « Réseau Tempête » Languedoc-Roussillon : activité 2012-2013 et développement des outils en ligne. Rapport final RGM/RP-62731-FR, 30 pages.

Balouin Y., De la Torre Y., Tirard E. (2011) – Les tempêtes marines sur le littoral du Languedoc-Roussillon – Caractérisation et faisabilité d'un réseau de surveillance des tempêtes et de leur impacts. Rapport BRGM/RP-59516-FR, 65 pages.

Mallet C., Maugerd F., Millescamps B., Mugica J., Nahon A., Rosebery D., avec la collaboration de Bassibey A., Bouchet C., Capdeville B., Chartier E., Devoti J., Dupont B., Maia J., Perrocheau E., Rambaud D., Raymond V., Robert D. (2014) – Compte-rendu des observations post-tempêtes sur le littoral aquitain (décembre 2013 – janvier 2014). Rapport final BRGM/RP-63182-FR, 81 pages.

Proposition d'un protocole de suivi de l'impact des événements de fortes houles

5 Annexe

5.1 Proposition d'une trame pour la réalisation d'une fiche de terrain type

Caractéristiques générales du point d'observation		
Nom de l'opérateur		
Nom du point d'observation		
Commune		
Date		
Point GPS	X	Y
Plan de situation		
Submersion		
La mer a-t-elle franchie le cordon sableux ou un ouvrage de protection	Oui/Non	
Hauteur max/sol	Valeur estimé ou mesuré	
Trace d'écoulement	Point GPS et Photo	
Limite atteinte par la submersion	Points GPS et Photo	
Commentaire	Champs libre	
Érosion et évolutions morphologiques		
Le départ de sable est-il apparent	Oui/Non Photo	
Recul du trait de côte	Valeur estimé ou mesuré	
Affouillement sous les aménagements	Valeur estimé ou mesuré	
Apport de sable	Photo et point GPS	
Apport de débris	Photo et point GPS	
Commentaire	Champs libre	
Dégâts		
Bâti	Photo et point GPS	
Routes et chemins	Photo et point GPS	
Réseaux	Photo et point GPS	
Ouvrage de protection	Photo et point GPS	
Commentaire	Champs libre	

Annexe 2

Exemple de la fiche tempête établie dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)

 OBSERVATOIRE CÔTE AQUITAINE <i>Réseau d'experts au service du littoral</i>		ID Fiche 	
OBSERVATOIRE DE LA CÔTE AQUITAINE Observations de terrain			
Nom de l'observateur		Prise de vue ☐ OUI ☐ NON	
Date		Heure	
Coefficient de marée		BM à PM à	
Nom de la commune		Nom du site	
Description Site			
Repère Tronçon ☐ Coordonnées GPS Début du tronçon Fin du tronçon X = X = Y = Y = Z = Z = Système de coordonnées: ou du point GPS n° au point GPS n° (transmettre liste des points avec leurs coordonnées) ☐ Points kilométriques du point kilométrique n° au point kilométrique n°		Type environnement ☐ Côte Sableuse ☐ Dune ☐ Ouvrages de protection ☐ Plage ☐ Forêt ☐ Côte Rocheuse ☐ Falaise ☐ Ouvrages de protection ☐ Plage ☐ Zones humides ☐ Schorre/Slikke ☐ Chenal ☐ Polder ☐ Ouvrages de protection Suivi photographique photo n° à photo n°	
Observations			
Impact au milieu naturel ☐ Côte Sableuse État de la plage État du cordon dunaire ☐ Côte Rocheuse État de la plage État de la falaise ☐ Zones humides État de la zone		Dégâts aux ouvrages ☐ Ouvrages de protection État des ouvrages (type d'ouvrages, description des dégâts) ☐ Autres infrastructures État du bâti (type de bâti, description des dégâts) 	



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Direction régionale Guyane
Domaine de Suzini-Route de Monabo
BP 552
97333 – Cayenne – Guyane
Tél. : 05 94 30 06 24