



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Caractérisation de la susceptibilité aux glissements de terrain et aux chutes de blocs à la Potinière. Barneville-Carteret (50).

Rapport final

BRGM/RP-72184-FR

Version finale – Décembre 2022

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM

C. Myr, avec la collaboration de A. Bordenave, T. Dewez, A. Poncet, et L. Ridel

Vérificateur :

Nom : C. Garnier

Fonction : Ingénieur risques

Date : 09/12/2022

Signature :

Approbateur :

Nom : M. Parizot

Fonction : Directeur Régional

Date : 21/12/2022

Signature :

Manuel PARIZOT
Directeur Régional
BRGM Normandie

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

Contact : qualite@brgm.fr

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctq> ou par ce code :



Mots clés : Littoral, glissement, formations superficielles, chute de blocs, éboulement, falaise, stabilité versant, Normandie, Manche, Barneville-Carteret

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

C. Myr, avec la collaboration de A. Bordenave, T. Dewez, A. Poncet, et L. Ridel (2022) – Caractérisation de la susceptibilité aux glissements de terrain et aux chutes de blocs à la Potinière. Barneville-Carteret (50).. Rapport final. BRGM/RP-72184-FR, 69 p.

© BRGM, 2022, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-20/01/2022

Synthèse

Le secteur de la Potinière, situé en contre-bas de la route de la Corniche, et les parkings situés Rue du Port, sur la commune de Barneville-Carteret, sont régulièrement sujets aux phénomènes de chutes de blocs et de glissements de terrain.

Ces phénomènes ont donné lieu à plusieurs interventions, réalisées par le CETE, puis par le BRGM, depuis les années 90. Ces visites ont conduit à réaliser un suivi entre 1995 et 1997 par le biais d'inclinomètres installés en tête de versant. A priori, peu de mouvements du versant ont été détectés avec cette méthode. De nouveaux phénomènes se sont produits par la suite et ont donné lieu à plusieurs interventions du BRGM en 2000, 2002 et 2008.

Le secteur a fait l'objet de travaux de confortement entre 2001 et 2007, avec l'installation d'enrochements, de soutènements et de géotextiles renforcés dans les zones ayant subi un ou plusieurs glissement(s) de terrain.

Plus récemment, de nouveaux phénomènes de glissement des formations superficielles et de chutes de pierres ont eu lieu au niveau des parkings et de la descente d'accès à la plage.

Dans ce contexte, la Mairie de Barneville-Carteret a sollicité le BRGM pour avoir des conseils en vue de mettre en place un suivi pluri-annuel et une sécurisation accrue du secteur.

L'objectif de cette étude est d'établir un diagnostic de stabilité de l'ensemble du versant de la Potinière afin de proposer ensuite un protocole de suivi et de gestion du site sur le long terme.

Le travail a été réalisé en deux temps. Une première analyse visuelle combinée d'une acquisition photogrammétrique par drone a été réalisée début mai 2021, puis une seconde a été réalisée en avril 2022. L'objectif de ce fonctionnement en 2 temps était d'évaluer les dynamiques d'évolution du secteur.

Suite à cette année d'études, c'est-à-dire suite aux deux diagnostics visuels réalisés ainsi qu'à la comparaison des nuages de points obtenus par les deux acquisitions drone, aucun mouvement de type glissement de formation superficielles actif n'a été repéré, mais quelques chutes de petits blocs ont eu lieu. Dans ces conditions, et au regard de l'historique du site une carte de susceptibilité aux phénomènes de chutes de blocs et de glissements de formations superficielles a pu être réalisée. Elle permet d'identifier les zones potentiellement impactées en cas de déclenchement d'un phénomène gravitaire et d'identifier les secteurs nécessitant une sécurisation, mais aussi ceux nécessitant une surveillance régulière. Des recommandations en matière de sécurisation et suivi du site sur le long terme ont pu être proposées en fin d'étude.

Sommaire

1.	Contexte général de l'étude.....	9
1.1.	Contexte et objectifs de l'étude.....	9
1.2.	Contexte géographique	9
1.3.	Contexte géologique	10
1.4.	Contexte géomorphologique	17
1.5.	Historique du site.....	21
1.5.1.	Phénoménologie	21
1.5.2.	Etudes et travaux réalisés sur le secteur de la Potinière	25
1.6.	Contexte météorologique	33
2.	Diagnostic visuel initial (T0) et visite de contrôle à T0 + 1 an.....	35
2.1.	Observations réalisées lors de la visite de mai 2021 (T0).....	35
2.1.1.	Secteur S1	35
2.1.2.	Secteur S2	45
2.2.	Observations réalisées lors de la visite d'avril 2022.....	48
2.3.	Diagnostic et Risques résiduels.....	48
3.	Analyse différentielle de l'évolution du versant	53
3.1.	Modèle photogrammétrique initial (Mai 2021).....	53
3.2.	Modèle photogrammétrique T0 + 1 an (Avril 2022).....	54
3.3.	Comparaison des nuages de points et identification des zones en mouvement	55
3.4.	Comparaison des données LiDAR existantes (MNT de 2014 et campagnes ROL 2017 et 2020)	56
3.5.	Bilan des deux analyses différentielles réalisées et conclusion sur la dynamique du site	58
3.6.	Cartographie de la susceptibilité aux éboulements, chutes de blocs et glissements de terrain	58
4.	Etablissement du suivi à long terme	61
5.	Conclusion	63
6.	Bibliographie	65
7.	Annexes	67

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude sur le scan25 de l'IGN (www.geoportail.gouv.fr)	10
Illustration 2 : Zone d'étude – La Potinière – Barneville-Carteret (50). (www.geoportail.gouv.fr)	10
Illustration 3 : Extrait de la carte géologique de France au 1/50 000, secteur de Barneville-Carteret, zone d'étude en rouge (BRGM)	11
Illustration 4 : Plan des principales unités géologiques observées sur site (sur l'orthophotographie de l'IGN de 2019, www.geoportail.gouv.fr)	13
Illustration 5 : Observations des unités géologiques et résurgences réalisées sur site (BRGM, Avril 2022)	14
Illustration 6 : Formations observées à l'arrière des cabines de plage – zone remaniée en 2001 (BRGM, Mai 2021)	15
Illustration 7 : Log du sondage réalisé par le CETE en juillet 1995	16
Illustration 8 : Plan et photographies de la géomorphologie générale du site de la Potinière (orthophotographie de l'IGN de 2019, www.geoportail.gouv.fr)	18
Illustration 9 : Profils topographiques des différentes morphologies du secteur de la Potinière, localisés en Illustration 10 (à partir du MNT au pas de 1 m de 2020, acquisition Altoa)	19
Illustration 10 : Localisation des différents profils présentés précédemment (orthophotographie de 2020, acquisition Altoa)	20
Illustration 11 : Carte des pentes sur le secteur de la Potinière (à partir du MNT au pas de 1 m de 2020, acquisition Altoa)	20
Illustration 12 : Extrait de la base de données nationale des mouvements de terrain (BDMvt) sur le secteur de Barneville-Carteret, zone d'étude encadrée en rouge (www.georisques.gouv.fr)	21
Illustration 13 : Mouvements de terrain recensés dans la base de données nationale (BD Mvt)	22
Illustration 14 : Evènements de type chutes de blocs et glissements de terrain survenus sur le secteur de la Potinière	23
Illustration 15 : Zone de l'éboulement de 1995 – BRGM 2001	24
Illustration 16 : Glissement de formations superficielles en tête de paroi rocheuse au niveau de la descente d'accès plage (photo mairie 2012)	24
Illustration 17 : Glissement de formations superficielles entre le restaurant et la digue/enrochement, au droit de la route de la Corniche (photo mairie 2012)	25
Illustration 18 : Localisation des différents glissements connus provenant des bases de données ou de témoignages	25
Illustration 19 : Chronologie des interventions et suivis sur la Potinière entre 1988 et 2007	27
Illustration 20 : Planche photographique de Creocéan lors des travaux de confortement du versant en 2001 et 2007 (rapport d'étude d'impact – Creocéan, 2006)	28
Illustration 21 : Photographie aérienne IGN de 1982, les flèches jaunes matérialisent l'emplacement de loupes de glissement	29
Illustration 22 : Photographie aérienne IGN de 2000, les flèches jaunes matérialisent l'emplacement de loupes de glissement	30

Illustration 23 : Photographie aérienne IGN de 2002, les flèches jaunes matérialisent l'emplacement de loupes de glissement	31
Illustration 24 : Photographie aérienne IGN de 2010 ; localisation des travaux réalisés en 2011 et 2007	32
Illustration 25 : Cumuls de précipitations mensuels, normales et écart par rapport à la normale sur la station de Bricquebec sur la période d'étude (mai 2021 à avril 2022)	33
Illustration 26 : Tableau récapitulatif des principales tempêtes de l'hiver 2021/2022	33
Illustration 27 : Cumuls de pluie observés sur les mois d'octobre, novembre et décembre 2012 sur la station de Valognes, située à 25 km au nord-ouest de Barneville-Carteret	34
Illustration 28 : Cumuls de pluies observés avant le déclenchement du phénomène de glissement au niveau de la descente d'accès à la plage.....	34
Illustration 29 : Découpage de la zone d'étude en secteurs et sous-secteurs (orthophotographie de l'IGN de 2019, www.geoportail.gouv.fr).....	35
Illustration 30 : Modèle 3D de la zone de falaise, réalisé à partir de l'acquisition drone de début mai 2021, située entre le restaurant de la Potinière et la descente d'accès à la plage en haut, segmentation du nuage de points 3D selon la méthode de FastMarching en bas (chaque couleur représente une orientation de fracturation)	36
Illustration 31 : Stéréogrammes obtenus suite à l'utilisation des méthodes de segmentation de nuages de points 3D de type « normale des points » et « FastMarching » - site S1-Z1	37
Illustration 32 : Représentation des différentes familles de fractures sur une photographie du secteur S1 (BRGM, Mai 2021).....	37
Illustration 33 : Tableau récapitulatif des scénarii retenus sur le secteur S1-Z1.....	38
Illustration 34 : Photographie annotée d'une partie du secteur S1-Z1, située entre le restaurant de la Potinière et la descente d'accès à la plage	38
Illustration 35 : Photographie annotée d'une partie du secteur S1-Z1, située au niveau du parking	39
Illustration 36 : Localisation du glissement réactivé en 2019/2020 et de la zone présumée déstabilisée (BRGM, Mai 2021).....	40
Illustration 37 : Photographie oblique du glissement de terrain ancien à l'arrière des cabines de plage (BRGM, Mai 2021).....	41
Illustration 38 : Vue aérienne de l'amorce de glissement situé au-dessus de la cale d'accès plage ouest (BRGM, Mai 2021)	42
Illustration 39 : Seconde zone supposée d'amorce de glissement à l'arrière des cabines de plage (BRGM, Mai 2021).....	43
Illustration 40 : Zone de suintement/écoulement d'eau important au niveau de l'escalier à l'ouest de la plage	44
Illustration 41 : Localisation des glissements de formations superficielles stabilisés et présumés sur le secteur S1.....	44
Illustration 42 : Modèle 3D de la zone de falaise située au niveau du grand parking en haut, segmentation du nuage de points 3D selon la méthode de FastMarching en bas (chaque couleur représente une orientation de fracturation)	45
Illustration 43 : Stéréogrammes obtenus suite à l'utilisation des méthodes de segmentation de nuages de points 3D de type « normale des points » et « FastMarching » - Site S2.....	46
Illustration 44 : Représentation des différentes familles de fractures sur une photographie du secteur S2, hauteur de paroi environ 20 m (BRGM, Mai 2021).....	46

Illustration 45 : Tableau récapitulatif des scénarii retenus sur le secteur S1-Z2	47
Illustration 46 : Photographie annotée du secteur S2 (BRGM, Avril 2022)	48
Illustration 47 : Angles d'énergie obtenus	49
Illustration 48 : Tableau récapitulatif des observations réalisées lors des campagnes de terrain de mai 2021 et avril 2022	51
Illustration 49 : Drone utilisé pour les deux campagnes d'acquisition photogrammétriques ..	53
Illustration 50 : Nuage de points 3D de mai 2021	54
Illustration 51 : Nuage de points 3D d'avril 2022	55
Illustration 52 : Localisation des cibles positionnées au sol.....	55
Illustration 53 : Type de cible utilisée	56
Illustration 54 : Comparaison des MNT de 2014 et 2020 sur le fond orthophotographique IGN de 2020	57
Illustration 55 : Critères retenus pour le tracé de la carte de susceptibilité	58
Illustration 56 : Carte de susceptibilité aux phénomènes gravitaires de type chutes de blocs et glissements de terrain sur le secteur de la Potinière Barneville-Carteret (50)	59

1. Contexte général de l'étude

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le secteur de la Potinière, situé en contre-bas de la route de la Corniche, et les parkings situés Rue du Port (commune de Barneville-Carteret) sont régulièrement sujets aux phénomènes de chutes de blocs et de glissements de terrain.

Ces phénomènes ont donné lieu à plusieurs interventions, réalisées par le CETE, puis par le BRGM, depuis les années 90. Ces visites ont conduit à réaliser un suivi entre 1995 et 1997 par le biais d'inclinomètres installés en tête de versant. A priori, peu de mouvements du versant ont été détectés avec cette méthode. De nouveaux phénomènes se sont produits par la suite et ont donné lieu à plusieurs interventions du BRGM en 2000, 2002 et 2008 (voir les rapports BRGM/RP-50373-FR, RP-51656-FR et RP-56479-FR).

Le secteur a fait l'objet de travaux de confortement entre 2001 et 2007, avec l'installation d'enrochements, de soutènements et de géotextiles renforcés dans les zones très sujettes aux glissements de terrain.

Plus récemment de nouveaux phénomènes de glissement des formations superficielles et de chutes de pierres ont eu lieu au niveau des parkings et de la descente d'accès à la plage.

Dans ce contexte, la Mairie de Barneville-Carteret a sollicité le BRGM pour avoir des conseils en vue de mettre en place un suivi pluri-annuel et une sécurisation accrue du secteur.

L'objectif de cette étude est d'établir un diagnostic de stabilité de l'ensemble du versant de la Potinière afin de proposer ensuite un protocole de suivi et de gestion du site sur le long terme.

Le travail a été réalisé en deux temps. Une première analyse visuelle combinée d'une acquisition photogrammétrique par drone a été réalisée début mai 2021, puis une seconde a été réalisée en avril 2022. L'objectif de ce fonctionnement en 2 temps était d'évaluer les dynamiques d'évolution du secteur.

1.2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude correspond à une bande allant de la plage et des parkings à la route de la corniche qui s'étend du parking de la rue du Port (extrémité Est), et le pied des enrochements à l'extrémité Ouest de la plage de la Potinière (Illustration 1 et Illustration 2). Le linéaire total est d'environ 800 m dont 360 m principalement concernés par du glissement de terrain et 440 m concernés à la fois par le glissement des formations superficielles et par des chutes de blocs.

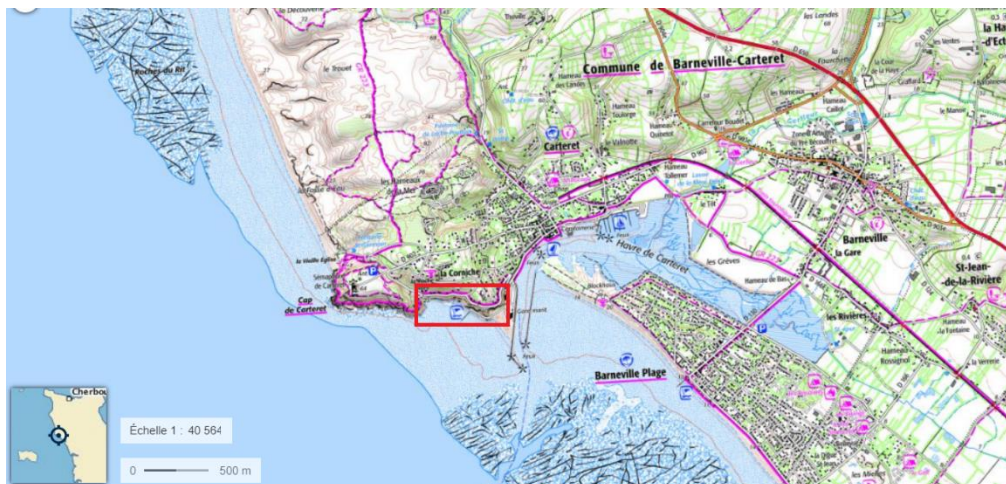


Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude sur le scan25 de l'IGN (www.geoportail.gouv.fr)



Illustration 2 : Zone d'étude – La Potinière – Barneville-Carteret (50). (www.geoportail.gouv.fr)

1.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique de la France au 1/50 000, secteur de la Potinière (carte n°93, Bricquebec - Illustration 3), le secteur d'étude est concerné par les Schistes et grès de Carteret datés du Cambrien (notés k1 sur l'illustration 3). Il s'agit d'une formation hétérogène comprenant des argilites, des siltstones, des quartzites feldspathiques et de micro-poudingues. De bas en haut, il est possible d'observer la succession suivante :

- Schistes verts et grès dont la surface des bancs présente de nombreuses empreintes de sédimentation dues à la surcharge, aux courants, aux oscillations, ou encore des fentes de retrait, constituant autant de critères de polarité des couches ;
- Grès à nodules calcaires riches en Hyolithidés et spicules calcaires tri-axones ;
- Argilites ou schistes violacés, quelquefois verts, à passées gréseuses.

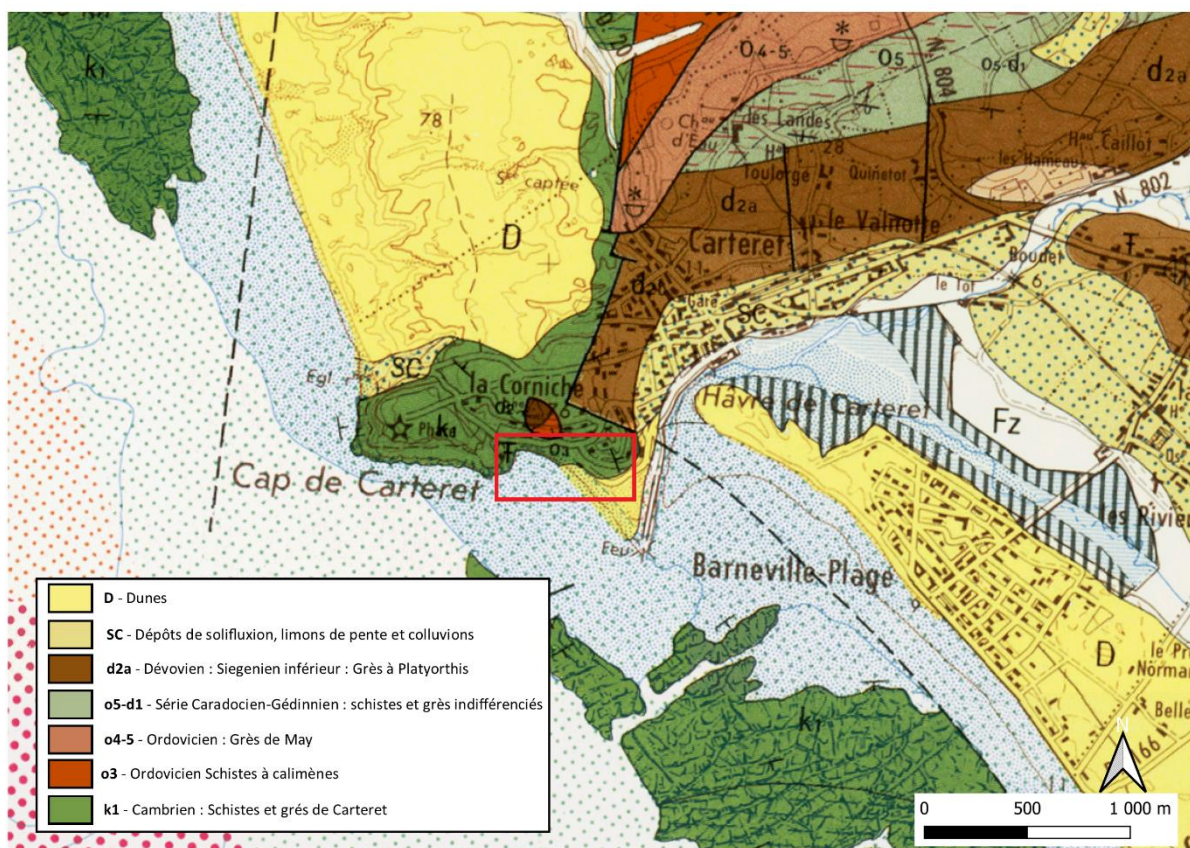


Illustration 3 : Extrait de la carte géologique de France au 1/50 000, secteur de Barneville-Carteret, zone d'étude en rouge (BRGM)

L'analyse locale a permis de mettre en évidence une zone d'érosion et de dépôt au niveau de la plage de la Potinière. Cette zone s'est insérée au niveau des schistes cambriens (Illustration 4 et Illustration 5).

Plusieurs observations ont été réalisées sur place au niveau de la zone d'érosion et de dépôt. A la base du versant, un lit de galets d'environ 1 m d'épaisseur a été observé de part et d'autre de la plage, à l'est du restaurant de la Potinière et à l'ouest des dernières cabines de plage. Il s'agit de galets plats arrondis, dont le diamètre est variable autour de 5 cm. Ils sont disposés dans un ciment compact, solide de fine granulométrie. Des écoulements d'eau de faible débit ont été observés dans ces deux affleurements de galets.

Au-dessus, à l'arrière des cabines de plage, le versant est composé de deux épaisseurs distinctes, comme suit (Illustration 6) :

- Des sables très fins et limons, de couleur beige dans lesquels sont présents quelques petits cailloux de l'ordre du centimètre, plus ou moins roulés, de couleurs variées, ainsi que des coquillages. L'épaisseur de ce banc est d'environ 60 cm sur la zone observée, à la base du versant ;
- Des matériaux argileux, de couleur beige foncé à ocre, présentant quelques cailloux anguleux de 5 à 10 cm environ. L'épaisseur de ce banc est de 40 cm sur la zone observée.

Les bancs composant la partie surmontant ces formations n'ont pas pu être observés, et ne sont pas visibles à l'affleurement. Par ailleurs, notons qu'une première partie du versant situé derrière les cabines de plage a été remaniée en 2001, puis une seconde partie en 2007 (voir paragraphe 0). Les travaux consistaient à stabiliser le versant affecté par un glissement

mobilisant les formations superficielles sur environ 50 m linéaires. La zone a été partiellement décaissée puis comblée par des remblais sablonneux recouverts de terre végétale avec une butée de pied de versant en enrochements. Les formations observées à l'arrière des cabines correspondent aux matériaux rapportés lors des travaux de 2001 et 2007.

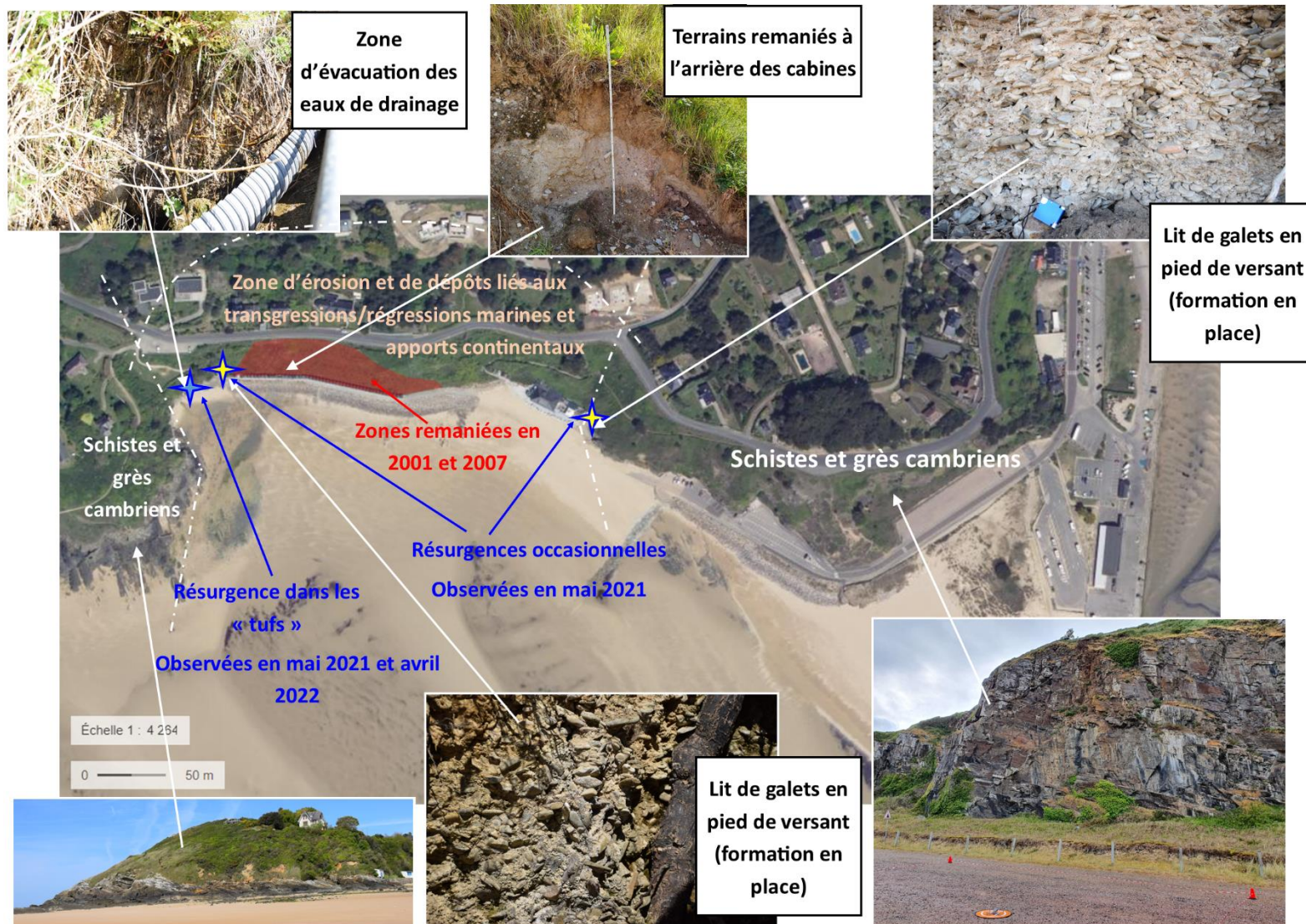


Illustration 4 : Plan des principales unités géologiques observées sur site (sur l'orthophotographie de l'IGN de 2019, www.geoportail.gouv.fr)

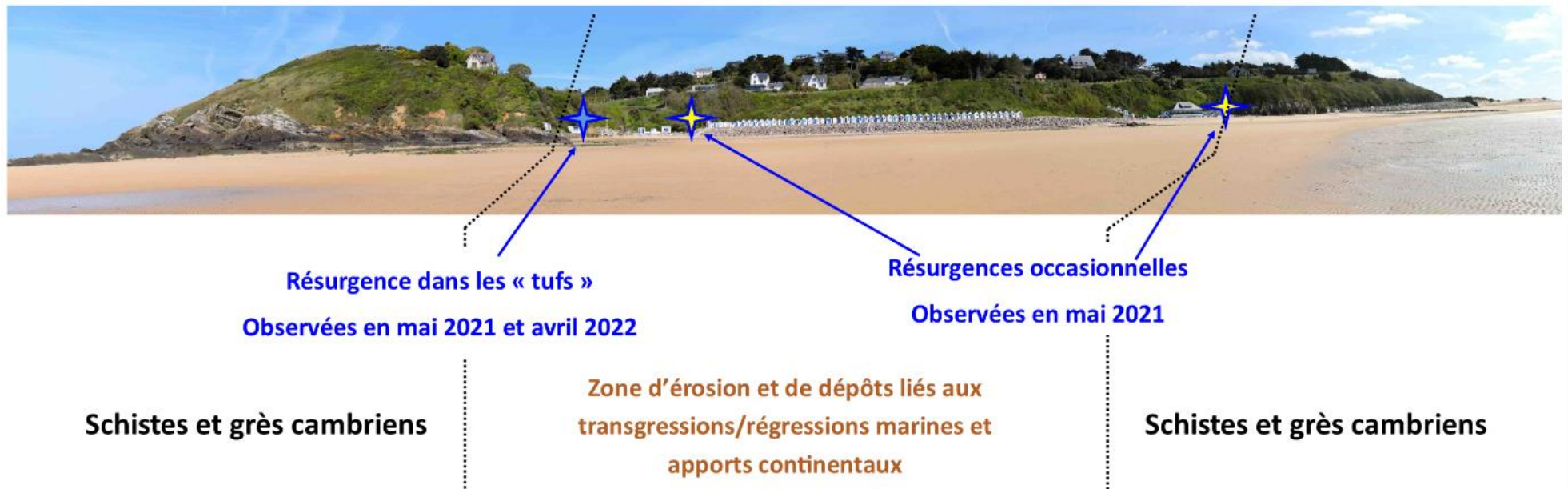


Illustration 5 : Observations des unités géologiques et résurgences réalisées sur site (BRGM, Avril 2022)

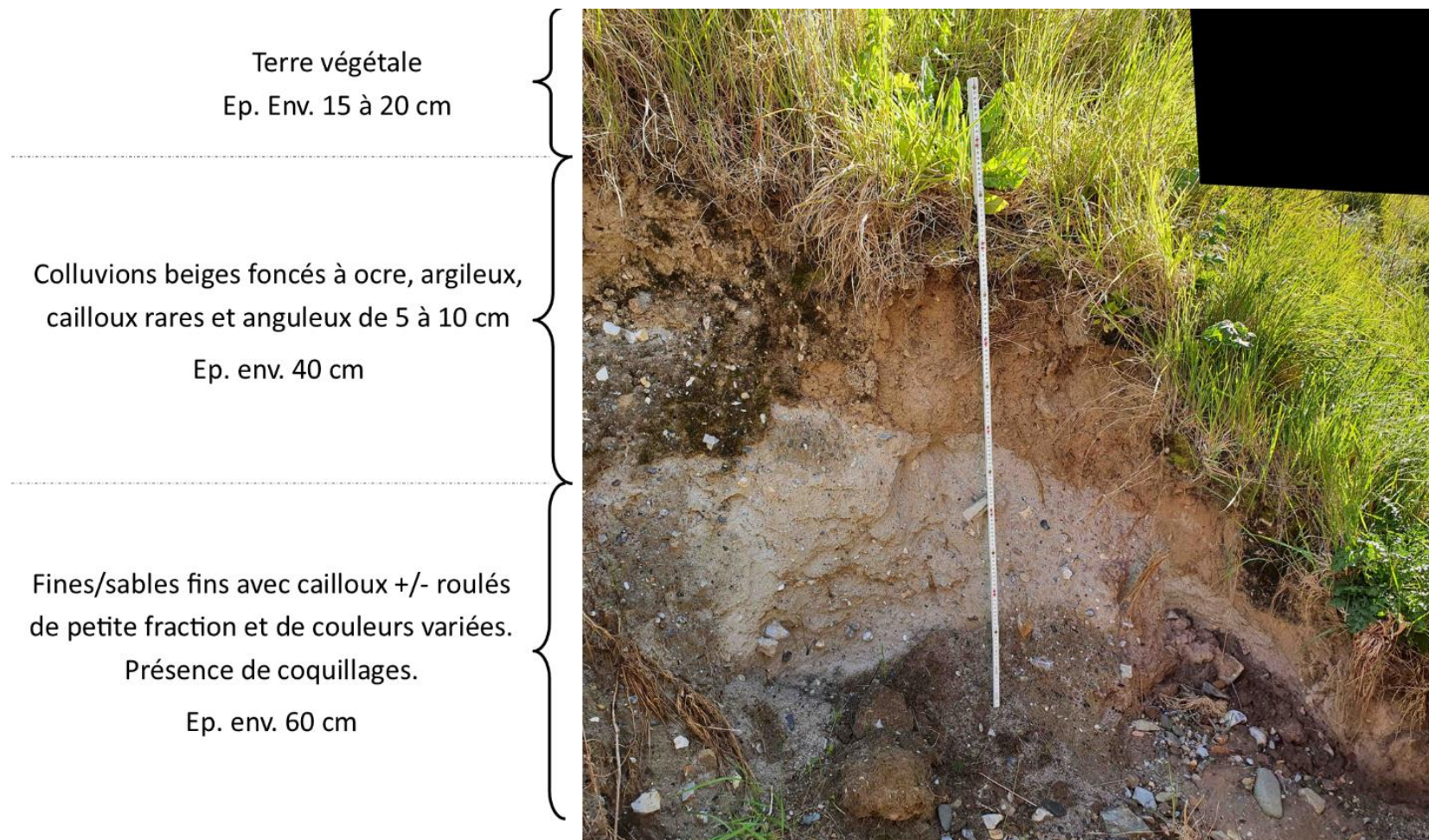


Illustration 6 : Formations observées à l'arrière des cabines de plage – zone remaniée en 2001 (BRGM, Mai 2021)

Un sondage datant de juillet 1995 réalisé par le CETE LRPC de Rouen (Illustration 7), sur la route de la Corniche, à l'arrière du restaurant de la Potinière au niveau de la route de la Corniche (localisation précise non connue) donne la succession lithologique suivante (avec de haut en bas) :

- 50 cm de remblai routier (sables et cailloux) ;
- 40 cm de sable graveleux et caillouteux brun ;
- 1,8 m de sable limoneux brun à beige ;
- 1,8 m de sable argileux avec de nombreux petits cailloutis, lit très caillouteux à la base de la couche de sable ;
- 50 cm de sables très caillouteux ;
- 80 cm de schiste caillouteux gris vert ;
- Au-delà de 5,8 m de profondeur, et jusqu'à 12 m (profondeur limite de sondage), on retrouve le rocher schisteux gris verdâtre avec de fines strates de couleur brune.

Le versant en forte pente situé à l'arrière du restaurant et des cabines de plage comporterait donc entre 5 et 10 m de formations meubles de type sables et cailloutis, surmontant les schistes cambriens.

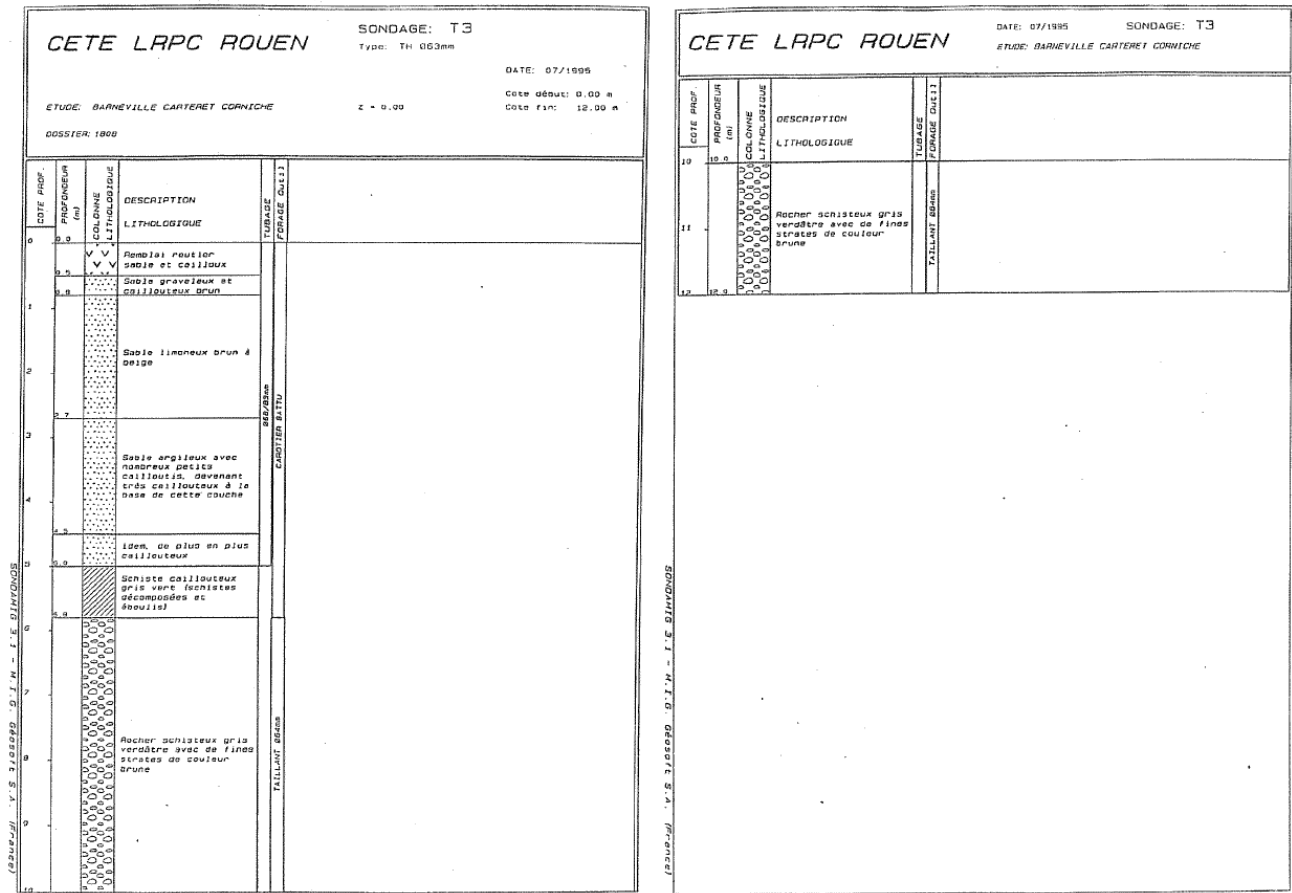


Illustration 7 : Log du sondage réalisé par le CETE en juillet 1995

1.4. CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE

Le site est marqué par deux géomorphologies distinctes, à savoir :

- Environ 360 m de versant, d'environ 20 à 30 m de hauteur, de formations meubles en forte pente, principalement localisées sur la partie ouest du site d'étude ;
- Environ 440 m de paroi subverticale rocheuse, d'environ 20 à 35 m de hauteur, avec une couverture de formations meubles en forte pente en tête de versant, principalement localisées sur la partie est du site d'étude.

La route de la Corniche est située en tête de versant. En pied immédiat du versant, on retrouve des parkings, la descente d'accès à la plage, un restaurant, ainsi que des cabines de plage (Illustration 8).

La carte des pentes témoigne d'une déclivité allant jusqu'à 80° environ (Illustration 11).



Illustration 8 : Plan et photographies de la géomorphologie générale du site de la Potinière (orthophotographie de l'IGN de 2019, www.geoportail.gouv.fr)

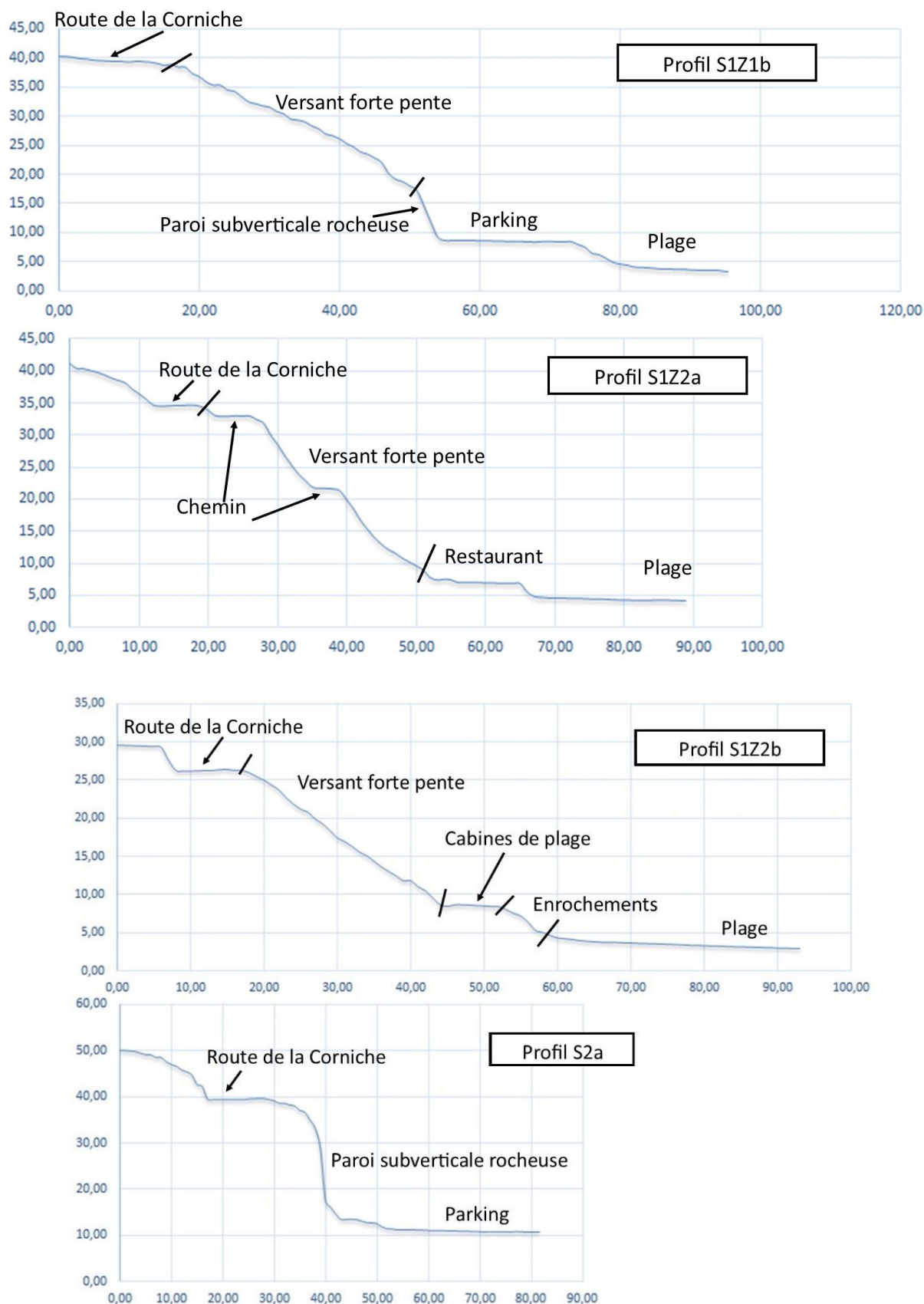


Illustration 9 : Profils topographiques des différentes morphologies du secteur de la Potinière, localisés en Illustration 10 (à partir du MNT au pas de 1 m de 2020, acquisition Altoa)

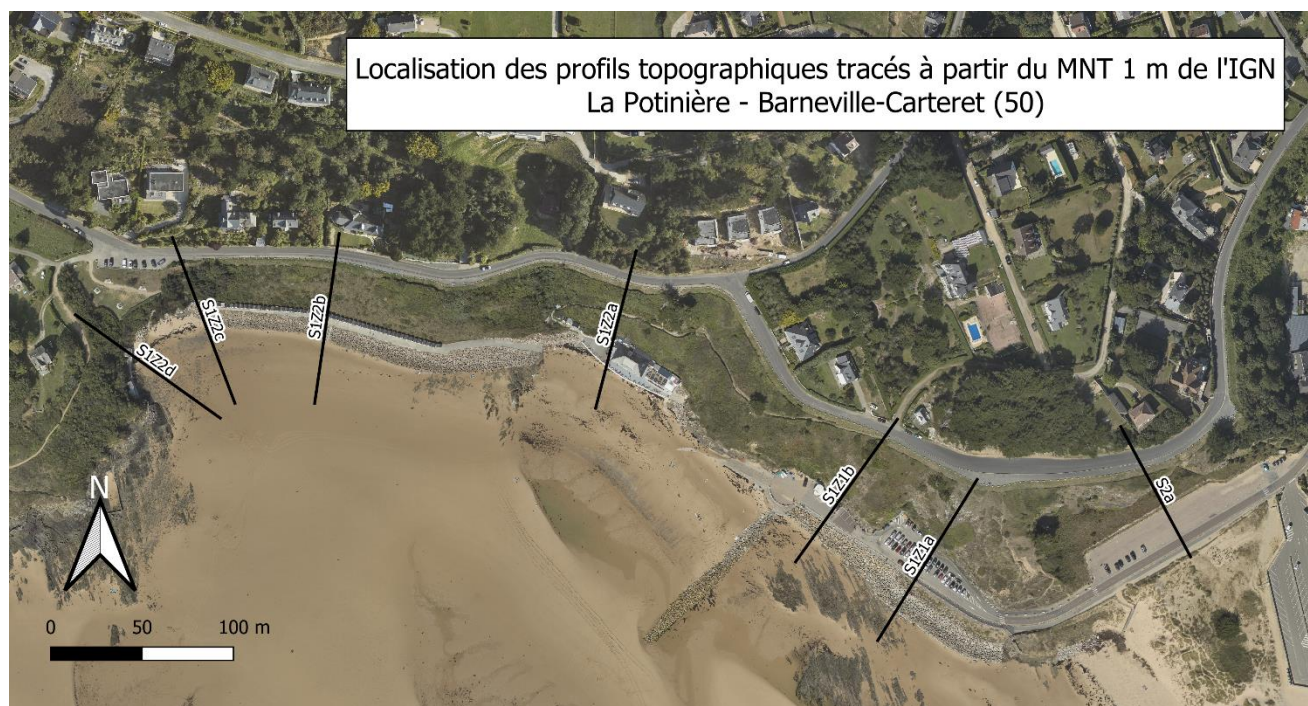


Illustration 10 : Localisation des différents profils présentés précédemment (orthophotographie de 2020, acquisition Altoa)

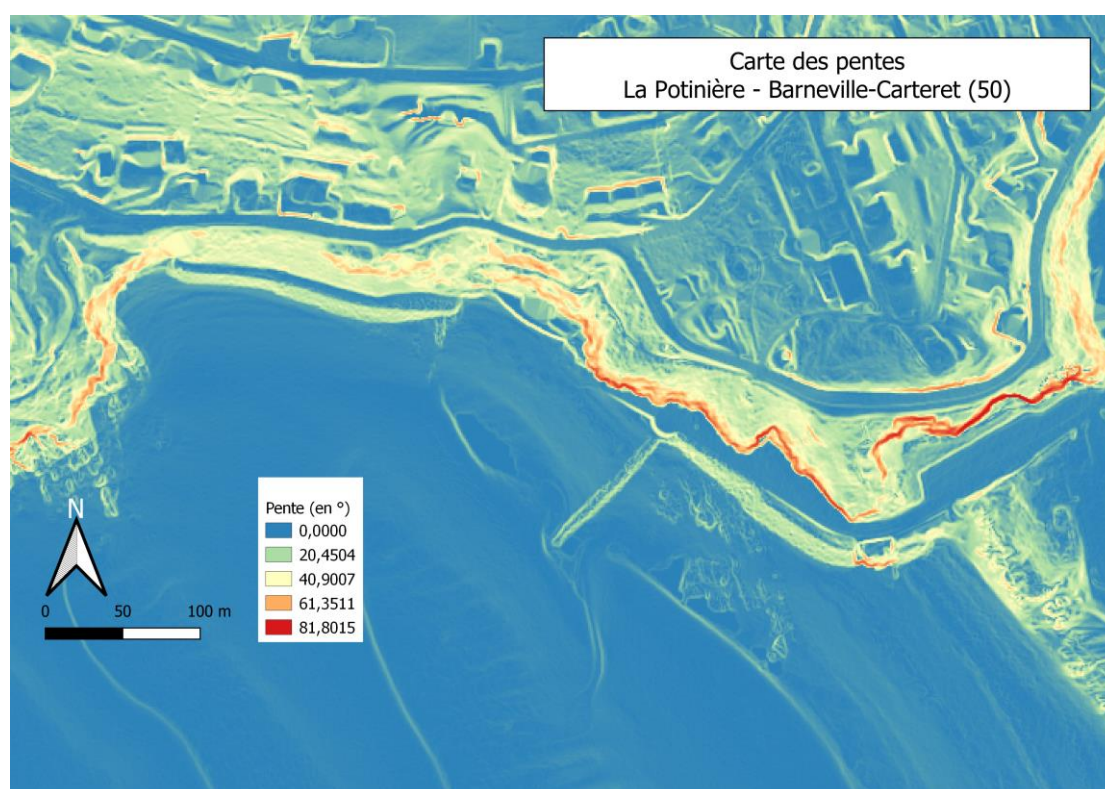


Illustration 11 : Carte des pentes sur le secteur de la Potinière (à partir du MNT au pas de 1 m de 2020, acquisition Altoa)

1.5. HISTORIQUE DU SITE

1.5.1. Phénoménologie

La base de données nationale des mouvements de terrain, gérée par le BRGM, identifie 13 indices de mouvements de terrain sur le secteur de Barneville-Carteret. Toutefois plusieurs de ces indices renseignent le même phénomène. 8 événements distincts, de type glissement et chute de blocs, sont ainsi recensés sur la commune (Illustration 12).

Ils sont tous survenus sur le secteur d'étude, à savoir le versant de la plage de la Potinière (Illustration 18). Le recensement couvre la période 1999 à 2005. Toutefois, la date de survenue de certains de ces événements n'est pas connue et peut être antérieure à 1999. L'intensité des phénomènes recensés varie de quelques m³ à une centaine de m³. Les éboulements relevés depuis le début des années 2000 correspondent en réalité à des glissements de formations superficielles et sont principalement liés à des remobilisations de glissements déjà existants.

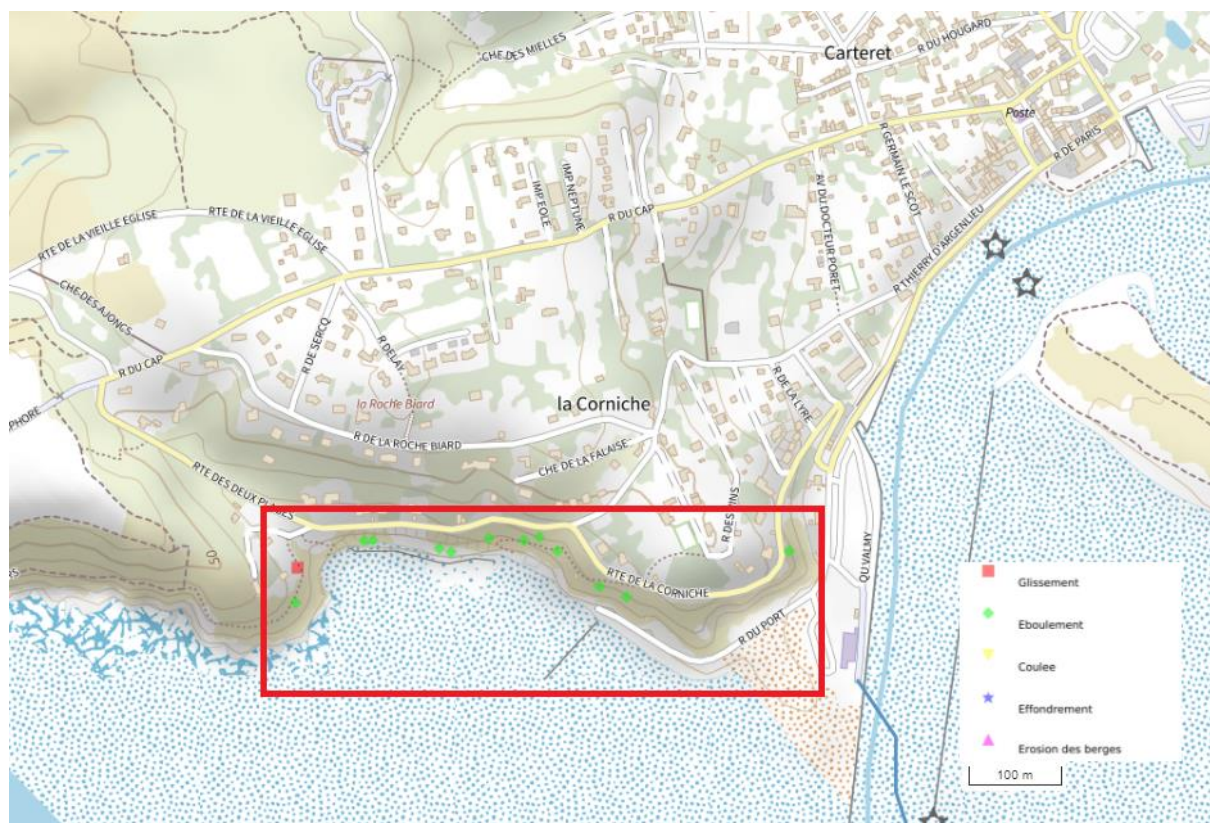


Illustration 12 : Extrait de la base de données nationale des mouvements de terrain (BDMvt) sur le secteur de Barneville-Carteret, zone d'étude encadrée en rouge (www.georisques.gouv.fr)

Type d'événement	Lieu	Date	Source	Description
Chute de blocs	La Potinière	1994	RP-54402-FR	Multiples glissements de formations superficielles
Glissement	La Potinière	1999	RP-50373-FR	Multiples glissements de formations superficielles
Chute de blocs	La Potinière Côté Ouest	2000	RP-51656-FR	3 glissements répartis sur environ 100 m linéaires, de volumes respectifs estimés à 10-12 m ³ . Apparition de fissures sur la route de la Corniche. Il s'agit de la remobilisation de glissements apparus l'hiver 1994/1995. Des travaux de stabilisation du pied de versant par enrochement ont été réalisés.
Chute de blocs	La Potinière Côté Ouest	Avant 2005	RP-54402-FR	Glissement de 5 x 7 m sur environ 1 m d'épaisseur (35 m ³)
Chute de blocs	La Potinière Centre	Avant 2005	RP-54402-FR	Glissement de 10 x 9 m sur environ 1 m d'épaisseur (90 m ³)
Chute de blocs	La Potinière Côté Est	Avant 2005	RP-54402-FR	Glissement de 7 x 5 m sur environ 0,5 m d'épaisseur (17 m ³)
Chute de blocs	La Potinière Côté Est	Avant 2005	RP-54402-FR	Glissement de 7 x 4,5 m sur environ 0,5 m d'épaisseur (10 à 15 m ³)
Chute de blocs	La Potinière Côté Est	Avant 2005	RP-54402-FR	Eboulis de quelques m ³ au niveau du parking

Illustration 13 : Mouvements de terrain recensés dans la base de données nationale (BD Mvt)

Les recherches bibliographiques et les témoignages ont permis d'enrichir ce recensement avec des événements non répertoriés dans la base de données (Illustration 14). La Mairie de Barneville nous a fourni les documents et études qu'elle avait à sa disposition, les témoignages proviennent de la Mairie et de riverains rencontrés lors des visites sur site.

Type d'événement	Lieu	Date	Source	Description	Récurrence
Glissement et chutes de blocs	Ensemble du versant de la Potinière	1988	CETE Normandie-Centre (rapport d'expertise non disponible, faits rapportés dans le rapport d'Etude d'impact de Créocéan de 2006)	"Plusieurs glissements sont mentionnés, sur des longueurs variant entre 10 et 50 m, affectant les terrains de couverture et menaçant les cabines de plage." ; "désordres attribués à la pente raide et aux arrivées d'eaux superficielles au sommet de versant"	
Glissement et chutes de blocs	La Corniche, derrière le restaurant de la Plage	Hiver 1994/1995	BRGM/RP-50373-FR	Glissement/éboulement des formations superficielles	x 3
Glissement et chutes de blocs	La Corniche, derrière les cabines de plage	Hiver 1999	BRGM/RP-51656-FR	Glissement/éboulement des formations superficielles, chutes de blocs associées	x4 - Cabanes 128, 192, 197, 118
Glissement et chutes de blocs	La Corniche, derrière le restaurant de la Plage et les cabines	Hiver 2000/2001	BRGM/RP-51044-FR	Glissement/éboulement des formations superficielles	x2
Glissement et chutes de blocs	Parking et accès plage	2000 à 2008	/	Glissement/éboulement des formations superficielles, chutes de blocs associées	x5
Glissement et Chute de blocs	Accès plage	2012	Compte-rendu des services techniques de la ville	Glissement de formations superficielles au niveau de la descente d'accès à la plage, et plusieurs remobilisations de glissements existants	

Illustration 14 : Evènements de type chutes de blocs et glissements de terrain survenus sur le secteur de la Potinière



Photo 6 - La cabane 198 (section AM) entièrement détruite par les éboulis et arasée depuis le cône d'éboulis est encore visible. Les zones ayant connu des désordres récents sont visibles par l'absence de végétation arbustive (en 1995) et la mise à nu par décapement superficiel en 1999/2000.

Illustration 15 : Zone de l'éboulement de 1995 – BRGM 2001



Illustration 16 : Glissement de formations superficielles en tête de paroi rocheuse au niveau de la descente d'accès plage (photo mairie 2012)



Illustration 17 : Glissement de formations superficielles entre le restaurant et la digue/enrochement, au droit de la route de la Corniche (photo mairie 2012)

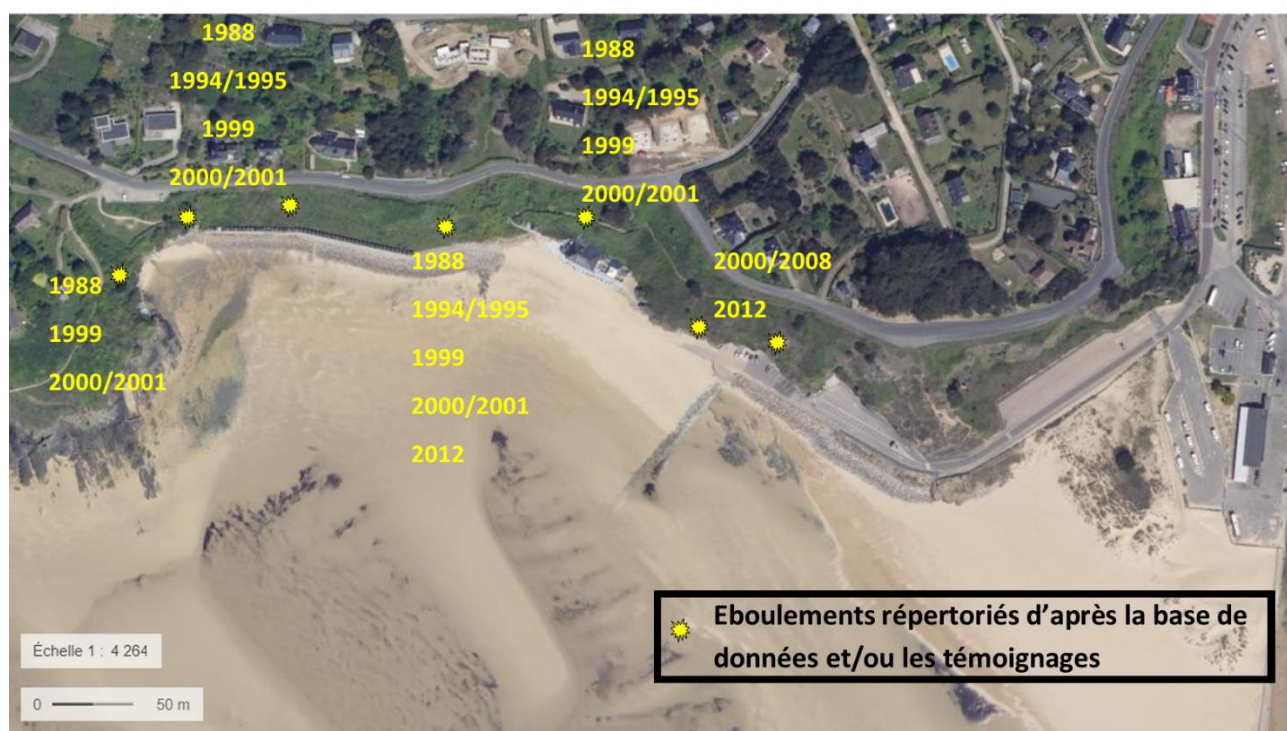


Illustration 18 : Localisation des différents glissements connus provenant des bases de données ou de témoignages

1.5.2. Etudes et travaux réalisés sur le secteur de la Potinière

Le secteur a fait l'objet de plusieurs études géotechniques menées par le CETE au début des années 1990, l'objectif était de statuer sur la stabilité de la route de la Corniche située en tête de versant. Un suivi par inclinométrie a été effectué jusqu'en 1995. Aucun rapport n'est disponible à ce sujet, cependant d'après les témoignages de la mairie et les informations données dans le rapport d'étude d'impact du bureau d'études Creocéan de 2006, aucun mouvement significatif pouvant menacer la stabilité de la route n'a été enregistré sur la période de suivi (déplacement maximal de 4 mm, jugé non significatif). Les inclinomètres ne sont plus utilisables aujourd'hui, car recouverts par le revêtement de la route (plusieurs réfections successives de l'enrobé depuis 1995 ; ouvrages par ailleurs non retrouvés).

Suite à ces études, plusieurs phénomènes ont eu lieu jusqu'en 2012 (Illustration 19 à Illustration 24). Il s'agissait de phénomènes de petits glissements de formations superficielles. Le BRGM est intervenu à plusieurs reprises à cette période et a mis en évidence une vulnérabilité des zones situées en pied de versant, à savoir les cabines de plage, le restaurant, le chemin d'accès depuis la route de la Corniche jusqu'au restaurant de la Potinière.

Date	Evènement	Intervenant / Etudes
1988	Etat des lieux, expertise ayant mis en évidence 10 points de vigilance, dont plusieurs phénomènes de chutes de blocs et glissements de formations superficielles sont relevés sur le versant de la Potinière. Phénomènes plus ou moins récents.	Expertise du CETE Rouen - Travaux préconisés : drainage du versant et gestion des eaux de ruissellement, renfort des versants impactés par les glissements récents (protection en pied de versant et reprofilage).
1991-1993	Suivis de plage : fluctuations importantes (érosion/accrétion)	Suivis réalisés par le CREC (Centre de Recherche en Environnement Côtier) - Université de Caen
1995-1998	Pose d'inclinomètres en 1995, collecte des eaux de ruissellement et renvoi des eaux directement sur la plage. Evolution du glissement en pied de versant derrière le restaurant.	Expertise du CETE Rouen, reconnaissance des sols, suivis de stabilité de la route de la Corniche via inclinomètres (déplacement cumulé enregistré de l'ordre du millimètre). Précisions sur les travaux de confortement à effectuer.
2000	Bilan du suivi de rechargement de la plage depuis 1992 : bilan négatif. Risque d'érosion de la dune en cas de tempêtes	Suivis réalisés par le CREC - Université de Caen
2001	Eboulements au cours de l'hiver. Un glissement d'environ 50 m de largeur sous la route de la Corniche a eu lieu. Les inclinomètres montrent un déplacement maximal de 4 mm au niveau de la route de la Corniche (pas de mouvement notable).	Expertise du CETE suite aux pluies hivernales importantes. Travaux de reconstitution partielle du versant entre la route de la Corniche et la plage (selon recommandations du CETE de 1995 : reprofilage du versant sur la zone de glissement et installation d'enrochements en pied de versant).
2006	Travaux : confortement du parking de la plage (enrochements), confortement versant de la Potinière (digue et enrochements en pied).	Mise en place de confortements et soutènements suite aux recommandations de CREOCEAN.

Illustration 19 : Chronologie des interventions et suivis sur la Potinière entre 1988 et 2007

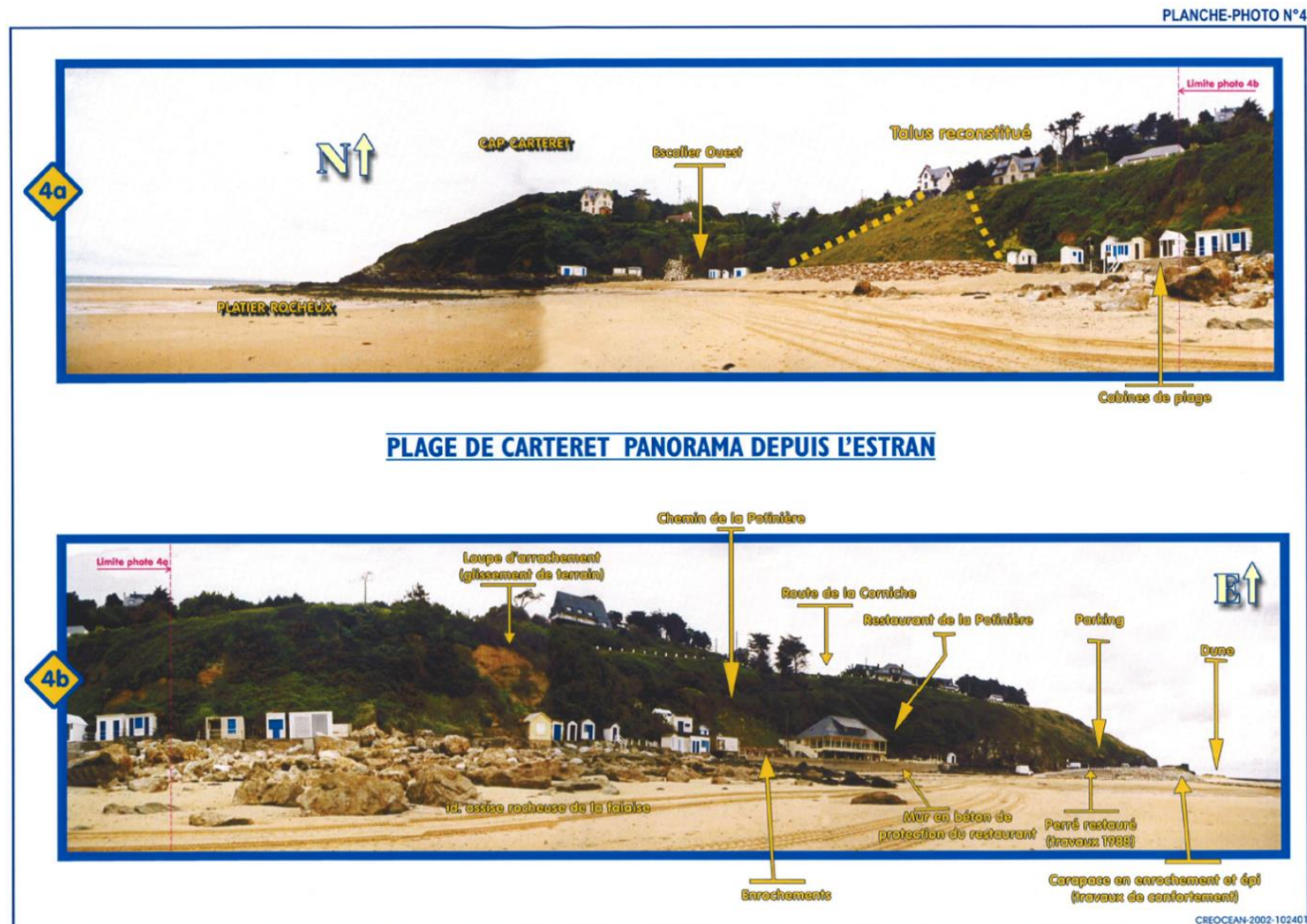


Illustration 20 : Planche photographique de Creoccean lors des travaux de confortement du versant en 2001 et 2007 (rapport d'étude d'impact – Creoccean, 2006)



Illustration 21 : Photographie aérienne IGN de 1982, les flèches jaunes matérialisent l'emplacement de loupes de glissement



Illustration 22 : Photographie aérienne IGN de 2000, les flèches jaunes matérialisent l'emplacement de loupes de glissement



Illustration 23 : Photographie aérienne IGN de 2002, les flèches jaunes matérialisent l'emplacement de loupes de glissement



Illustration 24 : Photographie aérienne IGN de 2010 ; localisation des travaux réalisés en 2011 et 2007

1.6. CONTEXTE METEOROLOGIQUE

L'étude s'est déroulée sur 12 mois, de début mai 2021 à fin avril 2022.

Au regard de la pluviométrie enregistrée sur la station de Bricquebec, située à environ 16 km au nord-est de Barneville-Carteret, les 12 mois sont globalement déficitaires. Seuls les mois de mai et juin 2021 montrent des cumuls nettement supérieurs aux normales mensuelles définies sur la période 1981 – 2010 pour la station de Bricquebec (Illustration 25).

Année	Mois	Cumul mensuel (mm)	Normales mensuelles (1981-2010) en mm	Ecart (%)
2021	Avril	21,8	73,7	-70%
	Mai	115,5	66,1	75%
	Juin	139,5	63,4	120%
	Juillet	65,7	63	-4%
	Août	52,7	69,7	-24%
	Septembre	54,1	91,1	-41%
	Octobre	167,8	142	18%
	Novembre	86,2	147,6	-42%
	Décembre	165,9	157,3	5%
2022	Janvier	77,4	141,4	-45%
	Février	119,2	98,4	21%
	Mars	61,1	94,2	-35%
	Avril	34,3	73,7	-53%
Annuel		1161,2	1281,6	-10%

Illustration 25 : Cumuls de précipitations mensuels, normales et écart par rapport à la normale sur la station de Bricquebec sur la période d'étude (mai 2021 à avril 2022)

La période sur laquelle s'est déroulée l'étude était donc une période « normale » voire « peu pluvieuse ». Les précipitations observées sont globalement moins importantes que les normales mensuelles calculées sur la période 1981 à 2010.

Par ailleurs, quatre tempêtes majeures ont touché le littoral de la Manche au cours de l'hiver 2021/2022 (Illustration 26). Elles n'ont toutefois pas engendré de fortes précipitations, ni même de dégâts très importants sur le secteur de Barneville-Carteret.

Date	Nom	Rafales de vent	Précipitations (mm)	Coef. marée	Horaire Marée haute	Hauteurs vagues (sources articles de presse)
20/10/2021	Aurore	130 km/h	11,4	90	20h30	4 m
27/11/2021	Arwen	130 km/h	8,4	38	12h03	3 m
18/02/2022	Eunice	120 km/h	6	91	21h06	5 m
20/02/2022	Franklin	150 km/h	1,4	88	22h13	5 m

Illustration 26 : Tableau récapitulatif des principales tempêtes de l'hiver 2021/2022

Une analyse de la pluviométrie a également été réalisée sur la période automne-début d'hiver 2012, sur les mois précédant un phénomène de glissement de formations superficielles important survenu le 22 décembre 2012, au niveau de la descente d'accès à la plage (Illustration 16). Cette analyse n'a pas été réalisée pour les autres événements recensés, ils ont tous eu lieu au cours de la saison hivernale mais leurs dates d'occurrence respectives ne sont pas connues.

Cette analyse pluviométrique a montré une pluviométrie largement supérieure aux normales de saison sur les mois d'octobre, novembre et décembre 2012, avec un cumul de pluie s'élevant à 113,6 mm sur les 10 jours précédant le déclenchement de l'événement, dont 65,8 mm sur les 5 derniers jours.

Année	2012		
Mois	Octobre	Novembre	Décembre
Cumul mensuel (mm)	173,4	151,2	260,4
Normales mensuelles (1981-2010) en mm	142	147,6	157,3
Ecart (%)	+ 22%	+ 2%	+ 66%

Illustration 27 : Cumuls de pluie observés sur les mois d'octobre, novembre et décembre 2012 sur la station de Valognes, située à 25 km au nord-ouest de Barneville-Carteret

Cumul pluie avant le 22/12/12	
5 jours	65,8
7 jours	87,6
10 jours	113,6
15 jours	116
20 jours	156,8
30 jours	200,4

Illustration 28 : Cumuls de pluies observés avant le déclenchement du phénomène de glissement au niveau de la descente d'accès à la plage

2. Diagnostic visuel initial (T0) et visite de contrôle à T0 + 1 an

Pour rappel, le travail a été réalisé en deux temps. Une première analyse visuelle combinée d'une acquisition photogrammétrique par drone a été réalisée début mai 2021, puis une seconde a été réalisée en avril 2022. L'objectif de ce fonctionnement en 2 temps était d'évaluer les dynamiques d'évolution du secteur sur la période considérée.

2.1. OBSERVATIONS REALISEES LORS DE LA VISITE DE MAI 2021 (T0)

Le BRGM est intervenu les 5, 6 et 7 mai 2021 sur la commune de Barneville-Carteret pour établir un premier diagnostic de stabilité de versant sur le secteur de la Potinière.

Le site de la Potinière a été découpé en plusieurs secteurs et sous-secteurs selon leur morphologie (Illustration 29).

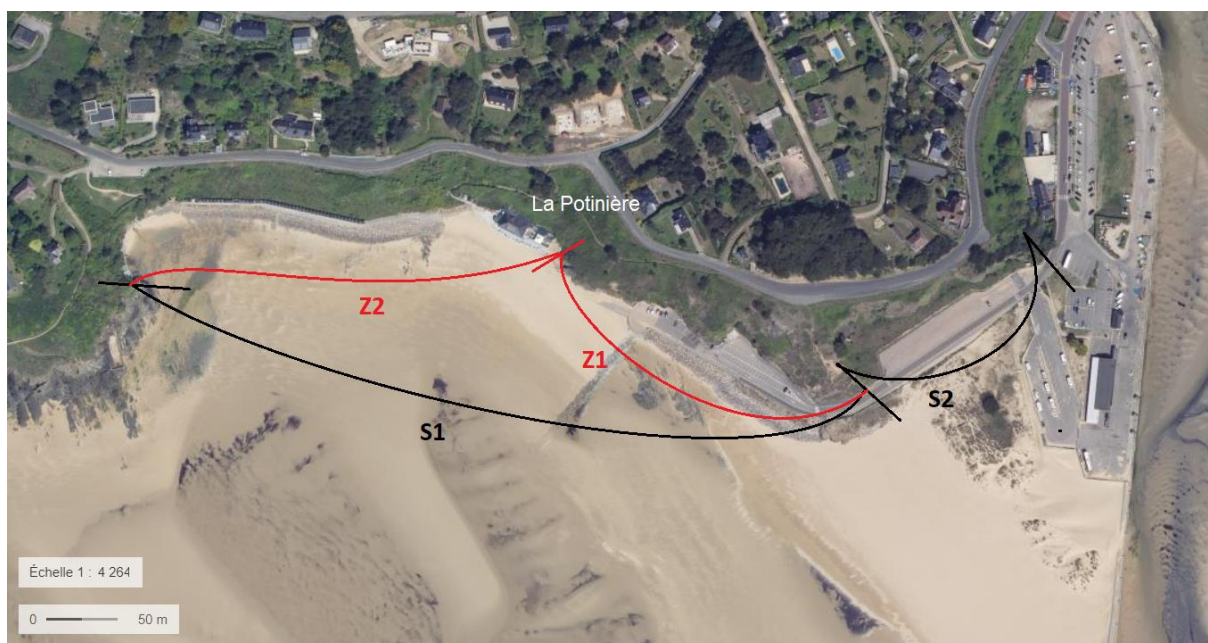


Illustration 29 : Découpage de la zone d'étude en secteurs et sous-secteurs (orthophotographie de l'IGN de 2019, www.geoportail.gouv.fr)

2.1.1. Secteur S1

a) Sous-secteur S1-Z1

Chutes de blocs

La hauteur de paroi sur ce secteur est comprise entre 5 et 10 m environ, à laquelle s'ajoute l'épaisseur de formations superficielles en tête de versant d'environ 15 à 20 m, pour une hauteur totale du versant d'environ 20 à 30 m.

La paroi est très peu végétalisée dans son ensemble. Seul le secteur entre le petit parking et la descente à la plage (secteur des toilettes) montre une végétation grimpante développée. La

roche ne montre pas d'altération particulière en dehors des zones fracturées. D'après les levés de terrain, on retrouve 5 familles de fractures (Illustration 30 à Illustration 32) :

- Famille 1 : N050E avec des pendages autour de 80° ;
- Famille 2 : N140E avec des pendages d'environ 76° ;
- Famille 3 : N200E avec un pendage de 70° ;
- Famille 4 : N240E avec des pendages variables compris entre 35° et 80° ;
- Famille 5 : N315E avec des pendages compris entre 55° et 80° .

Ces 5 familles de fractures couplées à la stratification, de pendage 15° et d'orientation N050E, délitent des blocs de volumes variables sur l'ensemble de la paroi. L'analyse des nuages de points 3D, obtenus à la suite des acquisitions photogrammétriques réalisées par drone (présentées au Chapitre 3) ont permis de confirmer ces relevés de fracturation.

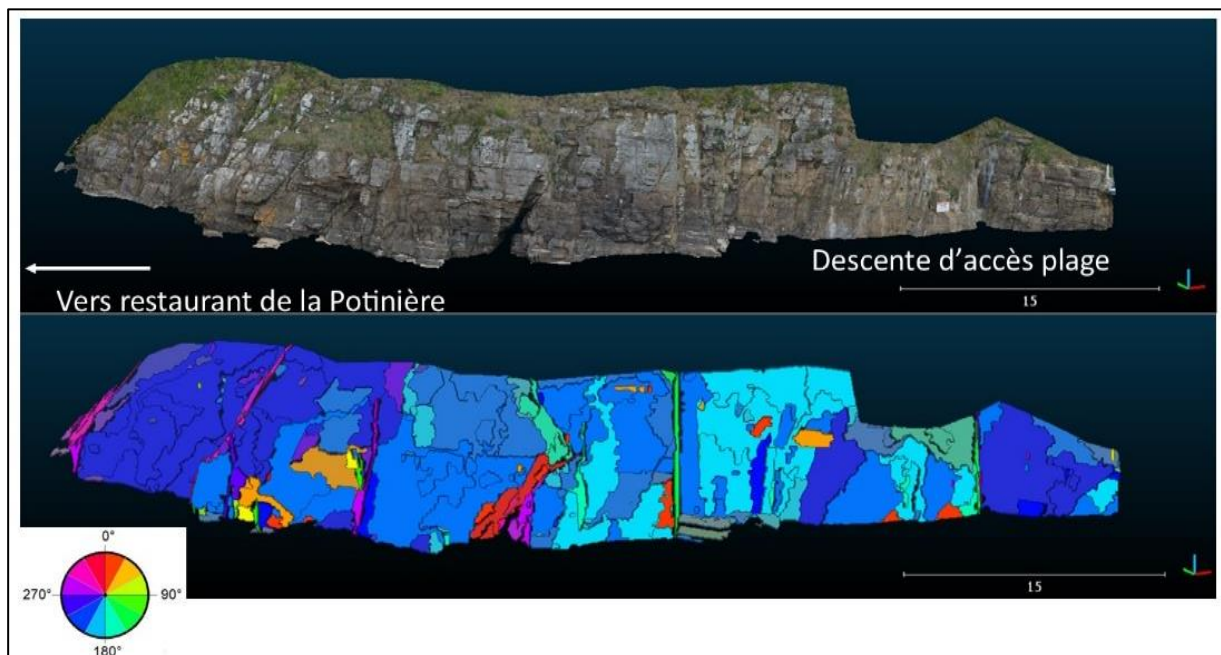


Illustration 30 : Modèle 3D de la zone de falaise, réalisé à partir de l'acquisition drone de début mai 2021, située entre le restaurant de la Potinière et la descente d'accès à la plage en haut, segmentation du nuage de points 3D selon la méthode de FastMarching en bas (chaque couleur représente une orientation de fracturation)

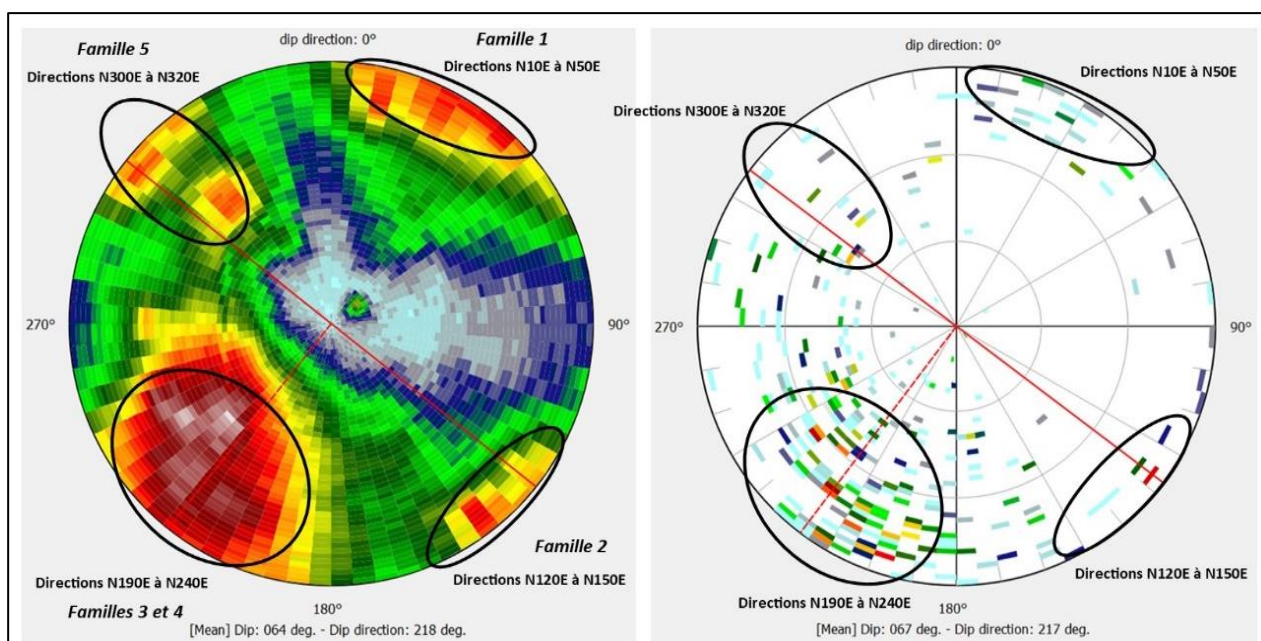


Illustration 31 : Stéréogrammes obtenus suite à l'utilisation des méthodes de segmentation de nuages de points 3D de type « normale des points » et « FastMarching » - site S1-Z1

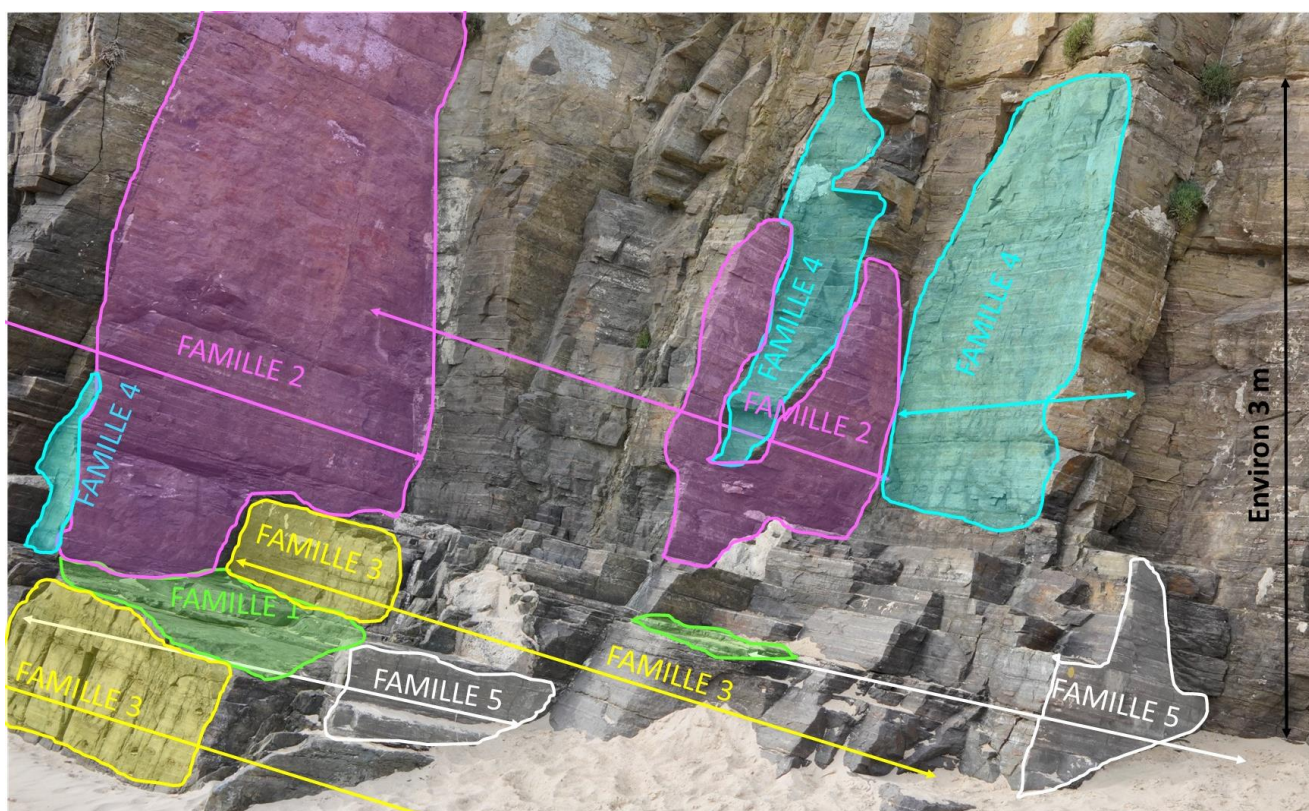


Illustration 32 : Représentation des différentes familles de fractures sur une photographie du secteur S1 (BRGM, Mai 2021)

On distingue trois scénarii possibles en termes de dynamique chutes de blocs sur ce sous-secteur, ils sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Volume unitaire de bloc avant fragmentation	Présence en paroi	Indice d'intensité	Indice d'activité
Sc 1	Petits volumes	Aléa diffus sur toute la paroi	TRES FAIBLE	FORT (chutes très régulières)
Sc 2	0,25 à 1 m ³	Majoritaires autour de 0,5 m ³	MOYEN	MOYEN
Sc 3	Masses instables de 1 à 10 m ³	Peu représenté	FORT	MOYEN/FAIBLE

Illustration 33 : Tableau récapitulatif des scénarii retenus sur le secteur S1-Z1

Les indices d'intensité et d'activité sont déterminés selon le guide MEZAP (Méthodologie du Zonage de l'Aléa Chute de Pierres) en fonction des matrices de classification présentées en annexe.

Sur ce secteur, le scénario de référence¹ retenu est le scénario 2. Il s'agit de l'événement le plus susceptible de se produire à court terme (quelques années). De manière localisée sur le linéaire de parois, plusieurs masses comprises entre 2 et 10 m³ ont été repérées. Au droit de ces instabilités potentielles, il faudra considérer un second scénario correspondant au scénario 3 (Illustration 34 et Illustration 35), c'est-à-dire une probabilité d'occurrence moyenne à court terme et forte à moyen/long terme (une à plusieurs dizaines d'années).

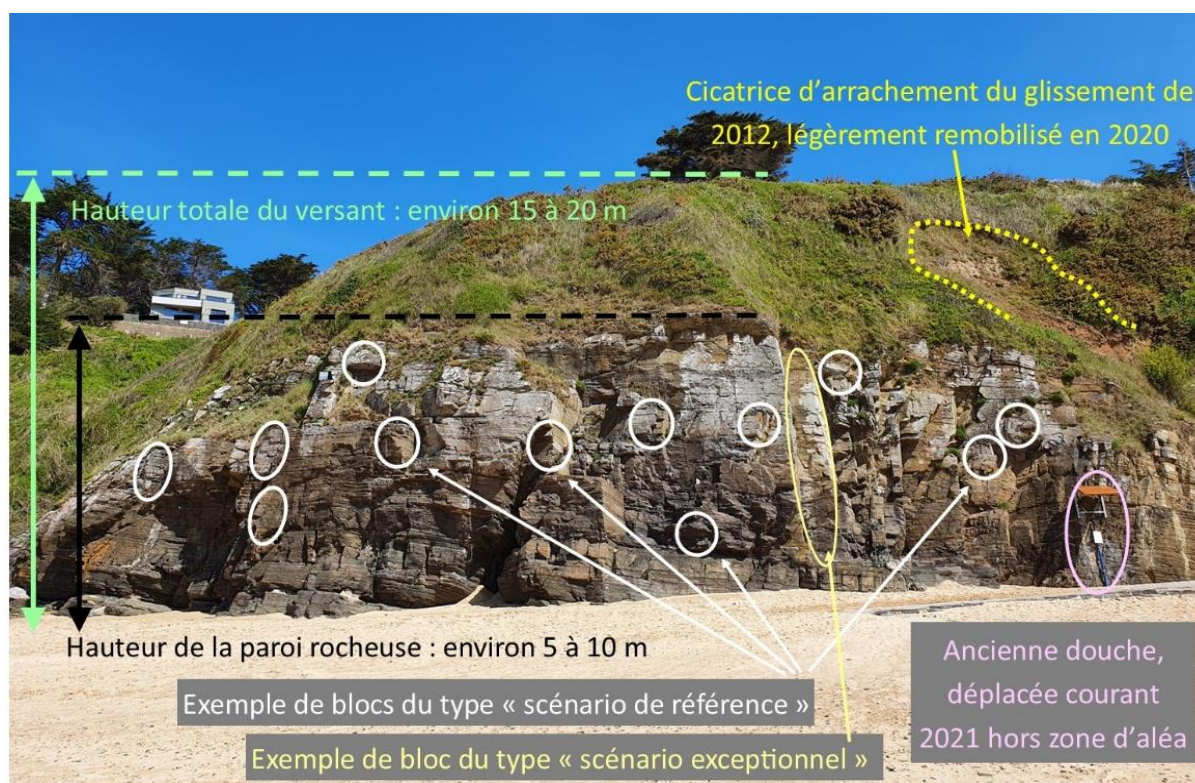


Illustration 34 : Photographie annotée d'une partie du secteur S1-Z1, située entre le restaurant de la Potinière et la descente d'accès à la plage

¹ Scénario le plus probable à moyen terme

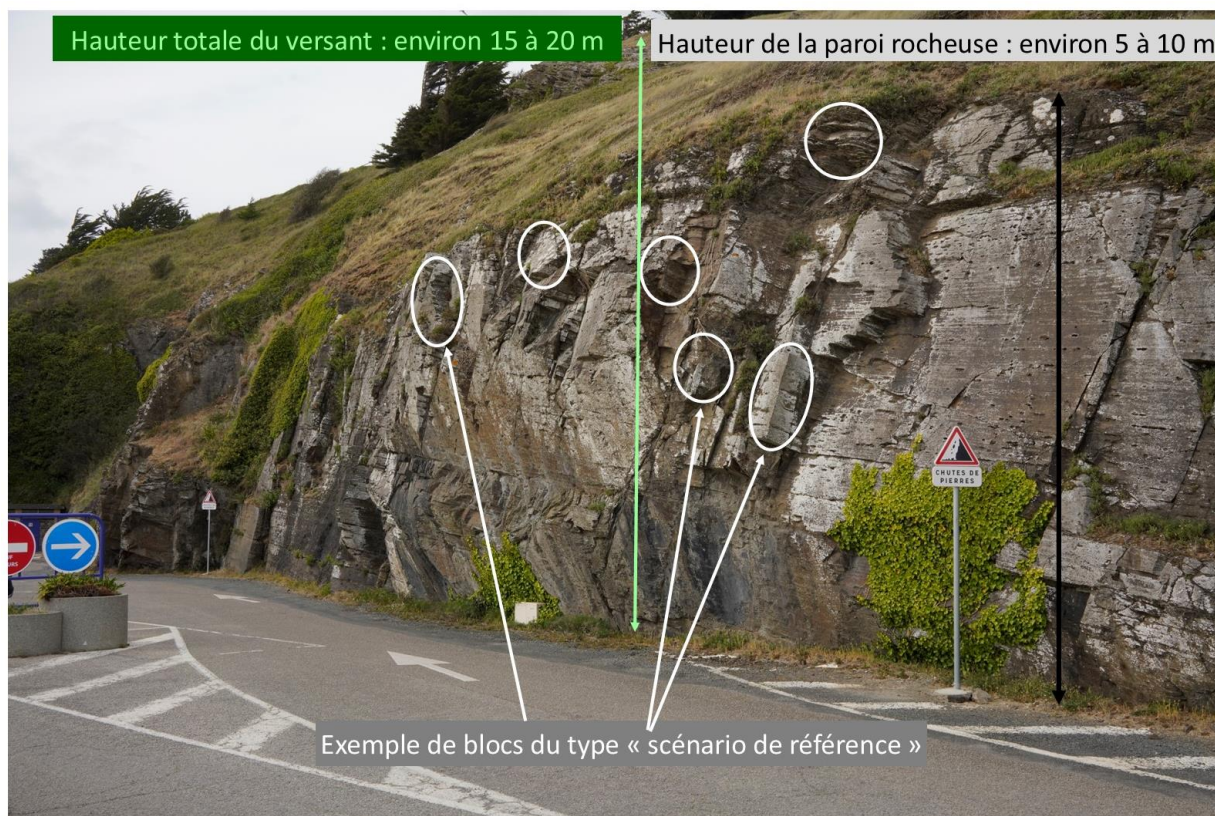


Illustration 35 : Photographie annotée d'une partie du secteur S1-Z1, située au niveau du parking

Les terrains de réception sur ce secteur sont globalement plats, constitués, sur la partie sud-est, par le petit parking (macadam) et, sur la partie nord-ouest, par la plage (sable).

Glissements de terrain

Une cicatrice d'arrachement est visible dans les formations superficielles sus-jacentes aux formations rocheuses de la paroi. Elle se situe au-dessus de la cale d'accès à la plage entre la douche et le snack (Illustration 36).

Elle a une largeur d'environ 6 m pour une hauteur de 8 à 10 m. Ce glissement a été initié dans les années 2000, puis remobilisé en 2008 et en 2012, et s'est réamorcé il y a quelques mois (2019/2020). À cette période, quelques chutes de pierres avaient eu lieu. D'après les reconnaissances réalisées sur le terrain et des données acquises par drone, la zone potentiellement déstabilisée aurait une largeur de 17 m pour une hauteur de 10 m au maximum. Il s'agit d'un glissement de formations superficielles, de type argiles, coiffant les schistes cambriens sous-jacents de pente avoisinant les 30 à 40°. Le volume mobilisé lors du glissement de 2012 est estimé à environ 20 m³.

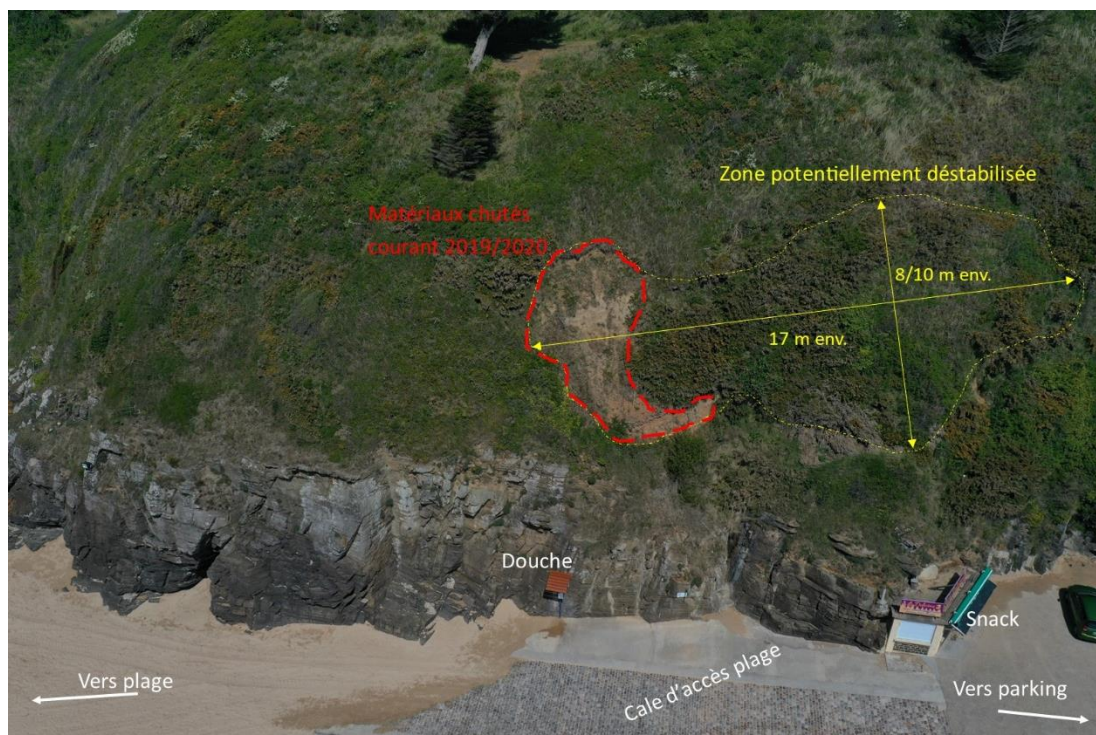


Illustration 36 : Localisation du glissement réactivé en 2019/2020 et de la zone présumée déstabilisée (BRGM, Mai 2021)

b) Sous-secteur S1-Z2

Le secteur est caractérisé par un versant de forte pente, essentiellement composé de formations meubles de type colluvions et dépôts marins. Deux faciès ont été retrouvés en pied de versant, à l'arrière des cabines de plage (de bas en haut - Illustration 6) :

- Environ 60 cm de sables très fins et de limons, de couleur beige dans lesquels on retrouve quelques petits cailloux (de l'ordre du centimètre) plus ou moins roulés de couleurs variées, ainsi que quelques coquillages ;
- Environ 40 cm de matériaux argileux, de couleur beige foncé à ocre, présentant quelques cailloux anguleux de 5 à 10 cm.

De manière locale, un lit de galets d'environ 1 m d'épaisseur a été observé à l'est du restaurant de la Potinière sur environ 3 m de large et de l'autre côté de la plage sous l'escalier d'accès sur environ 2 m de largeur. Il s'agit de galets plats arrondis, dont le diamètre est variable autour de 5 cm, disposés dans un ciment compact, solide de fine granulométrie.

L'humidité constatée au sein de ces deux lits de galets témoigne d'écoulements d'eau de faible débit dans le versant.

Une zone de glissement de terrain a été identifiée à l'extrémité Ouest de l'enrochement (Illustration 37). Il a été amorcé en 1988, puis remobilisé successivement au cours de l'hiver 1994/1995, en 1999, et lors de l'hiver 2000/2001. La cicatrice d'arrachement fait environ 4 m de hauteur pour 5 à 6 m de largeur, sur une épaisseur comprise entre 0,5 et 1 m. Le volume mobilisé est estimé à environ 20/25 m³. Il s'agit d'un glissement de formations superficielles de type argiles, présentant une pente d'environ 30°. La propagation est limitée, les matériaux ont glissé sur environ 1,5 m vers les cabines de plage. Beaucoup de végétation s'est réinstallée sur les matériaux déplacés et elle commence à se réinstaller au niveau de la cicatrice d'arrachement. Ce glissement semble stabilisé à l'heure actuelle.



Illustration 37 : Photographie oblique du glissement de terrain ancien à l'arrière des cabines de plage (BRGM, Mai 2021)

Deux zones de glissement présumées actives avaient initialement été identifiées sur ce secteur (Illustration 38 et Illustration 39).

La première est située sur la cale d'accès plage située à l'ouest du restaurant de la Potinière (accès aux cabines de plage et au sommet de l'enrochement). Les dimensions du décrochement présumé sont estimées à environ 24 m de largeur et 12 m de hauteur. Il s'agit probablement d'un glissement ancien, initié a priori en 1988 puis remobilisé lors de l'hiver 1994-1995, en 1999, lors de l'hiver 2000/2001, ainsi qu'en 2012 (Illustration 17). Il s'agit d'un glissement de formations superficielles de type argiles, présentant une pente d'environ 40°.



Illustration 38 : Vue aérienne de l'amorce de glissement situé au-dessus de la cale d'accès plage ouest (BRGM, Mai 2021)

La seconde zone de décrochement supposée (Illustration 39) est située sur le versant à l'arrière des cabines de plage. L'amorce du glissement est très peu prononcée, elle a été identifiée à partir des images issues de l'acquisition par drone. Après analyse des données de pente obtenues à partir du MNT au pas de 1 m d'Altoa réalisé en 2020, ainsi que des nuages de points obtenus à la suite des deux campagnes d'acquisition, il semblerait que cette zone ne soit pas une zone de décrochement. Il s'agit de la zone dont le talus a été totalement remanié en 2007 selon les recommandations du bureau d'études Creoccean (Illustration 16). La légère inflexion observée est possiblement liée au tassement progressif des matériaux de reconstitution du talus.

Notons toutefois que cette zone présente en son pied un petit décrochage. Il est situé directement à l'arrière des cabines de plage et montre un dévers d'environ 1,4 m de hauteur. D'après les témoignages de riverains, les assauts de la mer lors de fortes marées et tempêtes contribuent à affouiller le pied de versant malgré la présence des enrochements.



Illustration 39 : Seconde zone supposée d'amorce de glissement à l'arrière des cabines de plage (BRGM, Mai 2021)

Pour finir, des écoulements d'eau importants ont été relevés au niveau de l'escalier dans les niveaux de formations meubles (Illustration 40). Sur cette zone est présente une conduite de drainage ayant été sécurisée par des enrochements lors des travaux de confortement menés par Creocéan en 2007. Elle draine a priori les eaux de ruissellement de la route de la Corniche et permet l'évacuation des eaux directement sur la plage conformément aux recommandations émises par le CETE suite aux événements de 1988. Lors des visites, des suintements ont été observés au niveau des formations superficielles du versant. Le système de drainage est composé d'une buse verticale collectant les eaux de ruissellement et d'un demi-tube de drainage permettant de collecter les suintements le long du versant. Les eaux collectées se déversent sur la plage directement en pied de versant. Lors des visites de 2021 et 2022, l'eau s'écoulait sur la plage malgré l'absence de fortes précipitations, ce qui laisse supposer que cette conduite est également l'exutoire de circulations d'eaux souterraines provenant de zones plus en amont du versant (hors zone d'étude). Aucune autre information concernant la conception, l'origine des eaux collectées, ou le suivi et l'état actuel du système de drainage n'est disponible.



Illustration 40 : Zone de suintement/écoulement d'eau important au niveau de l'escalier à l'ouest de la plage

La carte suivante localise les glissements présumés du secteur S1, présentés ci-dessus.



Illustration 41 : Localisation des glissements de formations superficielles stabilisés et présumés sur le secteur S1

2.1.2. Secteur S2

La hauteur de paroi sur ce secteur atteint une hauteur maximale de 25 m environ.

La paroi est très peu végétalisée dans son ensemble. On note un arbre en surplomb sur la partie sud-ouest du secteur et une végétation grimpante développée sur les 10 derniers mètres du secteur vers le nord-est. La roche ne montre pas d'altération particulière en dehors des zones fracturées.

On retrouve 5 familles de fractures (Illustration 42 à Illustration 44) :

- Famille A : N020E avec des pendages forts autour de 75° ;
- Famille B : N080E dont les pendages sont d'environ 60° ;
- Famille C : N140E avec un pendage subvertical ;
- Famille D : N200E avec des pendages forts autour de 75° ;
- Famille E : N250E avec des pendages d'environ 60°.

Ces 5 familles de fractures couplées à la stratification, de pendage 15° et d'orientation N050E, délitent des blocs de volumes variables sur l'ensemble de la paroi. L'analyse des nuages de points 3D, obtenus à la suite des acquisitions photogrammétriques réalisées par drone (présentés au Chapitre 3) ont permis de confirmer ces relevés de fracturation.

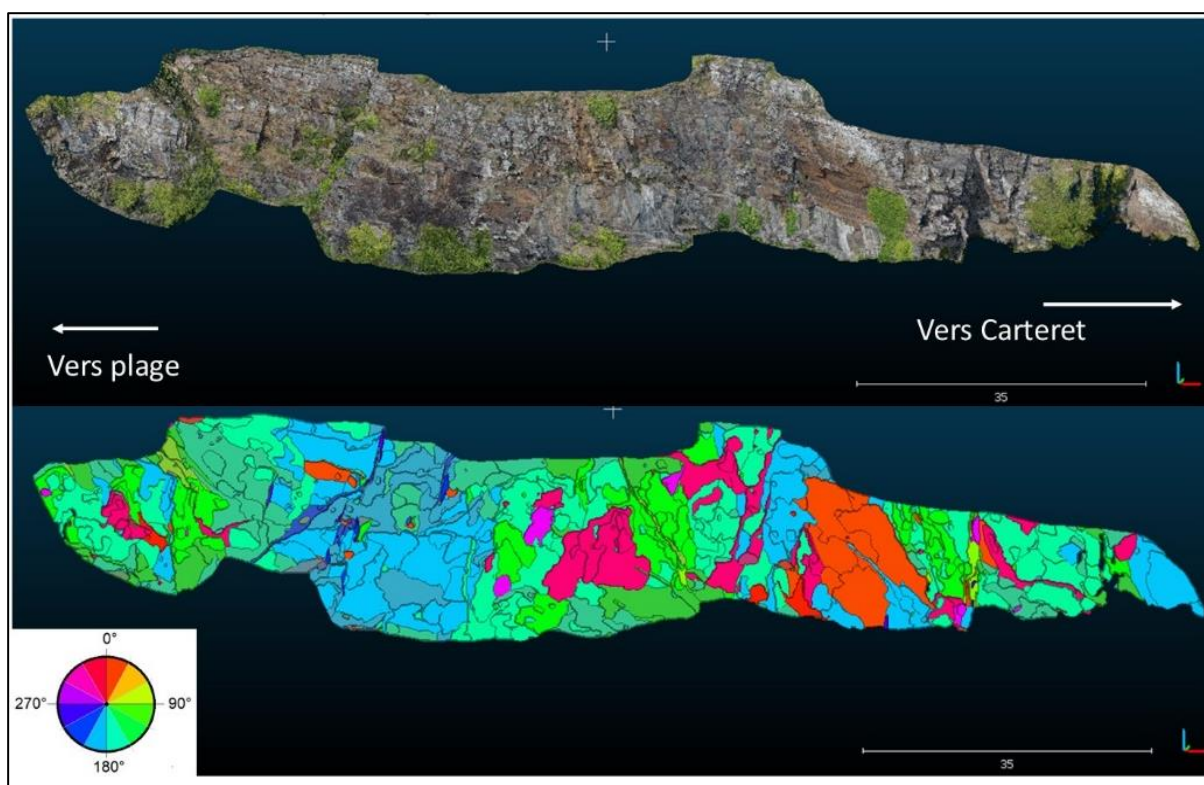


Illustration 42 : Modèle 3D de la zone de falaise située au niveau du grand parking en haut, segmentation du nuage de points 3D selon la méthode de FastMarching en bas (chaque couleur représente une orientation de fracturation)

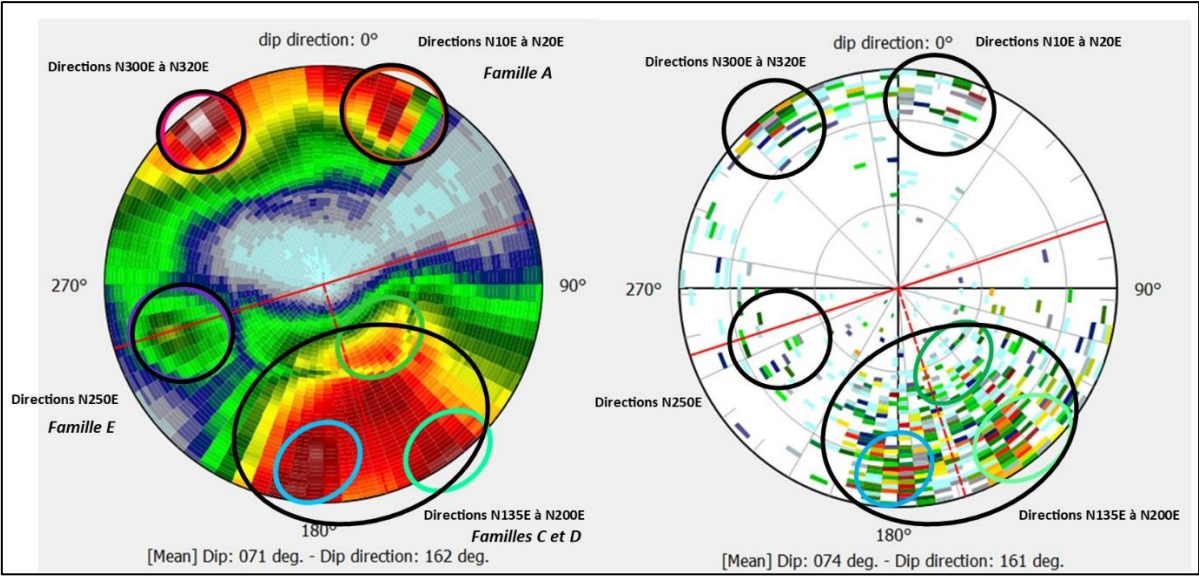


Illustration 43 : Stéréogrammes obtenus suite à l'utilisation des méthodes de segmentation de nuages de points 3D de type « normale des points » et « FastMarching » - Site S2



Illustration 44 : Représentation des différentes familles de fractures sur une photographie du secteur S2, hauteur de paroi environ 20 m (BRGM, Mai 2021)

Les volumes d'instabilités potentielles identifiées sont compris entre 0,3 m³ et 24 m³ (volume unitaire avant chute), répartis selon trois scénarii comme précisé dans le tableau ci-dessous :

Scénario	Volume unitaire de bloc avant fragmentation	Présence en paroi	Indice d'intensité	Indice d'activité
Sc 1	0,25 à 1 m ³	Aléa diffus sur toute la paroi	MOYEN	MOYEN

Sc 2	1 à 5 m ³	Nombreux blocs répartis sur l'ensemble de la paroi	FORT	MOYEN
Sc 3	Supérieur à 5 m ³	Peu représentés	FORT	MOYEN/FAIBLE

Illustration 45 : Tableau récapitulatif des scénarii retenus sur le secteur S1-Z2

Le scénario de référence retenu pour ce secteur est le scénario 2. Il s'agit de l'événement le plus susceptible de se produire à court terme (quelques années). Notons qu'à ces trois scénarii s'ajoute un aléa diffus de chute de pierres dont l'indice d'intensité est qualifié de Très Faible et l'indice d'activité est qualifié de Fort.

De manière localisée sur le linéaire de parois, plusieurs masses comprises entre 2 et 10 m³ ont été repérées. Au droit de ces instabilités potentielles il faudra considérer un second scénario correspondant au scénario 3, c'est-à-dire une probabilité d'occurrence moyenne à court terme et forte à moyen/long terme (une à plusieurs dizaines d'années).

Les terrains de réception sont caractérisés par une zone étagée d'environ 4 à 20 m de largeur en pied de falaise composée de terrains meubles (sables compactés ainsi que quelques petites pierres éboulées) pouvant montrer localement un piège à blocs d'environ 1,5 à 2 m de profondeur au pied immédiat de la paroi. Le piège à blocs observé en pied de paroi serait d'origine anthropique mais aucune information au sujet d'aménagements de ce type n'a été retrouvée. En contrebas de cette zone de réception meuble se situe le parking.

D'après le relevé de blocs éboulés réalisé lors de la visite de début mai 2021, la majorité d'entre eux ont des volumes inférieurs à 0,25 m³ (50 x 30 x 30 cm) et se sont propagés à environ 5 m au maximum de la paroi, indépendamment de la présence ou non du piège à bloc (Illustration 46). Quelques pierres et blocs de volume inférieur à 0,25 m³ ont été observés au niveau du piège à blocs.

Notons qu'un arbre d'environ 5 à 7 m de haut, situé à l'extrémité ouest du parking, menace de chuter. Il est en surplomb au niveau de la tête de falaise, dont la hauteur est d'environ 10 m sur cette zone. En pied de ce secteur, on observe un cône d'éboulis créant une forte pente en direction du parking.

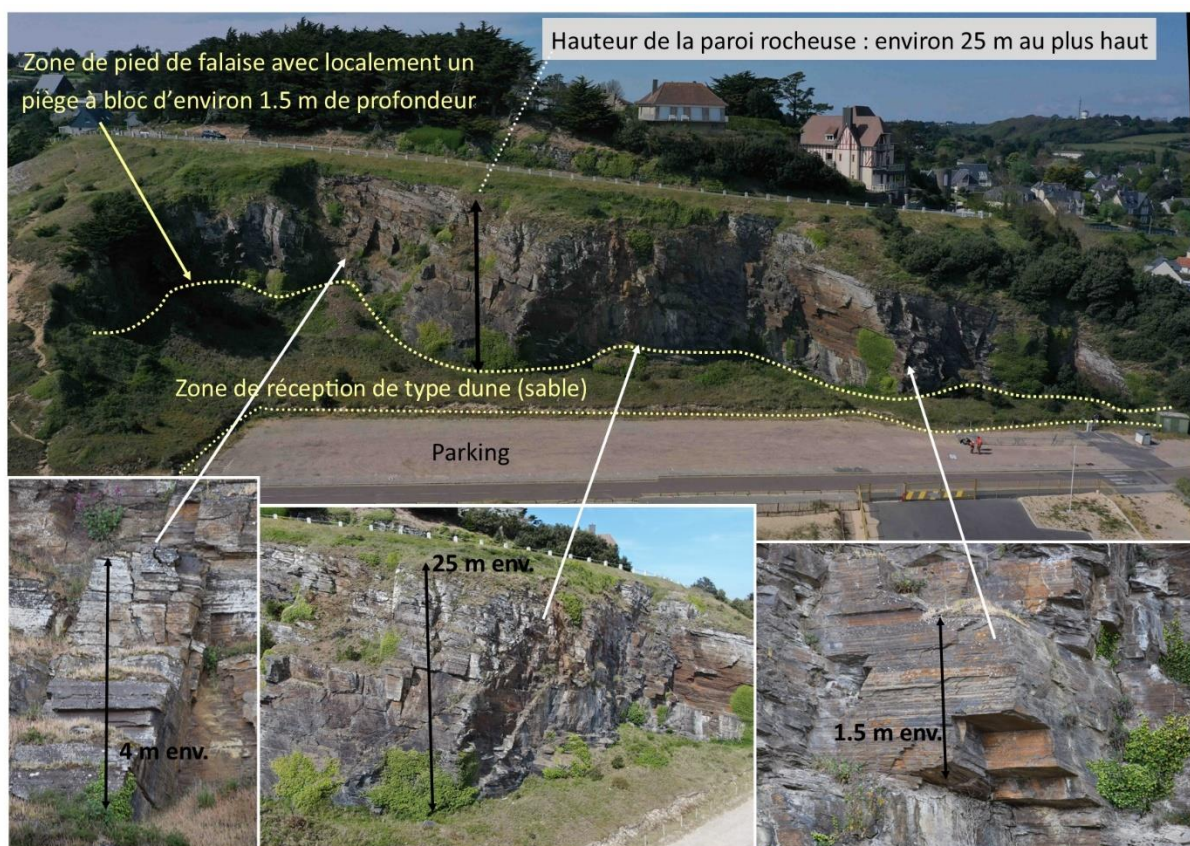


Illustration 46 : Photographie annotée du secteur S2 (BRGM, Avril 2022)

2.2. OBSERVATIONS REALISEES LORS DE LA VISITE D'AVRIL 2022

Le BRGM est intervenu les 26, 27 et 28 avril 2022 sur la commune de Barneville-Carteret afin de réaliser un deuxième diagnostic de stabilité de versant sur le secteur de la Potinière et de faire des constats sur l'évolution survenue depuis le premier diagnostic réalisé en mai 2021.

Les observations réalisées fin avril 2022 ont permis de confirmer celles réalisées en mai 2021.

Les zones estimées comme zones de glissement présumées sont toujours visibles. L'analyse des acquisitions drone est en cours et permettra d'évaluer leur évolution.

Les zones concernées par le phénomène de chute de blocs/éboulement (S1-Z1 et S2) n'ont pas montré d'évolution majeure, hormis quelques chutes de pierres et de petits blocs (volume < 0,2 m³).

Les petits blocs chutés se sont propagés à moins de 5 m du pied de falaise.

2.3. DIAGNOSTIC ET RISQUES RESIDUELS

Aléa chute de blocs et éboulement

Les distances de propagation potentielles ont été estimées à l'aide d'une analyse statistique, à partir de la méthode de la ligne d'énergie, puis validées selon le dire d'expert en fonction des spécificités du site et des données disponibles d'événements anciens. Les angles d'énergie ainsi obtenus sont présentés sur l'illustration 47 ci-après. Ils sont valables pour les différents scénarii retenus.

Secteur		FAIBLE	MOYEN	FORT
S1	Angle d'énergie	49.3°	52.4°	55.7°
S2	Angle d'énergie	43.7°	47.3°	50.3°

Illustration 47 : Angles d'énergie obtenus

La carte de probabilité de propagation obtenue est présentée en Illustration 56.

Selon l'analyse réalisée précédemment, des phénomènes récurrents de chutes de pierres peuvent avoir lieu et mettent directement en danger les personnes circulant à proximité immédiate de la paroi. Notons qu'en avril 2021, ces phénomènes pouvaient impacter également les personnes utilisant la douche qui a été déplacée suite à la visite sur site du printemps 2021.

Deux scénarii de référence (aléas de départ) sont retenus pour chacun des deux secteurs :

	Scénario 1 (préférentiel)		Scénario 3 (masse localisée)	
Secteur	Indice d'intensité	Indice d'activité	Indice d'intensité	Indice d'activité
S1	MOYEN	MOYEN	FORT	MOYEN/FAIBLE
S2	FORT	MOYEN	FORT	MOYEN/FAIBLE

Sur le secteur S1, le phénomène privilégié à court et moyen termes correspond à des instabilités potentielles de volumes compris entre 0,25 et 1 m³. Un phénomène de plus grande ampleur (type scénario 3) à très court terme est possible mais peu probable.

Sur le secteur S2, le phénomène privilégié à court et moyen termes correspond à des instabilités potentielles de volumes pouvant atteindre 5 m³ environ, notamment au niveau de la zone la plus au nord-est du parking. En cas d'occurrence d'un tel phénomène, les blocs pourraient impacter le parking situé en contrebas de la paroi rocheuse.

Aléa de glissement de terrain

Les glissements de terrain sont à redouter sur le secteur S1 dans sa globalité. L'analyse des données de glissements historiques survenus apporte les informations suivantes :

Secteur	Type de glissement	Occurrence	Volume mis en jeu	Formation concernée	Pente avant glissement
S1-Z1	Glissement superficiel de formations meubles	2000/2008/2012	20 m ³	Formations meubles de type argiles coiffant les schistes cambriens	30 à 40°
S1-Z2	Glissement superficiel de formations meubles	1988/1999/2000/2001 2004/2008/2012	35 m ³	Formations meubles de type argiles et dépôts sédimentaires	25 à 45°
			90 m ³		
			17 m ³		
			10 à 15 m ³		
			10 m ³		
			12 m ³		
			10 m ³		
			25 m ³		

D'après les observations réalisées sur le terrain et l'analyse des données disponibles (historiques, MNT, carte des pentes, images acquises par drone etc.), le scénario de référence retenu pour le phénomène de glissement de terrain sur le secteur S1 correspond à un volume compris entre 10 et 30 m³ pour une probabilité d'occurrence de l'ordre de 10 ans. Le phénomène de 90 m³ a été observé lors de conditions météo-marines exceptionnelles, à savoir les tempêtes successives des hivers 1999, 2000 et 2001. Par ailleurs, le secteur touché par ce glissement a été entièrement remanié lors des travaux successifs réalisés jusqu'en 2007. A priori, ce type de glissement n'est plus envisageable sur le secteur d'étude.

En cas de déclenchement d'un phénomène de glissement de formations superficielles, la zone située en pied de versant sera impactée. La propagation attendue pour ce type d'évènement est estimée à environ 10 m, d'après notamment les distances de propagation observées lors des phénomènes ayant eu lieu sur le site depuis les années 90. Notons que le déclenchement de ce type de phénomène est principalement lié à l'apport d'eau dans le versant, notamment lors des périodes de fortes pluies, consécutives à des épisodes orageux intenses et/ou des précipitations associées à des événements tempétueux.

L'activité des zones de glissement potentiel identifiées sera confirmée après l'analyse des nuages de points 3D (voir Chapitre 3).

Secteur		Géomorphologie			Fracturation	Chutes de blocs			Glissement de terrain présumé (formations meubles)	
		Hauteur versant	Hauteur falaise rocheuse	Terrains de réception		Scénarii observés			Zones identifiées	Dimension
						Scénario	Intensité	Activité		
S1	Z1	20 – 25 m	5 – 10 m	Plats	N50E 80° N140E 76° N200E 70° N240E 35 – 80° N315E 55 – 80 °	Sc 1	TRES FAIBLE	FORT	Zone 1. Au-dessus de la cale d'accès plage / snack	17 m x 8/10 m
						Sc 2	MOYEN	MOYEN		
						Sc 3	FORT	MOY/FAIBLE		
	Z2	20 – 40 m		Plats, enrochements, plage					Zone 1 ancienne : extrémité ouest enrochement	4 m x 5/6 m
									Zone 2 : cale d'accès plage ouest	24 m x 12 m
S2		25 m	25 m	Etagés, meubles, piège à blocs	N20E 75° N80E 60° N140E N200E 75° N250E 60°	Sc 1	MOYEN	MOYEN		
						Sc 2	FORT	MOYEN		
						Sc 3	FORT/TRES FORT	MOY/FAIBLE		

Illustration 48 : Tableau récapitulatif des observations réalisées lors des campagnes de terrain de mai 2021 et avril 2022

3. Analyse différentielle de l'évolution du versant

Les acquisitions au drone, présentées ensuite, ont été effectuées avec un drone appartenant au BRGM Normandie.

3.1. MODELE PHOTOGRAMMETRIQUE INITIAL (MAI 2021)

Les acquisitions ont été réalisées avec un drone DJI Mavic 2 pro (Illustration 49).



Illustration 49 : Drone utilisé pour les deux campagnes d'acquisition photogrammétriques

1730 photos ont été prises au cours de 20 vols et ont été complétées par 1021 photos prises à pied au niveau des parties de parois verticales afin de compléter le nuage de points. Les acquisitions par drone ont été opérées de manière automatique avec l'application *pix 4D* permettant la prise de photographies de type NADIR avec un angle de 90° par rapport au sol et un recouvrement des photos de 70% sur la face longitudinale et de 50% en latéral. L'altitude de vol lors des acquisitions était de 60 m.

La majeure partie de l'acquisition a été faite avec des prises de vue nadirales et complétées par des prises de vue horizontales afin d'obtenir le nuage de points le plus complet possible vis-à-vis de la configuration du site. Pour rappel, il s'agit d'un versant de forte pente présentant des zones de parois subverticales. Le pied de versant situé à l'arrière des cabines de plage a fait l'objet de prises de vues détaillées afin de limiter les effets de « masque » liés à la présence des cabines de plage.

Le nuage de points initialement obtenu comportait 600 539 423 points. Après filtration, le nuage de points a été réduit à 370 572 866 points. La surface couverte par le nuage de points est de 0,0569 km², ce qui donne une densité de points d'environ 0,65 point/cm² (Illustration 50). Cette densité est jugée satisfaisante vis-à-vis de l'utilisation envisagée par la suite.



Illustration 50 : Nuage de points 3D de mai 2021

3.2. MODELE PHOTOGRAMMETRIQUE T0 + 1 AN (AVRIL 2022)

Les acquisitions ont été réalisées avec le même drone que pour l'acquisition de mai 2021, à savoir un drone DJI Mavic 2 pro (Illustration 49).

1820 photos ont été prises au cours de 14 vols. 8 vols d'acquisitions par drone ont été opérés de manière automatique avec l'application *pix 4D*, dont 6 grilles de vol en 3D et 2 en 2D. Les acquisitions réalisées sont de type NADIR avec un angle de 90° par rapport au sol et un recouvrement des photos de 80% sur la face longitudinale et de 60% en latéral. L'altitude de vol lors des acquisitions était de 60 m. Les 6 autres vols ont été effectués de façon manuelle avec l'objectif d'acquérir des prises de vue plus précises et détaillées, notamment sur les zones manquant de précision avec les prises de vues nadirales, à savoir les zones de paroi subverticales, le pied de versant situé à l'arrière des cabines etc.

Le nuage de points initialement obtenu comportait 458 301 317 points. Après filtration, le nuage de points a été réduit à 213 342 642 points. La surface couverte par le nuage de points est de 0,0758 km², ce qui donne une densité de points d'environ 0,218 point/cm² (Illustration 51). Cette densité est jugée satisfaisante vis-à-vis de l'utilisation envisagée par la suite.



Illustration 51 : Nuage de points 3D d'avril 2022

3.3. COMPARAISON DES NUAGES DE POINTS ET IDENTIFICATION DES ZONES EN MOUVEMENT

Afin de faciliter l'analyse et la comparaison des deux nuages de points précédemment décrits, des cibles (Illustration 53) ont été positionnées au sol, au niveau des « bordures » de la zone d'étude, lors des deux acquisitions de mai 2021 et avril 2022. Leurs positions ont été relevées au DGPS centimétrique lors de la campagne de mai 2021 (Illustration 52).

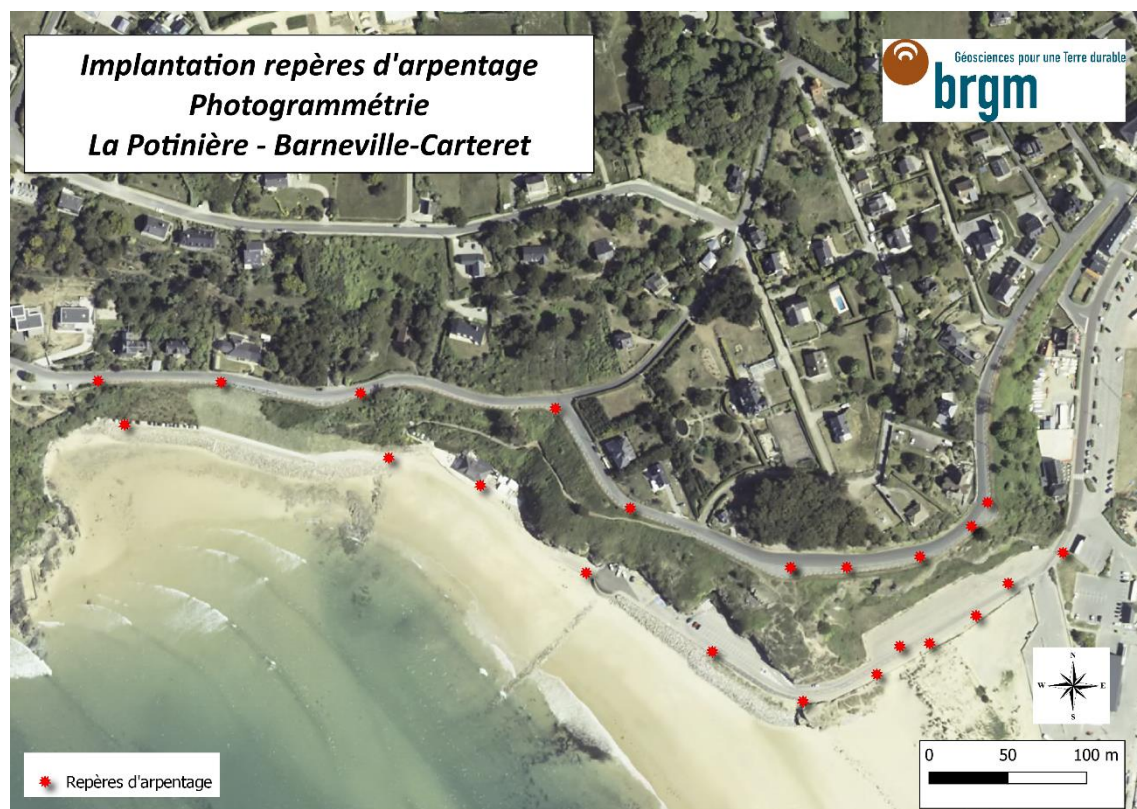


Illustration 52 : Localisation des cibles positionnées au sol



Illustration 53 : Type de cible utilisée

L'analyse de chacun des deux nuages de points 3D a permis de confirmer la présence des différentes zones de décrochement repérées lors des observations visuelles réalisées sur le site. En revanche, leur comparaison ne permet pas de visualiser, ni de quantifier de déplacement avéré sur chacune de ces zones.

Cela peut s'expliquer d'une part par la présence de végétation dense sur le versant qui complique l'analyse car elle masque, en partie, le relief du versant et les indices de mouvement, mais aussi par le fait que la période concernée n'a pas été marquée par des forçages météo-marins très importants entre mai 2021 et avril 2022 sur le secteur de Barneville-Carteret (voir paragraphe 1.6).

Concernant la partie paroi rocheuse subverticale, la comparaison des nuages de points confirme l'analyse visuelle, à savoir quelques chutes de pierres ont eu lieu sans autre évolution remarquable des différents secteurs rocheux.

Pour aller plus loin dans l'analyse différentielle et permettre de s'affranchir de la présence de végétation, une comparaison a été effectuée à partir des données LiDAR disponibles sur le secteur.

3.4. COMPARAISON DES DONNEES LIDAR EXISTANTES (MNT DE 2014 ET CAMPAGNES ROL 2017 ET 2020)

Les données à disposition sont :

- Le MNT de l'IGN datant de 2014, au pas de 1 m ;
- Le MNT de 2017 provenant de la campagne LiDAR topo-bathymétrique pilotée par le ROLNHDF et acquise par le SHOM au pas de 1 m (densité : 8 points/m² minimum) ;

- Le MNT de 2020 provenant de la campagne LiDAR topographique pilotée par le ROLNHDF et acquise par Altoa au pas de 1 m (densité : 8 points/m² minimum).

La comparaison avec le MNT de 2017 a été écartée de l'analyse car la végétation n'a pas été filtrée correctement. Les arbres sont encore apparents.

A l'instar de la comparaison des nuages de points 3D, l'analyse différentielle des MNT de 2014 et de 2020 disponibles ne permet pas de conclure sur la dynamique de glissement des formations superficielles du versant. Cela est lié notamment à des erreurs de correction des MNT et de filtration de la végétation réalisée de manière partielle.

Toutefois, la comparaison est exploitable sur les zones où la végétation est négligeable. C'est le cas de la plage par exemple, où il est possible d'identifier les zones d'érosion et de rechargement de la plage (Illustration 54).

Les zones de parois rocheuses n'ont pas fait l'objet de l'analyse réalisée à partir des données LiDAR. En effet, les observations réalisées sur le terrain ainsi que la comparaison des nuages de points obtenus par drone suffisent à réaliser l'analyse.

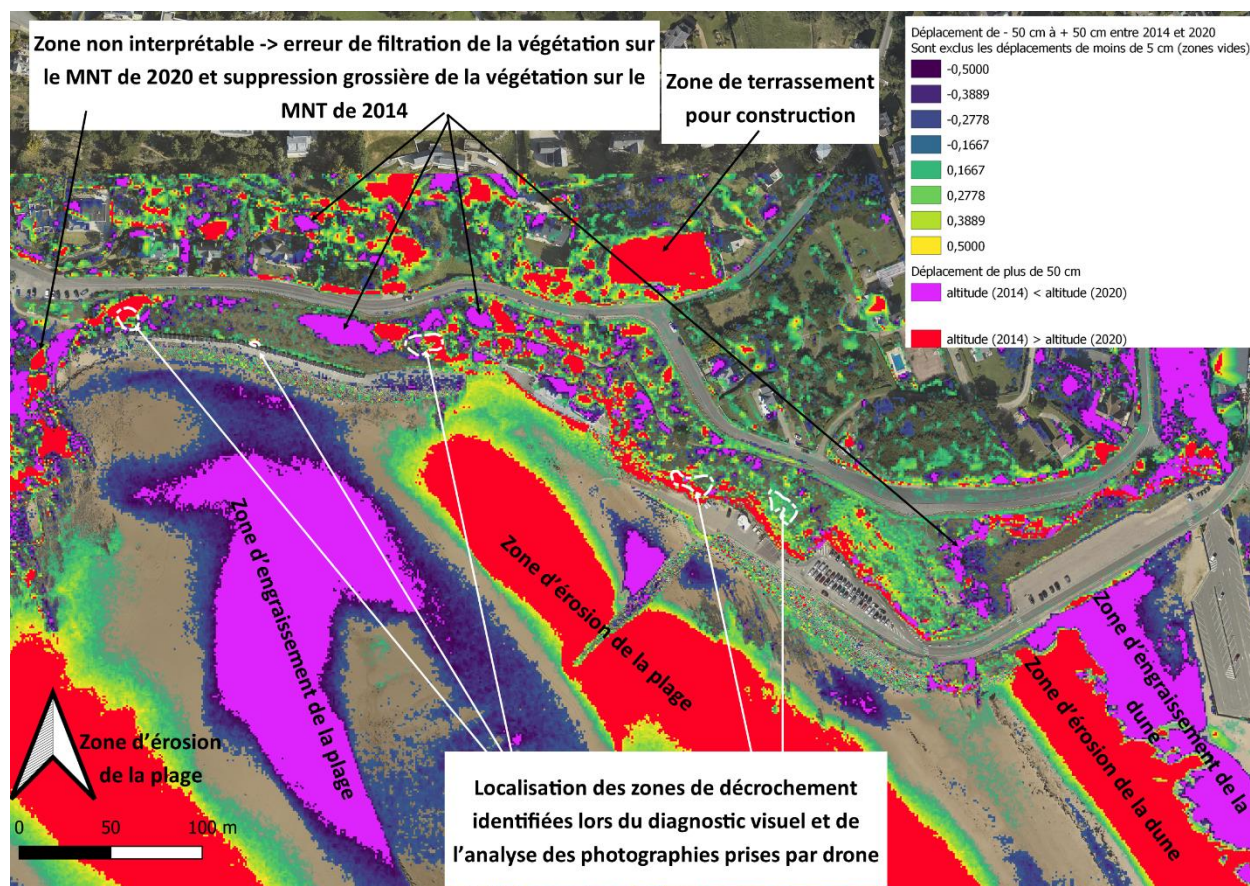


Illustration 54 : Comparaison des MNT de 2014 et 2020 sur le fond orthophotographique IGN de 2020

3.5. BILAN DES DEUX ANALYSES DIFFERENTIELLES REALISEES ET CONCLUSION SUR LA DYNAMIQUE DU SITE

Les analyses différentielles effectuées à l'aide des données photogrammétriques d'une part et lidar d'autre part ne permettent pas de quantifier l'activité des différentes zones de décrochement identifiées lors du diagnostic visuel et de l'analyse des modèles 3D obtenus suite à l'acquisition drone.

Toutefois, l'analyse de chacun des nuages de points 3D associée aux deux diagnostics visuels permet de constater que le secteur de la plage de la Potinière, entre début mai 2021 et fin avril 2022, n'a pas montré d'évolution significative, tant au niveau des parois rocheuses qu'au niveau des zones de formations meubles en forte pente.

Cela peut s'expliquer par le fait que la période n'a pas été marquée par des événements météo-marins très importants entre mai 2021 et avril 2022 sur le secteur de Barneville-Carteret. Par ailleurs, la présence de végétation dense sur le versant complique l'analyse car elle masque, en partie, le relief du versant ainsi que d'éventuels mouvements lents et d'amplitude limitée du sous-sol.

D'après l'analyse des données historiques des phénomènes survenus et des données météo-marines disponibles (paragraphe 1.6), les événements survenus sur le secteur de la Potinière ont eu lieu lors de saisons hivernales très pluvieuses (tempêtes de l'hiver 1999/2000, hiver 2012, etc.).

3.6. CARTOGRAPHIE DE LA SUSCEPTIBILITE AUX EBOULEMENTS, CHUTES DE BLOCS ET GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les zones de susceptibilités et les zones potentiellement impactées en cas de déclenchement d'un événement ont été déterminées à partir des retours d'expérience d'événements passés et validées à dire d'expert. Le tableau suivant récapitule les critères pris en compte pour réaliser le tracé des différentes zones concernées.

Phénomène considéré	Zone de susceptibilité ou zone de départ		Zone d'extension (propagation et régression)
	Géologie	Pente	
Glissement	Formations superficielles, meubles	Supérieure à 25°	10 m (propagation et régression), d'après les événements passés
Chute de blocs et éboulement	Schistes et grès	Supérieure à 45°	Analyse statistique selon la méthode des lignes d'énergie, validée à dire d'expert d'après les événements passés

Illustration 55 : Critères retenus pour le tracé de la carte de susceptibilité

La carte de susceptibilité aux éboulements, chutes de blocs et glissements de terrain est présentée page suivante (Illustration 56) :

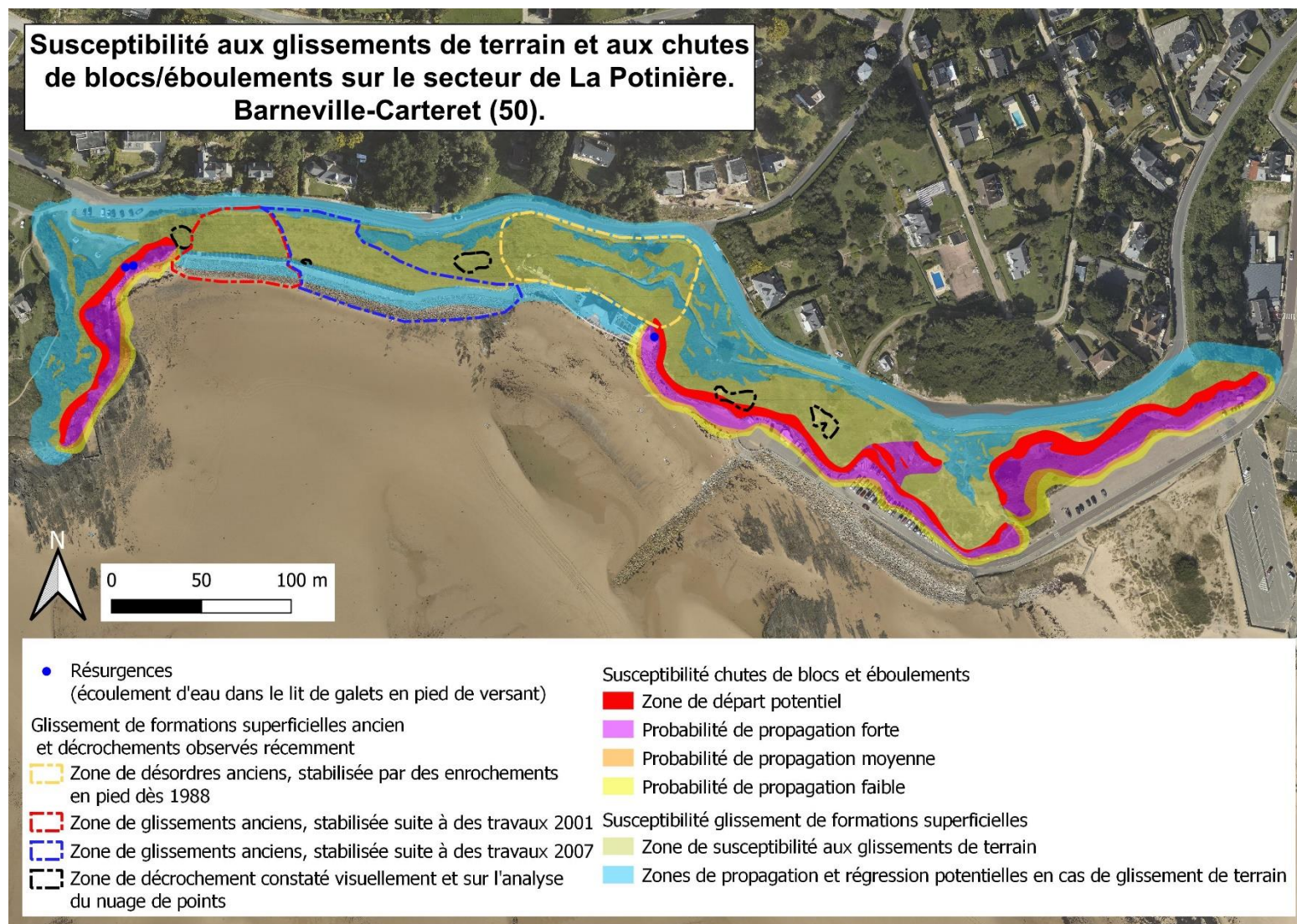


Illustration 56 : Carte de susceptibilité aux phénomènes gravitaires de type chutes de blocs et glissements de terrain sur le secteur de la Potinière Barneville-Carteret (50)

4. Etablissement du suivi à long terme

Des comptes rendus intermédiaires ont été transmis à la mairie à la suite de chacune des visites sur site (mai 2021 et avril 2022). Ces comptes rendus comportent notamment les recommandations en matière de sécurisation à mettre en place à court terme, avant chaque période estivale (2021 et 2022). Ils sont disponibles en annexe.

PROPOSITION D'UN PLAN DE GESTION ET D'AMENAGEMENT POUR LE SUIVI ET LA SECURISATION DU SITE SUR LE MOYEN/LONG TERME

D'après les observations et conclusions réalisées à l'issue de cette année de suivi, le BRGM recommande :

Secteurs de paroi rocheuse

- A minima sur le secteur S1, de faire intervenir un bureau d'études spécialisé en géotechnique afin de dimensionner puis mettre en œuvre les solutions de sécurisation adaptées. Il pourrait notamment s'agir de purges des masses rocheuses les plus instables, accompagnées de la pose d'un filet plaqué et/ou d'ancrages pour les masses les plus importantes ;
- Sur le secteur S2, une autre solution envisageable serait de fermer définitivement l'accès au « fond de parking » sur la zone de propagation attendue des blocs en cas de chute. L'interdiction d'accès pourra être matérialisée par un remblaiement de la zone avec des matériaux meubles de type sable afin de limiter au maximum les capacités de propagation associée à l'installation de blocs béton qui feront office de merlon en cas de propagation supérieure à ce qui est attendu. Toutefois, le dimensionnement de l'ouvrage de protection devra être réalisé par un bureau d'études spécialisé en géotechnique selon les normes en vigueur ;

Secteurs de versant et possibles glissements de formations superficielles

A minima :

- De poursuivre le suivi régulier (mensuel a minima, avec un passage post-événement météo-marin singulier) réalisé actuellement par les services techniques de la ville afin de repérer toute évolution du versant (désordres, arrivées d'eau etc.) ;
- De réaliser un diagnostic visuel expert une fois par an, si possible en sortie d'hiver et avant la saison estivale. Ce diagnostic pourra être réalisé par un bureau d'études spécialisé en géotechnique ou par le BRGM ;
- D'effectuer un levé LiDAR tous les 2 ans en moyenne pour suivre l'évolution du versant et ses potentiels déplacements. La périodicité des campagnes d'acquisition devra être adaptée en fonction des événements climatiques touchant le secteur, avec notamment une acquisition post-événement météo-marin exceptionnel.

Dans l'idéal :

- D'envisager une étude plus large du versant dans le but d'améliorer les connaissances et la gestion du site comme suit :

- Compte-tenu des témoignages de riverains signalant l'apparition de fissures sur leurs habitations, la zone d'étude pourra être étendue au-delà de la route de la Corniche jusqu'à la crête de versant située approximativement entre la rue de la Roche Biard et la rue du Cap ;
- D'améliorer les connaissances historiques de l'évolution du site par l'intermédiaire de recherches bibliographiques plus précises (contact au Département, gestionnaire de la route de la Corniche, pour récupérer l'ensemble des dossiers techniques des nombreuses études géotechniques déjà réalisées, en complément de ceux fournis par la collectivité par exemple) ;
- D'améliorer les connaissances du site par l'implantation d'au moins 2 piézomètres, en tête et pied du versant, afin de détecter et suivre les circulations d'eau qui l'affectent. Ces dispositifs permettront à terme d'améliorer, si besoin, la gestion de l'eau au sein du versant. Ils pourront être implantés sur un secteur de forte susceptibilité au glissement de terrain en dehors des zones remaniées en 2004 et 2007.

Si cette étude à plus large échelle est retenue, elle pourra également inclure la réalisation des recommandations émises précédemment, à savoir le diagnostic visuel expert à réaliser une fois par an ainsi que le levé LiDAR bisannuel.

5. Conclusion

Le secteur de la Potinière, situé en contre-bas de la route de la Corniche, et les parkings situés Rue du Port, sur la commune de Barneville-Carteret, sont régulièrement sujets aux phénomènes de chutes de blocs et de glissements de terrain.

Ces phénomènes ont donné lieu à plusieurs interventions, réalisées par le CETE, puis par le BRGM, depuis les années 90. Ces visites ont conduit à réaliser un suivi entre 1995 et 1997 par le biais d'inclinomètres installés en tête de versant. A priori, peu de mouvements du versant ont été détectés avec cette méthode. De nouveaux phénomènes se sont produits par la suite et ont donné lieu à plusieurs interventions du BRGM en 2000, 2002 et 2008.

Le secteur a fait l'objet de travaux de confortement entre 2001 et 2007, avec l'installation d'enrochements, de soutènements et de géotextiles renforcés dans les zones ayant subi un ou plusieurs glissements de terrain.

Plus récemment, de nouveaux phénomènes de glissement des formations superficielles et de chutes de pierres ont eu lieu au niveau des parkings et de la descente d'accès à la plage.

Dans ce contexte, la Mairie de Barneville-Carteret a sollicité le BRGM pour avoir des conseils en vue de mettre en place un suivi pluri-annuel et une sécurisation accrue du secteur.

L'objectif de cette étude est d'établir un diagnostic de stabilité de l'ensemble du versant de la Potinière afin de proposer ensuite un protocole de suivi et de gestion du site sur le long terme.

Le travail a été réalisé en deux temps. Une première analyse visuelle combinée d'une acquisition photogrammétrique par drone a été réalisée début mai 2021, puis une seconde a été réalisée en avril 2022. L'objectif de ce fonctionnement en 2 temps était d'évaluer les dynamiques d'évolution du secteur.

Suite à cette année d'études, c'est-à-dire suite aux deux diagnostics visuels réalisés ainsi qu'à la comparaison des nuages de points obtenus par les deux acquisitions drone, plusieurs scénarii de phénomènes de chutes de blocs ont été déterminés par sous-secteur homogène, de même que des zones de décrochement de glissements présumés ont pu être identifiés.

Aucun mouvement de type glissement de formation superficielles actif n'a été repéré, mais quelques chutes de petits blocs ont eu lieu. Dans ces conditions, et au regard de l'historique du site une carte de susceptibilité aux phénomènes de chutes de blocs et de glissements de formations superficielles a pu être réalisée. Elle permet d'identifier les zones potentiellement impactées en cas de déclenchement d'un phénomène gravitaire.

Des recommandations en matière de surveillance et/ou de sécurisation du site sur le long terme ont pu être proposées de manière adaptée à chacun des sous-secteurs homogènes identifiés. Les propositions de parades sont fournies à titre indicatif et devront faire l'objet d'études spécifiques de dimensionnement selon les normes en vigueur (mission type G2-PRO selon la nomenclature de la norme P94-500 de novembre 2013).

6. Bibliographie

CREOCEAN (2006) – Concession d'endigage et utilisation du domaine public maritime pour de ouvrages de soutènement de la route de la corniche et de défense contre la mer du parking de la plage. Etude d'impact. Dossier 1062073.

BRGM – M. DURIEZ C. MATHON A. LERECULEY (2008) BRGM/RP-56479-FR – Stabilité de la falaise de la Potinière, Commune de Barneville-Carteret (Manche). Avis du BRGM.

BRGM - E. EQUILBEY (2000) – Etat d'instabilité du talus de la plage de la Potinière au lieu-dit « La Corniche ». Commune de Carteret (Manche). Avis du BRGM. BRGM/RP-50373-FR.

BRGM – E. EQUILBEY (2002) – Avis géologique sur dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. Falaise de la Potinière (Carteret). Commune de Barneville-Carteret (Manche). BRGM/FR-51656-FR.

BRGM – M.J. GRAINDOR, P. HOMMERIL, M.M. ROBLOT, M. ROBARDET, M.F DORE, J. PONCET, M.C. LORENZ (1976) – Carte géologique de la France au 1/50 000 et notice explicative associée.

BRGM (2021) – Collectif (groupe de travail MEZAP). Guide technique MEZAP. Caractérisation de l'aléa rocheux dans le cadre d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn) ou d'un Porter a connaissance (PAC). Collection scientifique et technique. ISBN : 978-2-7159-2760-5

7. Annexes

Annexe 1 : Classification des indices d'intensité et d'activité selon la MEZAP

<i>Indice d'intensité</i>	<i>Description</i>	<i>Indications sur les dommages</i>
Très faible	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur ou égal à 0,05 m ³	Peu ou pas de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Faible	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur à 0,05 m ³ mais inférieur ou égal à 0,25 m ³	Peu de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Moyen	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 0,25 m ³ mais inférieur ou égal à 1 m ³	Domage au gros œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Fort	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur à 1 m ³ mais inférieur ou égal à 10m ³	Domage important au gros œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très fort	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse 10 m ³	Destruction du gros œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle

Indice d'intensité défini par la MEZAP

<i>Indice d'activité par zone d'homogène</i>	<i>Description (pour un linéaire d'environ 100 m de zone de départ)</i>
Faible	De l'ordre d'un bloc correspondant à l'aléa de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc correspondant à l'aléa de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc correspondant à l'aléa de référence tous les ans

Indice d'activité défini par la MEZAP



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Normandie

Parc de la Vatine

7, rue Andréï Skharov

76130 – Mont-Saint-Aignan

Tél. : 02 35 60 12 00

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm