

Document public

Rapport d'expertise :

Expertise du risque de mouvement de terrain sur le littoral de Petit-Havre au Gosier

BRGM/RP-68958-FR
Avril, 2019

Cadre de l'expertise :

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

Date de réalisation de l'expertise : 15 mars 2019

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Plage de Petit-Havre, commune du Gosier, Guadeloupe (971)

Auteurs BRGM : E. Grellier et Y. Legendre

Demandeur : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement et Office National des Forêts

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. Contact : qualite@brgm.fr

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

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

Le BRGM a mis en place un dispositif de déontologie visant à développer une culture de l'intégrité et de la responsabilité dans le quotidien de tous ses salariés.

Après examen, il est ressorti qu'il n'existait aucun lien d'intérêt :

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

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

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Vérificateur :	Date : 14/06/19
Nom : C Garnier	Fonction : Ingénieur risques
Approbateur :	Date : 20/06/19
Nom : Y. de la Torre	Directeur Régional de Guadeloupe

Mots-clés : expertise, appuis aux administrations, mouvement terrain, chute bloc – Gosier, Guadeloupe

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

E. Grellier et Y. Legendre (2019) – Expertise du risque de mouvement de terrain sur le littoral de Petit-Havre au Gosier. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-68958-FR. 26 p., 12 ill., 5 ann.

© BRGM, 2019, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction	5
2. Contexte général	6
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE	7
2.3. HISTORIQUE	9
3. Constat	11
4. Diagnostic	16
5. Risque résiduel	17
6. Recommandations	18
7. Déclaration	19
8. Annexes	20

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation générale (SCAN 25, BD TOP 2017 et Parcellaire 2015 – © IGN) du site concerné	6
Illustration 2 : Localisation détaillée (ORTHO HR 2017, Parcellaire 2015 et Bâti 2017 – © IGN) du site concerné par l'expertise	7
Illustration 3 : Localisation des parcelles concernées sur un extrait de la carte géologique de la Grande-Terre au 1/50 000 (Garrabé et al., 1988) (http://infoterre.brgm.fr). La donnée plus récente concernant les failles apparaît en bleu.....	8
Illustration 4 : Localisation du site expertisé par rapport aux données du modèle numérique de terrain (isolignes 5 m ; pentes (en degrés) issues du traitement des données Litto3D 2013 - © IGN et SHOM)	9
Illustration 5 : Localisation du site expertisé et des parcelles concernées sur un extrait de la carte d'aléa mouvements de terrain (à gauche) et des cartes d'aléas cyclonique et zonage de faille (à droite) au titre du Plan de Prévention des Risques naturels sur la commune du Gosier, approuvé en 2008.....	10
Illustration 6 : Localisation du site expertisé et des parcelles concernées sur un extrait du zonage réglementaire au titre du Plan de Prévention des Risques naturels sur la commune du Gosier, approuvé en 2008.....	11
Illustration 7 : Sectorisation de la partie ouest de la plage de Petit-Havre à partir des caractéristiques morphologiques de l'escarpement.....	12
Illustration 8 : Photographie de la falaise (hauteur ~15 m) au niveau d'un tronçon quasi vertical montrant un exemple de la végétation moyennement dense en tête et pied de falaise et la partie verticale « à nu » - Profil « type » observé sur la zone 3 (extrémité ouest de la plage).....	13
Illustration 9 : A. : Falaise située à environ 20 m de la mer, présence de blocs (volume dépassant parfois 1 m ³) jusqu'à 20 m du pied de la falaise – B. Photographie prise du pied de la falaise, dans la continuité de la	

photographie A, montrant les blocs instables situés en tête de falaise, fortement liés à la végétation encore en place – C. Profil « type » au niveau des deux photographies précédentes. 14

Illustration 10 : Photographie de la falaise montrant un sous-cavage de 2 – 3 m de profondeur sur 3 – 5 m de hauteur 15

Illustration 11 : Photographie prise au niveau du passage entre les deux plages de Petit-Havre, montrant la situation du sentier d'accès, entre la falaise (blocs instables et arbres) et la mer (érosion importante). 15

Illustration 12 : Exemple d'un tronçon de la falaise à stabiliser, avec des blocs instables en tête de falaise, quelques arbres/arbustes participant à la déstabilisation et des indices récents d'éboulement (zones de départs et de sous-cavage) 16

Liste des annexes

Annexe 1 : Fiche de demande d'intervention de la DEAL Guadeloupe en date du 14 mars 2019..... 20

Annexe 2 : Compte-rendu de tournée de l'Office National des Forêts, en date du 02 février 2019 21

Annexe 3 : Demande initiale émanant de l'Office National des Forêts, en date du 18 février 2019, faisant apparaître la nature des travaux recommandés sur le site par la société PL PRO 24

Annexe 4 : Devis réalisé le 13 février 2019 par l'entreprise contactée par l'Office National des Forêts 25

Annexe 5 : Débriefing de l'expertise réalisée par le BRGM le 15 mars 2019, envoyé par message électronique à la DEAL le 18 mars 2019..... 26

1. Introduction

La Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) et l'Office National des Forêts (ONF) de la Guadeloupe ont sollicité le 18 février 2019 (Annexe 1) la Direction Régionale Guadeloupe du BRGM pour réaliser un diagnostic du risque de mouvement de terrain sur le sentier d'accès à la partie ouest de la plage de Petit-Havre, sur le territoire de la commune du Gosier. Cette demande fait suite à une visite de terrain réalisée par l'ONF le 2 février 2019 (Annexe 2) à la demande de la mairie du Gosier concernant une instabilité de la falaise sur la portion de sentier reliant les deux parties de la plage de Petit-Havre. Suite à cette visite de l'ONF, une première signalisation des zones jugées problématiques a été réalisée par des rubalises. La société PL PRO de Saint-François a également été sollicitée pour estimer les travaux à réaliser afin de sécuriser le site. Les objectifs de la mission sont les suivants :

- Identifier la cause de l'instabilité redoutée ;
- Evaluer le niveau de risque ;
- Etablir des recommandations en matière de sécurisation ;
- Evaluer la pertinence des travaux préconisés.

Ce diagnostic a été établi par deux intervenants de la Direction Régionale Guadeloupe du BRGM. Il s'appuie sur des observations visuelles effectuées lors d'une visite du site réalisée le 15 mars 2019. En complément, une analyse des informations disponibles relatives au contexte général est menée au travers de la consultation des bases de données accessibles.

Au-delà, l'expertise s'est également appuyée sur la consultation :

- D'une note de l'ONF : « compte rendu de tournée du samedi 02 février 2019. Site de Petit-Havre en forêt domaniale du Gosier » (Annexe 2) ;
- D'un message électronique constituant la demande initiale d'intervention et faisant apparaître la nature des travaux recommandés par la société PL PRO à Saint-François (Annexe 3) ;
- Du devis réalisé le 13 février 2019 par l'entreprise contactée par l'Office National des Forêts (Annexe 4).

Un débriefing de l'expertise a été réalisé dans un message électronique (transmis à la DEAL le 18 mars 2019, Annexe 5) à l'issue de la visite, formulant les principales mesures de sécurisation recommandées.

L'expertise s'inscrit dans le cadre des missions d'Appui aux Administrations menées par le BRGM au titre de l'année 2019.

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

2. Contexte général

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'expertise du risque de mouvement de terrain a été demandée sur le site de la plage de Petit-Havre, situé sur la commune du Gosier (Illustration 1 et Illustration 2), en particulier sur le sentier reliant les parties est et ouest de la plage (« sentier d'accès »), au niveau des parcelles n° 125 et 146 de la section cadastrale BN.



Illustration 1 : Localisation générale (SCAN 25, BD TOP 2017 et Parcellaire 2015 – © IGN) du site concerné

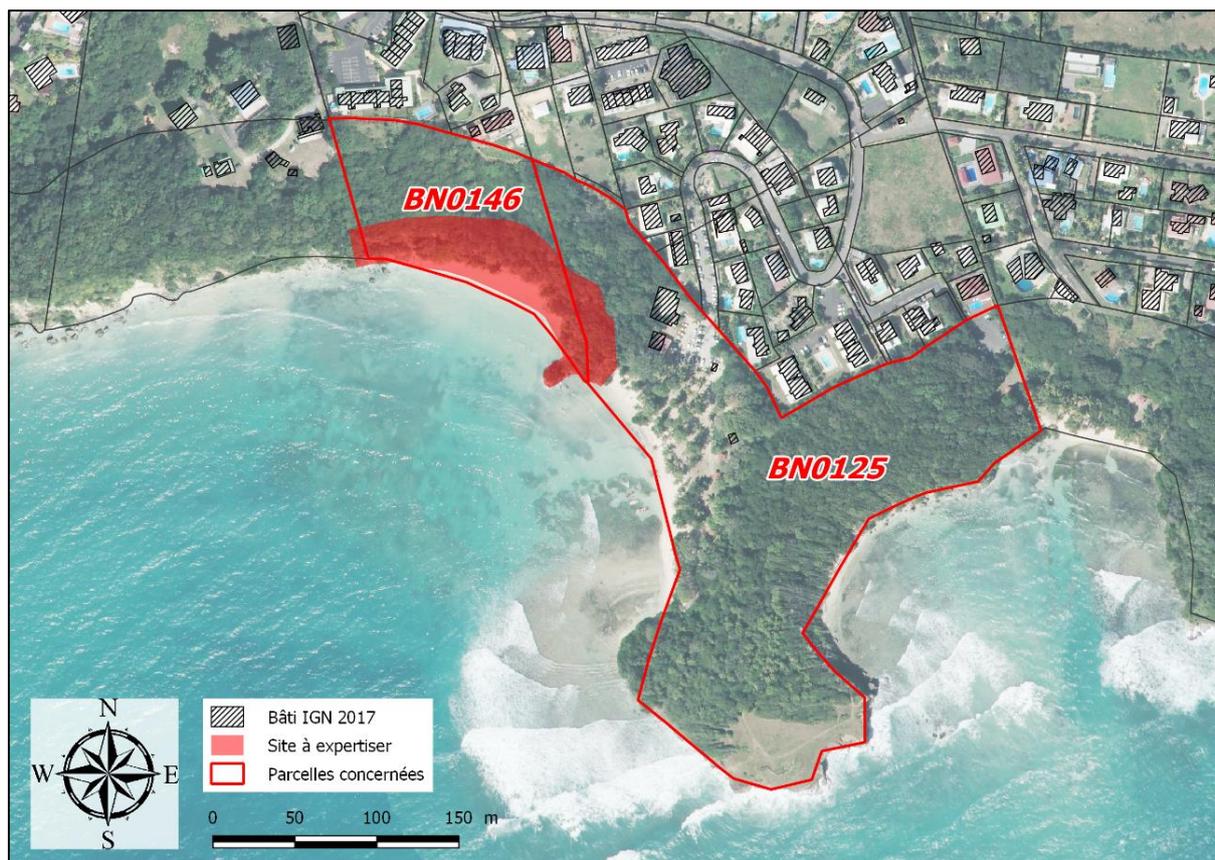


Illustration 2 : Localisation détaillée (ORTHO HR 2017, Parcellaire 2015 et Bâti 2017 – © IGN) du site concerné par l'expertise

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

D'après la carte géologique au 1/50 000 (Garrabé et al., 1988¹) (Illustration 3), le site expertisé est situé dans des formations carbonatées Plio-Pléistocène :

- « p₂-IV » : Calcaires biodétritiques à nodules algaires à niveaux argileux, formation datée du Pliocène supérieur – Pléistocène inférieur ;
- « IVi » : Calcaires à polypiers, formation datée du Pléistocène inférieur, caractérisée par des variations spatiales de faciès. Dans le sud des Grands-Fonds, il s'agit le plus souvent de calcaires à polypiers branchus, dont l'environnement de dépôt est interprété comme des herbiers similaires à ceux du Grand-Cul-de-Sac Marin.

La présence d'une faille d'orientation nord-est – sud-ouest est signalée sur la carte géologique de 1988. Les données plus récentes (Godefroy et al., 1990² et Feuillet, 2000³) signalent la présence d'une faille d'orientation est-ouest, faisant partie du système de failles Gosier–Sainte-Anne (en bleu sur l'illustration 3). L'étude menée par le BRGM sur l'identification des systèmes de failles actives

1 Garrabé, F., & Andreieff, P. (1988). Carte géologique de la France (1/50 000), Feuille Grande-Terre (Guadeloupe). Service Géologique National, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans.

2 Godefroy P., Mouroux P., Paulin C., Rabier P., Rancon J. P., et Sauret B. (1990) - Etude et prévention du risque sismique aux Petites Antilles. Evaluation de l'aléa sismique sur l'archipel de la Guadeloupe. Rapport de synthèse. Rapport BRGM R-30857. 1 volume + 12 pl ht.

3 Feuillet N. (2000) - Sismotectonique des Petites Antilles ; Liaison entre activité sismique et volcanisme. Thèse de Doctorat, Université Paris VII Denis Diderot

(Terrier et al., 2002⁴) classe ce segment en particulier comme une faille moyennement active, avec une bonne connaissance régionale (2C) .

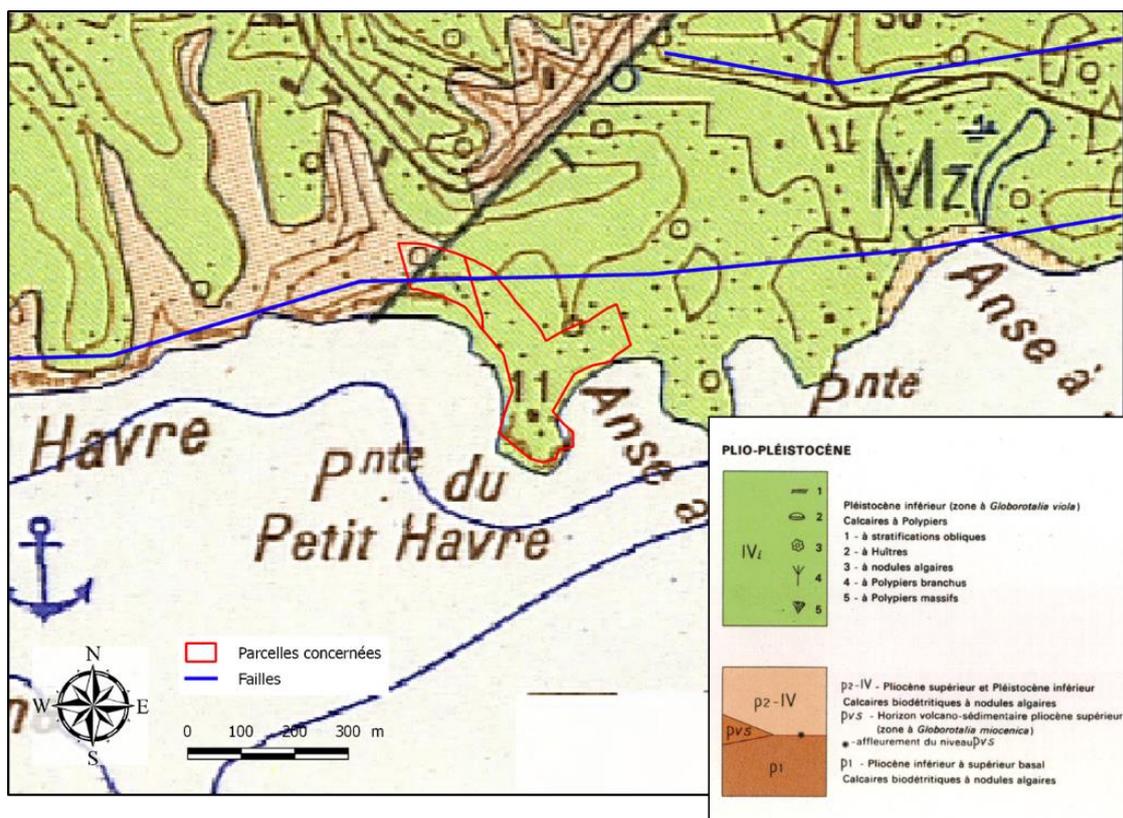


Illustration 3 : Localisation des parcelles concernées sur un extrait de la carte géologique de la Grande-Terre au 1/50 000 (Garrabé et al., 1988) (<http://infoterre.brgm.fr>). La donnée plus récente concernant les failles apparaît en bleu.

Dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS), il n'existe pas de sondage dans un rayon de 2 km autour du site expertisé.

Le site à expertiser se situe sur la plage de Petit-Havre et comprend une portion de sentier permettant de relier les deux parties de la plage. D'un point de vue morphologique, les deux parties se présentent comme :

- A l'ouest, une plage longue de 150 m et large de 5 m, dont l'arrière-plage (partiellement aménagé) est situé à une altitude inférieure à 5 m sur plus de 50 m, ne présente pas de falaise ou de talus, et sur lequel sont installés un parking, un restaurant et des habitations ;
- A l'est, une plage longue de 100 m et dont la largeur varie entre 5 et 20 m. L'arrière-plage (partiellement végétalisé) de cette portion est plus restreint, d'une profondeur de 15 m au maximum, avant d'atteindre une falaise haute d'environ 10 à 20 m.

D'après les données issues du modèle numérique de terrain Litto3D (2013 - © IGN et © SHOM), la falaise se caractérise par des pentes assez fortes, en moyenne supérieures à 30° et atteignant parfois 60° (en bordure ouest de la plage, où la hauteur de falaise atteint 20 m). Au niveau de la portion de sentier entre les deux parties de la plage, la pente est plus faible (d'après les données de Litto3D), autour de 20° en moyenne (Illustration 4).

4 Terrier M. et Combes Ph. avec la collaboration de Carbon D., Grellet B. et Sedan O. (2002) – Failles actives et évaluation de l'aléa sismique : Prise en compte des failles actives dans l'aménagement du territoire aux Antilles (Martinique et Guadeloupe). Partie 1 : Identification des systèmes de failles actives dans l'archipel de la Guadeloupe et l'île de la Martinique. Rapport BRGM/RP-51258-FR. 118 p., 30 fig. 8 tab. 4 ann.

Deux ravines intermittentes (à sec lors de notre passage) traversent le secteur, reliant la plage au sentier de randonnée (« Sentier du littoral ») situé en haut de falaise. Au droit de ces ravines, la falaise est moins haute et présente des pentes plus faibles.

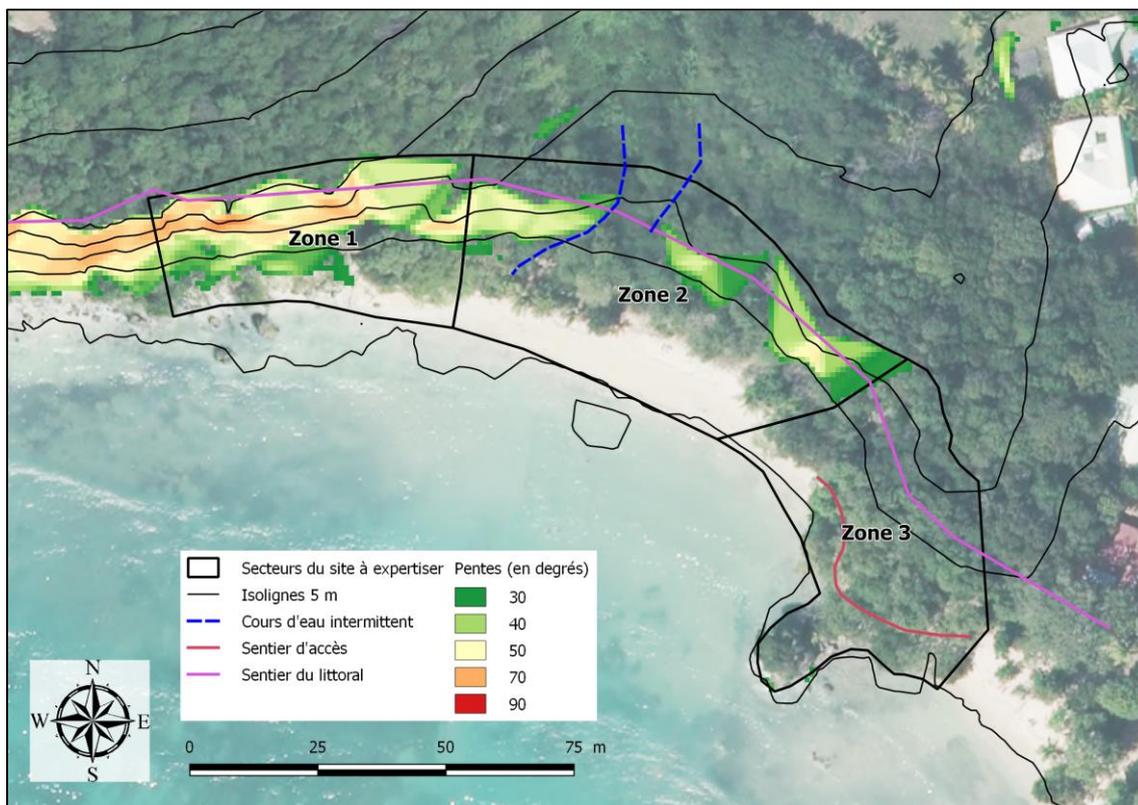


Illustration 4 : Localisation du site expertisé par rapport aux données du modèle numérique de terrain (isolignes 5 m ; pentes (en degrés) issues du traitement des données Litto3D 2013 - © IGN et SHOM)

2.3. HISTORIQUE

La base de données nationale sur les mouvements de terrains (www.georisques.gouv.fr), gérée par le BRGM, ne mentionne pas d'évènement à proximité du site de l'expertise.

La base de données nationale sur les cavités souterraines (www.georisques.gouv.fr) identifie la présence de deux cavités naturelles (Anse à Saint : ANTAW0010578 et Trou à Guimbo : ANTAW0010412 sur la commune limitrophe de Sainte-Anne) situées à moins d'1,5 km de distance vers l'ouest.

La commune a fait l'objet, à ce jour, de deux arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour des phénomènes de mouvement de terrain autres que liés à la problématique « retrait-gonflement des argiles » (www.georisques.gouv.fr) :

- Inondations, coulées de boue, éboulements, glissements ou affaissements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues consécutifs au passage de l'ouragan Luis du 03 au 06 septembre 1995 (971PREF19950020) ;
- Mouvements de terrain du 06 au 07 mai 2012 (971PREF20130027).

La commune fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques naturels multi-aléas, dont un zonage relatif au mouvement de terrain, approuvé le 2 mars 2008 :

- Les parcelles BN n° 125 et 146 sont concernées par de l'aléa mouvement de terrain moyen, et par un aléa mouvement de terrain faible, ce dernier étant spécifique au secteur des Grands-Fonds (Illustration 5, à gauche). Sur ce secteur, le rapport de présentation du PPR précise que « les mouvements de terrains se produisant dans le contexte géomorphologique des Grands Fonds sont exclusivement des phénomènes de chutes de blocs et éboulement. » Le plus souvent, ces phénomènes sont traduits en aléa nul à faible, sauf en quelques rares endroits, en aléa fort ou moyen.
- Les parcelles sont aussi concernées par un aléa zonage de faille relatif au système de failles Gosier-Sainte-Anne (Illustration 5, à droite).
- En ce qui concerne l'aléa cyclonique, seule l'extrémité ouest de la zone d'étude (bas de falaise) est concernée par un aléa fort, alors que la plage en elle-même ne fait pas apparaître d'aléa cyclonique (Illustration 5, à droite).

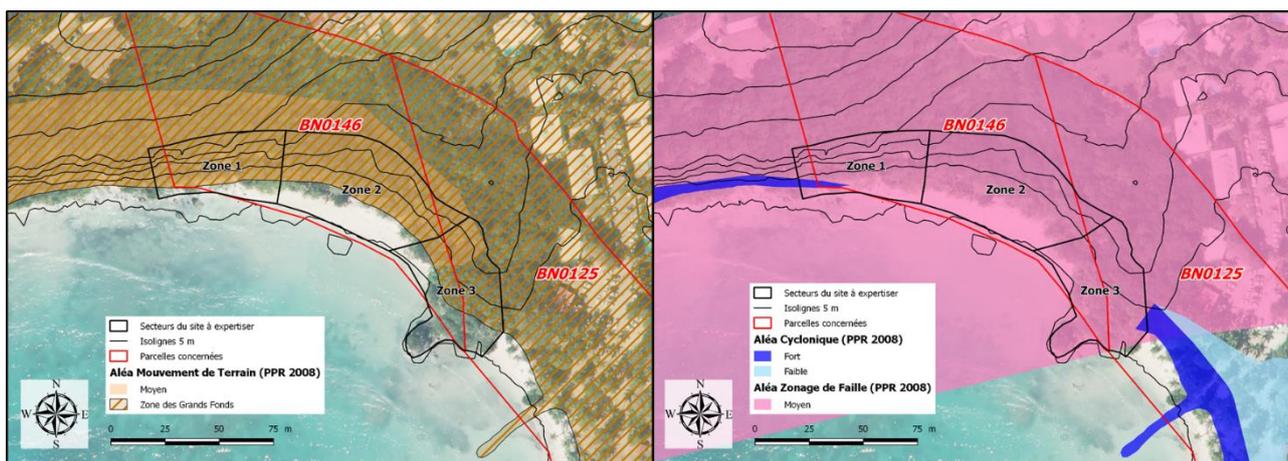


Illustration 5 : Localisation du site expertisé et des parcelles concernées sur un extrait de la carte d'aléa mouvements de terrain (à gauche) et des cartes d'aléas cyclonique et zonage de faille (à droite) au titre du Plan de Prévention des Risques naturels sur la commune du Gosier, approuvé en 2008

Dans le règlement du PPRn applicable à la commune, la recommandation concernant le secteur des Grands-Fonds est de « [...] prendre des dispositions particulières spécifiques et adaptées à une unité calcaire morcelée et karstifiée, comprenant une importante érosion et dont le réseau hydrographique est très ramifié, composé de petites vallées étroites à fond généralement plat séparées par des mornes. »

Au titre du zonage réglementaire du Plan de Prévention des Risques naturels sur la commune du Gosier, les parcelles BN n° 125 et 146 sont concernées par une zone inconstructible, par des zones soumises à des contraintes spécifiques fortes (liées à une zone soumise à opération d'aménagement préalable) et à des dispositions particulières inhérentes au secteur des Grands Fonds (liées à une zone soumise à prescriptions individuelles) (Illustration 6).

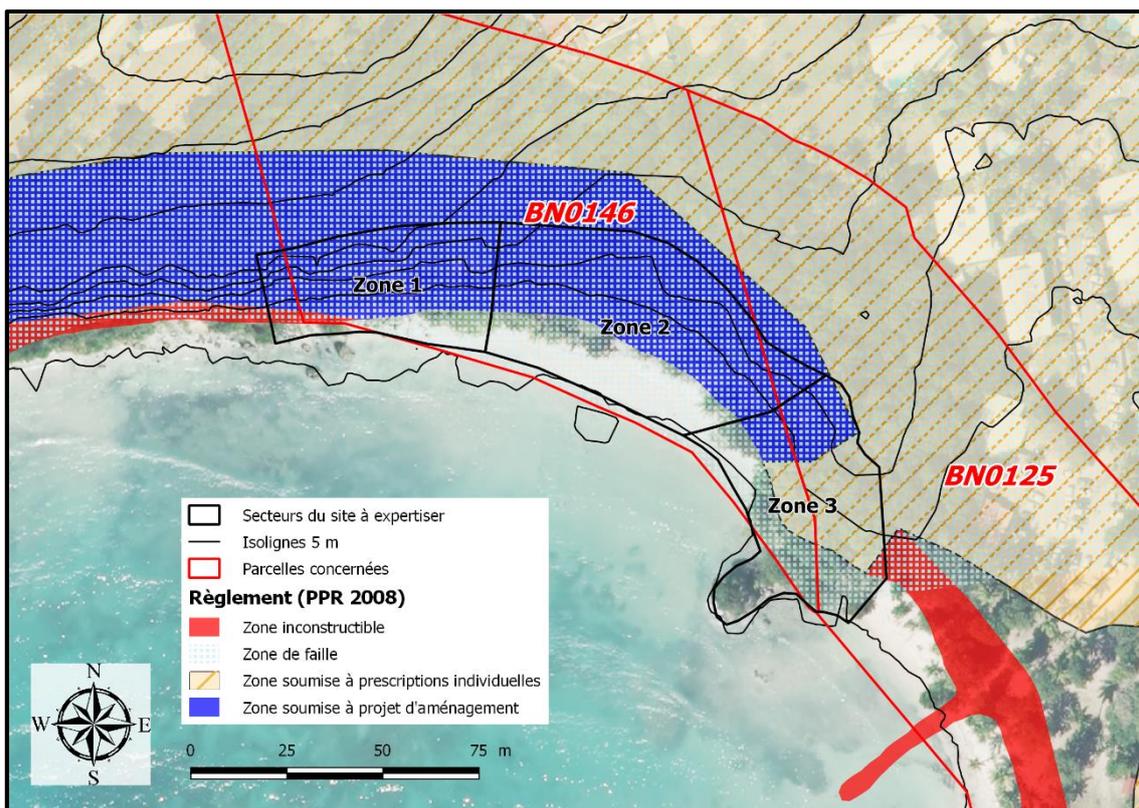


Illustration 6 : Localisation du site expertisé et des parcelles concernées sur un extrait du zonage réglementaire au titre du Plan de Prévention des Risques naturels sur la commune du Gosier, approuvé en 2008

3. Constat

Au cours d'une visite de terrain effectué par le BRGM, le 15 mars 2019, les observations de terrain suivantes ont été réalisées :

- depuis le haut de l'escarpement, accessible par le sentier de randonnée (« Sentier du littoral ») reliant la plage de Petit-Havre aux Salines et qui longe la partie ouest de la plage ;
- depuis le pied de l'escarpement, accessible par la plage et le passage (« Sentier d'accès ») reliant les deux parties de celle-ci.

A partir des caractéristiques morphologiques de l'escarpement, trois secteurs ont été identifiés sur la partie ouest de la plage de Petit-Havre (Illustration 7).

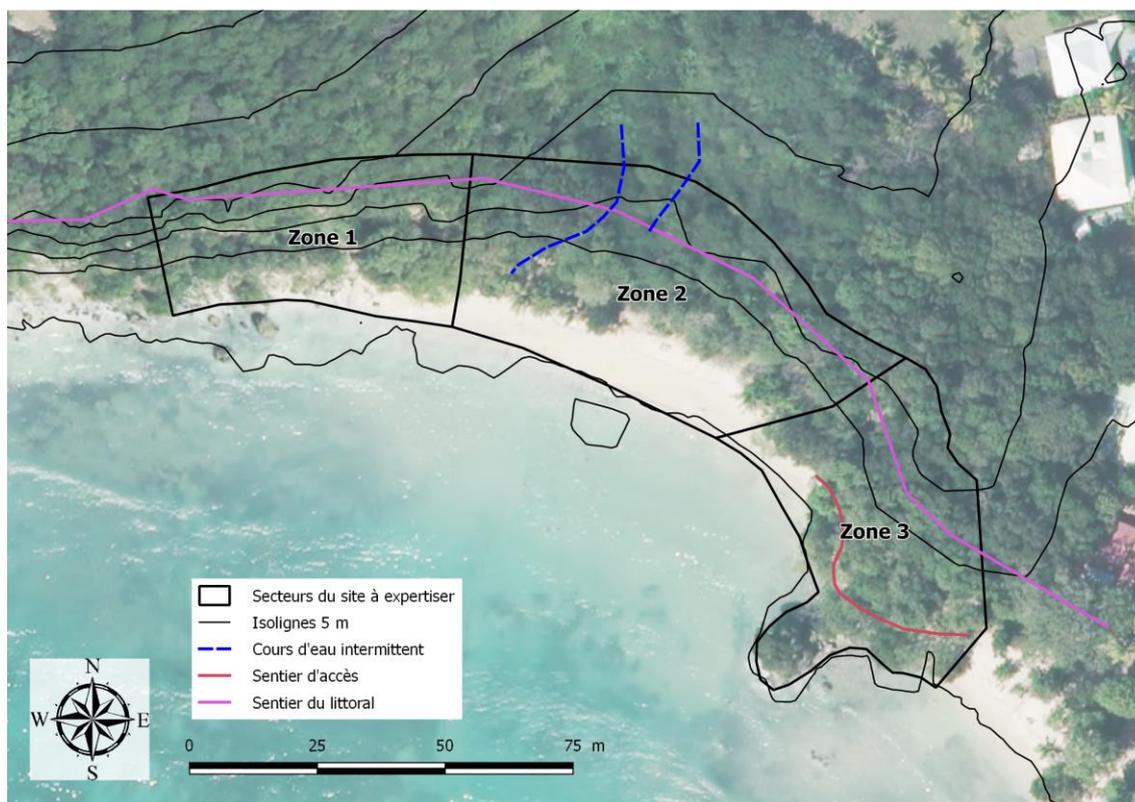


Illustration 7 : Sectorisation de la partie ouest de la plage de Petit-Havre à partir des caractéristiques morphologiques de l'escarpement

Lors de cette visite de terrain, plusieurs observations générales ont pu être réalisées :

- Au niveau de l'escarpement, de façon globale, les pentes vues sur le terrain sont plus fortes que celles résultant de l'exploitation de Litto3D (données de 2013 - © IGN-SHOM), avec localement des portions verticales, voire en surplomb (non visibles sur les données du Litto3D) ;
- Une instabilité de la falaise (description des phénomènes, zone par zone, à la suite) est constatée, en particulier sur les zones 1 (extrémité ouest de la plage) et 3 (à proximité du sentier d'accès à la plage, en rouge sur l'illustration 7) ;
- L'escarpement semble constitué de deux ensembles lithologiques différents :
 - o au sommet, sur quelques mètres d'épaisseur : une roche carbonatée très indurée et fracturée pouvant correspondre à des calcaires à Polypiers (formation « IVi ») ;
 - o au-dessous, sur plusieurs mètres à une dizaine de mètres : une roche carbonatée moins indurée, plus argilisée et sensible à l'érosion, pouvant correspondre à des calcaires biodétritiques à nodules algaires contenant des niveaux argileux (formation « p₂-IV »).

Zone 1 :

L'escarpement est vertical à sub-vertical et présente des hauteurs comprises entre 10 et 20 m (d'après l'analyse des données Litto3 (© IGN-SHOM), les pentes sont en moyenne supérieures à 30° avec des valeurs maximales de 60°). Alors que la tête et le pied de l'escarpement sont fortement végétalisés, l'escarpement est par ailleurs mis à nu dans ses parties verticales (Illustration 8). Sur cette zone 1, la largeur de plage est très réduite (< à 5 m) et de nombreux blocs (volumes pouvant dépasser le m³) sont présents en pied de falaise, sans qu'il ne soit possible d'identifier l'ancienneté de ces chutes de blocs et de caractériser l'activité de la falaise.

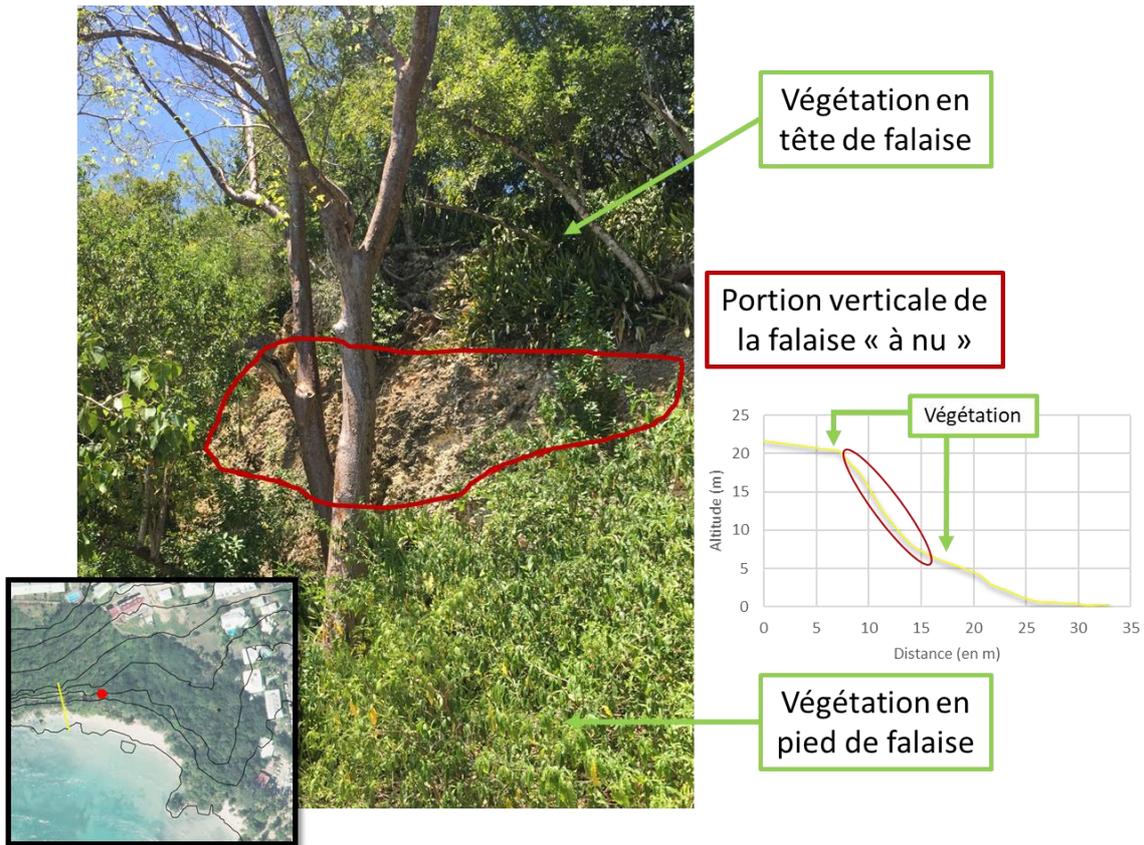


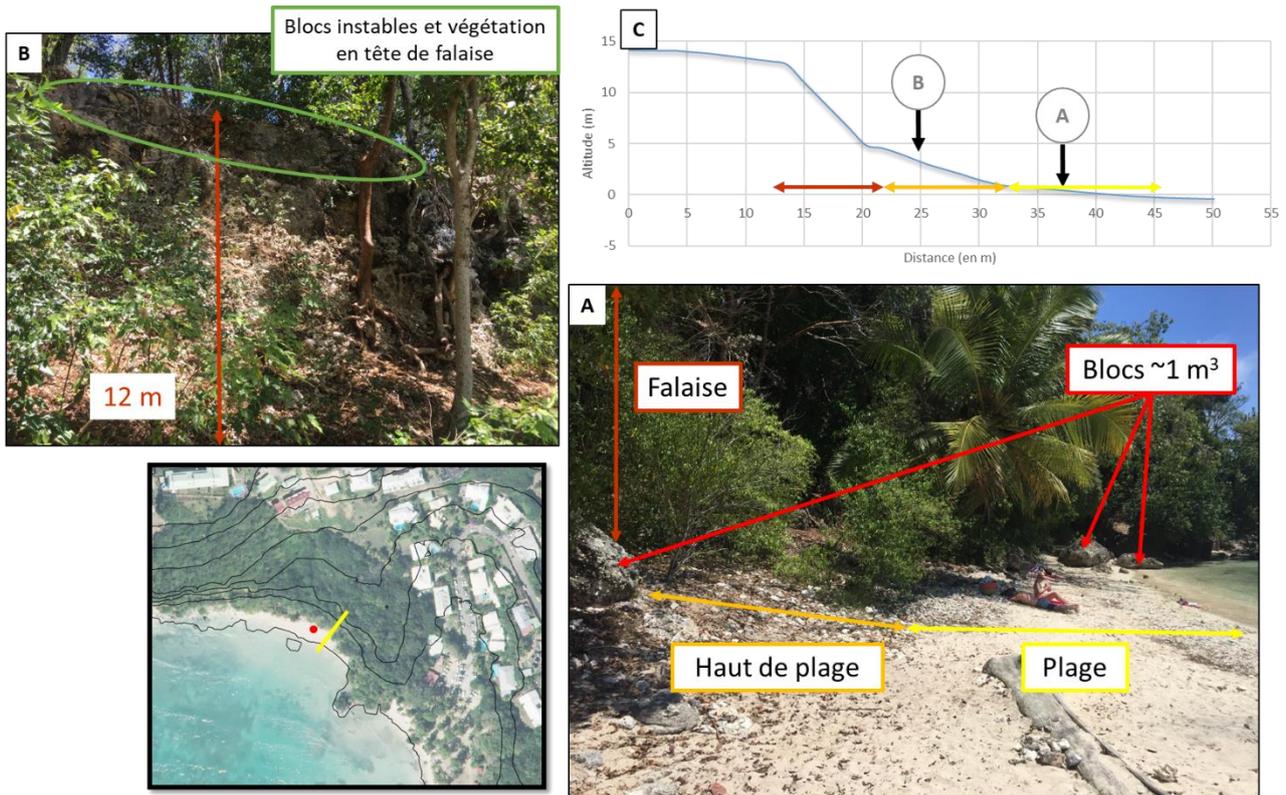
Illustration 8 : Photographie de la falaise (hauteur ~15 m) au niveau d'un tronçon quasi vertical montrant un exemple de la végétation moyennement dense en tête et pied de falaise et la partie verticale « à nu » - Profil « type » observé sur la zone 3 (extrémité ouest de la plage)

Zone 2 :

Dans la partie centrale de l'escarpement, au niveau des deux ravines, la pente est beaucoup plus douce (pente moyenne inférieure à 20°) et les indices de chutes de blocs (volumes du dm^3 au m^3) sont moins nombreux. La largeur de la plage et du haut de plage augmentent sensiblement (15 à 20 m).

Cependant, en se rapprochant des zones 1 et 3, la hauteur de l'escarpement et les pentes augmentent et la falaise s'organise sur sa hauteur, comme décrit ci-dessous :

- La partie supérieure (1 à 2 m de haut) de l'escarpement est fortement fracturée et présente de nombreux blocs massifs instables (dont les plus gros peuvent atteindre le m^3). Les blocs instables en tête de falaise sont très souvent associés à de la végétation, en particulier des arbres dont les racines s'engouffrent dans les fractures présentes dans la roche et augmentent le risque de chute de blocs.
- La partie centrale de l'escarpement, le plus souvent verticale, est peu végétalisée et montre des signes d'instabilité (blocs prêts à se déchausser, érosion, ...).
- La partie basse de l'escarpement, constituée d'éboulis, est en grande partie végétalisée. Les éléments observés sont des blocs, des graviers ou des sables, résultant des chutes de blocs depuis la falaise et de l'érosion affectant la pente. La taille de certains blocs peut dépasser le m^3 , et certains d'entre eux sont observés sur le haut de plage, jusqu'à 20 m de distance du pied de l'escarpement (Illustration 9). Cette zone de propagation assez large peut peut-être s'expliquer par la présence d'une pente résiduelle sur le haut de plage, permettant à certains blocs d'atteindre des secteurs plus distants.



Zone 3 :

Au niveau du passage entre les deux parties de la plage (« sentier d'accès »), l'escarpement s'organise comme précédemment décrit sur la zone 2. A cela, on peut ajouter les observations suivantes (Illustration 10, Illustration 11 et Illustration 12) :

- Sur la partie ouest du secteur, près de la jonction avec la zone 2, certaines portions sont jugées très instables, avec la présence d'un sous-cavage de la falaise de 2-3 m de profondeur sur 3 à 5 m de hauteur (Illustration 10) et l'existence de blocs instables au-dessus de la partie en surplomb. Au niveau d'une de ces portions de l'escarpement, le sentier d'accès passe à environ 2 m de la partie sous-cavée.
- Tout le long de cette zone, quelques blocs (1 dm³ à 1 m³) sont jugés particulièrement instables et situés en surplomb du sentier d'accès à la plage (Illustration 12). Certains de ces blocs particulièrement instables sont partiellement retenus par des racines d'arbres (Illustration 11).
- Une partie du sentier d'accès à la plage est située à moins d'un mètre de la mer. Sur ce tronçon, l'absence de stock sédimentaire et l'arrivée de l'eau directement au pied de l'escarpement rendent le sentier particulièrement sensible à l'érosion par l'action de la mer (forte exposition à la houle, notamment) (Illustration 11).

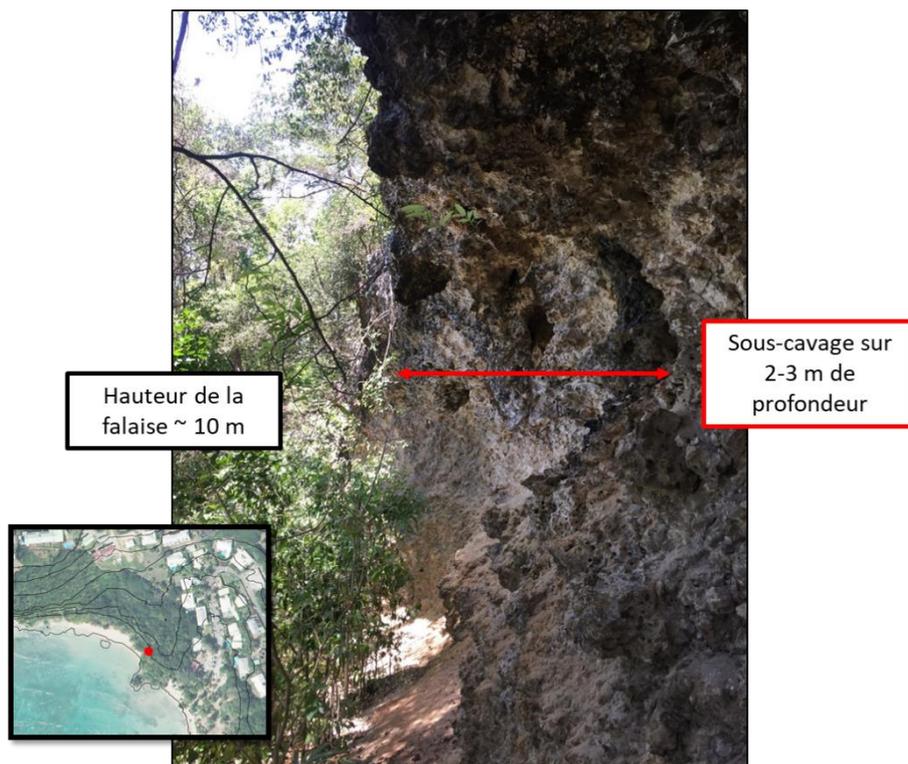


Illustration 10 : Photographie de la falaise montrant un sous-cavage de 2 – 3 m de profondeur sur 3 – 5 m de hauteur



Illustration 11 : Photographie prise au niveau du passage entre les deux plages de Petit-Havre, montrant la situation du sentier d'accès, entre la falaise (blocs instables et arbres) et la mer (érosion importante).

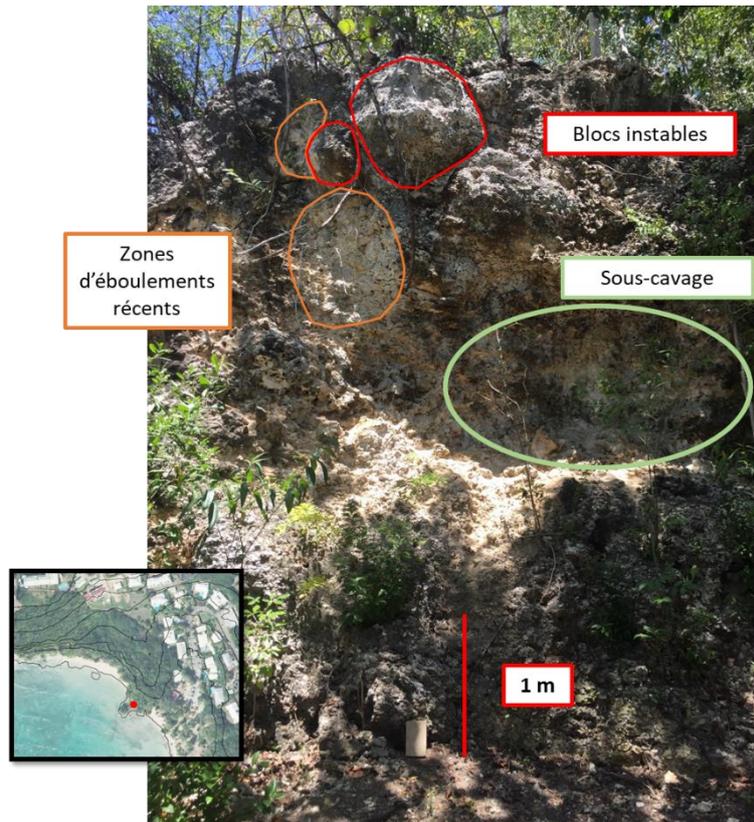


Illustration 12 : Exemple d'un tronçon de la falaise à stabiliser, avec des blocs instables en tête de falaise, quelques arbres/arbustes participant à la déstabilisation et des indices récents d'éboulement (zones de départ et de sous-cavage)

4. Diagnostic

La visite de terrain réalisée par le BRGM le 15 mars 2019 permet d'interpréter l'activité observée comme relevant d'une dynamique de chute de blocs, voire d'éboulement de falaise dans les parties les plus fragilisées.

Plusieurs facteurs interviennent dans le déclenchement de ces phénomènes de chutes de blocs :

- Des facteurs permanents :
 - o La nature des formations géologiques constituant la falaise, à priori deux ensembles lithologiques différents :
 - au sommet, sur quelques mètres d'épaisseur : une roche carbonatée indurée et très fracturée pouvant correspondre à des calcaires à Polypiers (formation « IVi ») ;
 - au-dessous, sur plusieurs mètres à dizaine de mètre : une roche carbonatée moins indurée, plus argilisée et sensible à l'érosion pouvant correspondre à des calcaires biodétritiques à nodules algaires contenant des niveaux argileux (formation « p₂-IV ») ;
 - o Les pentes très élevées, voire verticales à certains endroits ;
- Des facteurs déclenchants :
 - o Les phénomènes pluviométriques importants, entraînant des phénomènes d'infiltration et de ruissellement favorisant l'érosion des formations géologiques ;

- Les sollicitations sismiques pouvant se traduire par une accélération du sol plus ou moins importante, d'autant plus qu'un système de failles (Gosier – Sainte-Anne) est présent à proximité du site d'expertise ;
- Des facteurs aggravants :
 - La végétation en tête de falaise, caractérisée par des arbres ou arbustes dont les racines plongent dans la roche, créant ou contribuant à l'ouverture de fractures dans la roche carbonatée, entraînant la création de blocs et leur déstabilisation au cours du temps. De plus, le poids de cette végétation agit comme une surcharge sur des formations instables, et sous l'action du vent, un effet balancier peut également se créer, augmentant le risque d'éboulement ;
 - Le phénomène de sous-cavage visible sur certains tronçons de la falaise ;
 - L'action de la mer peut entretenir l'instabilité de la falaise, mais son influence restera limitée au pied de talus. De façon globale, elle aura peu d'impact, étant donné qu'il s'agit de formations géologiques plutôt cohérentes, soumises à un phénomène de chute de blocs ;
 - Au droit du passage reliant les deux parties de la plage, l'action de la mer aura plus d'impact, étant donné que la houle impacte de façon immédiate le sentier (potentiellement submergé) et le pied de talus, occasionnant une érosion importante du sentier.

5. Risque résiduel

Au vu des caractéristiques géologiques et géomorphologiques du site et des observations réalisées au cours de la visite du 15 mars 2019, le risque de chutes de blocs (de l'ordre du dm^3 au m^3) est jugé **moyen à fort** sur la quasi-totalité du linéaire de l'escarpement :

- A l'extrémité ouest de la plage (**Zone 1**), sur un linéaire de plus de 40 m présentant des profils quasi-verticaux, **le risque de chute de blocs** (de l'ordre du m^3) **est fort**, avec une forte probabilité d'atteindre la zone fréquentée. Cependant, la faible largeur de la plage en fait une partie moins fréquentée par les usagers de la plage.
- Sur la partie centrale de la partie ouest de la plage, sur un linéaire d'environ 60 m (**Zone 2**), **le risque de chute de blocs** (de l'ordre du dm^3 au m^3) **est moyen à fort**, au regard de la hauteur de l'escarpement, des pentes et de la largeur du haut de plage, en grande partie végétalisée.
- Au niveau de la **zone 3**, le linéaire concerné par **le risque de chute de blocs** (de l'ordre du dm^3 au m^3) **est fort** est d'environ 70 m, avec environ 30 m de falaise sous-cavée et environ 30 m du sentier situé très proche de la mer. La probabilité que les blocs atteignent la zone fréquentée et le sentier d'accès à la plage est forte.

La dynamique de ces phénomènes de mouvements de terrain peut s'accroître suite à des phénomènes météorologiques (vents cycloniques, épisodes pluvieux, houle, ...) et géologiques (séisme, ...) importants.

Plusieurs observations nous permettent de considérer une évolution de la falaise à court et moyen terme (quelques mois à années), pouvant entraîner la mise en danger des usagers de la plage :

- Des pentes fortes très souvent corrélées à une disparité de la végétation (surcharge en tête de falaise et absence en partie centrale), ainsi qu'à une fracturation importante de la roche ;
- Des indices de chutes de blocs, de sous-cavage ou d'éboulement récents ;
- Des zones jugées instables à court terme (blocs en tête de falaise, arbres déstabilisés, ...).

6. Recommandations

A partir des observations et du diagnostic précédemment établis, les mesures de sécurisation suivantes sont recommandées :

Immédiatement :

- Mettre en place un affichage pérenne et pédagogique pour indiquer aux usagers un risque important de chutes de blocs, au niveau du sentier d'accès à la plage, et à proximité de la falaise de la zone 1 ;
- Interdire le sentier d'accès jusqu'à la réalisation des travaux d'urgence (décrits par la suite) en zone 3 ;
- Interdire l'accès à l'extrémité ouest de la plage (Zone 1), avec un affichage adapté en amont, au niveau du sentier et sur la plage au début de la zone à interdire. Cette interdiction peut être temporaire si des travaux de sécurisation sont réalisés (purge, confortement, ...) ou permanente en l'absence de travaux ;
- Réaliser une purge des blocs instables situés en tête de l'escarpement, mais aussi dans la falaise, présentant un risque d'éboulement imminent, ainsi qu'un élagage sélectif pour toutes les zones. La zone 3 semble être prioritaire, du fait de la présence du sentier d'accès à la plage ouest de Petit-Havre, très fréquenté.

A court ou moyen terme (quelques mois à années) :

- Faire mener une étude complémentaire sur l'ensemble du littoral de Petit-Havre par un bureau d'études spécialisé, qui pourra permettre, en fonction de la configuration du site (Zones 1, 2 et 3), de proposer différentes approches à la sécurisation de l'escarpement et au confortement de cette partie du sentier d'accès (zone 3) : réduction de la pente (si possible), destructions de certaines zones en surplomb présentant un risque imminent d'effondrement, purges de blocs instables le long de l'escarpement, retrait de certains arbres... ;
- Recréer un sentier d'accès à la partie ouest de la plage en s'éloignant le plus possible de l'escarpement, par exemple, en aménageant le sentier de randonnée entre la plage de Petit-Havre et les Salines (« Sentier du littoral ») pour redescendre par l'une des ravines ;
- Renforcer/densifier la végétation en haut de plage (limite entre la plage et les éboulis) le long de l'escarpement afin qu'elle puisse à moyen ou long terme limiter la distance de propagation des blocs, notamment en zone 2, en fonction des résultats de l'étude complémentaire.

Analyse des préconisations de la société PL PRO :

Les observations du BRGM ont établi que le risque de chutes de blocs est présent sur l'ensemble de la plage ouest (zones 1, 2 et 3). La demande de l'ONF auprès de la société PL PRO s'est concentrée sur le début de la Zone 3, au niveau du sentier reliant les parties est et ouest de la plage (« Sentier d'accès »). Sur cette zone, les préconisations des travaux d'urgence avec lesquelles le BRGM est d'accord sont :

- la fermeture de la plage au public durant les travaux (Attention, il s'agit bien de la partie reliant les deux plages est et ouest de Petit-Havre. La dénomination « plage EST » peut induire en erreur) ;
- le retrait des roches instables afin de réduire le risque de chutes de blocs ou d'éboulement (Attention, il ne s'agit pas que des roches les plus volumineuses, mais celles présentant un risque imminent de chutes de blocs) ;

Nous recommandons de plus un élagage sélectif des arbres dans la falaise ou en tête de falaise, et pas seulement la suppression des quatre arbres « empêchant le passage des engins ».

Les recommandations suivantes ne paraissent pas être des travaux d'urgence, mais plutôt des mesures à réaliser à court ou moyen terme (quelques mois à années), dans une vision globale du site (notamment via une étude complémentaire menée par un bureau d'études spécialisé) :

- la proposition de différentes approches à la sécurisation de l'escarpement et au confortement de cette partie du sentier. La recommandation proposée (« La pente de la falaise adoucie afin de supprimer tout risque d'éboulement ») n'est peut-être pas réalisable au vu du niveau d'induration des formations carbonatées. D'autres solutions plus adaptées à la morphologie du site pourraient être envisagées ;
- de la même façon, la restauration du sentier d'accès par apport de tuf n'est probablement pas une solution pérenne. D'autres solutions peuvent être envisagées, comme par exemple l'aménagement du sentier de randonnée (« Sentier du littoral »), situé en haut de l'escarpement.

De plus, le BRGM recommande d'envisager le site dans sa globalité et de prendre en compte, dans les travaux de sécurisation, les zones 1 et 2 présentant également un risque de chutes de blocs.

7. Déclaration

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

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

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

8. Annexes

Annexe 1 : Fiche de demande d'intervention de la DEAL Guadeloupe en date du 14 mars 2019

BRGM DR / _____	Appui aux Administrations - Fiche de demande d'intervention
--------------------	---

Objet de l'appui sollicité : Expertise d'un mouvement de terrain sur le site de Petit-Havre au Gosier	Demandeur Administration : ONF Direction : _____ Service : _____ Interlocuteur : Stéphanie SCHANDENE
---	---

Mission demandée au BRGM : A la demande de la commune du Gosier, l'ONF a réalisé une visite sur le site de Petit-Havre, pour une instabilité de la falaise et la présence de blocs instables en surplomb du chemin. Une société a été contactée pour évaluer les travaux à effectuer afin de sécuriser le site. L'ONF demande au BRGM un avis quant à : <ul style="list-style-type: none"> - la situation en elle-même et le niveau de danger - la pertinence des travaux préconisés par l'entreprise contactée. 	Typologie de l'action : <input type="checkbox"/> Type 1 : Rassembler des connaissances existantes <input checked="" type="checkbox"/> Type 2 : Expertise avec processus de vérification systématique du rapport <input type="checkbox"/> Type 3 : Informer, communiquer, participer à réunions
---	--

Date de la demande : 18 février 2019 Date de réponse souhaitée : 17 avril 2019

Proposition BRGM : Descriptif : - Visite sur site - Analyse du risque - Analyse de la proposition de l'entreprise Lien d'intérêt institutionnel (2) : <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui cf. note en PJ Durée de réalisation : 3 jours Délai de réalisation : 2 mois Nature du rendu : Rapport d'expertise Intervenant (3) : Y. Legendre et E. Grellier Date : 14 / 03 /2019. Signature : Y. Legendre 	Format souhaité : <input checked="" type="checkbox"/> rapport (obligatoire si type 2) <input type="checkbox"/> autre (préciser) : _____ <input type="checkbox"/> documents annexés : _____ Accès : <input checked="" type="checkbox"/> public immédiat (1) <input type="checkbox"/> public différé (délai : n mois) Accord du demandeur : A : _____ Le : _____ Visa : _____ Copie DREAL
---	---

(1) En application des dispositions de la loi « CADA » du 17 juillet 1978 modifiée en 2000 et 2002, tous les dossiers d'appui aux administrations font l'objet de rapports publics à accès immédiat, à l'exception de ceux qui sont préparatoires à une décision administrative, lesquels ne sont rendus accessibles qu'une fois cette décision prise.
 (2) Lien entre l'objet de l'expertise ou le demandeur d'une part et le BRGM d'autre part, susceptibles de compromettre sa neutralité.
 (3) Après vérification de l'absence de lien d'intérêt individuel ou déclaration d'un lien (M 362 EXP) porté à la connaissance des parties prenantes (cf note en PJ) et accepté par le demandeur car ne compromettant pas la neutralité du BRGM.

Annexe 2 :
Compte-rendu de tournée de l'Office National des Forêts, en date du 02
février 2019

OFFICE NATIONAL DES FORETS

Blanchard Daniel

Technicien Forestier Principal

COMPTE RENDU DE TOURNEE DU SAMEDI 02 FEVRIER 2019.

SITE DE PETIT HAVRE EN FORET DOMANIALE DE LE GOSIER.

Objet : Suite courriel du 31 janvier 2019 à 17h 47 de Madame Cindy VALEY de la Direction de l'Environnement à la Ville de Le Gosier, signalant l'instabilité de roches sur le site de Petit Havre. Réceptionné le 01 février 2019 à 17heures.

Le Samedi 02 février 2019, à 06 heures 45 du matin, avant la fréquentation de la plage, nous sommes intervenus sur le site de Petit Havre en FDL de Le Gosier afin de vérifier l'état de la falaise entre les deux plages du site de Petit Havre.

Il apparait effectivement une instabilité de l'ensemble de la pointe de la falaise entre les deux plages de Petit-Havre, en particulier deux blocs menaçant de tomber sur le passage menant à la plage Est.

On constate, suite aux dernières pluies fréquentes que le sol de la falaise s'est fortement dégradé, présentant une dangerosité indéniable.

Il serait urgent de procéder à l'enlèvement de ces deux blocs de roches mais bien au-delà de supprimer cette pointe de falaise instable afin de rétablir un passage entre les deux sites très fréquentés.

En effet l'érosion de la mer a supprimé le passage permettant l'accès à la plage Est, en déstabilisant la falaise.

Ce travail plus conséquent nécessite l'utilisation d'engin mécanique. Les matériaux pourraient rester sur place afin de remblayer l'espace entre les deux sites pour augmenter la surface de la plage et protéger le passage. Une étude et un devis de travaux, pour une telle intervention seraient nécessaires.

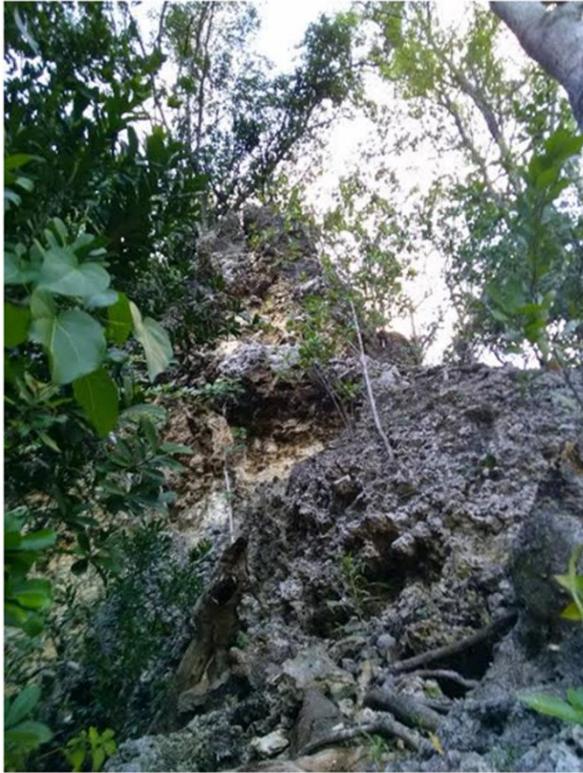
Ce travail ne supprimerait qu'une dizaine d'arbres de faibles diamètres sans conséquence pour le massif forestier.

Nous avons placé de la rubalise afin de signaler la dangerosité du site en cet endroit.

Daniel Blanchard

Technicien Forestier Principal.ONF

Photos ci jointes.



Roches en surplomb menaçant de tomber Hauteur de falaise d'environ 10 mètres



Passage compromis entre les deux plages

Roches menaçant de tomber

Simplement maintenue par des racines. (Rouleau de rubalise pour échelle)



Masse de falaise d'environ 10 m3 menaçant de s'écrouler
(En bas rouleau de rubalise pour échelle)



Mise en place de rubalise en bord de passage du public pour prévenir
de la dangerosité du site



Mise en place de rubalise en bord de passage du public pour prévenir de la dangerosité du site



Mise en place de rubalise en bord de passage du public pour prévenir de la dangerosité du site

Daniel BLANCHARD
ONF.

Annexe 3 :
Demande initiale émanant de l'Office National des Forêts, en date du 18 février 2019, faisant apparaître la nature des travaux recommandés sur le site par la société PL PRO

De : SCHANDENE Stephanie <stephanie.schandene@onf.fr>

Envoyé : lundi 18 février 2019 11:48

À : De La Torre Ywenn <y.delatorre@brgm.fr>

Cc : BLANCHARD Daniel <daniel.blanchard@onf.fr>; PESTOUR Jean-Louis <jean-louis.pestour@onf.fr>

Objet : Situation Plage de St-Félix

Bonjour,

Nous avons été alertés par la Commune du Gosier concernant la situation de la falaise entre les deux parties de la plage de Petit-Havre.

Le Technicien Forestier en charge du secteur s'est rendu sur le site de Petit Havre en FDL de Le Gosier afin de vérifier l'état de la falaise entre les deux plages du site de Petit Havre.

Il apparait effectivement une instabilité de l'ensemble de la pointe de la falaise entre les deux plages de Petit-Havre, en particulier deux blocs menaçant de tomber sur le passage menant à la plage Est.

On constate, suite aux dernières pluies fréquentes que le sol de la falaise s'est fortement dégradé, présentant une dangerosité.

La société PL PRO DE SAINT FRANÇOIS a été contactée, concernant les travaux à faire suite aux roches risquant de tomber de la falaise en FDL de le Gosier plage de Petit Havre. Voici ses préconisations :

- Le site Est devra être interdit au public le temps des travaux, l'accès à la plage EST sera fermé. Les roches volumineuses seront enlevées afin d'éliminer les risques d'éboulements.
- La pente de la falaise adoucie afin de supprimer tous risques d'éboulement.
- Le tuf extrait sera épandu entre les deux plages sur l'espace non sableux, le passage entre les deux plages restauré par du tuf fin.
- Les arbres au nombre de quatre, empêchant le passage des engins seront supprimés.

Nous souhaiterions avoir votre avis quant à la dangerosité du site et à la pertinence des travaux préconisés.

Quand pouvons-nous convenir d'un rdv sur site, à partir du 25 février ?

Bien cordialement,

Annexe 4 :
Devis réalisé le 13 février 2019 par l'entreprise contactée par l'Office National des Forêts

<p>SARL PL PRO <small>Location de matériel et d'outillage de construction</small></p> <p style="font-size: small; color: red;">VRD Elagage Démolition Terrassement</p>	<p>Devis n° : 2019FONF211 BC N° : GOSIER petit havre Page n° : 1/1</p>		
Office National des Forêts direction regionale GUADELOUPE SAINT PHY 97120 SAINT CLAUDE			
<p>Date : 13-févr.-2019</p>			
Désignation	Quantité	P.U. H.T.	Total H.T.
Mise à disposition d'une pelle à chenille 16 t aller/replis	f	800,00 €	800,00 €
location pelle	2	800,00 €	1 600,00 €
évacuation bloc et surplus remblais déblais	f	800,00 €	800,00 €
CHANTIER : GOSIER plage de petit havre forêt domaniale			
TOTAL H.T			3 200,00 €
TVA 8,50%			272,00 €
Net à Payer TTC			3 472,00 €
<p>Arrêter le présent document à la somme de : TROIS MILLE QUATRE CENT SOIXANTE DOUZE EUROS.</p>			
<p>SARL PL PRO Blonval - 97118 SAINT-FRANÇOIS Tél. : 0590 88 21 55 Siret : 797 652 989 00014 - APE : 4311Z email : sarlperian@orange.fr</p>			
<p>Conditions de règlement : 30 jours FIN DE MOIS</p>			
<p>SARL PL PRO - SIRET N° 797 652 989 00014 Blonval - 97118 SAINT-FRANÇOIS Email : sarlperian@orange.fr</p>			

Annexe 5 : **Débriefing de l'expertise réalisée par le BRGM le 15 mars 2019, envoyé par message électronique à la DEAL le 18 mars 2019**

Bonjour,

Le BRGM a réalisé, vendredi 15 mars dernier, une expertise à la demande de la DEAL et de l'Office National des Forêts sur un risque de chutes de blocs sur la plage de Petit-Havre.

Le diagnostic a été réalisé par Y. Legendre, géologue régional au BRGM Guadeloupe, et E. Grellier, ingénieure risques naturels, il s'appuie sur les observations géologiques effectuées à cette occasion, ainsi que sur la consultation des bases de données accessibles.

Les principaux éléments d'expertise collectés (observations, informations transmises par l'ONF) sont synthétisés ci-après :

Contexte :

1. Le 1 février la Commune de Gosier alerte l'ONF à propos de la situation de la falaise entre les deux parties de la plage de Petit-Havre ;
2. Le 02 février 2019, des agents de l'ONF se sont rendus sur site ;
3. Le 18 février 2019, l'ONF a sollicité l'appui du BRGM ;
4. Entre temps un balisage a été mis en place par les agents l'ONF pour identifier les parties potentiellement instables de la falaise ;
5. Le 15 mars, le BRGM s'est rendu sur site pour réaliser une expertise.

Diagnostic :

- L'escarpement est vertical et atteint les 15 m par endroits. La partie supérieure de la falaise est fracturée et présente de nombreux blocs massifs instables (dont les plus gros peuvent atteindre le m³) tout le long de l'escarpement allant du départ du sentier de randonnée jusqu'à l'extrémité Est de la plage de Petit-Havre.
- La partie inférieure de la falaise, moins indurée, est sous-cavée sur la partie se rapprochant de la jonction entre les deux parties de plage.
- Le sentier d'accès à la partie Est de la plage de Petit-Havre a été érodé et le sentier déplacé de quelques mètres passe maintenant directement en pied de l'escarpement.
- Le sentier passe à moins de cinq mètres de cette portion sous-cavée de la falaise.
- Les racines des arbres présents en tête d'escarpement pénètrent dans la roche et participent à la fracturation de la partie supérieure de la falaise et à la déstabilisation des blocs.

En première analyse, le risque de chutes de blocs est fort.

Recommandations :

- 1- Immédiatement :
 - a. Mettre en place l'affichage d'un risque important de chutes de blocs et l'interdiction d'accès au sentier.
 - b. Purger les blocs instables en tête de l'escarpement au niveau du sentier d'accès.
- 2- Dès que possible :
 - a. Mener une étude complémentaire par un bureau d'études spécialisé, qui pourra permettre en fonction de la configuration du site de proposer différentes approches à la sécurisation de l'escarpement et au confortement de cette partie du sentier : réduction de la pente, destructions de certaines cavités, purges de blocs instables le long de l'escarpement, ... ;
 - b. Recréer un sentier d'accès à la partie Est de la plage en s'éloignant le plus possible de l'escarpement, soit par le littoral (en remblayant), soit par le sentier de randonnée en redescendant par une des ravines ;
 - c. Renforcer/densifier la végétation en haut de plage (limite entre la plage et les éboulis) le long de l'escarpement afin qu'elle puisse à moyen ou long terme limiter la distance de propagation des blocs.

La diffusion de ces éléments « à chaud » par mail a pour objectif de faciliter la mise en œuvre des mesures d'urgence dans les plus brefs délais. Ils seront repris et complétés dans le cadre d'un rapport d'expertise à la lumière d'informations complémentaires qui pourront faire évoluer le diagnostic et les recommandations associées.

Je reste à votre disposition pour toute information complémentaire,
Bien cordialement,

Yoann Legendre



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 Guadeloupe
Parc d'activités de Colin – La Lézarde
97170 Petit-Bourg - France
Tél. : 05.90.41.35.48