



**PRÉFET
DE LA SEINE-
MARITIME**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DE LA SEINE-MARITIME

**Porter à connaissance
pour la prise en compte du risque d'éboulements et de chutes de
blocs liés aux falaises dans l'aménagement du territoire du
département de la Seine-Maritime**



Source: DDTM76 - falaises à Saint-Pierre de Varengueville

SOMMAIRE

I. CONTEXTE JURIDIQUE.....	5
II. LE RISQUE FALAISE DANS LE DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME.....	6
II.1. Contexte géographique.....	6
II.2. Contexte géologique.....	6
II.3. Les mouvements de terrain.....	6
a) Deux types de falaises.....	7
b) Les facteurs d'instabilités.....	7
c) Les éboulements et chutes de blocs.....	8
d) Les différents types d'instabilités.....	8
e) Déclenchement des chutes de masses rocheuses.....	9
III. RESULTATS DE L'ÉTUDE FALAISE REALISEE ENTRE 2020 et 2023 :.....	10
III.1. Définitions et méthodologie.....	10
III.2. Les sites étudiés et les cartes d'aléas.....	12
III.3. Les moyens de protection.....	12
IV. PRISE EN COMPTE DU RISQUE FALAISE DANS L'URBANISATION.....	13
V. PRISE EN COMPTE DU RISQUE FALAISE EN MATIERE DE SECURITÉ PUBLIQUE....	14
VI. LE FONDS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS MAJEURS (FPRNM OU « FONDS BARNIER »).....	14
VI.1. La mesure études et actions de prévention ou de protection contre les risques naturels des collectivités territoriales (EAPCT).....	15
VI.2. La mesure acquisition amiable de biens exposés à un risque naturel majeur	16
ANNEXES.....	17
Extrait du rapport BRGM RP-72436 de janvier 2023.....	17



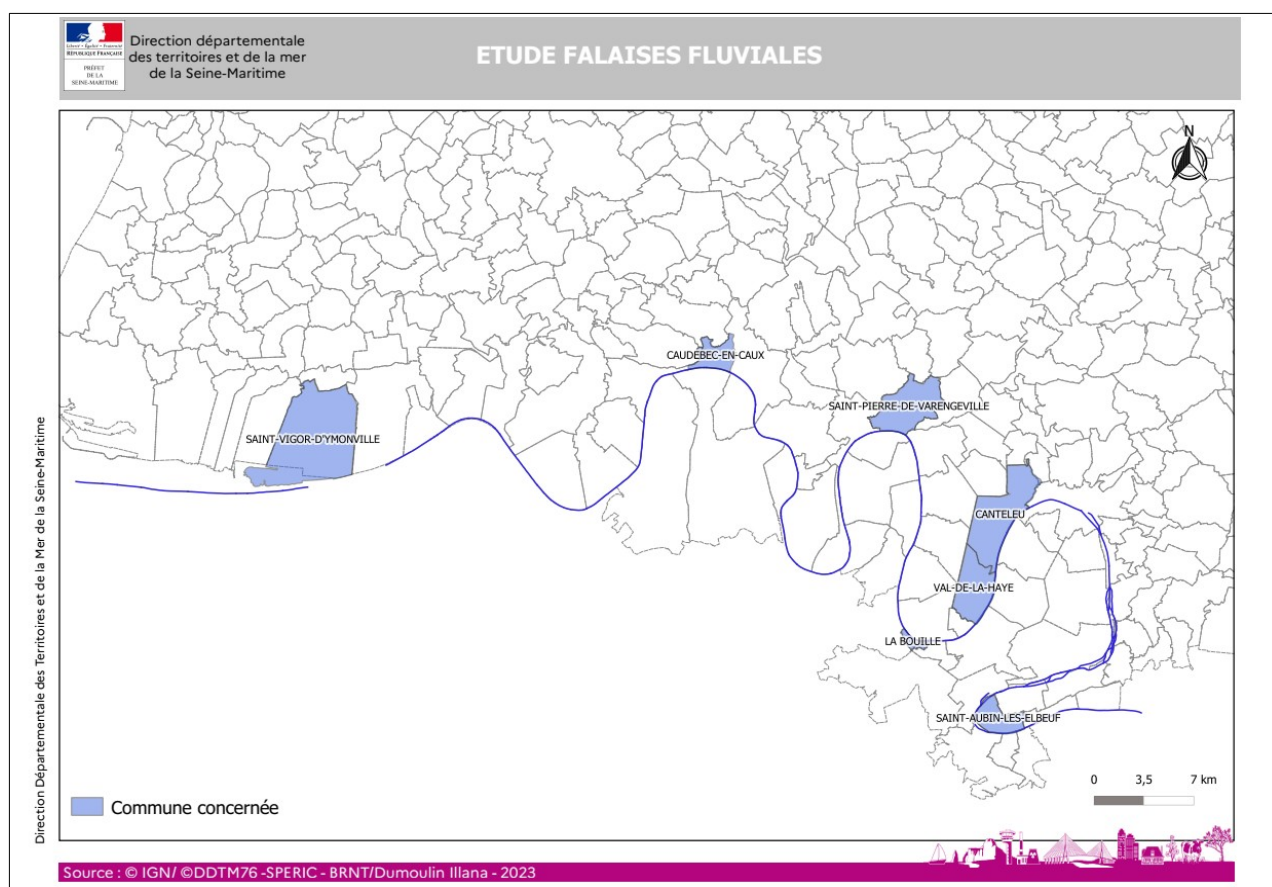
INTRODUCTION

Face à la récurrence d'évènements de chutes de blocs et d'éboulements des falaises fluviales en Seine-Maritime, et pour répondre aux besoins des élus en matière de connaissance du risque, la direction départementale des territoires et de la mer de la Seine-Maritime (DDTM76) s'est engagée dans une étude sur les risques liés aux falaises.

Après une phase de pré-diagnostic initiée en 2015, la DDTM de la Seine-Maritime a commandé en 2018 au bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) une étude sur 3 phases, afin de déterminer les niveaux d'aléas dans des zones identifiées comme étant à enjeux.

Ce porter à connaissance (PAC) est la matérialisation des résultats de la deuxième phase de cette étude à destination des 7 communes en Seine-Maritime concernées par des éboulements liés aux falaises fluviales :

- Saint-Vigor d'Ymonville
- Caudebec-en-Caux
- Saint-Pierre-de-Varengeville
- La Bouille
- Val-de-la-Haye
- Canteleu
- Saint-Aubin-lès-Elbeuf



Il est composé de deux parties : une première partie générale abordant le risque d'éboulements et de chutes de blocs lié aux falaises et une seconde partie spécifique à chacune des 7 communes concernées par le risque dans laquelle sont abordés les résultats de l'étude par sites étudiés et les cartes d'aléas.

I. CONTEXTE JURIDIQUE

La prise en compte des risques dans l'urbanisme constitue un enjeu majeur de la protection des biens et des personnes et relève d'une responsabilité partagée entre l'État et les collectivités.

D'une part, l'État présente les risques qu'il connaît en déterminant leurs localisations et leurs caractéristiques. Il veille à ce que les autres acteurs les prennent en compte. D'autre part, les communes ou leurs groupements ont l'obligation de prendre en considération l'existence des risques naturels sur leur territoire, notamment lors de l'élaboration de documents d'urbanisme et de l'examen des demandes d'autorisation d'occupation ou d'utilisation des sols.

Les dispositions de ce PAC sont applicables aux secteurs soumis au risque d'éboulements et de chutes de blocs identifiés par le BRGM dans les zones couvertes par les cartes d'aléas.

Selon les dispositions des articles L132-2 et R132-1 du code de l'urbanisme, le porter à connaissance est l'opération par laquelle le préfet apporte aux communes concernées les informations nécessaires à l'exercice de leurs compétences en matière d'urbanisme.

Le porter à connaissance est un document public. Tout ou partie de celui-ci peut être annexé au dossier d'enquête publique d'un document d'urbanisme.

Ce « PAC falaises » présente le risque lié aux éboulements et chutes de blocs des falaises fluviales pour une prise en compte dans l'aménagement du territoire des 7 communes concernées.

Les cartes d'aléas transmises dans ce PAC doivent être prises en compte lors de l'élaboration des cartes communales, des plans locaux d'urbanisme communaux et intercommunaux, des schémas de cohérence territoriale, ainsi que dans l'instruction des demandes d'autorisation d'urbanisme.

Sur les sites étudiés par le BRGM, les collectivités et les particuliers peuvent entreprendre des études plus fines qui peuvent déboucher sur la mise en place de travaux de prévention ou de protection. Ces dispositions peuvent comprendre notamment l'entretien des falaises et des ouvrages de protection déjà en place.

De même, des mesures de réduction de la vulnérabilité des enjeux peuvent également être entreprises et des mesures de surveillance du risque peuvent être mises en place sur des sites à enjeux, sous maîtrise d'ouvrage des collectivités et/ou des particuliers.

II. LE RISQUE FALAISE DANS LE DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME

II.1. Contexte géographique

Le département de la Seine-Maritime est concerné par les risques liés aux mouvements de terrain ; parmi ces risques, celui des chutes de blocs et d'éboulements à la fois par des falaises littorales, mais aussi par des falaises fluviales, en vallée de Seine. On recense dans le département de nombreux sites référencés comme étant vulnérables face à ce type d'aléa. La connaissance du risque évoluant, cette prise en compte est devenue un enjeu majeur notamment pour l'urbanisation.

II.2. Contexte géologique

Le long de la Seine, la roche a été entaillée par le cours d'eau au fil des temps géologiques, pour façonner le paysage que nous connaissons aujourd'hui. Les roches formant les falaises ont une histoire géologique au cours de laquelle des discontinuités naturelles sont apparues, découpant le massif rocheux en blocs de formes et de volumes variables.

Ces blocs sont soumis à des phénomènes naturels, tels que la gravité, le climat (pluie, vent, gel-dégel, etc.), qui agissent sur les discontinuités et détériorent lentement la falaise. À ces phénomènes naturels peuvent s'ajouter d'autres paramètres tels que :

- la présence de végétation (croissance et poussée des racines) ;
- les activités humaines (infiltration d'eau).

À proximité des falaises, les chutes de blocs et les éboulements sont des phénomènes récurrents. Ils représentent un aléa fort pour les secteurs fortement urbanisés en pied de falaise, mais aussi pour les voiries très fréquentées.

II.3. Les mouvements de terrain

QU'EST-CE QU'UN MOUVEMENT DE TERRAIN ?

Les mouvements de terrain regroupent l'ensemble des déplacements, plus ou moins brutaux, du sol et du sous-sol. On distingue deux types de mouvements de terrain : les mouvements lents et les mouvements rapides.

Les mouvements lents entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible à l'échelle humaine. Ils regroupent principalement les affaissements, les tassements, le retrait et gonflement des argiles.

Les mouvements rapides se propagent de manière brutale et soudaine. Ils regroupent les effondrements, les coulées boueuses, les éboulements et chutes de blocs en lien avec les falaises.

a) Deux types de falaises

LES FALAISES NATURELLES

Les falaises naturelles sont issues de l'érosion des coteaux par les cours d'eau au cours du temps. Plus âgées que les falaises anthropiques, ces reliefs sont considérés comme étant encore évolutifs étant donné leur jeune âge à l'échelle géologique. Des éboulements et chutes de blocs sont recensés ponctuellement en fonction des aléas climatiques (la pluie qui lessive les parois, le vent et les changements brusques de température, le gel/dégel).

LES FALAISES ANTHROPIQUES

Les falaises anthropiques correspondent à d'anciens fronts de taille d'exploitations à ciel ouvert. En Seine-Maritime, ces carrières ont été exploitées jusqu'au siècle dernier. Ces falaises sont considérées comme jeunes car nouvellement formées par des processus destructifs et brutaux. Ces falaises subissent de nombreux éboulements et chutes de pierres en raison d'un phénomène d'érosion actif qui correspond à une fréquence plus grande des chutes de matériaux.

b) Les facteurs d'instabilités

Différents types de facteurs d'évolution sont susceptibles d'accélérer le processus de dégradation des falaises. Ces facteurs sont de différentes natures :

L'EAU

Une circulation d'eau peut occasionner des contraintes dans les discontinuités du versant rocheux et modifier l'équilibre naturel du massif.

LES FORTES PLUIES

Elles peuvent engendrer des phénomènes de ruissellements importants, entraînant une augmentation du risque de glissement.

LES PERIODES DE FROID

Le froid peut amener des phénomènes de gel qui vont avoir pour effet d'éclater la roche et ainsi agrandir les fissures.

LA VEGETATION

La croissance des racines des arbres s'introduisant dans les fissures, participe activement à l'augmentation de la taille de ces dernières. De plus, à la mort des arbres, les passages des racines ainsi libérés constituent des lieux de circulation préférentielle des eaux de ruissellement qui continuent d'agrandir les fissures par dissolution de la roche. Enfin, lorsque le couvert végétal est très dense, le poids est plus important, ce qui augmente les forces motrices. En revanche la végétation en crête permet le maintien des terrains en place et limite ainsi leur ravinement.

c) Les éboulements et chutes de blocs

L'évolution naturelle des falaises et des versants rocheux est à l'origine de chutes de pierres, de blocs ou d'éboulements importants. Ces blocs isolés rebondissent ou roulent sur le versant avec une intensité variable. Des aspérités apparues naturellement dans les parois au cours du temps commencent à se former et à mettre en évidence des blocs de formes et de volumes variables pouvant se détacher. Dans le cas d'éboulements importants, un certain volume de roches peut parcourir une grande distance à une vitesse élevée suivant des trajectoires imprévisibles.

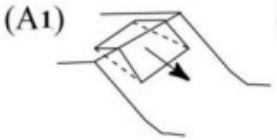
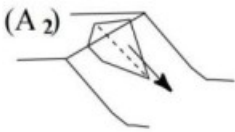
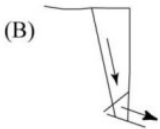
Les risques engendrés par les éboulements sont particulièrement importants par leur caractère soudain et destructeur. À proximité des falaises, les chutes de blocs et les éboulements sont des phénomènes fréquents. Mais ces phénomènes ne représentent un risque que s'ils se produisent à proximité d'habitations, de zones urbanisées ou de voies de communication. Ils peuvent alors, du fait de leur soudaineté et de l'énergie dégagée, occasionner des dégâts et faire des victimes.

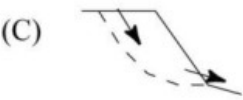
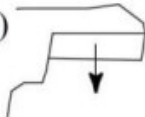
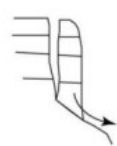
Ces blocs sont soumis à des phénomènes naturels, tels que la gravité, le climat (pluie, gel/dégel, etc.), qui agissent sur les discontinuités et détériorent lentement la falaise.

À ces phénomènes naturels peuvent s'ajouter d'autres paramètres tels que la présence de végétation (action des racines par exemple) et les activités humaines (infiltration d'eau par exemple).

d) Les différents types d'instabilités

Les caractéristiques du massif rocheux définissent des modes de ruptures différents. On peut ainsi distinguer cinq grandes familles d'instabilité : glissements, ruptures de surplombs ou de dalles de toit, ruptures de banc, de pieds et les basculements)

Le glissement plan (A1) qui se produit sur un plan ou une famille de plan	
Le glissement de dièdre (A2) qui se produit sur deux plans ou deux familles de plans	
Le glissement composé (B) dans lequel plusieurs blocs glissent dans des directions différentes.	

Le glissement rotationnel (C) se produit en terrain meuble ou dans des milieux rocheux très fracturés.	(C) 
Les ruptures de surplombs ou de dalles en toit (D) sont un détachement des masses rocheuses surplombantes dans le vide.	(D1)  (D2) 
Les ruptures de banc (E) impliquent la déformation d'une couche inclinée. Elles interviennent lorsque les couches sont parallèles au versant.	(E) 
Les mécanismes de rupture en pied (F) sont des processus progressifs de déplacement du centre de gravité d'une colonne.	(F) 
Les basculements (G). se produisent généralement lorsque des discontinuités subverticales découpent le massif et individualisent ainsi des colonnes. Ils peuvent être favorisés par un sous-cavage en pied.	(G) 

e) Déclenchement des chutes de masses rocheuses

La chute d'une masse instable a lieu le long des discontinuités d'une falaise. Une fracture dans une roche est un exemple de discontinuité.

La rupture se produit lorsque les blocs soumis à leur propre poids ne sont plus en capacité de rester accrochés à la falaise. Elle survient généralement après une longue phase de préparation pouvant passer inaperçue.

Ces chutes se produisent à partir de falaises, d'escarpements rocheux, de blocs provisoirement immobilisés sur une pente.

III. RESULTATS DE L'ÉTUDE FALAISE REALISEE ENTRE 2020 et 2023 :

Afin de mieux appréhender les phénomènes relatifs aux éboulements et chutes de blocs en Seine-Maritime, la DDTM a subventionné le BRGM afin de dresser une cartographie départementale de l'aléa éboulements et chutes de blocs permettant une réglementation de l'urbanisation en pied de falaise, ainsi que la définition d'une méthodologie de traitement de ces risques.

III.1. Définitions et méthodologie

Qu'est-ce qu'un aléa appliqué au risque falaise ?

C'est la combinaison entre l'aléa de départ et l'aléa de propagation

La méthodologie utilisée par le BRGM pour définir l'aléa est appelée « Méthodologie d'Évaluation du Zonage de l'Aléa chute de Pierres » (MEZAP). Cette méthode est désormais la norme retenue au niveau national pour caractériser les aléas chutes de bloc et éboulements.

Cette méthode est basée sur :

- une étude phénoménologique avancée, basée sur la bibliographie disponible et sur les témoignages des riverains visités ;
- des visites de terrain qui ont permis d'identifier pour chaque site un scénario de référence, susceptible de se produire sur le secteur pour une période de 100 ans. Ce scénario est caractérisé par le plus gros volume du bloc susceptible de se propager jusqu'aux enjeux (bâti, voirie, ouvrages, etc.) ;
- l'évaluation de l'aléa de départ qui est réalisée sur la base des constats et de la définition des facteurs de prédispositions. Cet aléa est issu du croisement des indices d'intensité et des indices d'activité.
- l'évaluation de l'aléa de propagation qui est réalisée avec deux méthodes différentes (méthode des lignes d'énergie et analyse trajectographique) afin de définir les limites d'atteinte pour le scénario de référence identifié à l'étape précédente.

Aléa de départ

L'évaluation de l'aléa de départ consiste à définir ce qui peut être mis en mouvement sur une paroi. C'est répondre aux questions : qu'est-ce qui est susceptible de tomber ? Depuis quelle zone ? À quelle échéance ?

Aléa de propagation

La propagation désigne la phase de déplacement des éléments rocheux, depuis leur départ au droit du massif rocheux jusqu'à leur arrêt. L'aléa de propagation vise à définir les probabilités d'atteinte de blocs sur la zone étudiée, et donc de répondre à la question : si un bloc chute, jusqu'où va-t-il aller ?

Avec cette méthodologie, le BRGM a également défini les indices d'intensité :

→ Indices d'intensité définis par la MEZAP (source : MEZAP) :

Indices d'intensité	Description	Potentiel de dommages
Faible	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur à 0,25 m ³	Pas de dommage au gros œuvre, peu ou pas de dommages aux éléments de façade
Moyen (modéré)	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 0,25 m ³ mais inférieur à 1 m ³	Dommage au gros œuvre sans ruine, intégrité structurelle sollicitée
Fort (élevé)	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 1 m ³ mais inférieur à 10 m ³	Dommage important au gros œuvre Ruine probable Intégrité structurelle remise en cause
Très fort (très élevé)	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse 10 m ³	Destruction du gros œuvre Ruine certaine Perte de toute intégrité structurelle

Trois niveaux d'aléas sont définis en croisant la carte de probabilité d'occurrence et l'indice d'intensité selon la matrice suivante, étant précisé que le 1^{er} niveau d'aléa regroupe les aléas fort et très fort :

		Intensité				Phénomène de grande ampleur (écoulement turbulent)
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$	$1 < V \leq 10 \text{ m}^3$	$V > 10 \text{ m}^3$	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	Cartographie avec un niveau d'aléa unique: très élevé
	Modérée	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	
	Elevée	Modéré	Elevé	Elevé	Très élevé	
	Très élevée	Elevé	Elevé	Très élevé	Très élevé	

Source: BRGM/RP-68451-FR – Définition du niveau d'aléa (MEZAP)

Aléa très fort (très élevé)

La chute de blocs est susceptible d'entraîner des préjudices humains. Il peut s'agir d'éboulements en masse, écoulement, effondrement généralisé du front de taille. Le volume de matériaux dépasse 5 m³ sur une forte hauteur (plus de 10 m) ou bien avec des risques de propagation forte (pente importante en zone de réception des blocs).

Aléa fort (élevé)

La chute de blocs est susceptible d'entraîner un préjudice humain. Il peut s'agir de chute de blocs, effondrements ponctuels de faible diamètre, etc. Le volume de matériaux est compris entre plusieurs dm³ et une demi dizaine de m³.

Aléa moyen (modéré)

La chute de blocs est susceptible d'entraîner un préjudice humain. Il peut s'agir de chutes de pierres isolées, ou d'une vitesse de propagation forte pour des chutes ponctuelles. Le volume de matériaux est de quelques dm³.

Aléa faible

La chute de blocs est susceptible d'entraîner de faibles dégâts. Il peut s'agir de chutes de pierres de faibles dimensions sans propagation. Le volume est négligeable (taille d'une petite pierre)

III.2. Les sites étudiés et les cartes d'aléas

Chacune des 7 communes a fait l'objet d'une étude sur un ensemble de sites jugés prioritaires. Chaque site étudié a fait l'objet d'un bilan comprenant :

- un diagnostic de l'état actuel de la paroi au moment des visites de sites (voir annexe du PAC) ;
- une carte de l'aléa chutes de blocs et éboulements à l'échelle 1/5 000. Les cartes d'aléas sont représentées à l'échelle 1/5000, car la marge d'erreur engendrée par les méthodes de cartographie ne permet pas un rendu à une échelle plus fine.

III.3. Les moyens de protection

Il existe de nombreux dispositifs de protection permettant de renforcer la stabilité de la falaise ou de capter les éboulements. :

Les parades actives se définissent comme des actions s'opposant au déclenchement du phénomène. Cela se traduit par un maintien de la paroi rocheuse instable par différents moyens de confortement : par clouage ou tirants, par mur ou massif bétonné, par grillage ou filet plaqué ancré ou par béton projeté.

Les parades passives, par définition, ne s'opposent pas au déclenchement du phénomène mais visent à intercepter les trajectoires des blocs. Parmi ces dispositifs, on peut citer les digues ou merlons pare-blocs ou encore des écrans de filets pare-blocs.

Enfin, d'autres moyens existent comme les purges, les systèmes de drainage, pièges à cailloux et ancrage qui visent également à protéger les enjeux situés en pied de falaise.

IV. PRISE EN COMPTE DU RISQUE FALAISE DANS L'URBANISATION

Les points évoqués ci-après s'appuient sur le guide *Application Droit des Sols (ADS) et risques falaises* d'avril 2011 de la DDTM76.

Il est posé comme principe que :

- toute nouvelle construction (habitation, hangar, entreprise, industrie, commerce, stockage de produits dangereux et/ou polluants, etc) est interdite dans les zones d'aléas fort, moyen et faible
- les zones d'aléas fort, moyen et faible permettent cependant :
 - 1) un changement de destination de l'existant à la condition qu'elles ne conduisent pas à la création de nouveaux logements et n'augmentent pas la vulnérabilité face au risque lié à la falaise,
 - 2) la création d'aménagements et installations n'ayant pas pour conséquence d'accentuer le risque sur les biens et les personnes.
- toute nouvelle construction (habitation, hangar, entreprise, industrie, commerce, stockage de produits dangereux et/ou polluants, etc) est interdite dans les zones d'aléas fort, moyen et faible
- pour les constructions existantes, il est admis en zone d'aléa faible des extensions et annexes à la condition qu'elles ne conduisent pas à la création de nouveaux logements et n'augmentent pas la vulnérabilité face au risque lié à la falaise.

Les aménagements ou installations n'ayant pas pour conséquence d'accentuer le risque (sur les biens et les personnes) seront autorisés dans les zones d'aléas fort, moyen et faible, sous réserve des impératifs de sécurité publique exposés au chapitre V. Il peut s'agir d'aménagements ou installations visant à lutter contre le risque relatif aux inondations, visant à sécuriser les falaises ou à réduire le risque falaise, visant à réduire la vulnérabilité (exemples : suppression d'espaces vitrés, structures adaptées, etc), liés aux infrastructures de transport, liés à la signalisation routière, strictement nécessaires au fonctionnement des services publics et qui ne pourraient pas être implantés en d'autres lieux.

Ces dispositions reposent sur le caractère non-prévisible des événements liés aux éboulements des falaises contrairement au risque inondation par débordement de la Seine. **Exposer dès lors une présence humaine ou un bien même en zone d'aléa faible n'est pas souhaitable.**

Ces dispositions sont immédiatement applicables dans le cadre de ce porter à connaissance et détaillées dans le guide ADS et risques falaises d'avril 2011.

V. PRISE EN COMPTE DU RISQUE FALAISE EN MATIERE DE SECURITÉ PUBLIQUE

Les falaises de Seine sont bordées par de nombreuses infrastructures, et notamment la route départementale 982 (RD982). Sur certaines communes, elle est directement en pied de falaise. Plusieurs éboulements se sont déjà produits sur cette voirie. En juillet 2016, un pan de falaise de 3m3 est tombé sur la RD982, ce qui a nécessité la mise en place d'une circulation alternée jusqu'en 2019.

En novembre 2023, un éboulement est survenu sur une bretelle de sortie de l'autoroute A29, nécessitant la réalisation de travaux de protection en urgence.

Ces phénomènes, difficilement prévisibles, peuvent donc affecter certains équipements ou manifestations ne nécessitant pas d'autorisations d'urbanisme soumises à l'article R111-2 du code de l'urbanisme (cf IV). La création de projets, même temporaires, en lien avec des infrastructures de transport de type arrêt de bus, zone de comptage de trafic, ou zone de stationnement par exemple doit donc intégrer ces phénomènes d'éboulements majeurs.

Ces projets, tout comme les manifestations ponctuelles pouvant entraîner une forte concentration de personnes, doivent donc, dans la mesure du possible être écartés au maximum des zones de danger.

VI. LE FONDS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS MAJEURS (FPRNM OU « FONDS BARNIER »)

Les précisions apportées dans le présent chapitre sont valables uniquement à la date de parution du PAC mais sont susceptibles d'évoluer. L'instruction des demandes de subvention se fera selon les textes en vigueur à la date du dépôt du dossier.

Le **Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM)**, également appelé fonds Barnier, a été créé par la loi 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement avec pour but initial de financer les indemnités d'expropriation de biens exposés à un risque naturel majeur. Son utilisation a depuis évolué et il est devenu la principale source de financement de la politique nationale de prévention des risques naturels. **Il a pour objectif d'améliorer la sécurité des personnes face aux risques naturels et de réduire les dommages aux biens.**

Deux mesures principales peuvent être mobilisées pour la gestion des risques liés aux éboulements de falaise de Seine :

- la mesure études et actions de prévention ou de protection contre les risques naturels des collectivités territoriales (EAPCT) ;
- la mesure acquisition amiable de biens exposés à un risque naturel majeur.

Les services DDTM seront vos interlocuteurs privilégiés pour tout renseignement ou dépôt de dossier sur ces mesures.

VI.1. La mesure études et actions de prévention ou de protection contre les risques naturels des collectivités territoriales (EAPCT)

Cette mesure, dont seules les collectivités territoriales et leur groupement (définies à l'article L5111-1 du code général des collectivités territoriales) peuvent bénéficier, a pour vocation première d'améliorer la sécurité des personnes face aux risques naturels et de réduire les dommages aux biens assurés. Il s'agit de la mesure précédemment intitulée études, travaux et équipements des collectivités territoriales (ETECT).

Pour être éligible à cette mesure, les études ou travaux doivent être réalisés sous la maîtrise d'ouvrage de collectivités et doivent bénéficier à des communes couvertes par un plan de prévention des risques naturels (PPRN) prescrit ou approuvé (quel que soit l'aléa étudié par le PPRN). De plus, le coût des travaux doit être inférieur à la valeur des biens à protéger.

Pour les communes où un PPRN est approuvé (ce qui est le cas de Saint-Vigor-d'Ymonville avec le PPRI de la plaine alluviale nord de l'embouchure de l'estuaire de la Seine), le taux est de 50 % pour les études et les travaux qui pourraient être menés par la mairie ou l'EPCI.

Pour les communes où un PPRN est prescrit, le taux est de 50 % pour les études et de 40 % pour les travaux.

Pour le risque falaise, les études peuvent concerner par exemple le dimensionnement de travaux de protection de biens en pied de falaises. Cela consiste en une analyse fine de la paroi, avec notamment une descente sur corde, pour déterminer par exemple les blocs à purger et localiser les zones d'ancrage de filets.

Les travaux vont concerner la réalisation de merlons, de pose d'écran pare-blocs ou encore d'actions directement sur la falaise comme dans la purge de blocs instables.

La subvention s'applique sur le montant HT des prestations, si la collectivité récupère la TVA. Les dépenses d'assistance à maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre liées à l'exécution des travaux sont financées au même titre (dans le même dossier, et avec le même taux) que les travaux. Dans le cadre de ce dispositif EAPCT, le FPRNM ne participe qu'aux **dépenses d'investissement** des collectivités territoriales. Les dépenses de fonctionnement telles que réparations, entretien courant, fonctionnement courant et maintenance d'un dispositif de surveillance, etc. sont exclues.

Par ailleurs, conformément à l'article D5611-6 du code de l'environnement, les travaux de prévention et de protection relatifs aux infrastructures de transport et aux réseaux ne peuvent bénéficier de crédits du fonds.

Les études, sous maîtrise d'ouvrage d'une collectivité territoriale, sur la réduction de la vulnérabilité des infrastructures de transport d'énergie, d'information ou d'eau (eau potable ou assainissement) peuvent l'être. Celles pour le transport routier, ferroviaire, etc. ne le sont pas.

VI.2. La mesure acquisition amiable de biens exposés à un risque naturel majeur

Cette mesure du FPRNM a pour objectif de permettre à des populations résidant dans des zones particulièrement exposées de se réinstaller, en dehors des zones à risques. Elle vise ainsi à assurer la mise en sécurité des sites libérés d'une occupation humaine incompatible avec l'existence du risque naturel.

Les terrains acquis par une collectivité ou par l'intermédiaire d'un établissement public foncier par cette procédure doivent être rendus inconstructibles dans un délai de trois ans à compter de leur acquisition.

Pour être éligible, les biens concernés doivent être couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles (L125-1 du code des assurances) et être situés dans une zone exposée à un aléa naturel menaçant gravement des vies humaines. Il faut également que les moyens de sauvegarde et de protection des populations soient plus coûteux que le montant de l'indemnité d'acquisition.

Le code de l'environnement, dans sa partie réglementaire (R561-2), définit la menace grave au regard des deux critères suivants :

- 1° Les circonstances de temps et de lieu dans lesquelles le phénomène naturel est susceptible de se produire ;
- 2° L'évaluation des délais nécessaires, d'une part, à l'alerte des populations exposées et, d'autre part, leur complète évacuation.

L'intensité du phénomène et la vulnérabilité des biens sont étudiés pour déterminer la menace grave pour les vies humaines.

Dans le cadre de cette étude, il a été demandé au BRGM de préciser si des risques imminents étaient susceptibles de se produire afin de vérifier si la condition n°1 pouvait être respectée. À la date de livraison du rapport, aucun risque imminent n'avait été mis en évidence.

La subvention pour cette mesure correspond à un financement à 100 % :

- de l'indemnité correspondant à la valeur du bien estimée par le service des domaines sans tenir compte de l'existence du risque ;
- des frais de notaire ;
- des frais de démolition ;
- des frais de sécurisation du terrain afin d'éviter toute circulation de personnes sur le terrain acquis.

De manière générale, les terrains nus (même si une autorisation d'urbanisme a été délivrée) sont exclus de la procédure, car aucun enjeu humain n'est exposé à l'aléa. De plus, après acquisition amiable, les frais d'entretien du terrain ne peuvent pas être financés par le FPRNM.

ANNEXES

LES SITES ETUDIES SUR LA COMMUNE DEFINITION DE L'ALEA PAR SITE LES CARTES D'ALEAS

Extrait du rapport BRGM RP-72436 de janvier 2023

8. Saint-Vigor-d'Ymonville

8.1. CONTEXTE GENERAL

8.1.1. Situation géographique

La commune de Saint-Vigor-d'Ymonville est située dans le département de la Seine-Maritime, à environ 53 km à l'ouest de Rouen. Un secteur exposé aux chutes de blocs a été identifié par la DDTM. Il se situe en rive droite, dans l'estuaire de la Seine, au niveau du cap du Hode, le long de la route départementale D982 (Illustration 129).

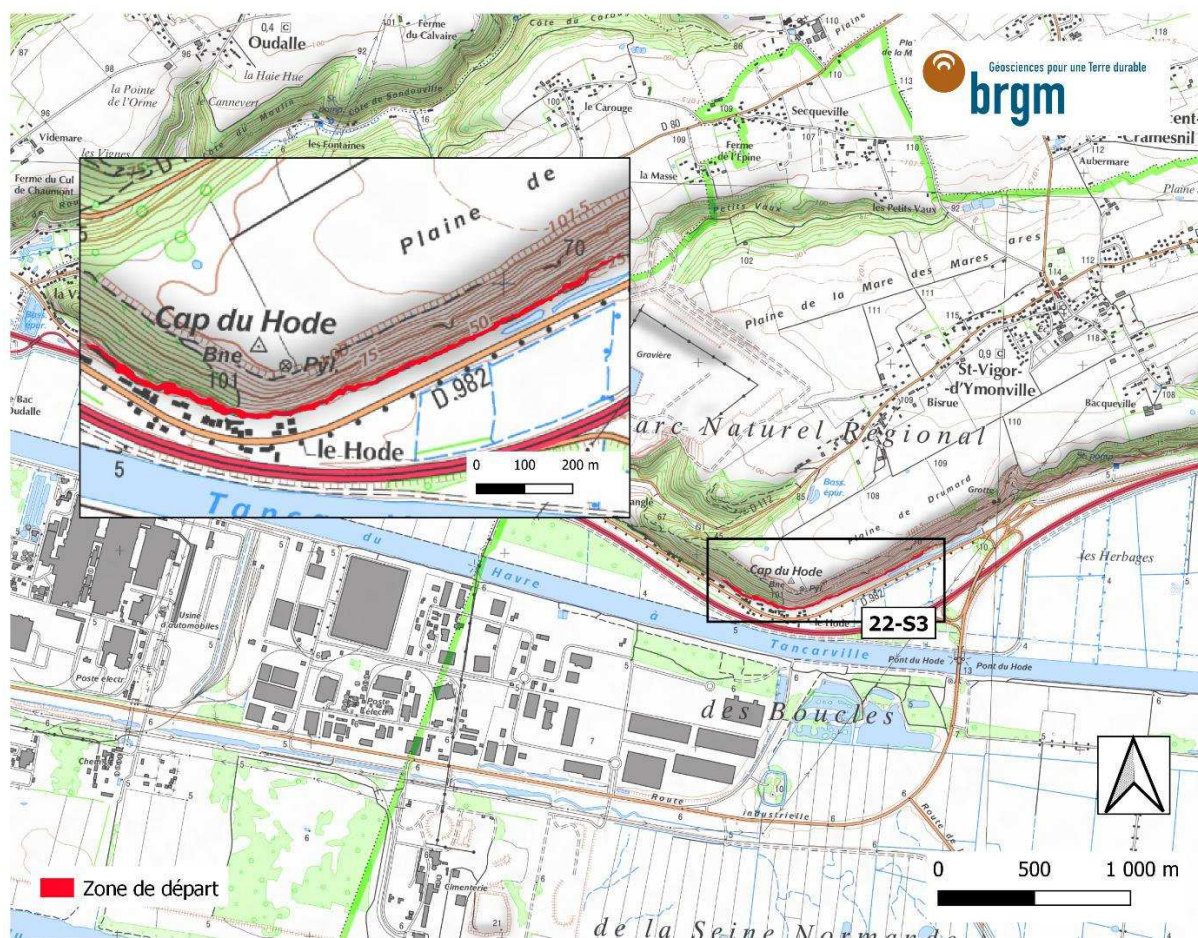


Illustration 129 - Localisation des secteurs d'étude sur la commune de Tancarville (encadrés noirs), fond de carte IGN

8.1.2. Contexte géologique et géomorphologique

D'après la carte géologique harmonisée de Normandie au 1/50 000 (Illustration 130), on retrouve sur le secteur d'étude une structure tabulaire avec (du plus ancien au plus récent) :

- La craie du Cénomanien moyen à supérieur (notée c1Cr sur la carte géologique) est une formation présentant des faciès variables, de cohésion variable : au sommet, il s'agit d'une craie blanche fossilifère, avec lits de silex, au milieu, la craie est grise, sableuse, riche en grains de quartz et de glauconie, avec de nombreux silex. A la base du Cénomanien, la craie

est très glauconieuse avec Spongiaires et rognons silicifiés. La limite inférieure de cette formation est marquée par un niveau repère : la glauconie de base (sable argileux vert foncé entrecoupé de lentilles argileuses à galets remaniés de l'Albien) ;

- *La craie du Turonien* (notée **c2Cr** sur la carte géologique), qui est une craie marneuse. Les assises supérieures du Turonien sont grises et argileuses. Il s'agit d'une craie tendre avec quelques bancs de silex noirs. A l'affleurement ces couches ont un aspect noduleux ;
- *La craie du Coniacien à Santonien* (notée **c3-4Cr** sur la carte géologique) est une craie blanche à lits horizontaux de silex bruns avec mince cortex gris. Cette formation se caractérise notamment par la présence de nombreuses irrégularités de stratification (cuvettes, chenaux, faisceaux obliques soulignés par les silex).

Sur les plateaux, les formations crayeuses sont recouvertes d'une couche d'argiles à silex (notée **Rs** sur la carte) issue de la décarbonatation de la craie sous-jacente. Il s'agit d'une matrice argileuse rougeâtre, collante, comportant de nombreux silex et parfois des poches de sables tertiaires. L'épaisseur des argiles à silex est très variable et peut atteindre plusieurs dizaines de mètres. Cette formation argileuse est elle-même recouverte par un dépôt lœssique mis en place au Quaternaire, appelé les limons des plateaux (noté **LP** sur la carte géologique).

Dans l'estuaire de la Seine, on retrouve les alluvions actuelles et subactuelles de la Seine, notées **Fz** sur la carte géologique.

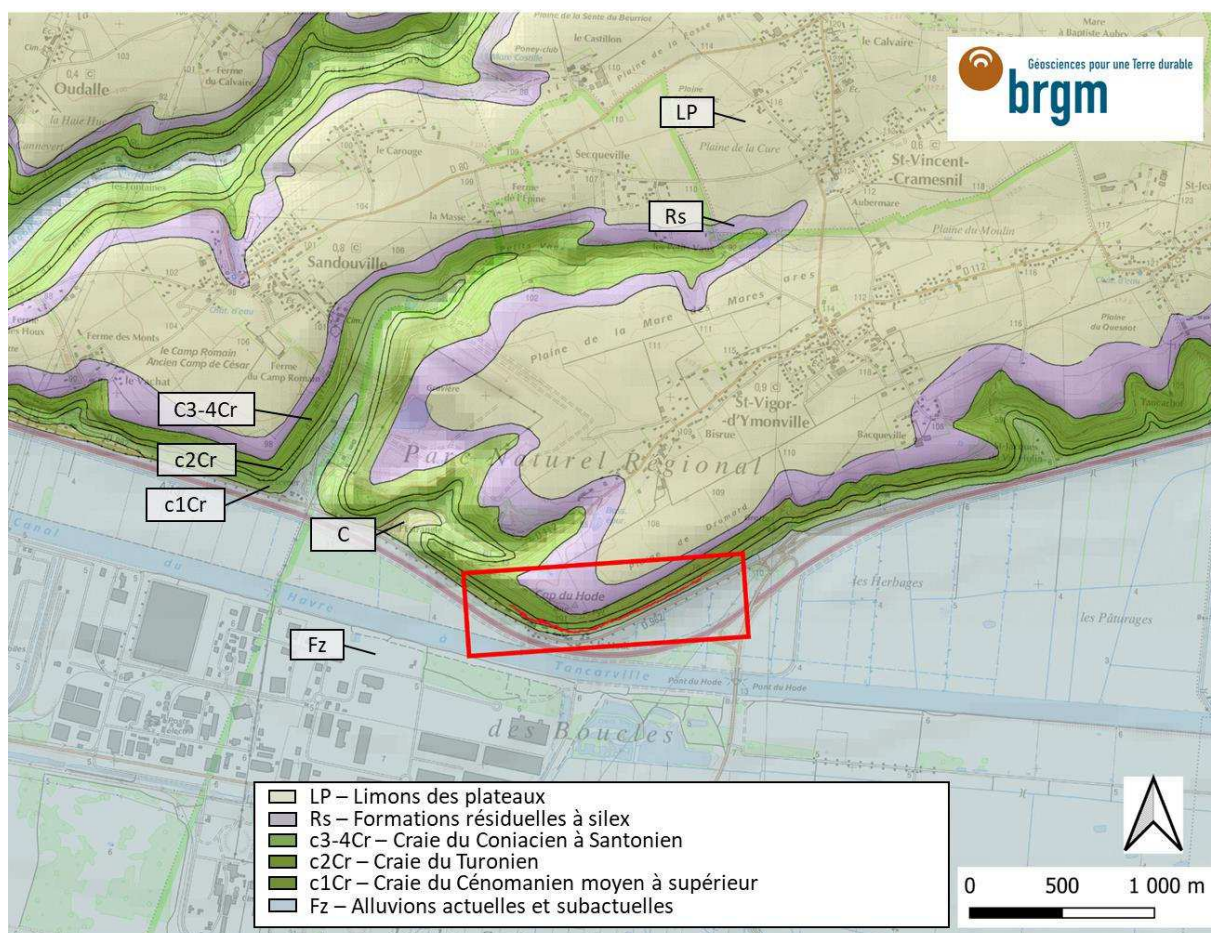


Illustration 130 - Extrait de la carte géologique harmonisée de Normandie au 1/50 000, avec la localisation du site d'étude (encadré rouge)

Morphologie du secteur 22-S3

Le secteur 22-S3 est caractérisé par une paroi rocheuse d'environ 25 à 45 m de hauteur. La paroi montre deux orientations différentes qui suivent les méandres de la Seine. La première orientation est nord-ouest/sud-est et la seconde sud-ouest/nord-est. Les terrains de réception sont plats, hormis la présence locale d'un cône d'éboulis sur environ 10 m depuis le pied de falaise.

La paroi n'est pas continue et sa hauteur varie beaucoup. Localement il est possible d'observer un talus crayeux d'environ 40 m de hauteur avec dans la pente une zone de paroi subverticale d'environ 5 m de hauteur (Illustration 131).

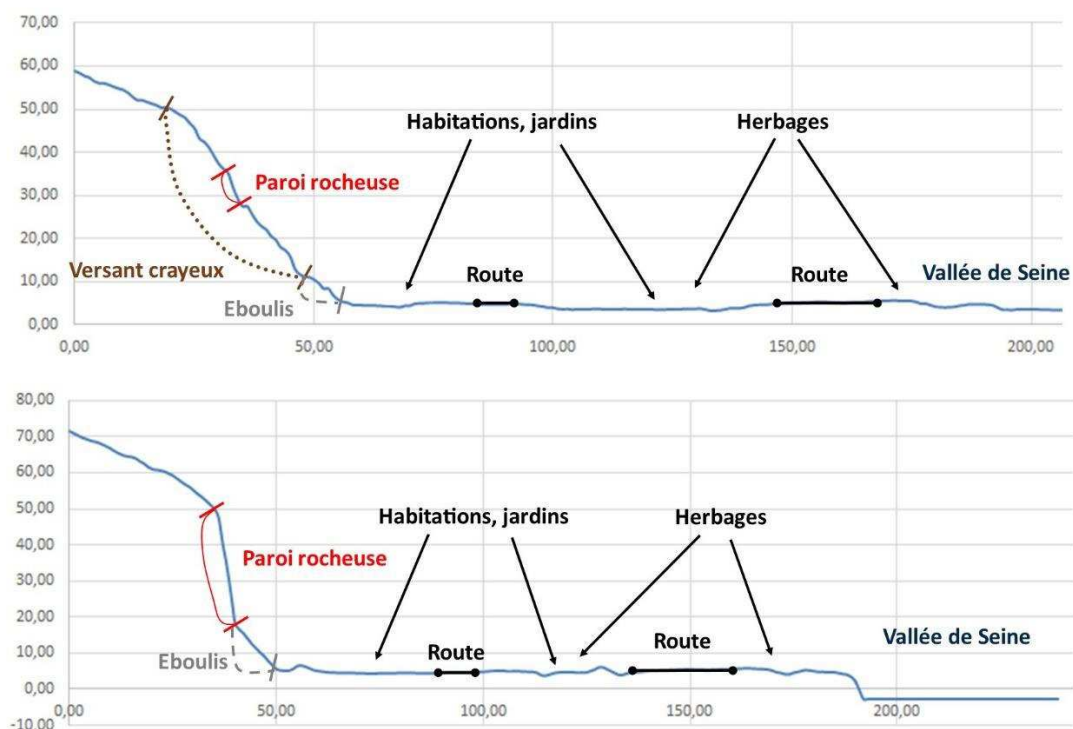


Illustration 131 - Profils topographiques représentatifs du secteur 22-S3 (MNT au pas de 1 m de l'IGN de 2014). Localisation des profils en Illustration 132

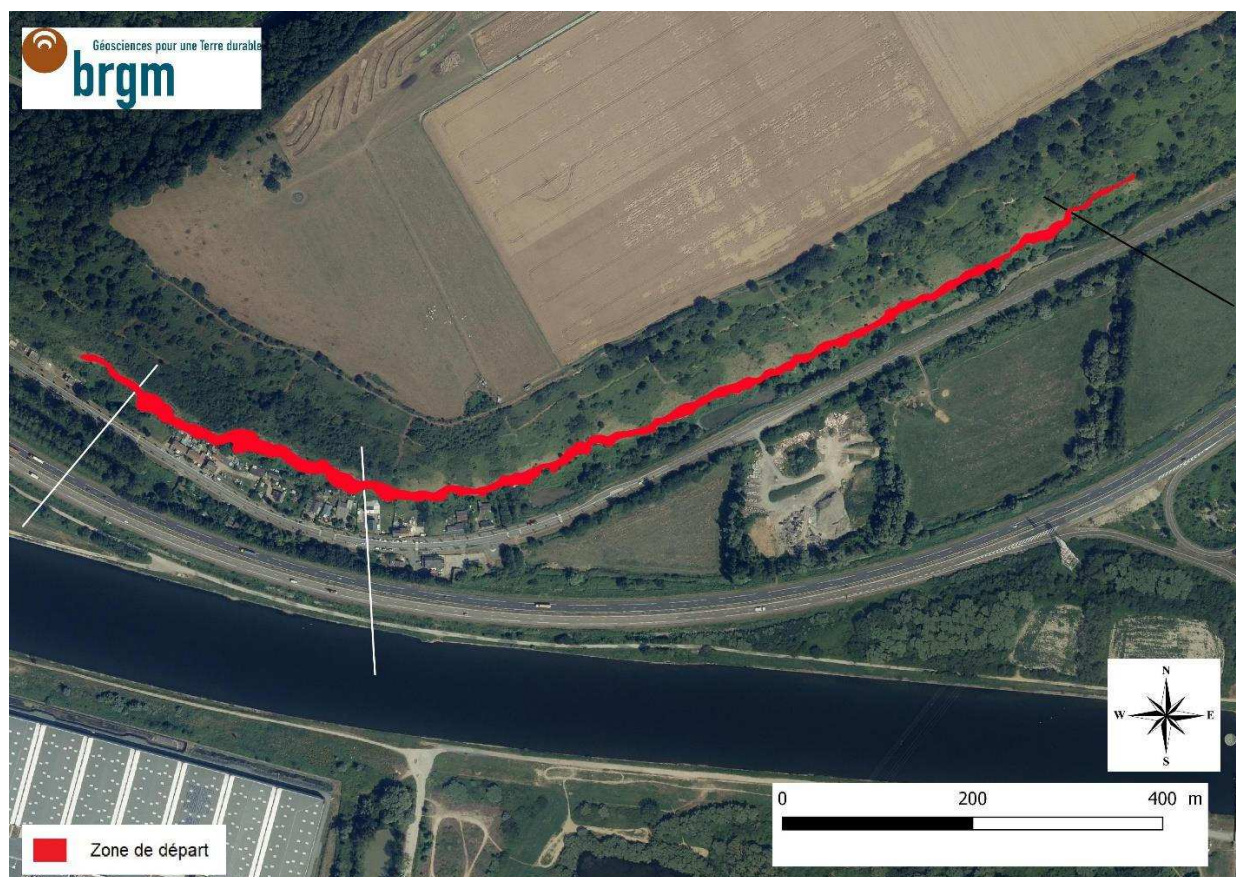


Illustration 132 - Localisation des profils topographiques de l'illustration 131 (en blanc) et des profils topographiques utilisés pour préciser les modélisations (en noir) – Secteur 22-S3

8.2. HISTORIQUE

8.2.1. Historique communal

Les événements, de type chute de blocs et éboulement, recensés dans les bases de données (base de données nationale des mouvements de terrains – *notée BDMvt* -, archives journaux, archives DDTM) sur le secteur de Saint-Vigor-d'Ymonville sont décrits dans le tableau ci-après (Illustration 133).

Code Site : 22		Etude phénoménologique à Saint-Vigor-D'Ymonville	
IDENTIFICATION	Indice		BD mvt : 22300758
	Type		Chute de bloc/ Eboulement
	Date		01/01/1966
	Lieu		
	Coordonnées	Système de projection	Lambert 2 Centre
		Longitude	0.347763278144613
		Latitude	49.459992865229
	Arrêté		/
DESCRIPTION	Caractéristique lithologique		/
	Géométrie	Volume en paroi	/
		Volume Bloc	/
		Volume Cône	/
		Pente	/
		Dénivelé	/
		Propagation	/
	Géomorphologie		/
	Cause(s)		/
	Dommages	Personnes	/
		Biens	Atteintes aux bâtis
	Occurrence		/
	Installations Compensatoires		/
Informations complémentaires :	Photo		/
	Autres		BRGM/MVT 76

Illustration 133 - Tableau récapitulatif des événements de type chute de blocs recensés sur la commune de Saint-Vigor-d'Ymonville

8.2.2. Inventaire localisé

Le secteur 22-S3, à Saint-Vigor-d'Ymonville, a été en partie sécurisé par la pose de filets plaqués, d'ancrages et par l'installation de flet pare-blocs en pied de falaise à la suite de plusieurs phénomènes d'éboulements survenus il y a plusieurs dizaines d'années. La date précise de survenue n'est pas connue. D'après les témoignages des riverains, les éboulements ont mis en jeu plusieurs dizaines de m³ de roche, avec des volumes de blocs de l'ordre du m³. Aucune autre information n'a été retrouvée au sujet de ces événements et du dimensionnement de la protection mise en place ensuite.

Les riverains témoignent de chutes de blocs occasionnelles de volumes compris entre 0,5 et 2 m³, ainsi que des chutes de pierres (quelques litres) fréquentes.

Une chute de blocs récente a été constatée en pied de falaise. Le volume total de roche est compris entre 2 et 3 m³, le volume du plus gros bloc est d'environ 0,8 m³. Les blocs se sont propagés à une distance d'environ 5 m du pied de falaise. La hauteur de paroi est d'environ 25 m sur ce secteur (Illustration 134).



Illustration 134 - Blocs observés en pied de falaise sur le secteur 22-S3, Saint-Vigor-D'Ymonville

8.3. EVALUATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALEA CHUTE DE BLOCS

8.3.1. L'aléa de départ

Il s'agit ici de définir ce qui peut être mis en mouvement, quels volumes, depuis quelle zone de départ et à quelle échéance. Les zones de départ potentielles sont définies en fonction de différents paramètres de prédisposition, à savoir la géologie, la morphologie et les mécanismes de rupture mis en jeu (cf. rapport méthodologique BRGM/RP-70269-FR).

D'un point de vue morphologique, il est possible de déterminer les zones favorables au déclenchement de chutes de blocs à partir d'un MNT. Un modèle, basé sur des retours d'expérience de zones d'éboulement dans le massif alpin, permet de calculer la valeur seuil de pente au-delà de laquelle la zone sera considérée comme zone de départ potentielle (*Berger, 2009*). Ce calcul prend notamment en compte la résolution du MNT permettant de calculer les valeurs de pente sur la zone, avec α la pente et RES la résolution du MNT :

$$\alpha = 55^\circ \times \text{RES}^{-0.075}$$

Sur le site d'étude, le MNT disponible est au pas de 1 m, ce qui permet de considérer les zones de pente supérieure ou égale à 55° comme zone de départ potentielle.

Les visites réalisées sur site ont permis d'affiner cette identification et de définir le scénario de référence pour chaque site, et si besoin le scénario exceptionnel. Les informations obtenues par ces observations ont fait l'objet de fiches synthétiques disponibles ci-dessous.

Secteur 22-S3

D'après la carte des pentes issue du MNT de l'IGN au pas de 1 m et les visites de terrain, la zone de départ du secteur 22-S3 est la suivante (Illustration 135) :

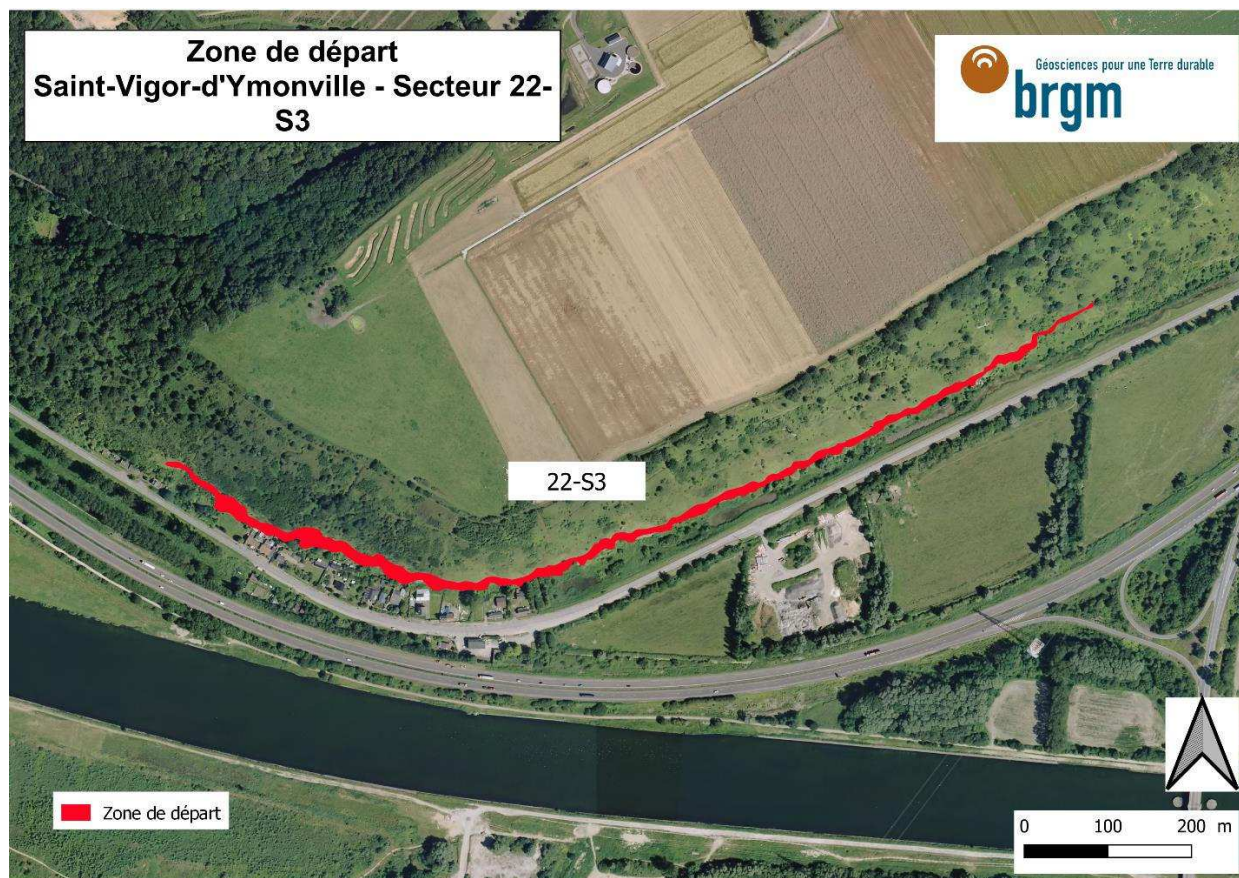


Illustration 135 - Zone de départ du secteur 22-S3 – Saint-Vigor-d'Ymonville – sur l'orthophotographie de l'IGN de 2015

Les observations faites sur la paroi et le scénario de référence pour le secteur 22-S3 sont présentés ci-après (Illustration 136).

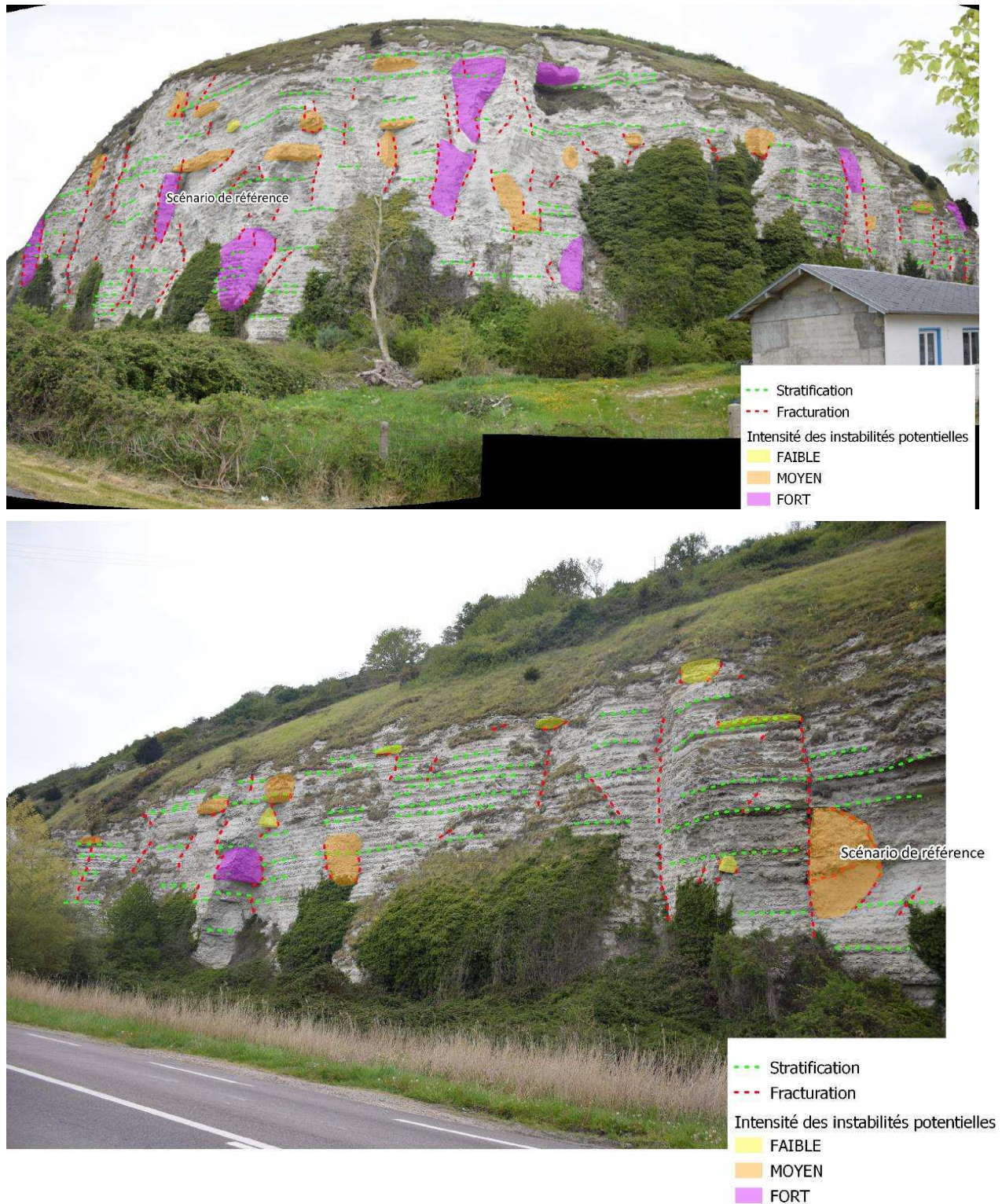


Illustration 136 - Vue générale de la paroi du secteur 22-S3 (représentation non exhaustive des instabilités potentielles)

SECTEUR : 22-S3	Commune : Saint-Vigor-d'Ymonville
LOCALISATION / DESCRIPTION	
	
	



GEOMETRIE

Géométrie / description	Paroi de 35 à 45 m de hauteur, dont la fracturation varie en fonction des bancs de craie. La fracturation couplée à la fracturation et à l'altération par les circulations d'eau délite de nombreux blocs de volumes variables (jusqu'à 1 m ³ environ). Des scénarios exceptionnels de plusieurs dizaines de m ³ sont également à noter. Notons que l'orientation de la paroi sur la portion ouest du secteur est globalement la même que la fracturation régionale N110° subverticale.
Volume total estimé	Majoritairement compris entre 0,5 et 1 m ³ . Quelques cas plus exceptionnels de plusieurs dizaines de m ³ (observé il y a plusieurs années).
Volume unitaire (après fragmentation)	Majoritairement compris entre 0,5 et 1 m ³ . Quelques m ³ en cas d'occurrence d'un phénomène exceptionnel
Sous-cavage	
Présence d'une cavité dans le massif	Non
Extension	/
MODE DE RUPTURE	
Mécanisme de rupture	Surplombs nombreux, glissement dièdre ou plan, rupture de colonne en pied pour certains des scénarios exceptionnels
Fracturation	Fracturation de détente parallèle à la paroi, fracturation régionale N110° subverticale et stratification horizontale
Facteur de prédisposition	Fracturation de la paroi, circulations d'eau dans les diaclases (racines d'altération), hauteur de paroi
Facteurs aggravants	Facteurs climatiques (gel/dégel, fortes pluies, fortes chaleurs, tempêtes etc.)
SCENARIO DE REFERENCE	
Indice d'intensité	MOYEN
Indice d'activité	FORT
SCENARIO DE MASSE	
Indice d'intensité en « zone proche »	TRES FORT
Indice d'activité	FAIBLE

Illustration 137 - Fiche d'identification du scénario de référence – secteur 22-S3

Synthèse de l'aléa de départ

Le tableau suivant est une synthèse des indices d'intensité et d'activité des scénarii de référence pour le site à risques identifié :

Secteur	Scénario exceptionnel			Scénario de référence		
	Volume scénario exceptionnel	Indice d'intensité en « zone proche »	Indice d'activité	Volume scénario de référence	Indice d'intensité	Indice d'activité
22-S3	Plusieurs dizaines à une centaine de m ³	TRES FORT	FAIBLE	0,25 à 1 m ³	MOYEN	FORT

Tableau 16 - Caractérisation du scénario de référence pour chaque site sur la commune de Saint-Vigor d'Ymonville

8.3.2. L'aléa de propagation

L'évaluation des zones de propagation de chutes de blocs a été menée grâce à différentes méthodes complémentaires :

- la méthode dite de « la ligne d'énergie » ;
- des analyses trajectographiques (à partir de l'outil BRGM Pierre98©).

Les résultats de ces deux méthodes ainsi que les observations faites « à dire d'expert » (relevés de blocs éboulés) sur le terrain ont permis de définir les valeurs d'angles (Tableau 17) permettant de caractériser les enveloppes de propagation (cf. BRGM/RP-70269-FR).

Le report sur carte de ces enveloppes (Illustration 138) est réalisé avec le logiciel CONEFALL© permettant une représentation dans l'espace à partir des angles définis précédemment.

Site	Angle Méthode statistique (Lignes d'énergie)			Angles méthode probabiliste (Pierre98)		
	FAIBLE	MOYEN	FORT	FAIBLE	MOYEN	FORT
22-S3	50°	53°	56°	31°	36°	41°

Tableau 17 - Valeurs d'angle obtenues par les deux méthodes de détermination (statistique et probabiliste)

Après analyse de ces résultats, les angles retenus sont déterminés à dire d'expert (Tableau 18) et confirmés par l'analyse phénoménologique réalisée.

Site	Angle de probabilité d'atteinte		
	FAIBLE	MOYEN	FORT
22-S3	36°	39°	41°

Tableau 18 - Valeurs d'angles d'énergie retenues à dire d'expert pour déterminer l'aléa de propagation

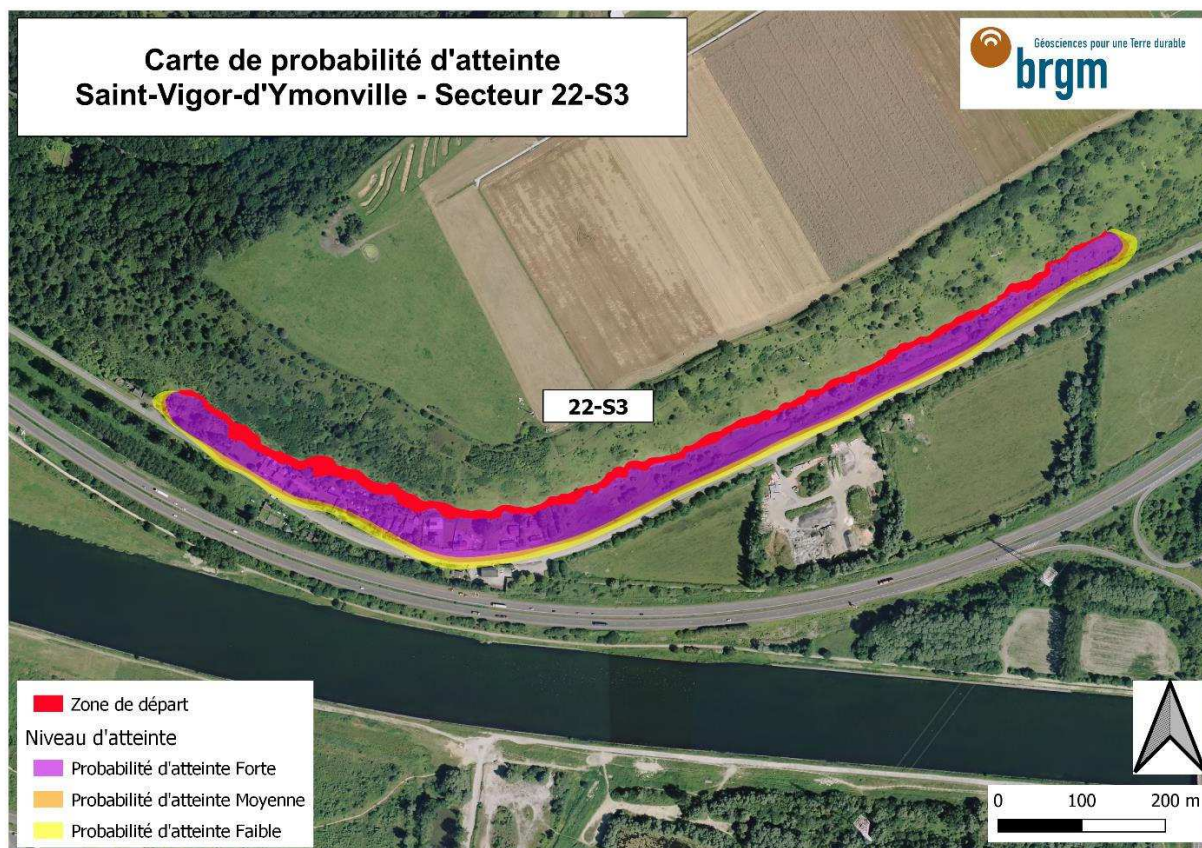


Illustration 138 - Carte de probabilité d'atteinte – Secteur 22-S3

8.3.3. Probabilité d'occurrence

La carte de probabilité d'occurrence (Illustration 140) est obtenue en croisant la carte des probabilités d'atteinte avec l'indice d'activité (probabilité de départ) selon la matrice suivante :

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Moyen	Modérée	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Fort	Modérée	Elevée	Elevée	Très Elevée

Illustration 139 - Matrice de définition de la probabilité d'occurrence (MEZAP)

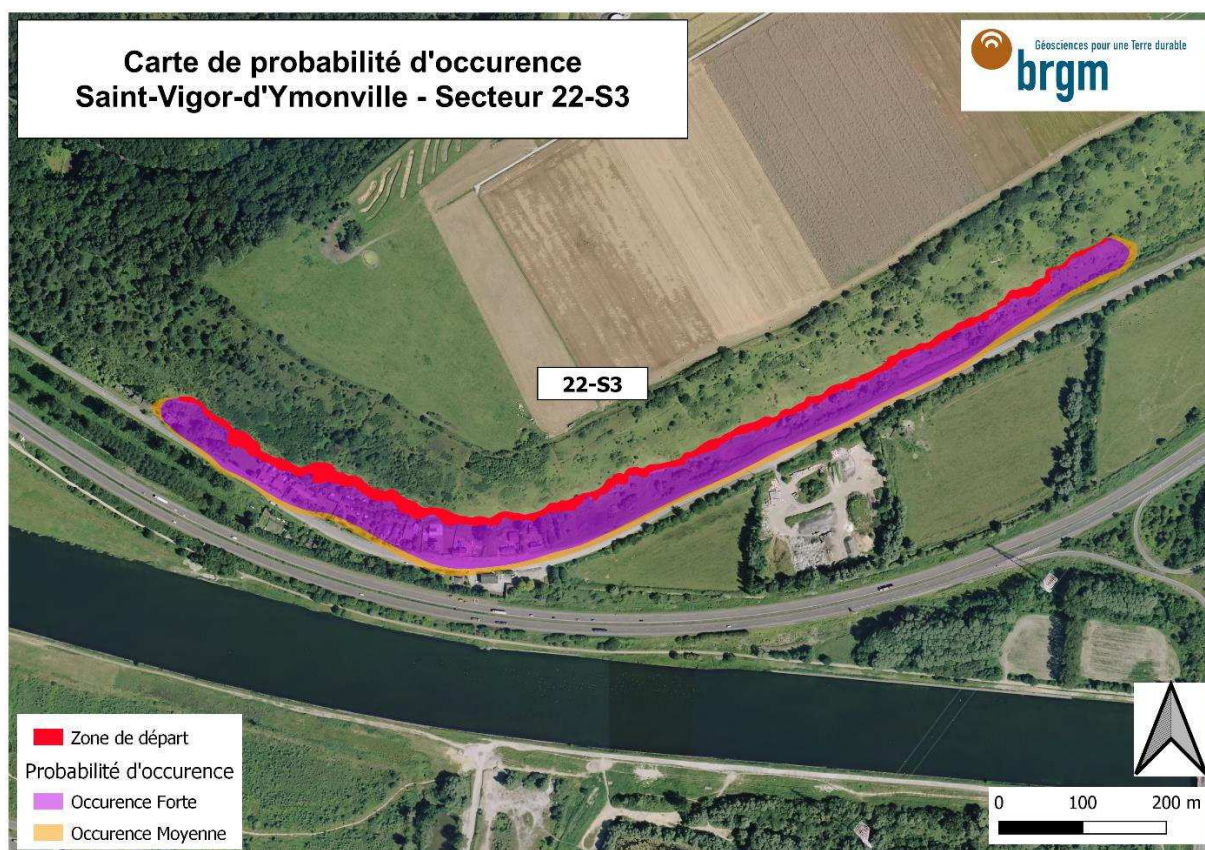


Illustration 140 - Carte des probabilités d'occurrence – Secteur 22-S3

8.3.4. Cartographie de l'aléa

Le niveau d'aléa (Illustration 142) est défini en croisant la carte de probabilité d'occurrence et l'intensité selon la matrice suivante :

		Intensité				Phénomène de grande ampleur (écoulement turbulent)
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$	$1 < V \leq 10 \text{ m}^3$	$V > 10 \text{ m}^3$	
		Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	Cartographie avec un niveau d'aléa unique: très élevé (Cf. 3.1)
	Modérée	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	
	Elevée	Modéré	Elevé	Elevé	Très élevé	
	Très élevée	Elevé	Elevé	Très élevé	Très élevé	

Illustration 141 - Définition du niveau d'aléa (MEZAP)

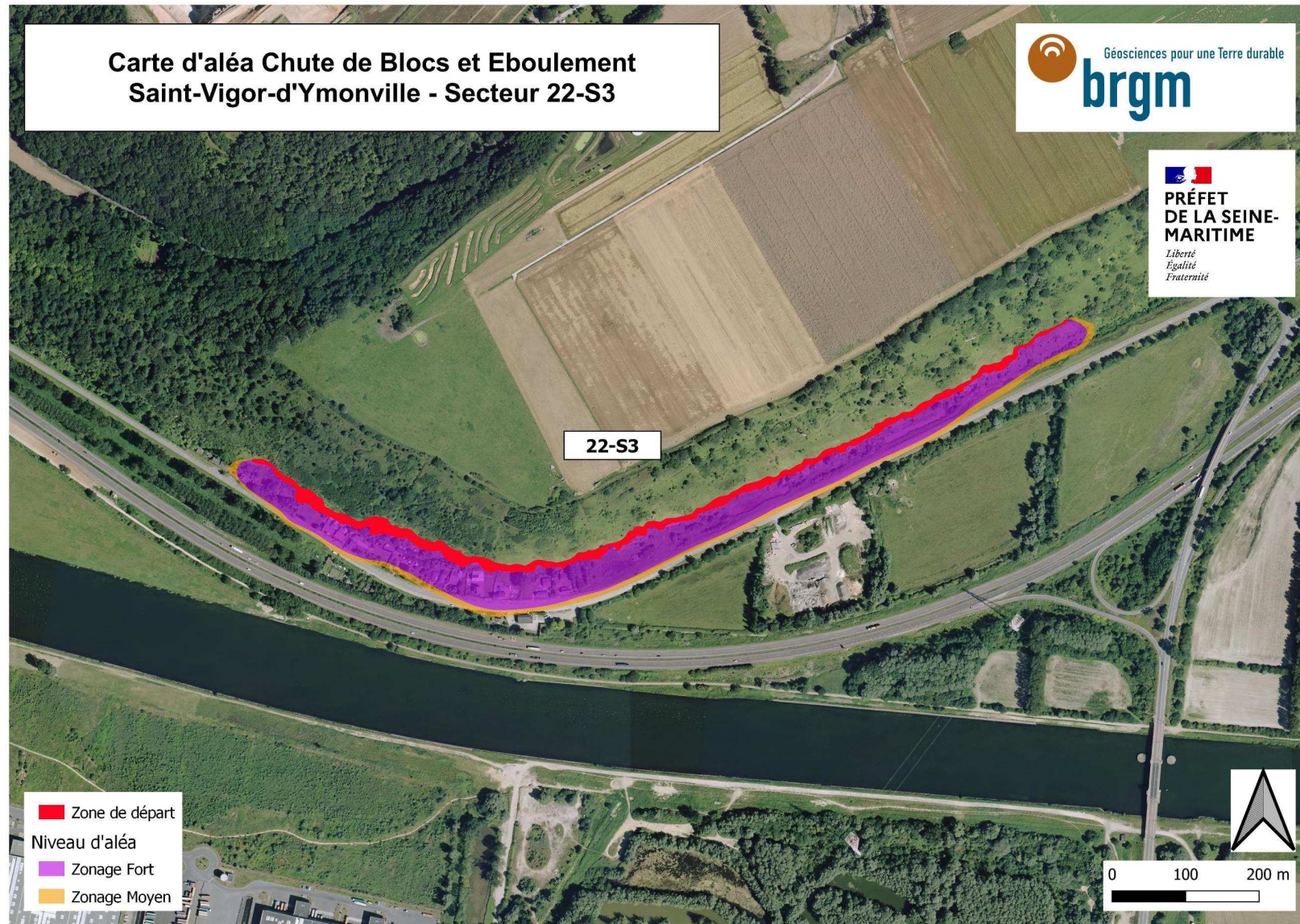


Illustration 142 - Carte d'aléa Chute de blocs et éboulement – Secteur 22-S3

8.4. PARADES

8.4.1. Eléments exposés

Le croisement des cartes d'aléa et des enjeux existants (bâtiments, réseaux routiers, etc.) est réalisé visuellement sur la base des données cadastrales, de l'orthophotographie IGN de 2015 et de la connaissance issue des visites sur site. Ce croisement montre une exposition assez forte des enjeux aux phénomènes gravitaires. En effet, les enjeux sont concernés par des niveaux d'aléa fort et moyen (Illustration 143) :

- Zone d'aléa fort :
 - 52 bâtiments ;
 - 1 tronçon de route ;
- Zone d'aléa moyen :
 - 12 bâtiments ;
 - 2 tronçons de route.

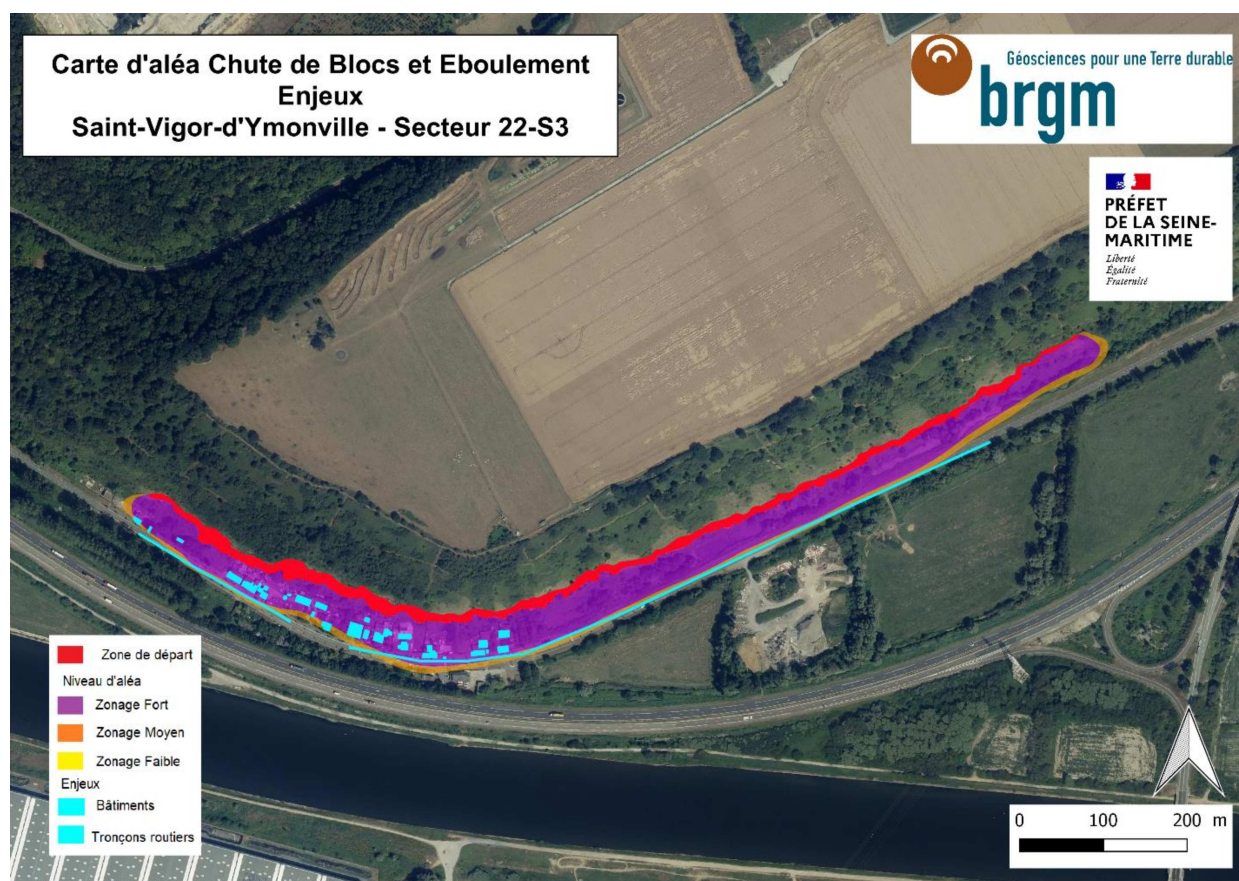


Illustration 143 - Enjeux impactés (en bleu) par l'aléa chute de blocs et éboulement – Secteur 22-S3

Pour rappel, ces chiffres sont donnés à titre indicatif. Il s'agit d'une estimation ne tenant pas compte des marges d'erreurs associées aux méthodes d'estimation de la propagation utilisée. Les cartes d'aléa sont valables à l'échelle 1/5 000 et ne doivent pas être utilisées à l'échelle de la parcelle.

8.4.2. Travaux de sécurisation

Pour les enjeux situés en zone d'aléa fort, des actions de mise en sécurité peuvent être proposées, elles pourront également sécuriser les enjeux situés en zone d'aléa moyen. Compte-tenu de la présence de zones habitées, une certaine prudence doit être observée pour les personnes circulant à proximité de la paroi (dans les zones de jardin notamment).

La sécurisation par l'utilisation de parades actives peut s'avérer efficace pour sécuriser les zones concernées. Il pourra s'agir de purge combinée à des ancrages et à la pose de filet plaqué et/ou béton projeté. Ces installations pourront garantir la non-occurrence de phénomènes sur le court/moyen terme. La pose de filets plaqués permet d'augmenter le degré de protection d'une simple purge et s'avère efficace pour piéger des blocs de volume inférieur à $5/6 \text{ m}^3$.

L'usage de parades passives peut également être envisagé sur les zones où l'espace en pied de paroi le permet. Il pourra s'agir de la pose de filets pendus permettant de limiter fortement la propagation des blocs en cas de chute, ou encore la pose d'écrans déformables ou de merlon qui permettent d'intercepter les blocs en cours de propagation.

Les secteurs ayant déjà fait l'objet de sécurisation par le passé devront également faire l'objet d'un contrôle approfondi pour identifier la nécessité de la remplacer ou de la conforter.

Dans l'éventualité où la mise en place de parades actives ou passives serait impossible (techniquement et/ou financièrement), la question de l'évacuation des bâtiments situés en zone de risque sera à aborder.

Qu'elles soient actives ou passives, les parades nécessitent des opérations d'entretien régulières (vidange et vérification du bon état des installations) ainsi qu'un contrôle régulier de la paroi post-travaux afin d'identifier l'apparition de nouvelles instabilités.

Des opérations d'égouttage régulières (une fois par an environ) sont à réaliser sur l'ensemble du linéaire. En effet, des arbres en surplomb ainsi qu'une végétation grimpante dense ont été observés de nombreuses fois sur le linéaire de paroi. Cette végétation constitue un facteur aggravant de déclenchement des phénomènes gravitaires, et peut dans certains cas entraîner un risque de chute d'arbres accru.

Compte-tenu des aléas évalués, les personnes circulant au pied des falaises demeurent exposées au risque de chute de blocs. Il pourra être recommandé à ce titre de limiter la circulation de personnes au pied de ces falaises.

Concernant les tronçons de route exposés au phénomène de chute de blocs, nous recommandons a minima de mettre en place une signalétique adaptée afin d'informer sur le risque. L'idéal étant de réaliser un dimensionnement d'ouvrage de protection afin de sécuriser ces axes sur le long terme.

Le choix de la parade la plus appropriée se fait en fonction des instabilités constatées sur la paroi, de la configuration du site, de sa faisabilité et de son coût. Le dimensionnement des ouvrages de protection doit faire l'objet d'une mission géotechnique normalisée, type G2-PRO selon la nomenclature de la norme P94-500 de novembre 2013.