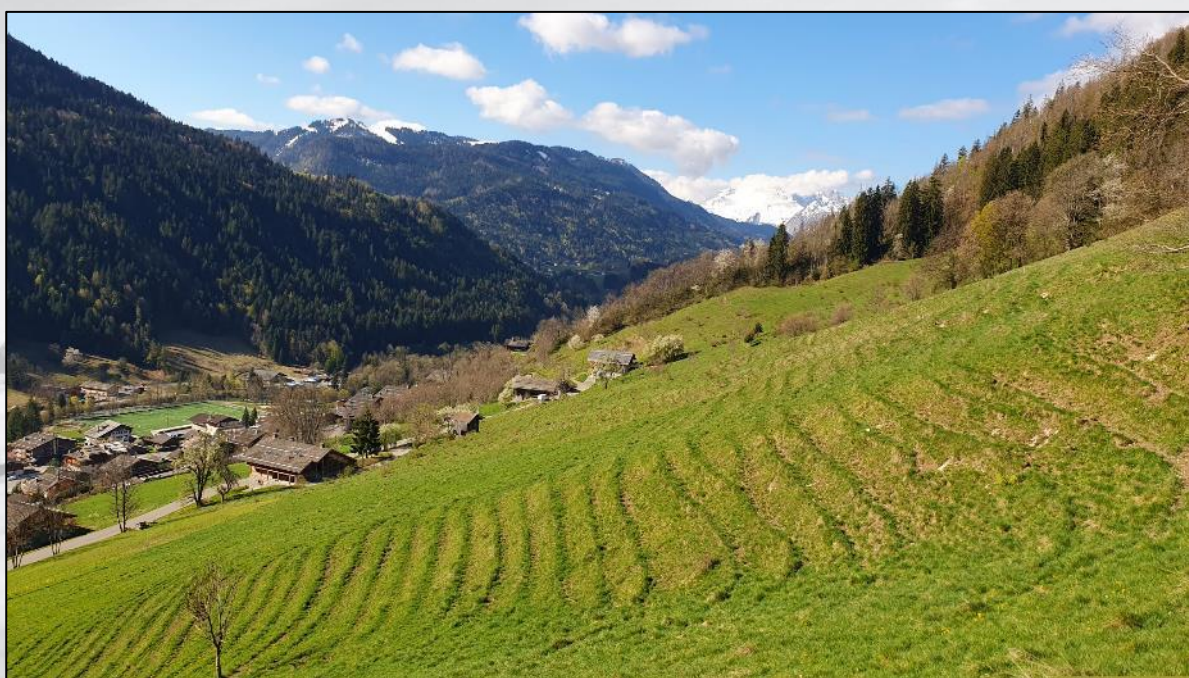




Alpes
Ingé



G5-DIAG - Etude des risques de chutes de blocs
Construction « Chalets Juliette »
Le Grand Bornand (74)

Demandeur : Kaéna
 Projet : Etude des risques de chutes de blocs
 Localisation / Commune : Route du Chinaillon – Le Grand -Bornand (74)
 Intervenants : Maître d'œuvre : MGM Constructeur
 Bureau d'études géotechniques : Kaéna
 Bureau d'études risque naturel : Alpes Inge

 Documents fournis ou à disposition : Levé Lidar du programme Lidar HD de l'IGN
 Implantation prévisionnelle/plan masse phase provisoire

N° d'affaire		AF25-129	N° Devis validé		PR25/241
Ind	Date	Modifications	Pages	Établi par	Vérifié par
0	12/05/26	Première émission	16 + annexes	K. DOUJON	M. LECOEUR

Kenan DOUJON, ingénieur géotechnicien

ALPES INGE
 Ingénierie Conseil
 Eurekelp
 38660 SAINT VINCENT DE MERCUZE
 Tél. 04 76 08 81 84 – Fax 04 76 08 81 85
 E-mail : contact@alpes-inge.com
 Siren 428 143 838

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
2	RENSEIGNEMENTS GENERAUX	4
2.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION DU SITE	4
2.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE LOCAL	6
2.3	CONTEXTE REGLEMENTAIRE VIS-A-VIS DU PPRN	7
3	DIAGNOSTIC DES CHUTES DE BLOCS	8
3.1	PRESENTATION DES RECONNAISSANCES	8
3.2	DESCRIPTION DU SITE	8
3.3	SYNTHESE DES OBSERVATIONS	9
3.4	ETUDE TRAJECTOGRAPHIQUE DES CHUTES DE BLOCS	9
3.4.1	<i>Méthodologie utilisée</i>	9
3.4.2	<i>Définition des sols</i>	10
3.4.3	<i>Définition des instabilités potentielles</i>	11
3.4.4	<i>Résultats des modélisations</i>	13
4	ANALYSE DES RISQUES DE CHUTES DE BLOCS	14
4.1	GENERALITES	14
4.2	ALEA DE RUPTURE :	14
4.3	VULNERABILITE :	14
4.4	DETERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE :	15
5	CONCLUSIONS	16

ANNEXES

ANNEXE 1 – NORME NF P 94-500 – MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE
 ANNEXE 2 – REGLEMENT X DU PPRN COMMUNE DU GRAND-BORNAND
 ANNEXE 3 – PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES
 ANNEXE 4 – METHODE D'EVALUATION DU RISQUE ROCHEUX

1 INTRODUCTION

A la demande et pour le compte de la société Kaéna, Alpes Ingé a réalisé une mission géotechnique de type étude de diagnostic G5, relative à l'évaluation de l'exposition aux chutes de blocs d'un projet de construction « chalets de Juliette » situé proche et à l'amont du n°575 route du Chinaillon au Grand Bornand.

Cette étude est basée sur une visite de site réalisée le 16 Avril 2026 par un géologue géotechnicien. L'objectif de l'étude est de réaliser un diagnostic de l'exposition du projet (Chalets Juliette) aux chutes de blocs et pierres issues du massif dit « Roche Blanche » et plus généralement du versant à l'amont direct de l'emprise du projet.

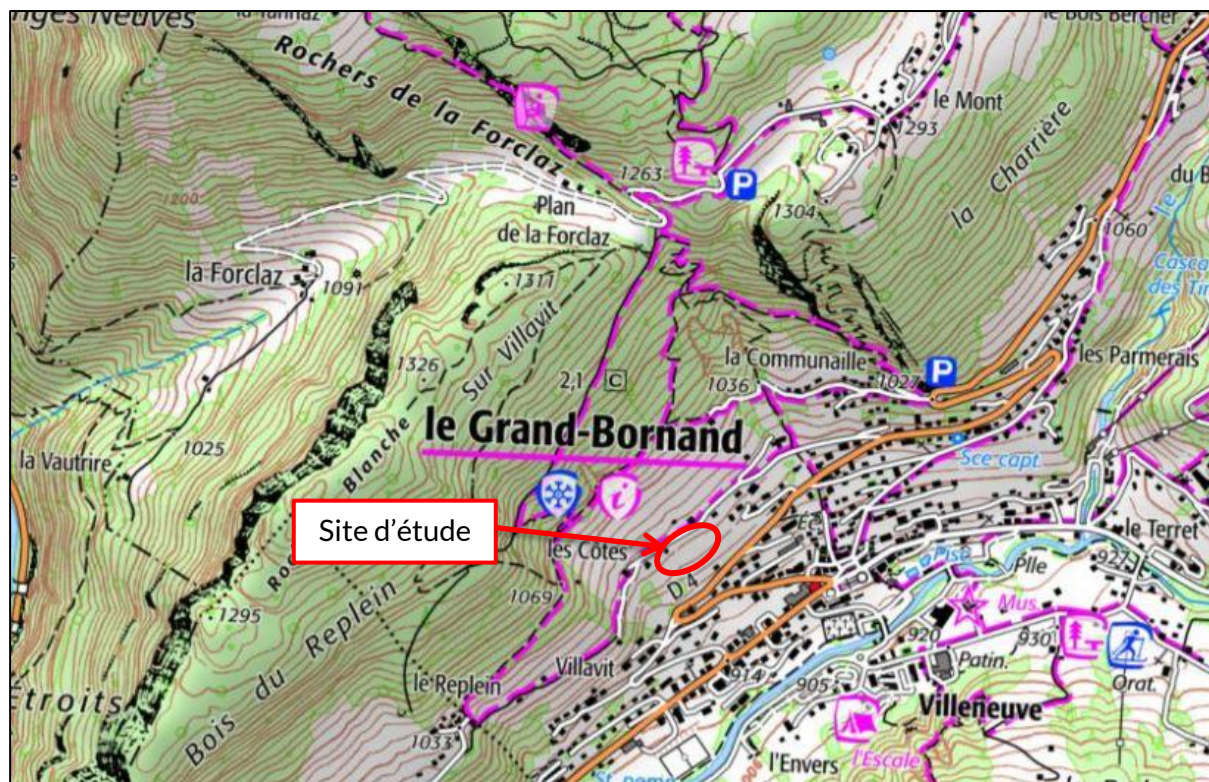
En référence à la norme NF P 94-500 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique – qui figure en **annexe 1** de ce rapport, notre mission est de type G5 – Diagnostic géotechnique.

NB : il est important de rappeler que la bonne réalisation de cette mission ne supprimera jamais les risques naturels en domaine montagneux. Il ne peut pas y avoir obligation de résultat dans ce domaine. Par conséquent, la surveillance du site régulière et l'entretien des éventuels ouvrages dans le temps sont nécessaire vis-à-vis des risques naturels.

2 RENSEIGNEMENTS GENERAUX

2.1 Situation géographique et description du site

Le site d'étude se trouve sur le versant Sud-Est du mont « Roche Blanche », à environ 960 m d'altitude. L'emprise du projet concerne un ensemble de parcelles cadastrées, présentées à la page suivante.



Implantation du projet sur la carte IGN au 1/25 000ème – Geoportail

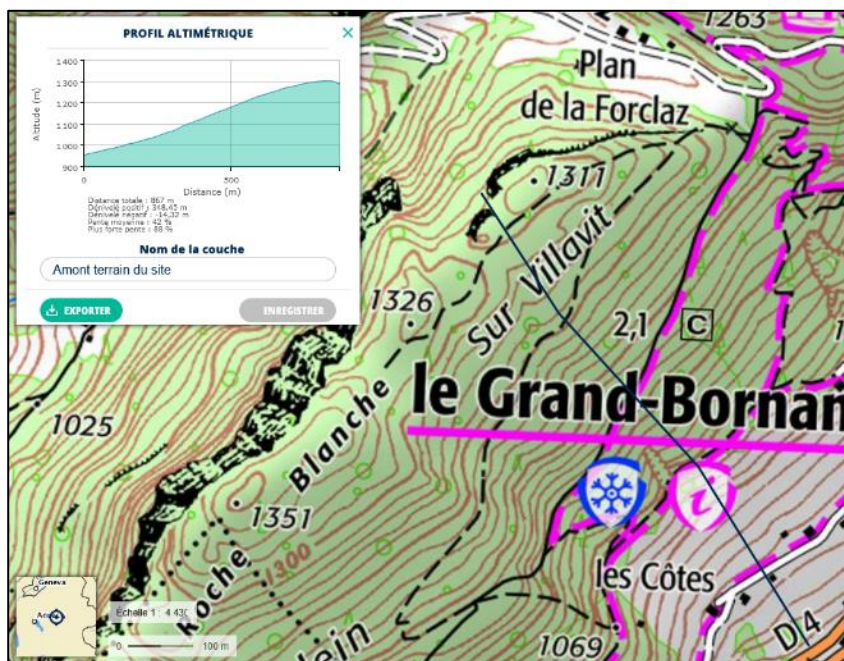
L'étendue latérale concernée par le projet d'aménagement est d'environ 400m perpendiculairement à l'axe de la pente générale du versant et 130m au maximum dans le sens de la pente.



Emprise du projet sur fond cadastral (source : Kéana « Implantation prévisionnelle/plan masse phase provisoire »)

A l'amont immédiat du site et d'un point de vue topographique, on délimite 3 zones de pente différentes. De l'amont à l'aval :

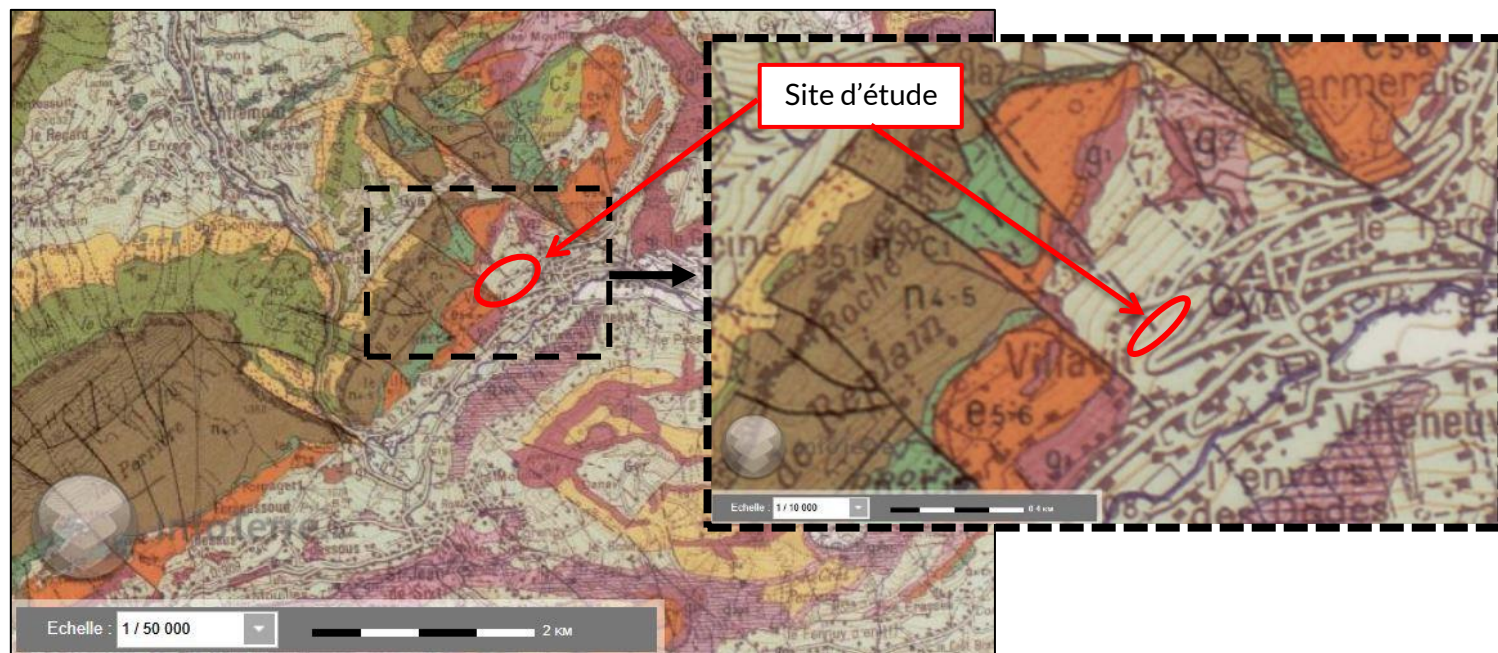
- Zone 1 : « crête » du massif Roche Blanche. Pente d'environ 35% (<20°) Sur 150ml.
- Zone 2 : zone boisée, plus raide, d'environ 50% (>25°) sur 300m
- Zone 3 : emplacement du projet, zone aménagée, pâturages/exploitations agricoles et habitations (route des Côtes) d'environ 15 à 40%, soit 19 à 22° sur 350m



2.2 Contexte géologique et géotechnique local

D'après la carte géologique d'ANNECY-BONNEVILLE (n°678) au 1/50 000^{ème}, le terrain d'étude se situe sur un plaquage morainique sur un versant Sud-Est. Ce versant est cartographié comme étant constitué principalement de calcaires, de grès et de marnes. Du sommet jusqu'au site d'étude, on recoupe des terrains d'âges plus jeunes aux plus anciens, soit :

- **n4-5** - Calcaires de l'Urgonien
- **n7-c1** - Grès verts des Aravis de l'Albien-Cénomanien
- **e5-6** - Calcaire à Nummulites de l'Eocène moyen et supérieur
- **g1** - Marnes à Foraminifères de l'Oligocène inférieur



Implantation du projet sur la carte géologique – Infoterre BRGM



Dans son contexte général, le site d'étude se situe sur le flanc oriental de l'anticlinal du Bargy, d'axe NE-SO qui est également le flanc occidental du synclinal de Thônes-Serraval.

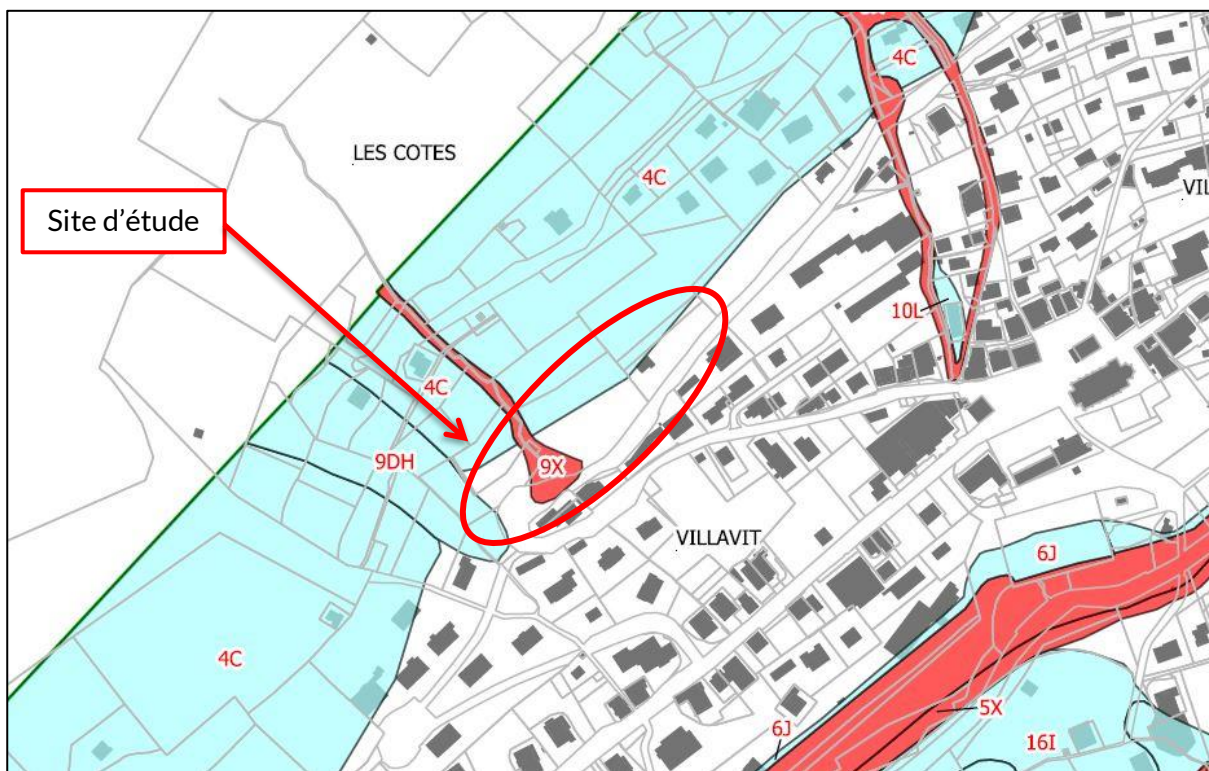
On notera la présence de failles sub-verticales orientées Sud-Ouest Nord-Est, soit perpendiculaires à l'axe des plissements. Localement, la faille indiquée à l'amont immédiat du terrain a formé un talweg reconnaissable topographiquement. C'est d'ailleurs ce talweg qui est source de chute de pierre, au sens du PPRN de la commune du Grand-Bornand présenté dans le paragraphe suivant.

2.3 Contexte réglementaire vis-à-vis du PPRN

Selon le Plan de prévention des risques (PPR), la zone d'étude est classée :

- 4C -> en exposition faible à l'instabilité de terrain (prescriptions faibles) ;
- 9X -> en exposition forte aux aléas chute de blocs.

Le site se situe en zone 4 de risque sismique.



Implantation du projet sur le PPR de la commune de Veyrier du Lac

La maîtrise d'ouvrage devra se conformer aux différents règlements en vigueur concernant le projet. Le règlement X « Chutes de pierres » est visible en **annexe 2**.

3 DIAGNOSTIC DES CHUTES DE BLOCS

3.1 Présentation des reconnaissances

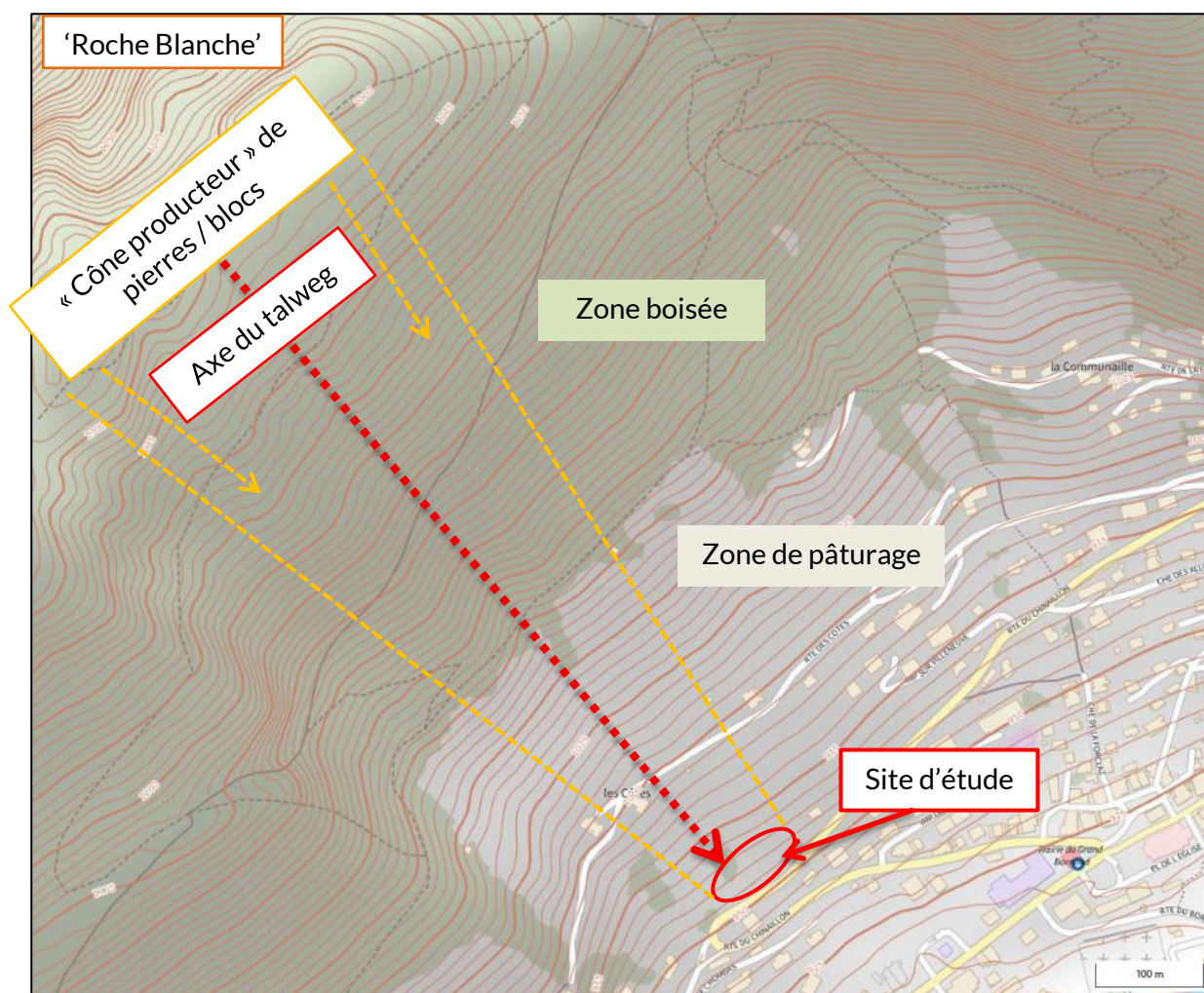
Les reconnaissances effectuées sur le terrain lors de notre visite sont présentées sur les planches photos en **annexe 3** de ce rapport.

Elles ont pour objectif de présenter :

- Les différents secteurs et les principaux compartiments instables identifiés dans chaque secteur ;
- la nature des instabilités identifiées et leur classe (chute de pierres, de blocs ou éboulement en masse limitée) ;

3.2 Description du site

Notre diagnostic se concentre sur le versant Sud-Ouest de « Roche Blanche ». Plus particulièrement sur l'amont direct du site d'étude et la zone de talweg qui peuvent être les principales zones de départ des blocs. La zone potentiellement active et source d'éléments rocheux, qui concerne les parcelles à construire, est matérialisée par le cône en pointillés jaunes ci-dessous. L'axe du talweg potentiellement producteur de compartiments, est matérialisé par les pointillés rouges.



Plan topographique du versant de www.cartes.gouv.fr

3.3 Synthèse des observations

Nos observations se sont portées sur l'ensemble du versant, entre 1000 et 1400 m d'altitude.

Le versant se sectorise en deux grands ensembles : la partie boisée à l'amont et les pâturages à l'aval. La géologie du versant est conforme à la cartographie et aux descriptions faites par le BRGM. On retrouve des affleurements rocheux à partir de la lisière boisée, jusqu'à la crête du massif « roche blanche ». Les principaux témoins de chutes d'éléments rocheux dans le versant sont des pierres inférieures à 0.5m^3 . Quelques compartiments supérieurs à 0.5m^3 ont été observés. Ces pierres sont le plus souvent recouvertes de mousse et prises par la végétation. Ceci porte à penser que le versant est relativement peu actif. Néanmoins, des marqueurs témoins ont pu être relevés sur plusieurs zones remarquables.

La localisation et la description de ces principales zones d'intérêts observés figurent sur les planches photographiques de l'**annexe 3**.

D'après nos observations, la modélisation trajectographique se portera sur les zones de départ d'éléments rocheux ponctuels (pas d'éboulement en masses diffuses)

3.4 Etude trajectographique des chutes de blocs

3.4.1 Méthodologie utilisée

Les modélisations trajectographiques ont été réalisées avec le logiciel RocPro 3D, qui permet de prendre en compte un modèle du terrain en 3 dimensions permettant de définir une répartition des trajectoires des blocs, des zones d'impacts et des énergies et hauteurs en rebond associés.

Elles ont été calées sur :

- Le modèle numérique de terrain établi à partir du Lidar HD de l'IGN ;
- L'identification sur site des zones de départ potentielles.

Compte tenu des volumes observés, la modélisation trajectographique sera réalisée avec :

- Des blocs d'un volume référence de 0.5 m^3 , soit d'environ 1.0 m de diamètre.
- Des blocs d'un volume référence de 0.05 m^3 , soit d'environ 0.45 m de diamètre.
- Des blocs d'un volume référence de 0.01 m^3 , soit d'environ 0.3 m de diamètre.

L'objectif du logiciel est de définir, pour un volume de départ, les points suivants :

- Les différentes trajectoires plausibles (hauteurs de rebond, points d'impact et points d'arrêt),
- Les énergies en jeux,
- Les vitesses et durées de propagation des blocs.

Ces différents points permettront si besoin de définir les dispositifs nécessaires à la protection des enjeux.

3.4.2 Définition des sols

Dans le cadre de cette étude, trois types de sols ont été créés. Leurs caractéristiques ont été calées sur des données issues de la bibliographie, de l'expérimentation du CETE et des observations de terrain :

- **Sol n° 0** : sols meubles constituant les terrains en pied de versant, les pâturages et les replats topographiques.

Type de sol : Sol meuble Couleur :  Sol n° : 0

Surface : Développée : 256684 [m²] Projetée (X-Y) : 234200 [m²]

Type de variables probabilistes : ☐ Uniformes ☒ Gaussiennes

Propriétés du sol (distribution uniforme) Propriétés du sol (distribution Gaussienne)

Paramètres des rebonds

Coefficients de restitution (indépendants)

Valeur normale moyenne μ_{Rn} : 0.3 [-] Ecart-type σ_R : 0.012 [-]
 Valeur tangentielle moyenne μ_{Rt} : 0.8 [-] Vitesse limite $V_{R(lim)}$: 10 [m/s]
 Ecart-type limite $\sigma_{R(lim)}$: 0.006 [-]

Déviations latérales

Ecart-type $\sigma_{\theta h}$: 5 [°] Ecart-type $\sigma_{\theta v}$: 1 [°]
 Vitesse limite $V_{\theta h(lim)}$: 10 [m/s] Vitesse limite $V_{\theta v(lim)}$: 10 [m/s]
 Ecart-type limite $\sigma_{\theta h(lim)}$: 2.5 [°] Ecart-type limite $\sigma_{\theta v(lim)}$: 2 [°]

Paramètres du roulement

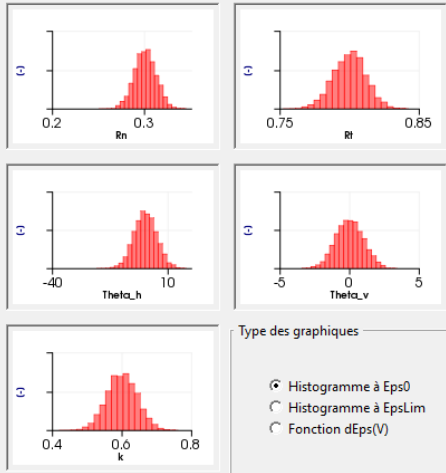
Coefficient de frottement

Valeur moyenne μ_k : 0.6 [-] Ecart-type σ_k : 0.045 [-]
 Vitesse limite $V_{k(lim)}$: 10 [m/s] Ecart-type limite $\sigma_{k(lim)}$: 0.03 [-]

Paramètres des transitions

Transitions FF $\rightarrow$ R et R $\rightarrow$ FF (cas aigu) : Angle β_{lim} : 6 [°]
 Transition R $\rightarrow$ FF (cas obtus) : Angle β'_{lim} : 45 [°]

Type des graphiques : ☒ Histogramme à Eps0 ☐ Histogramme à EpsLim ☐ Fonction dEps(V)



- **Sol n° 1** : rocher sain représentant les falaises sommitales et pentes raides (> 45°) du versant (et localement le fond du talweg de la zone 4, où le rocher (marnes) affleure en banc monoclin conforme).

Type de sol : Rocher sain Couleur :  Sol n° : 1

Surface : Développée : 55213 [m²] Projetée (X-Y) : 25334 [m²]

Type de variables probabilistes : ☐ Uniformes ☒ Gaussiennes

Propriétés du sol (distribution uniforme) Propriétés du sol (distribution Gaussienne)

Paramètres des rebonds

Coefficients de restitution (indépendants)

Valeur normale moyenne μ_{Rn} : 0.45 [-] Ecart-type σ_R : 0.011 [-]
 Valeur tangentielle moyenne μ_{Rt} : 0.85 [-] Vitesse limite $V_{R(lim)}$: 10 [m/s]
 Ecart-type limite $\sigma_{R(lim)}$: 0.0055 [-]

Déviations latérales

Ecart-type $\sigma_{\theta h}$: 10 [°] Ecart-type $\sigma_{\theta v}$: 1 [°]
 Vitesse limite $V_{\theta h(lim)}$: 10 [m/s] Vitesse limite $V_{\theta v(lim)}$: 10 [m/s]
 Ecart-type limite $\sigma_{\theta h(lim)}$: 5 [°] Ecart-type limite $\sigma_{\theta v(lim)}$: 2 [°]

Paramètres du roulement

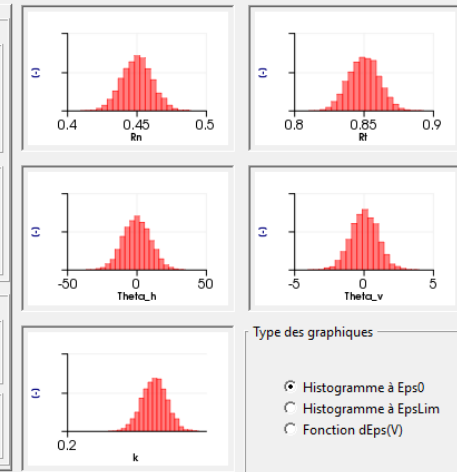
Coefficient de frottement

Valeur moyenne μ_k : 0.45 [-] Ecart-type σ_k : 0.036 [-]
 Vitesse limite $V_{k(lim)}$: 10 [m/s] Ecart-type limite $\sigma_{k(lim)}$: 0.03 [-]

Paramètres des transitions

Transitions FF $\rightarrow$ R et R $\rightarrow$ FF (cas aigu) : Angle β_{lim} : 2 [°]
 Transition R $\rightarrow$ FF (cas obtus) : Angle β'_{lim} : 25 [°]

Type des graphiques : ☒ Histogramme à Eps0 ☐ Histogramme à EpsLim ☐ Fonction dEps(V)



- **Sol n° 2 : éboulis meubles constituant les pentes modérées (< 45°) du versant.**

Type de sol : Eboulis meuble Couleur :  Sol n° : 2

Surface :
Développée : 472584 [m²] Projétée (X-Y) : 415432 [m²]

Type de variables probabilistes :
☐ Uniformes ☒ Gaussiennes

Propriétés du sol (distribution uniforme) Propriétés du sol (distribution Gaussienne)

Paramètres des rebonds

Coefficients de restitution (indépendants)

Valeur normale moyenne μ_{Rn} : 0.32 [-] Ecart-type σ_{Rn} : 0.0048 [-]
Valeur tangentielle moyenne μ_{Rt} : 0.82 [-] Vitesse limite $V_{R(lim)}$: 10 [m/s]
Ecart-type limite $\sigma_{R(lim)}$: 0.0016 [-]

Déviations latérales

Ecart-type $\sigma_{\theta h}$: 6.25 [°] Vitesse limite $V_{\theta h(lim)}$: 10 [m/s]
Ecart-type limite $\sigma_{\theta h(lim)}$: 3.125 [°]

Déviations verticales (aplatissement)

Ecart-type $\sigma_{\theta v}$: 1 [°] Vitesse limite $V_{\theta v(lim)}$: 10 [m/s]
Ecart-type limite $\sigma_{\theta v(lim)}$: 2 [°]

Paramètres du roulement

Coefficient de frottement

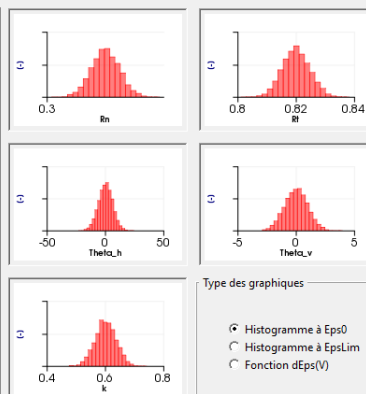
Valeur moyenne μ_k : 0.6 [-] Ecart-type σ_k : 0.036 [-]
Vitesse limite $V_{k(lim)}$: 10 [m/s]
Ecart-type limite $\sigma_{k(lim)}$: 0.03 [-]

Paramètres des transitions

Transitions FF $\rightarrow$ R et R $\rightarrow$ FF (cas aigu)
Angle β_{lim} : 5 [°]

Transition R $\rightarrow$ FF (cas obtus)
Angle $\beta_{lim'}$: 40 [°]

Type des graphiques :
☒ Histogramme à Eps0
☐ Histogramme à EpsLim
☐ Fonction dEps(V)



3.4.3 Définition des instabilités potentielles

Les principaux phénomènes de références ont été définis comme suit :

- Départ de blocs sphériques d'un volume de 0.5m³ (environ 1.0 m de diamètre) en zone 3 et 5
- Départ de pierres sphériques d'un volume de 0.05m³ (environ 0.45 m de diamètre) en zone 4
- Départ de pierres sphériques d'un volume de 0.01m³ (environ 0.3 m de diamètre) en zone 1

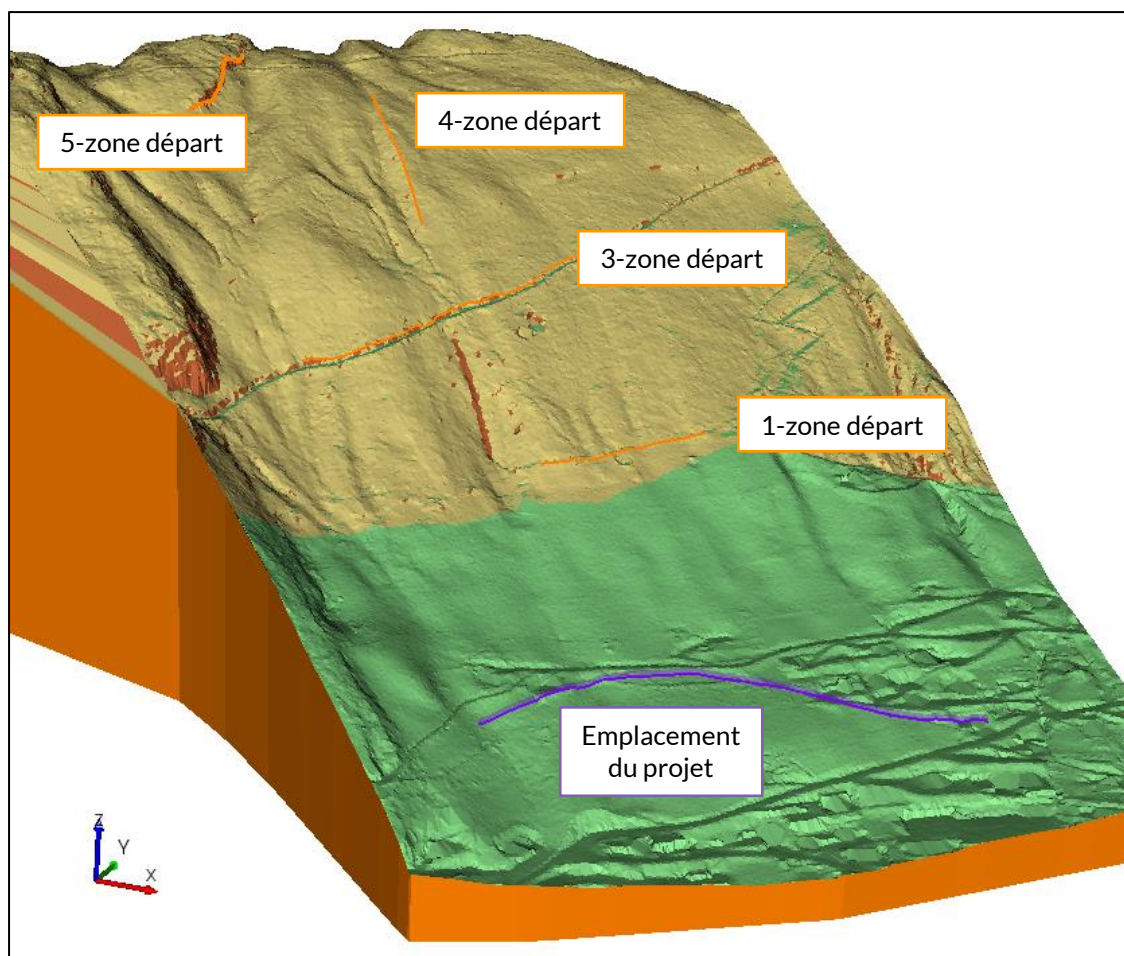
Le nombre de départs modélisés par zone est fixé en fonction du linéaire mis en jeu.

Les hypothèses de modélisation et d'événements références (volume des éléments) sont résumées ci-dessous :

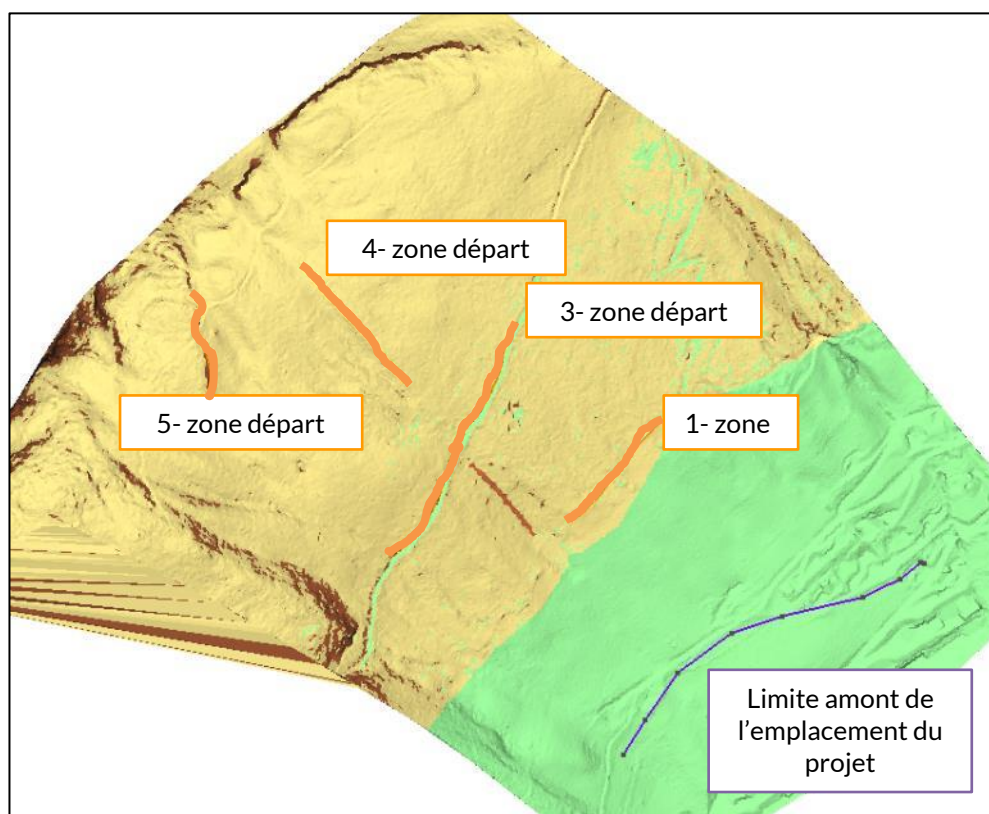
Zone de départ (n° réf à la carte des zones d'intérêts en annexe 3)	Nombre de blocs générés par zone de départ	Altitude des lignes de départ des blocs	Volume des blocs (événement de référence)	Masse des blocs	Hauteur initiale de chute
1	7000	1080 à 1090 m	0,01 m ³	25 kg	1.0 m
3	7000	1150 à 1180m	0.5 m ³	1 250 kg	1.0m
4	7000	1200 à 1290m	0.05 m ³	125kg	1.0 m
5	5000	1400 à 1410	0.5 m ³	1 250 kg	5.0 m

Remarque importante : le volume des pierres modélisées n'influe pas sur le résultat des trajectoires. Ils entrent en considération seulement et uniquement dans le résultat des énergies mises en cause lors d'impacts (contre un ouvrage de protection par exemple).

L'illustration ci-dessous présente la localisation des zones de départ identifiées et modélisées :



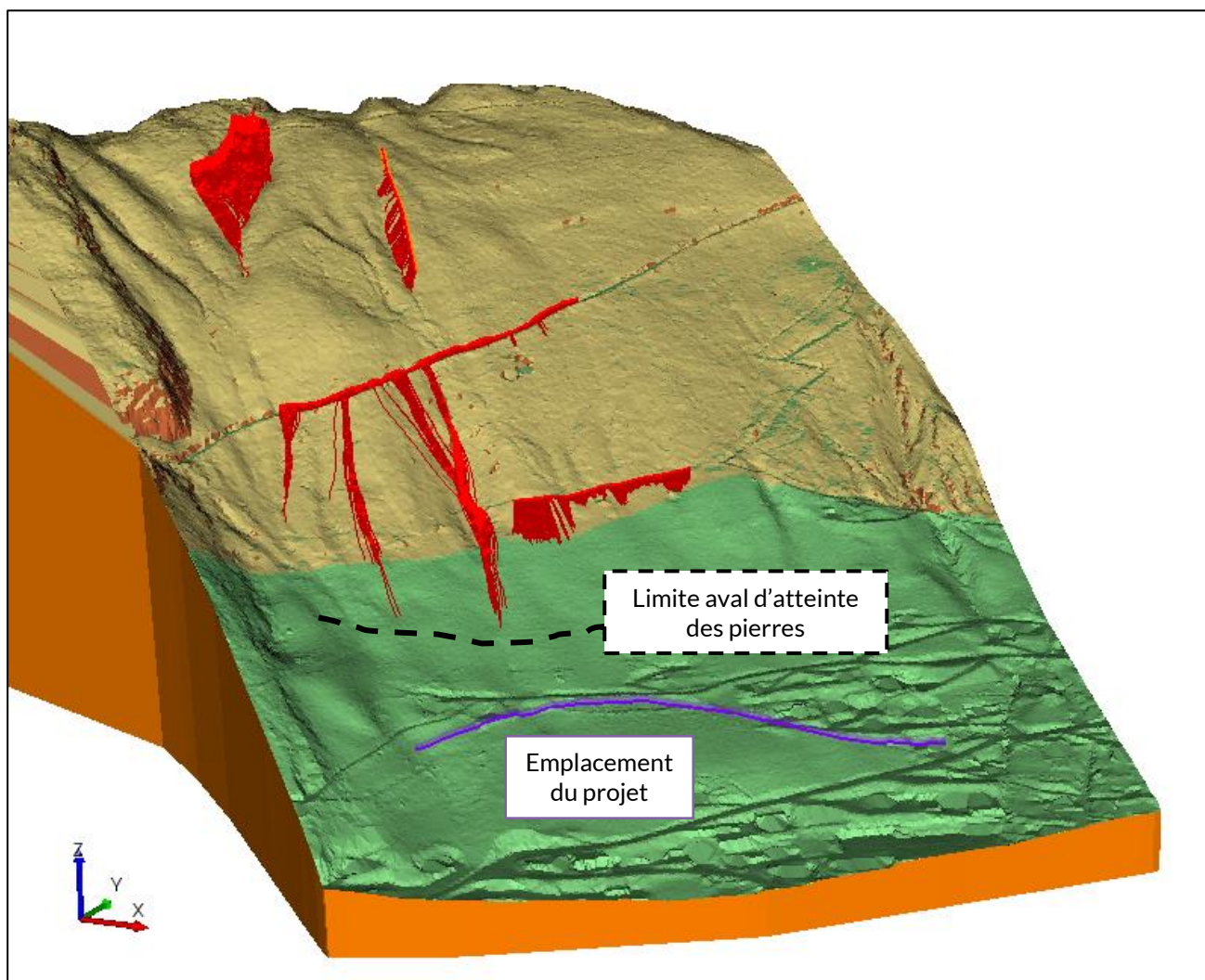
Identification des principales zones de départ des blocs – Roc Pro 3D. 3D ci-dessus et en plan ci-dessous.



3.4.4 Résultats des modélisations

Aucune trajectoire n'atteint la zone d'implantation du projet, modélisée par le trait bleu. Ceci sachant qu'en plus, le modèle utilisé ne tient pas compte du rôle protecteur de la forêt.

Notre modélisation montre que l'exposition du site étudié aux trajectoires est négligeable.



Modélisation Roc Pro 3D

4 ANALYSE DES RISQUES DE CHUTES DE BLOCS

4.1 Généralités

Le risque lié aux instabilités recensées sur le site résulte du croisement de deux composantes :

$$\text{Risque} = \text{Aléa de Rupture} \times \text{Vulnérabilité}$$

L'**aléa de rupture** d'un compartiment est défini en fonction de la probabilité d'occurrence du phénomène et de son imminence.

La **vulnérabilité** résulte du croisement entre l'exposition des enjeux aux trajectoires et les dommages potentiels associés.

Le **niveau de risque** s'exprime selon cinq niveaux, la plage d'intensité allant de très faible à très fort.

La méthode d'évaluation utilisée figure en **annexe 4**.

L'évaluation des risques a été faite en considérant le niveau de risque général du secteur considéré et celui lié à des masses rocheuses instables bien individualisées.

4.2 Aléa de rupture :

Les aléas de rupture sont globalement modérés pour l'ensemble des secteurs de départ.

4.3 Vulnérabilité :

Les expositions aux trajectoires sont définies au §3.4.4. « Résultats des modélisation » par l'utilisation du logiciel RocPro3D.

Les dommages potentiels sont les dommages associés pouvant être subis par les enjeux et dépendent donc de l'énergie des blocs. Ce paramètre tient également en compte du temps d'exposition à l'aléa.

Dans notre cas, les dommages potentiels sont **limités** pour l'emprise des chalets à construire.

4.4 Détermination du niveau de risque :

Les risques des zones présentées au sein de ce rapport sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

CARACTERISTIQUES			ALEA DE RUPTURE = Occurrence x Délai			Enjeux	VULNERABILITE = Exposition trajectoires x Dommages			RISQUE = Alea de rupture x Vulnérabilité
Secteur de départ	Compartiment type, volume de départ courant (m3)	Classe d'instabilité	Occurrence	Délai	Aléa de rupture		Exposition trajectoires	Dommages potentiels	Vulnérabilité	
1 - Ancien mur maçonné	0,01	Chute de pierres	Modérée	Court terme	Modéré	Emprise du projet "Chalets Juliette"	Très faible	Limités	Faible	NEGLIGEABLE
3 - Affleurement rocheux et déblais en aval du chemin	0,5	Chute de blocs	Faible	Court terme	Modéré	Emprise du projet "Chalets Juliette"	Très faible	Limités	Faible	NEGLIGEABLE
4-Talweg avec affleurements rocheux	0,05	Chute de pierres	Modérée	Court terme	Modéré	Emprise du projet "Chalets Juliette"	Très faible	Limités	Faible	NEGLIGEABLE
5 - Affleurement rocheux "sommatal"	0,5	Chute de blocs	Faible	Court terme	Modéré	Emprise du projet "Chalets Juliette"	Très faible	Limités	Faible	NEGLIGEABLE

Pour le secteur considéré, soit l'emprise du projet de construction « Chalets Juliette » la probabilité d'atteinte est très faible et les dommages potentiels sont limités, ce qui conduit à une vulnérabilité faible.

De ce fait, le risque peut être considéré comme négligeable sur l'emprise du projet. Aucune mesure de protection individuelle n'est donc à prévoir pour le futur projet.

5 CONCLUSIONS

Alpes Ingé a réalisé une étude géotechnique relative à l'exposition aux chutes de blocs du projet de construction « Chalets Juliette », route du Chinaillon, sur la commune du Grand- Bornand (74).

L'objectif de cette étude était de réaliser un diagnostic de l'exposition de l'emprise du projet aux chutes de blocs issues du versant.

Notre étude est basée sur les observations faites lors de notre visite de site du 16 Avril 2026. Les reconnaissances effectuées sur le terrain ont permis d'identifier différents témoins de chutes et les principales zones de départs. Ils sont présentés sur les planches photographiques qui figurent en **annexe 3** de ce rapport.

Les modélisations trajectographiques ont été réalisées avec le logiciel RocPro 3D à partir d'un MNT issu du Lidar HD de l'IGN, qui permet de prendre en compte un modèle du terrain en 3 dimensions. La modélisation montre qu'aucune trajectoire n'atteint la zone d'implantation du projet, d'autant plus que le MNT utilisé ne tient pas compte du rôle protecteur de la forêt. **Notre modélisation montre que la probabilité de propagation des blocs jusqu'à l'emprise du projet est très faible, négligeable.**

L'évaluation de l'aléa chutes de blocs a été réalisée avec la méthode d'évaluation des risques présentée en **annexe 3**. **Quel que soit le secteur de départ de pierres et blocs, le risque d'atteinte est négligeable. Aucune mesure de protection individuelle n'est donc à prévoir pour le futur projet.**

NB : *il est important de rappeler que la bonne réalisation de cette mission ne supprimera jamais les risques naturels en domaine montagneux. Il ne peut pas y avoir obligation de résultat dans ce domaine. Par conséquent, la surveillance du site régulière et l'entretien adapté des ouvrages et chemins dans le temps sont nécessaire vis-à-vis des risques naturels.*

ANNEXE 1 – NORME NF P 94-500 – MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

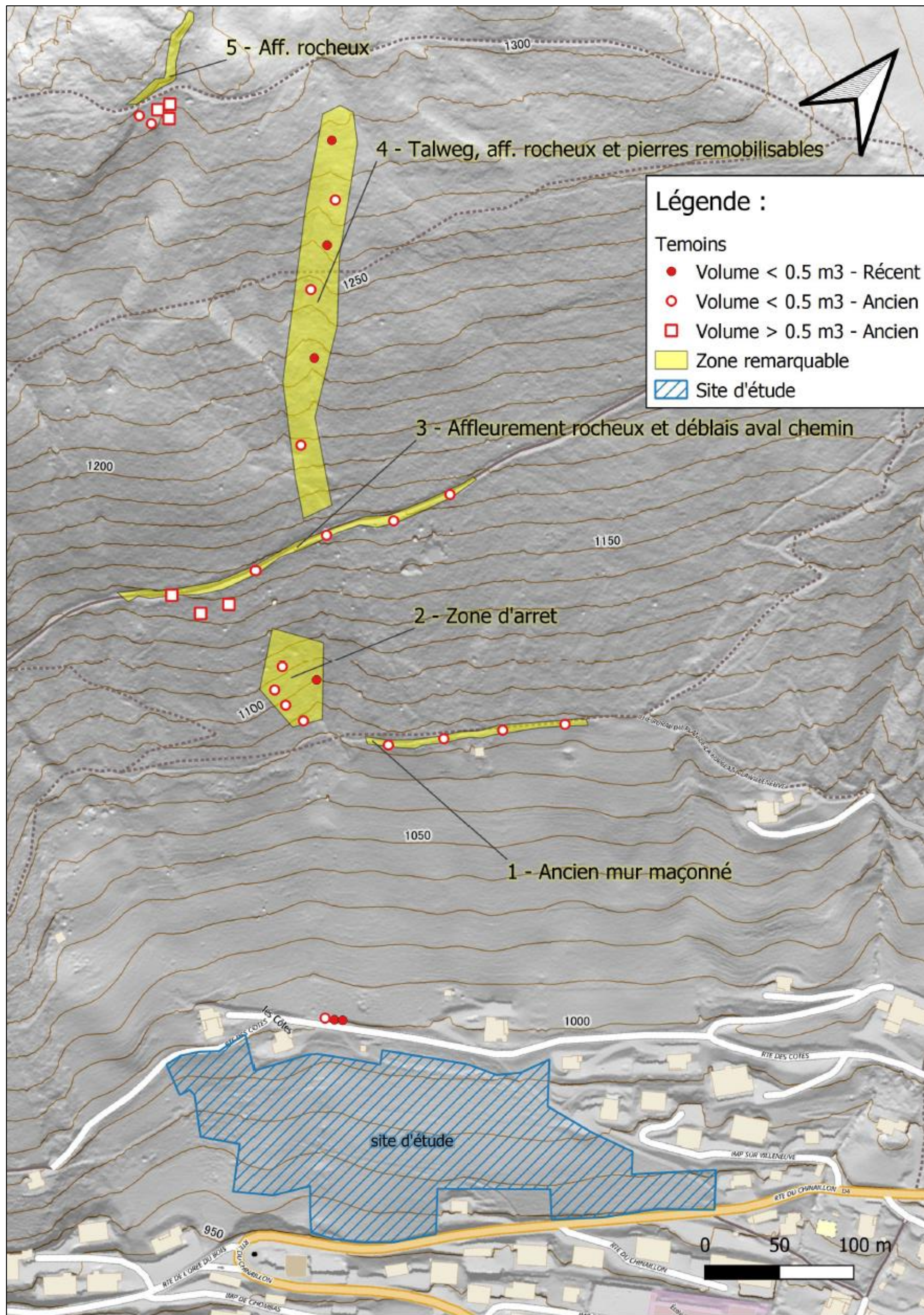
ANNEXE 2 – REGLEMENT X DU PPRN COMMUNE DU GRAND-BORNAND

REGLEMENTATION DES PROJETS NOUVEAUX			
Prescriptions			
Règles d'urbanisme	Règles de construction	Règles d'utilisation et d'exploitation	
			Règlement X Type de zone : Torrentiel, glissement de terrain, ravinement, chutes de pierres, avalanches Prescriptions fortes
			1. Occupations et utilisations du sol interdites
X			1.1. Toute nouvelle occupation et utilisation du sol, de quelque nature qu'elle soit, y compris les terrassements de tout volume et autres dépôts de matériaux (notamment les produits dangereux ou flottants), est interdite.
X			1.2. Les bâtiments détruits par un sinistre, dont la cause des dommages concerne les phénomènes naturels considérés dans ce PPR, ne pourront être reconstruits.
			2. Occupations et utilisations du sol admises Les occupations et utilisations du sol suivantes sont, par dérogation, admises, à condition qu'elles n'aggravent pas les risques et n'en provoquent pas de nouveaux, et qu'elles présentent une vulnérabilité restreinte :
		X	2.1. Les travaux d'entretien et de réparation courants des constructions et des installations implantées antérieurement à l'approbation du PPR, ainsi que leur mise aux normes (accessibilité, amélioration thermique ...).
		X	2.2. Les utilisations agricoles et forestières traditionnelles.
		X	2.3. Les travaux et ouvrages nécessaires au fonctionnement des services publics.
		X	2.4. Les travaux, installations et ouvrages tels que lignes, pylônes ainsi que les bâtiments (gares) nécessaires au fonctionnement et à usage exclusif des remontées mécaniques.
X			2.5. L'aménagement des terrains à vocation sportive ou de loisir, sans hébergement et sans construction dépassant 10m2 d'emprise au sol.
		X	2.6. Les carrières et extractions de matériaux sous réserve qu'une étude d'impact préalable intègre la gestion des risques naturels.
		X	2.7 Les voiries forestières sous réserve d'une gestion en fin d'exploitation : entretien pérenne ou remise en état du site.
		X	2.8. Tous travaux et aménagements : - de nature à réduire les risques sauf drainage des zones hydromorphes, - hydromorphologiques d'intérêt écologique.
X			2.9. (sauf aléas torrentiel) Les abris légers annexes des bâtiments d'habitation ne dépassant pas 10 m ² d'emprise au sol et sous réserve qu'il ne soient pas destinés à l'occupation humaine.
X			2.10. (sauf aléa torrentiel) Les abris légers directement liés à l'exploitation agricole, forestière et piscicole, sans stockage de produits polluants, ni de matériaux susceptibles de créer un sur-aléa, sous réserve qu'ils ne soient pas destinés à l'occupation humaine et qu'ils ne soient pas des ouvrages structurants pour l'exploitation.
X			2.11. Dans les zones d'avalanches et de chutes de blocs, les annexes de bâtiments type garages ne sont autorisées que si : - elles sont enterrées - elles ne perturbent pas l'écoulement de l'avalanche - leurs accès sont en dehors de la zone de risque fort.
			3. Camping / Caravanage
X			3.1. Interdit

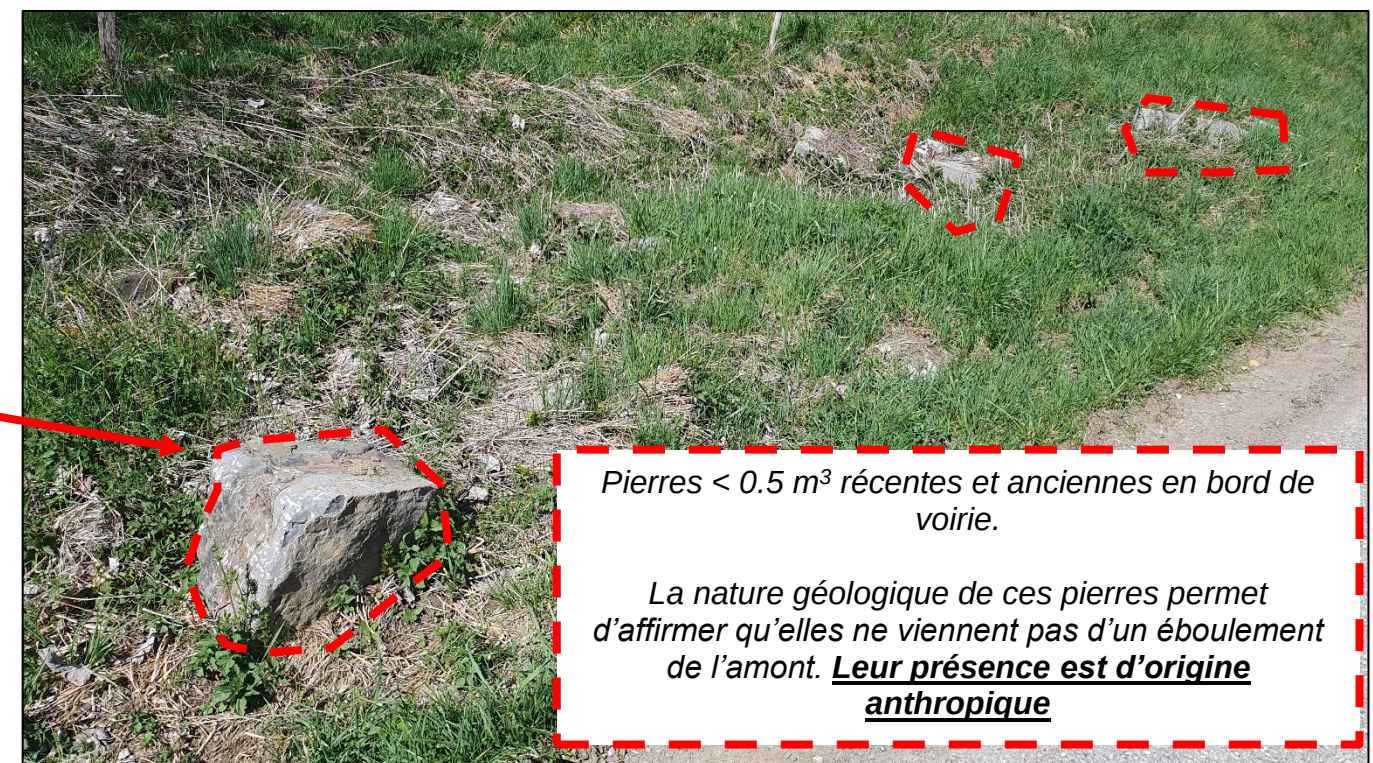
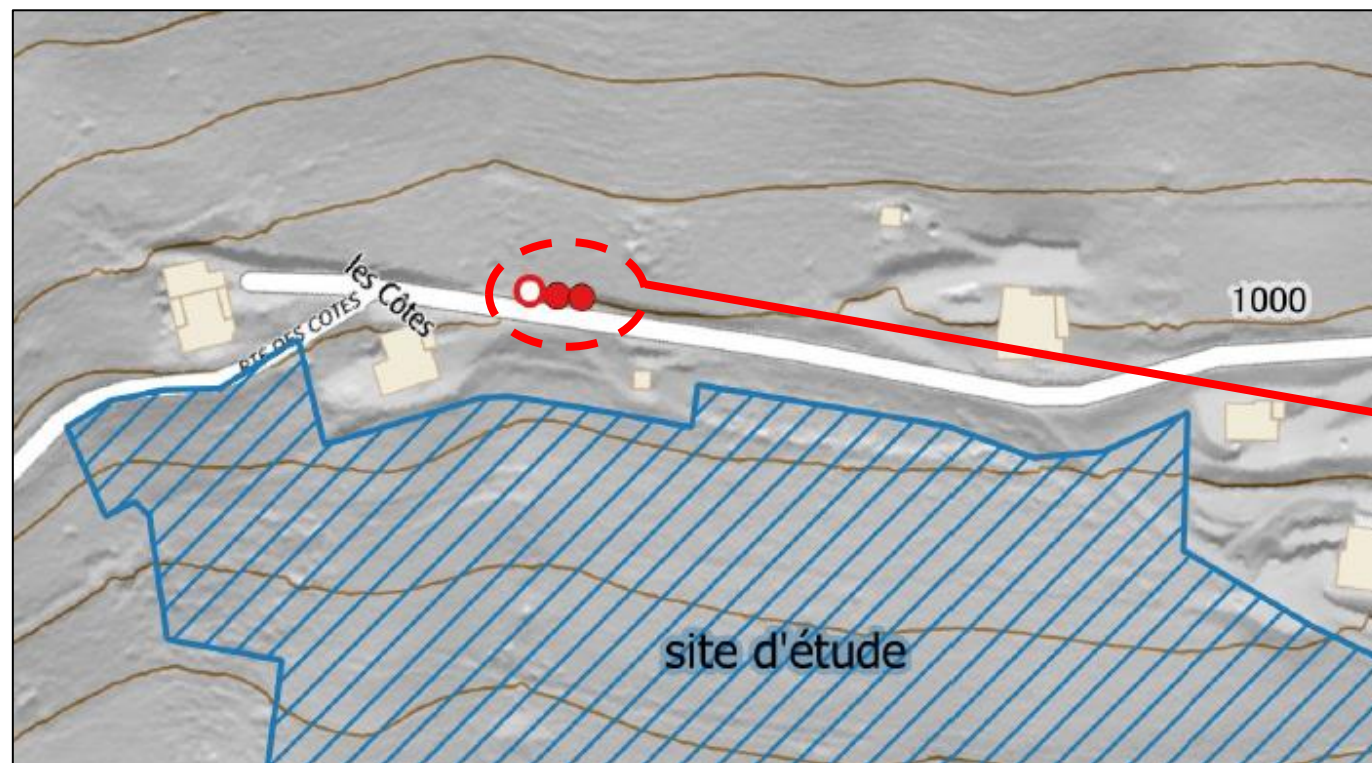
ANNEXE 3 – PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Projet de construction ensemble de « Chalets Juliette » – Le Grand-Bornand (74) – Etude géotechnique des chutes de blocs

Localisation générale

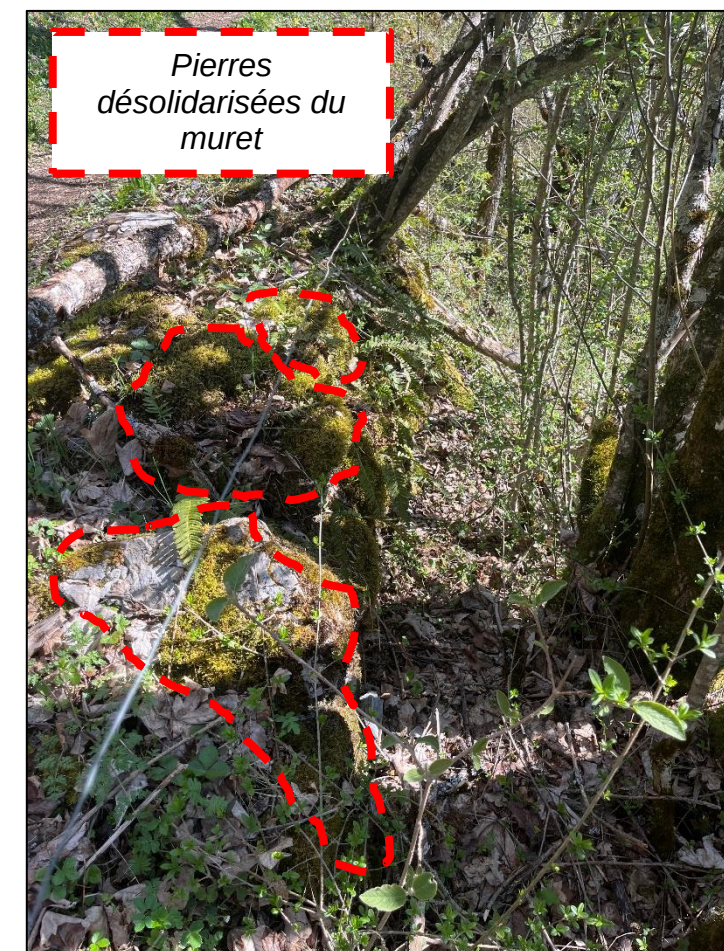
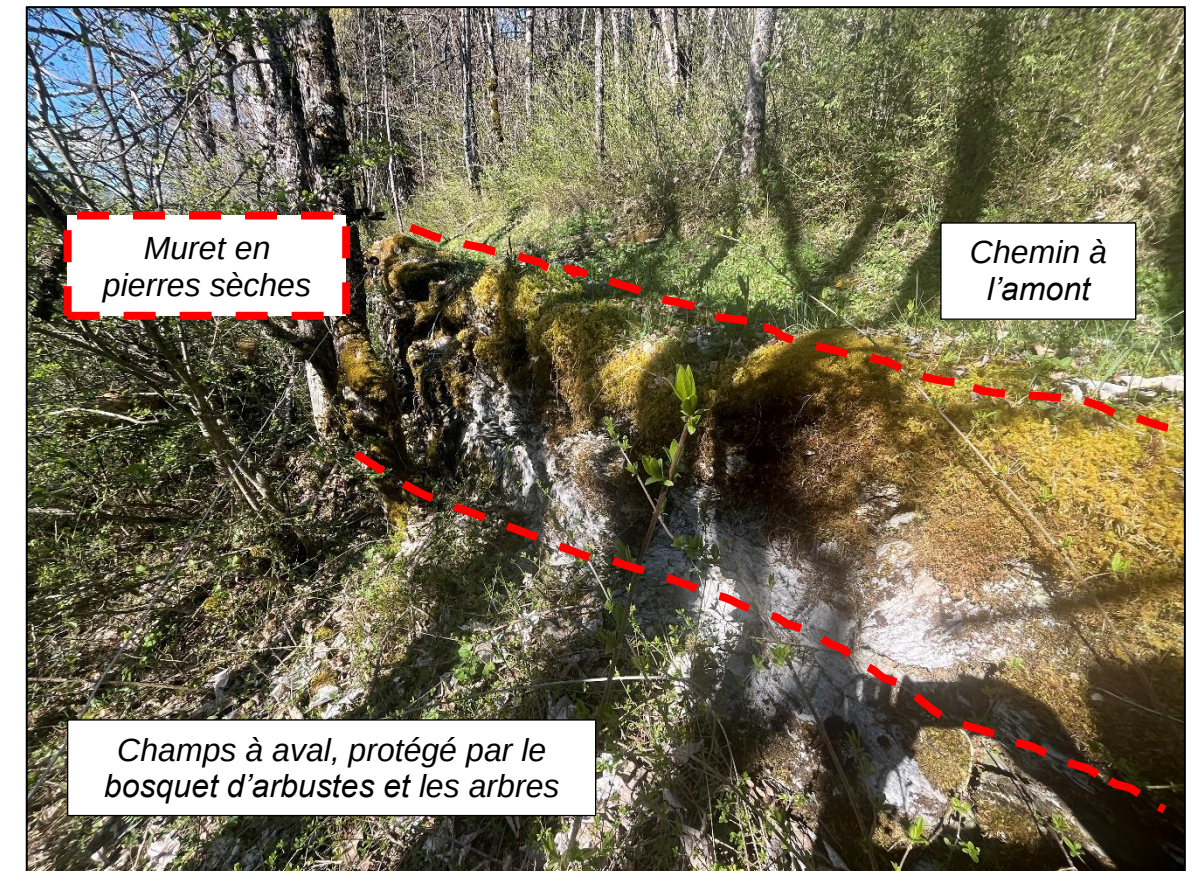
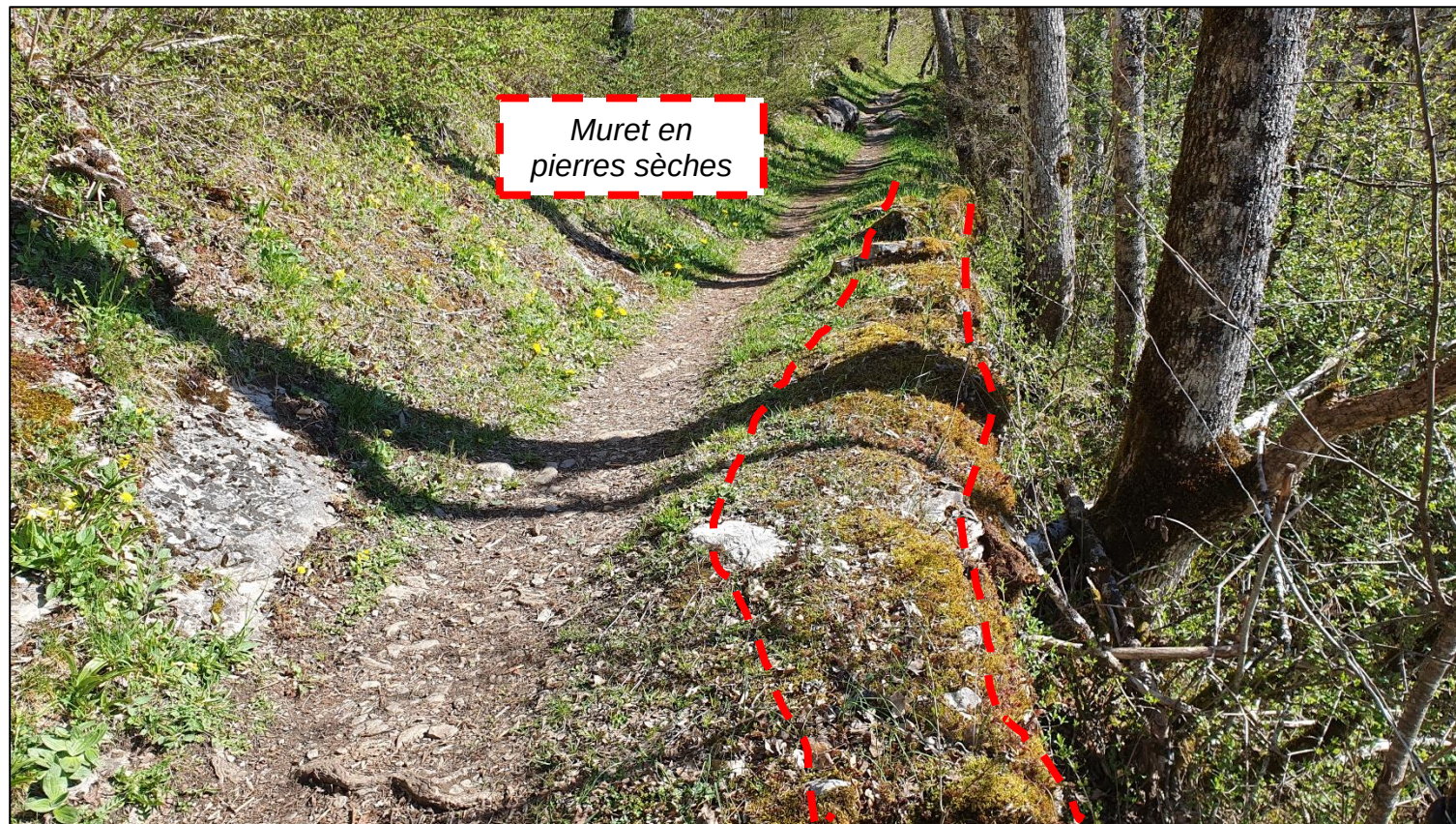


Projet de construction ensemble de « Chalets Juliette » – Le Grand-Bornand (74) – Etude géotechnique des chutes de blocs



Projet de construction ensemble de « Chalets Juliette » – Le Grand-Bornand (74) – Etude géotechnique des chutes de blocs

Zone 1 – Ancien mur maçonné, source de pierres instables



Pierres < 0.5 m³ anciennes, constitutives du muret en pierres sèches.

- Longueur du mur d'environ 100m.
- Hauteur du mur : 1.0 à 1.5m
- Quelques pierres déjà déchaussées par endroits
- Présence d'arbres et taillis contre le muret permettant le maintien des pierres en place

Zone 2 – Zone d'arrêt, témoins de chutes

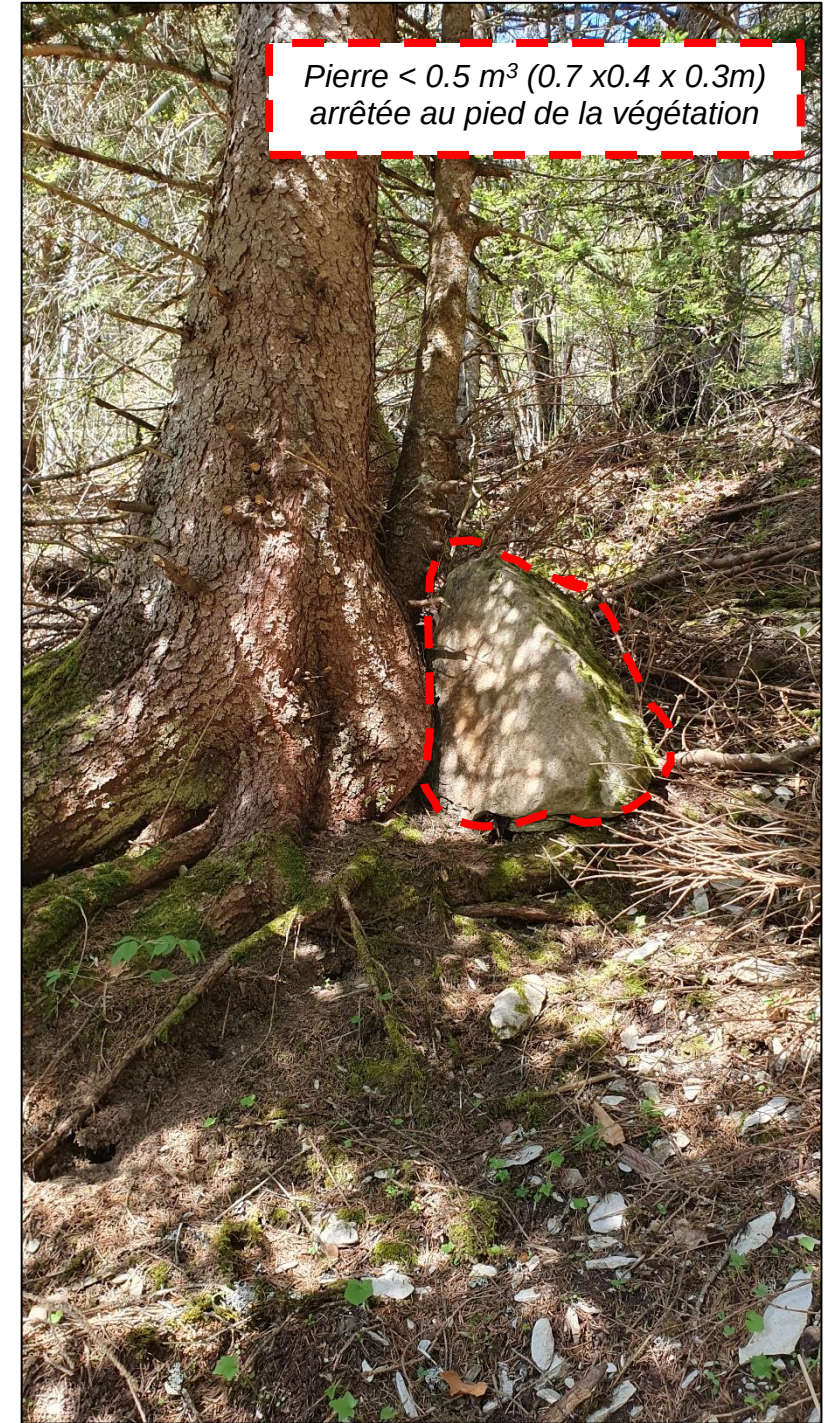
Adoucissement du talweg amont, créant une zone d'arrêt pour les pierres



Pierre récente < 0.5 m³



*Pierre < 0.5 m³ (0.7 x 0.4 x 0.3m)
arrêtée au pied de la végétation*



Projet de construction ensemble de « Chalets Juliette » – Le Grand-Bornand (74) – Etude géotechnique des chutes de blocs

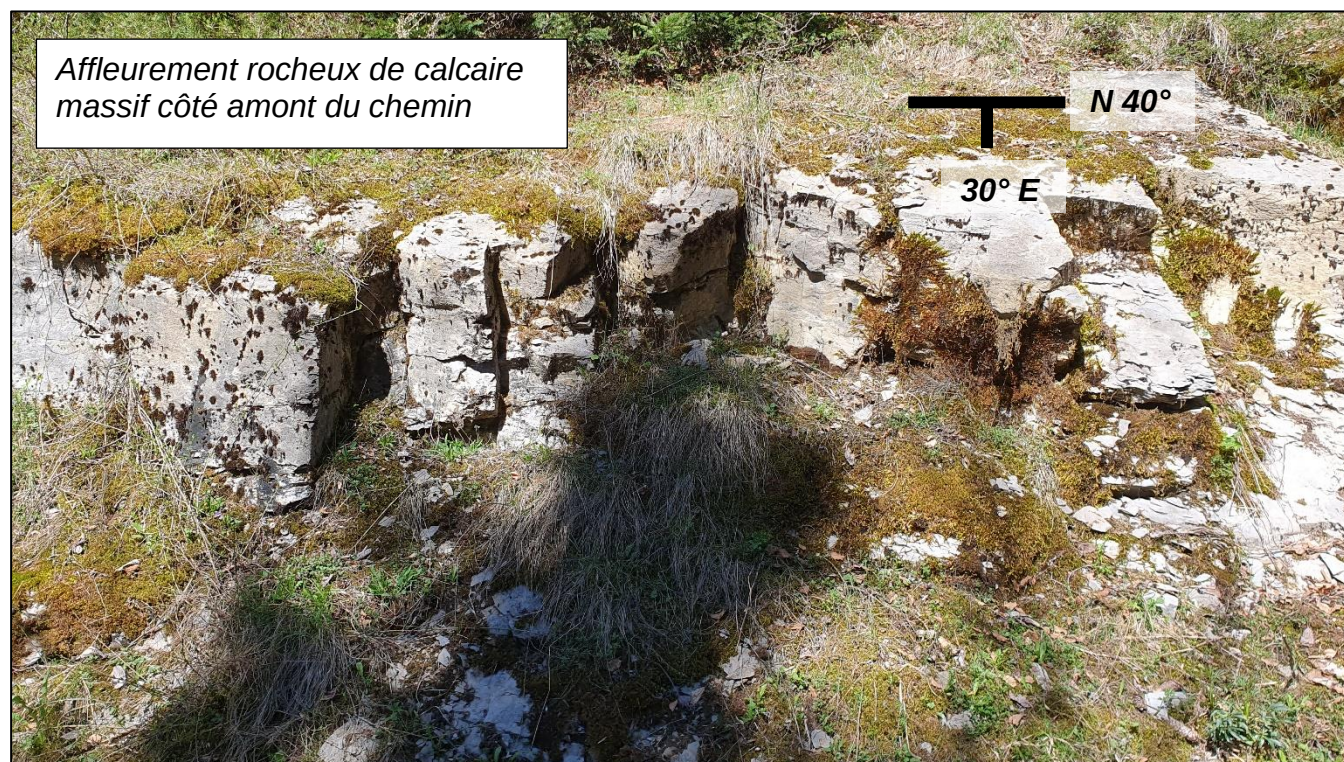


Zone 3 – Affleurement rocheux et déblais aval le long du chemin traversant

Chemin carrossable en déblais dans le versant.
Affleurement rocheux côté amont et pierres/blocs de déblais côté aval (parfois $> 0.5 \text{ m}^3$)

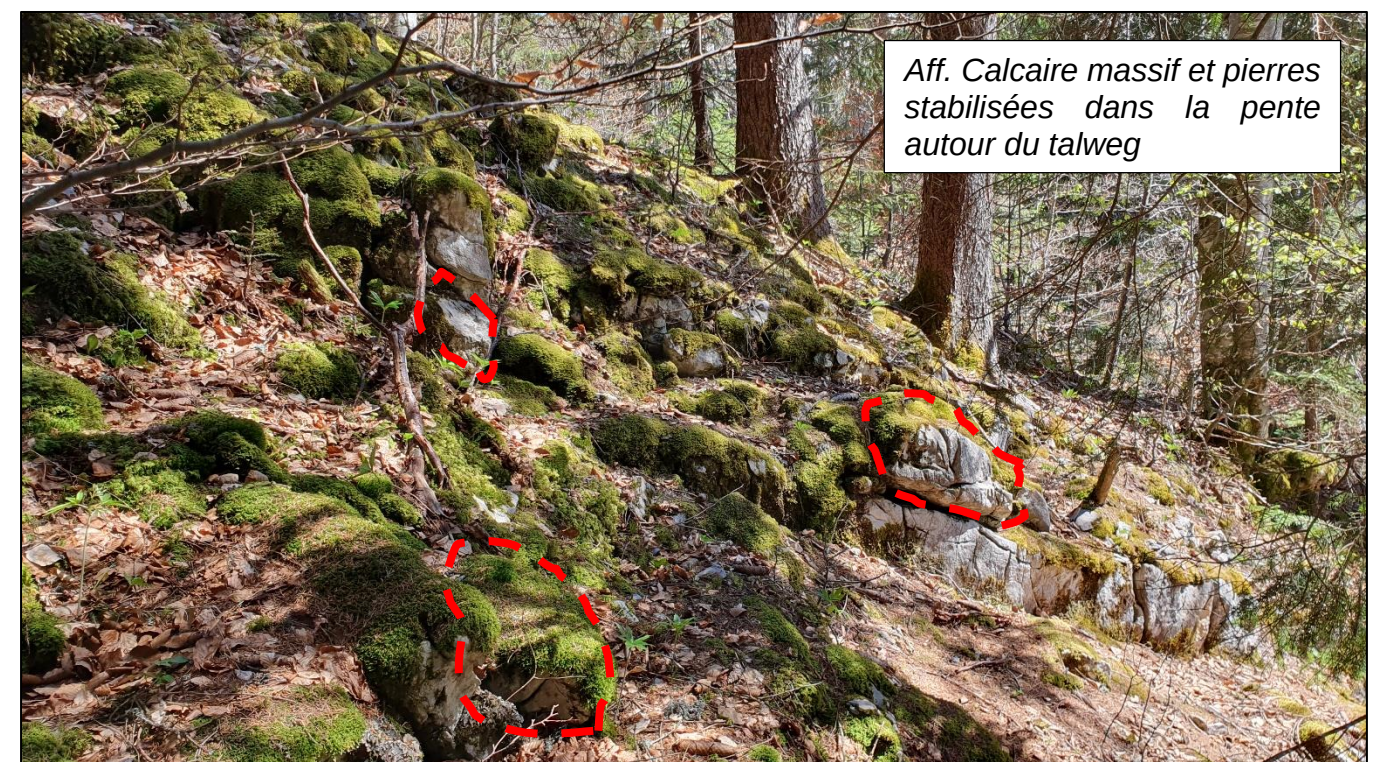
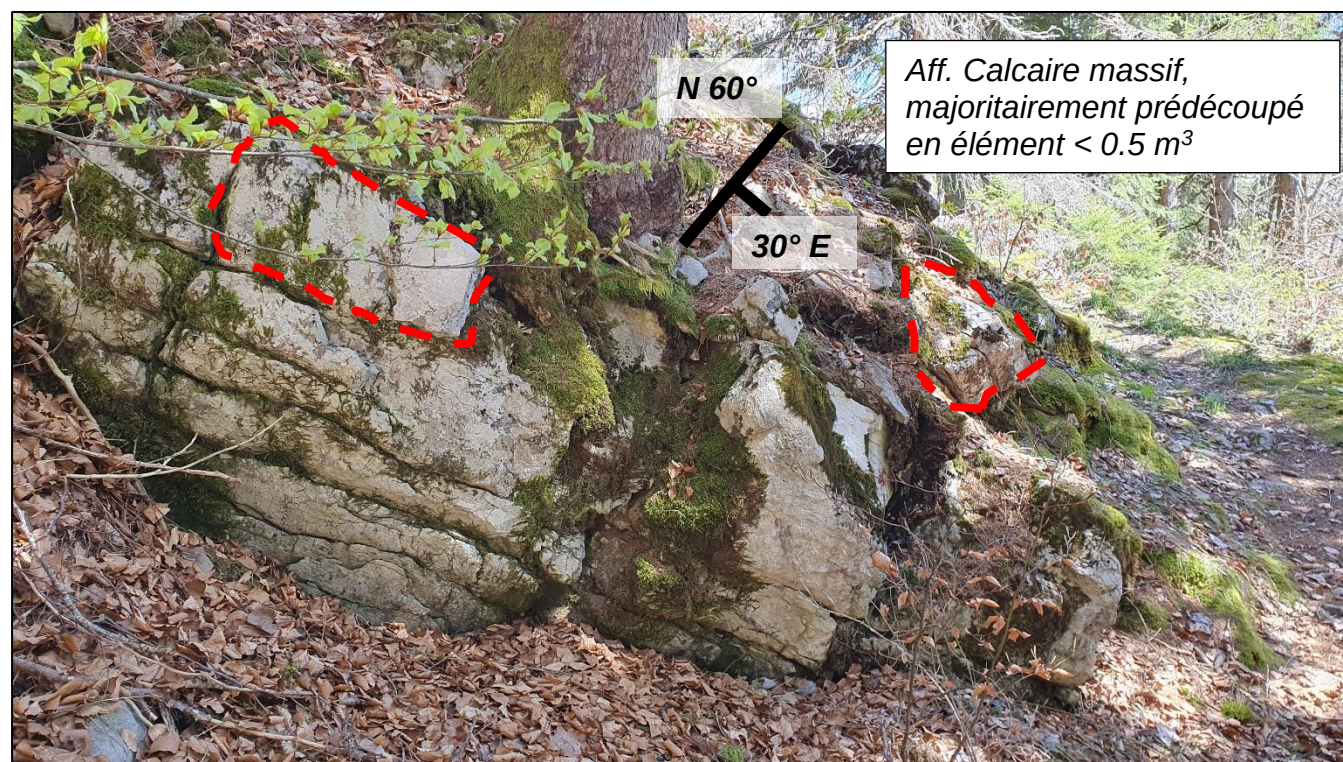
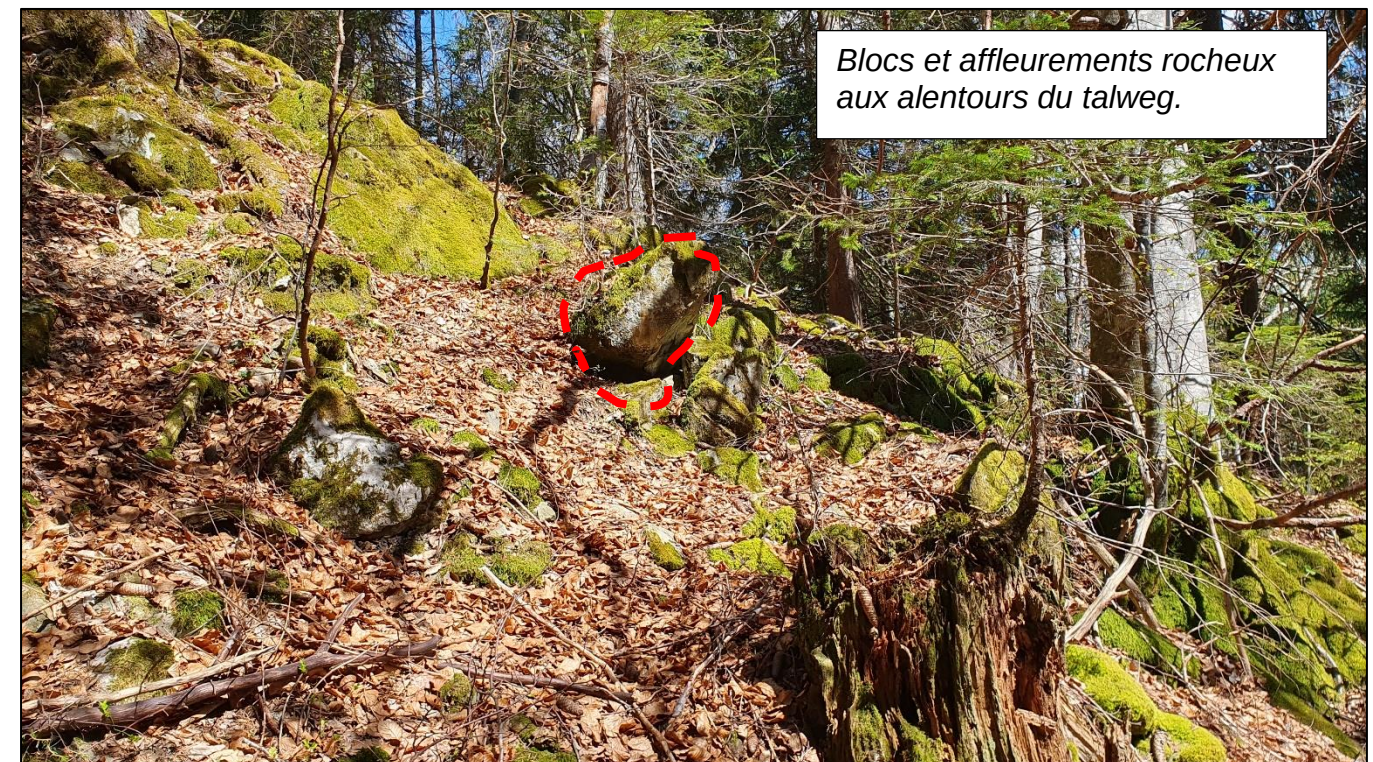
Le pendage des couches calcaires est « conforme » à la pente, les bancs de calcaire sont inclinés d'environ 30° vers le Sud-Est.

Remarque : le « nettoyage » du chemin par des engins peut être source de départ de pierres/blocs dans le talus aval. Le risque qu'un élément rocheux côté amont se décroche naturellement et « traverse » le chemin est peu probable.



Projet de construction ensemble de « Chalets Juliette » – Le Grand-Bornand (74) – Etude géotechnique des chutes de blocs

Zone 4 – Affleurements rocheux à proximité d'un talweg



Projet de construction ensemble de « Chalets Juliette » – Le Grand-Bornand (74) – Etude géotechnique des chutes de blocs



Zone 5 – Affleurement rocheux sommital, proche de la crête du massif dit « Roche Blanche »



ANNEXE 4 – METHODE D’EVALUATION DU RISQUE ROCHEUX

EVALUATION DES RISQUES D'ÉBOULEMENTS ROCHEUX (Selon les directives du LCPC)

Un risque naturel résulte du croisement de deux composantes :

$$\text{Aléa de Rupture} \times \text{Vulnérabilité} = \text{Risque}$$

1 - L'ALÉA DE RUPTURE

Le niveau d'**aléa de rupture** concerne un phénomène naturel rocheux répertorié par **classe**. On le définit à partir de la conjonction entre **l'occurrence** de déclenchement du phénomène et le **délai** dans lequel le phénomène peut se produire.

➤ **la classe** des instabilités (identifiée en falaise) est caractérisée par les volumes rocheux mis en jeux lors de la phase d'écroulement, conformément à la grille suivante :

Classe	Description
Chutes de pierres	Volumes unitaires inférieurs à 10 litres
Chutes de blocs	Volumes unitaires métrique à plurimétriques (dans le cas de formations massives, certains blocs peuvent dépasser les 50 m ³)
Eboulements en masse limitée	Volume total en jeu inférieur à quelques centaines de m ³
Eboulements en grande masse	Volume total en jeu pouvant dépasser le millier de m ³
Eboulement catastrophiques	Volume total pouvant atteindre et dépasser le million de m ³

➤ **L'occurrence** est définie à la date de l'étude et concerne une probabilité de déclenchement du phénomène considéré, induit par les facteurs déterminants mesurés sur site. On distingue :

Occurrence	Notation	Description
Très élevée	TE	Tous les facteurs déterminants et de forte intensité (Occurrence du phénomène est normale, sa non occurrence serait exceptionnelle)
Elevée	E	Tous les facteurs déterminants mais de faible intensité (L'occurrence du phénomène est plus envisageable que sa non occurrence)
Modérée	M	Tous les facteurs déterminants, sauf un. Le facteur non répertorié peut apparaître dans le temps. (L'occurrence du phénomène est équivalente à sa non occurrence)
Faible	F	Les facteurs déterminants sont diffus et / ou mal définis (La non occurrence du phénomène est plus envisageable que son occurrence)
Très faible	TF	Aucun facteur déterminant n'est visible (La non occurrence du phénomène est normale, son occurrence serait exceptionnelle)

Les facteurs déterminants, pour l'étude d'un compartiment rocheux particulier concernent sa géométrie (et notamment la position de son centre de gravité par rapport à l'axe principal de la paroi), son niveau de fracturation, des données structurales telles que le pendage de la surface de décollement potentielle, le mécanisme de rupture envisagé mais aussi l'exposition aux intempéries de la zone étudiée, les indices d'évolution, la présence de végétation déstabilisante.

➤ **Le délai** à l'intérieur duquel le phénomène a une probabilité considérée de se produire est défini ainsi :

Délai	Notation	Description
Long terme	LT	Supérieur à 30 ans et de l'ordre du siècle
Moyen terme	MT	De l'ordre de 10 à 30 ans
Court terme	CT	De l'ordre de 2 à 10 ans
Très court terme	TCT	De l'ordre de plusieurs mois à 2 ans
Imminent	I	Prise en compte immédiate (le délai se compte en heures, jours, semaines ou mois)

Le délai à long terme caractérise la dérive maximale pour laquelle l'aléa est qualifiable.

Les délais sont des appréciations qui peuvent être sensiblement modifiées par des phénomènes naturels imprévisibles (événements climatiques, incendies, séismes...).

⇒ **Le niveau d'aléa de rupture** pour une classe de phénomène rocheux sera exprimé suivant cinq niveaux issus des combinaisons des tableaux détaillés ci-avant :

Aléa de rupture		Occurrence				
		Très Elevée	Elevée	Modérée	Faible	Très faible
Délai	Imminent	Très Elevé	Très Elevé			
	Très court terme	Très Elevé	Elevé	Elevé	Modéré	Modéré
	Court terme	Elevé	Elevé	Modéré	Modéré	Faible
	Moyen terme	Elevé	Modéré	Modéré	Faible	Très faible
	Long terme	Modéré	Modéré	Faible	Très faible	Très faible

2 - LA VULNERABILITE

La **vulnérabilité** exprime le niveau de conséquences envisageables du phénomène naturel sur les enjeux.

Elle résulte du croisement entre **l'exposition aux trajectoires** et **les dommages potentiels**.

➤ **L'exposition aux trajectoires** de l'enjeu est caractérisée par la probabilité d'atteinte de l'enjeu lors de la propagation des éléments rocheux.

Elle tient compte des conditions de départ, de la topographie du site, de la proximité de l'enjeu par rapport à la zone d'initiation, des obstacles naturels et artificiels pouvant être rencontrés, et des éventuels indices d'anciennes propagations.

Sa définition est basée sur les résultats d'une simulation trajectographique ou, le cas échéant, sur l'appréciation d'un expert (approche qualitative). Elle est définie de la manière suivante :

	Classe d'exposition
Très faible	<i>Approche qualitative</i> : L'atteinte de l'enjeu par une trajectoire semble impossible <i>Approche trajectographique</i> : Inférieur à 1 bloc sur 1 000 000, soit $< 10^{-6}$
Faible	<i>Approche qualitative</i> : L'atteinte de l'enjeu par une trajectoire serait considérée comme exceptionnelle <i>Approche trajectographique</i> : De 1 bloc sur 10 000 à 1 bloc sur 1 000 000, soit de 10^{-4} à 10^{-6}
Moyenne	<i>Approche qualitative</i> : La probabilité d'atteinte de l'enjeu par une trajectoire est plus faible que la probabilité de ne pas l'atteindre <i>Approche trajectographique</i> : De 1 bloc sur 100 à 1 bloc sur 10 000, soit de 10^{-2} à 10^{-4}
Importante	<i>Approche qualitative</i> : La probabilité d'atteinte de l'enjeu par une trajectoire est plus forte que la probabilité de ne pas l'atteindre <i>Approche trajectographique</i> : De 1 bloc sur 2 à 1 bloc sur 100, soit de 50% à 1% (10^{-2})
Très importante	<i>Approche qualitative</i> : L'atteinte de l'enjeu par une trajectoire semble garantie <i>Approche trajectographique</i> : Supérieur à 1 bloc sur 2, soit $> 50\%$

➤ **Les dommages potentiels** sont les dommages associés pouvant être subis par les enjeux, et dépendent donc de la classe de l'instabilité.

Il existe différents enjeux susceptibles d'être touchés par des trajectoires de blocs, on distingue :

- les infrastructures (routes, voies ferrées, réseaux divers....),
- les bâtiments (maisons individuelles, lotissements, immeubles...),
- les personnes (accès bâtiments, jardins, cheminement piéton, GR...).

Remarque : ce dernier enjeu doit être pris en compte lorsque des personnes peuvent être directement exposées aux trajectoires.

Les dommages potentiels seront exprimés suivant quatre niveaux d'intensité (cf. tableau page suivante).

Infrastructures	Bâtiments	Personnes	Dommmages potentiels
Le phénomène conduirait à des dégâts limités (endommagement de la structure, impact de faible intensité sur une partie de l'ouvrage sans coupure à prévoir).	Endommagement de toitures, impact de mur sans perforation.	Passage ponctuel à fréquence annuelle sous une zone concernée par de phénomènes de chute de pierres et de blocs, sans stationnement	Limités
Le phénomène conduirait à une destruction partielle (endommagement et/ou percussion sans destruction complète). Il peut conduire à la coupure ponctuelle d'un axe à caractère économique important.	Percussion avec destruction <u>d'une petite partie</u> du bâtiment (perforation du toit ou du mur)	Passage ponctuel à fréquence mensuelle ou hebdomadaire sous une zone concernée par des phénomènes de chute de pierres et de blocs, sans stationnement.	Modérés
Le phénomène conduirait à la destruction de l'enjeu (destruction ou écrasement complet, impacts multiples de pierres ou destruction complète de la structure). Le phénomène peut avoir des répercussions économiques très importantes (fermeture sur une longue période).	Destruction ou écrasement complet ou en grande partie de bâtiments, impacts multiples de pierres ou de blocs sur un mur avec perforation certaine.	Stationnement sous une zone exposée à des chutes de pierres et de blocs durant une période de l'ordre du mois = cas de figure d'un chantier.	Importants
	Le phénomène conduirait à la destruction de l'enjeu et concerne plusieurs bâtiments (plusieurs parcelles) ou des constructions à forte densité de population (immeubles...)	Stationnement permanent sous une zone exposée à des chutes de pierres et de blocs = cas de figure d'un site touristique, d'un passage urbain.	Très importants

⇒ **La vulnérabilité** pour un enjeu donné sera exprimée suivant cinq niveaux issus des combinaisons des tableaux détaillés ci-avant :

Vulnérabilité		Exposition aux trajectoires				
		Très Importante	Importante	Moyenne	Faible	Très faible
Dommmages potentiels	Très Importants	Très forte	Très forte	Forte	Moyenne	Faible
	Importants	Très forte	Forte	Forte	Moyenne	Faible
	Modérés	Forte	Moyenne	Moyenne	Faible	Très faible
	Limités	Moyenne	Moyenne	Faible	Très faible	

3 – DETERMINATION DU RISQUE

Le niveau de risque est déterminé par croisement entre la vulnérabilité et le niveau d'aléa de rupture.

Il est exprimé suivant **cinq niveaux** d'intensité :

Risque		Aléa de rupture				
		Très Elevé	Elevé	Modéré	Faible	Très Faible
Vulnérabilité	Très Forte	TRES FORT	TRES FORT	FORT	MOYEN	FAIBLE
	Forte	FORT	FORT	FORT	MOYEN	FAIBLE
	Moyenne	FORT	MOYEN	MOYEN	FAIBLE	TRES FAIBLE
	Faible	MOYEN	MOYEN	FAIBLE	TRES FAIBLE	
	Très faible	FAIBLE	FAIBLE	TRES FAIBLE		