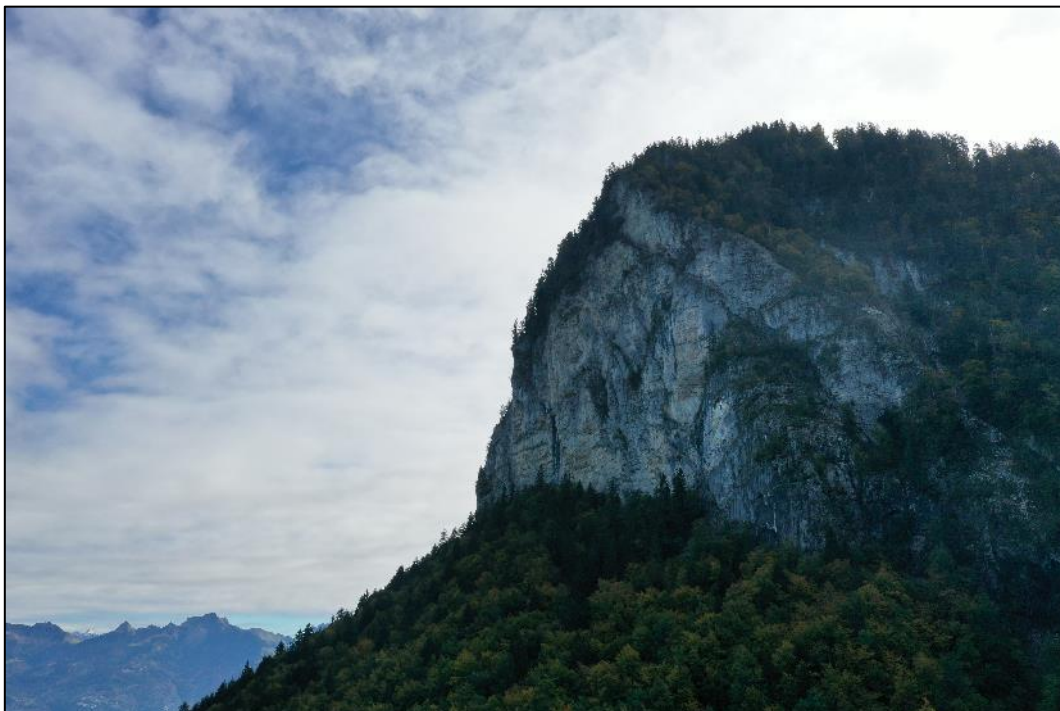




SAINT-GINGOLPH (74)
PROJET DE LA CARRIERE DE LA CHENILLA 2
DIAGNOSTIC RISQUE ROCHEUX



N° Affaire : 19/029				N° Dossier : 03		
N° Indice	Dates	Etabli par	Signature	Vérfié par	Signature	Nb pages
0	15/12/20	M. MAISONNEUVE		F. MACHET		33

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	3
2	RENSEIGNEMENT GENERAUX	3
2.1	Localisation et description du site	3
2.2	Contexte géologique et géotechnique local	4
2.3	PPRN de Saint-Gingolph.....	4
3	DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE	5
3.1	Reconnaitances	5
3.2	Synthèse des observations	5
3.3	Analyse des risques de chutes de blocs	6
4	ETUDE TRAJECTOGRAPHIQUE	7
4.1	Définition des sols et instabilités potentielles	7
4.1.1	<i>Définition des sols</i>	7
4.1.2	<i>Définition des instabilités</i>	9
4.2	Résultats des trajectographies	9
4.2.1	<i>Simulation 1</i>	10
4.2.2	<i>Simulation 2</i>	11
4.2.3	<i>Simulation 3</i>	12
5	CONCLUSION	13

ANNEXES

Annexe 1	NORME NF P 95-500 – MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	14
Annexe 2	REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE	18
Annexe 3	METHODE D'EVALUATION DES RISQUES DE CHUTES DE BLOCS	29

1 INTRODUCTION

A la demande et pour le compte de CHB, Alpes Ingé a réalisé un diagnostic géotechnique des risques rocheux pouvant impacter le projet de la carrière Chenilla 2 sur la commune de Saint Gingolph (74).

Cette étude fait suite à notre visite sur site du 08/10/2020 et a pour objectif d'établir un diagnostic du risque rocheux de l'état du versant actuel et de définir le niveau de risque vis-à-vis du projet de carrière.

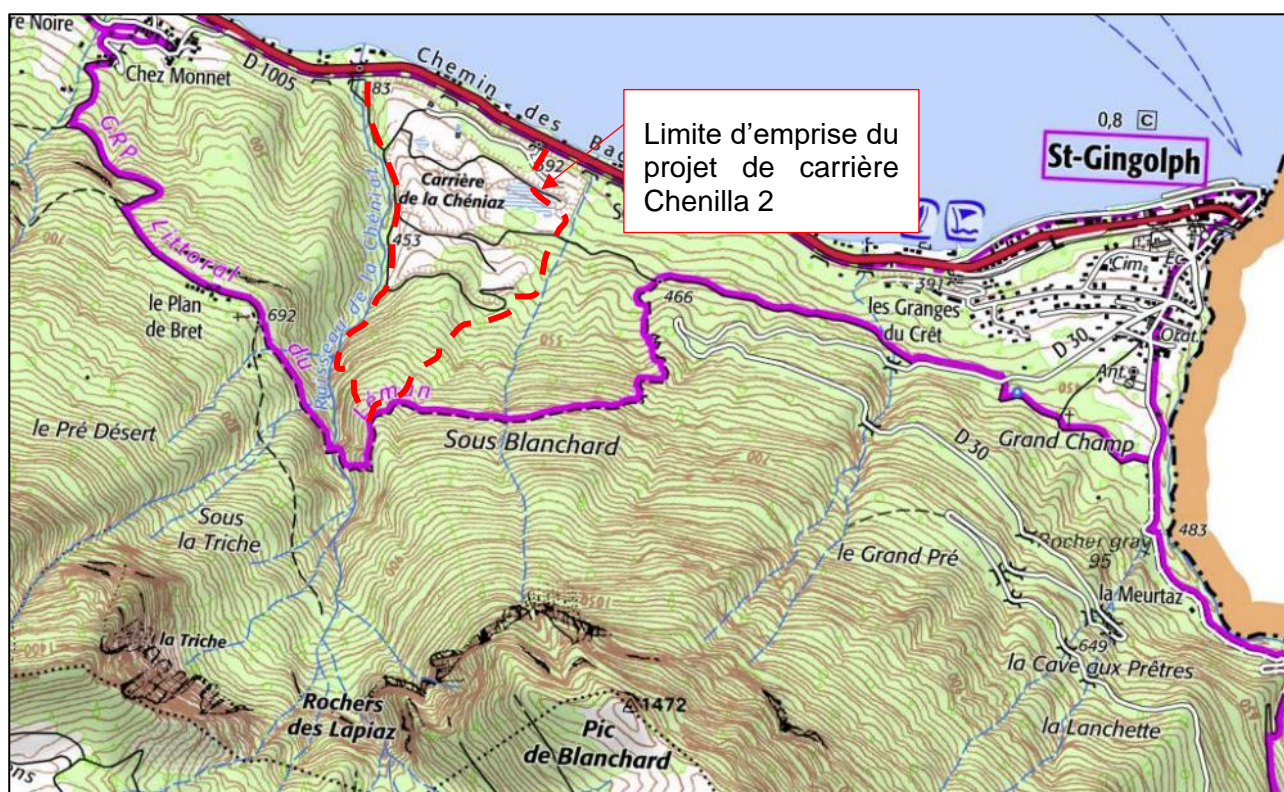
En référence à la norme NF P 94-500 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique – qui figure en **annexe 1** de ce rapport, notre mission est de type G5 – Diagnostic géotechnique.

NB : il est important de rappeler que la bonne réalisation de cette mission ne supprimera jamais les risques naturels en domaine de (haute) montagne. 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 RENSEIGNEMENT GENERAUX

2.1 Localisation et description du site

Le projet Chenilla 2 prévoit la création d'une nouvelle carrière dont l'emprise est présentée ci-dessous. La durée d'exploitation est limitée à 30ans.

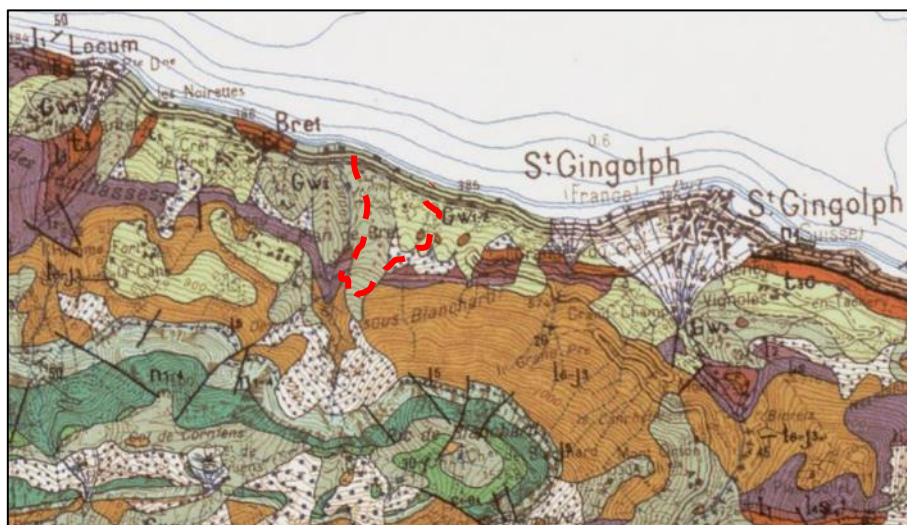


Extrait carte IGN au 1/25 000^{ème} (www.geoportail.gouv.fr)

Lors de notre visite de site, nous avons parcouru le versant jusqu'au pied des falaises de la Triche et du Pic Blanchard. L'objectif était de relever des indices/marqueurs témoins d'éboulements pour définir le niveau de risque du projet vis à vis des chutes de blocs.

2.2 Contexte géologique et géotechnique local

D'après la carte géologique au 1/50 000^{ème} de Thonon Châtel, le Pic Blanchard et les falaises de la Triches sont caractérisés par des formations à dominante calcaire.



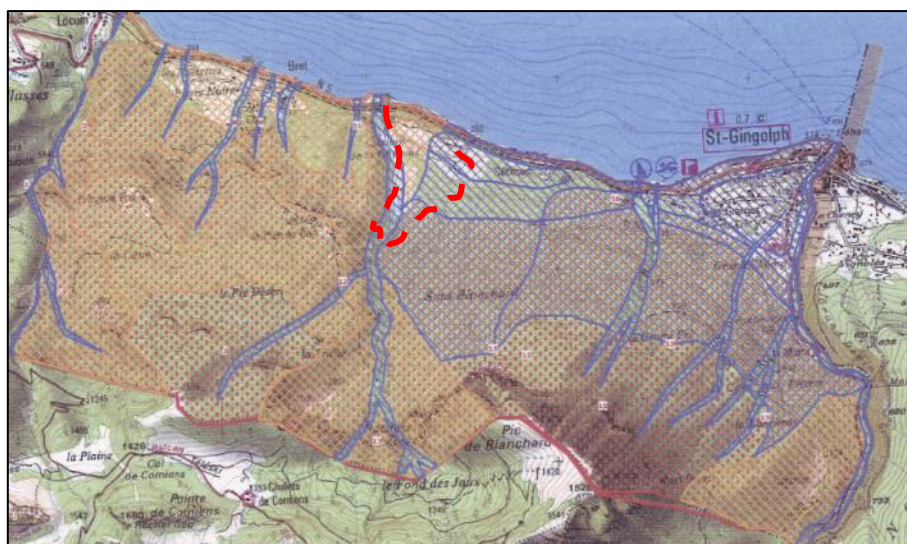
Extrait carte géologique au 1/50 000^{ème} (www.infoterre.brgm.fr)

La fracturation des massifs rocheux peut générer des volumes instables variables pouvant aller de quelques litres à quelques mètres cubes.

Le versant en pied de falaises les terrains de surface sont constitué d'éboulis et colluvions de pente sur lesquels s'est développée une forêt dense.

2.3 PPRN de Saint-Gingolph

Le zonage PPRN de la commune de la commune de Saint-Gingolph est présenté sur la figure suivante. Il met en évidence que le projet se trouve sur une zone potentiellement soumis aux aléas glissement de terrain, chute de bloc et crues torrentielle.



Zonage du PPRN de Saint-Gingolph pour la zone d'étude

Il est précisé que ce document « a été élaboré par les Services de l'Etat en décembre 2003 en fonction des données scientifiques connues à cette date ».

Nous n'avons pas trouvé de document mentionnant un éboulement qui c'était produit en amont du projet de la carrière Chenilla 2.

3 DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

3.1 Reconnaissances

Les reconnaissances effectuées lors de notre visite sont présentées dans les planches photographiques en **annexe 2** de ce rapport. Seuls les blocs les plus significatifs sont présentés.

Ces fiches ont pour objectif de présenter pour chaque section :

- la nature des instabilités rencontrées et leur classe (pierres, blocs ...) ;
- la géométrie et les trajectoires potentielles des volumes instables ;

Pour la description des instabilités, les angles énoncés sont donnés en degrés par rapport à l'horizontale. Les indications « droite » et « gauche » sont données en regardant la falaise depuis le bas. La largeur est une mesure prise dans une direction parallèle aux courbes de niveau. L'épaisseur est une mesure prise perpendiculairement à l'axe de la pente ou au plan de glissement de la zone étudiée et la hauteur correspond à la différence d'altitude entre la base et le sommet de la zone décrite ou une mesure prise parallèlement à l'axe de la pente ou au plan de glissement de la zone étudiée.

De manière générale, la grande majorité des blocs se trouve à proximité du pied de falaises et sur les zones de replat présent dans le versant. En partie basse, à proximité de l'emprise du projet de la carrière Chenilla 2, la quantité de blocs visibles diminue fortement.

L'ensemble des blocs observés sont en partie ou entièrement recouvert de mousse et présente une patine importante. Ces éléments nous laissent penser que les blocs observés sont issus d'éboulement ancien. La forte densité de forêt et l'absence de pierrier actif dans le versant sont des témoins de la faible fréquence de chute de blocs.

Enfin les blocs en appuis sur les arbres sont révélateurs du rôle de frein joué par la forêt.

3.2 Synthèse des observations

L'ensemble des instabilités recensées se divise en 2 classes (cf. méthode d'analyse détaillée en **annexe 3**) :

- **les chutes de pierres** : Il s'agit ici de petits volumes de roche ou de paquets de roche dont la fracturation au cours de la chute conduira à la formation de blocs de volume limité. Ce phénomène est présent sur la plupart des sections étudiées, en raison des caractéristiques de l'itinéraire, en traversée sous des falaises, qui bien que compactes, font plusieurs dizaines de mètres de hauteur. C'est la classe d'instabilité la plus représentée sur l'ensemble des sections ;
- **les chutes de blocs** : il s'agit ici de compartiments rocheux en nombre limité de volume métrique à plurimétrique. Ils proviennent de la combinaison des discontinuités sur des parties massives dessinant des blocs et des écailles individualisées avec des volumes pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres cubes.

3.3 Analyse des risques de chutes de blocs

L'analyse des risques s'est faite en considérant que le projet de la carrière Chenilla 2 est limité dans le temps. Ce projet est prévu sur une durée de 30ans.

✓ **Généralités :**

Le risque lié aux instabilités recensées 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 avec les dommages potentiels associés.

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

L'ensemble de la méthode d'analyse est détaillé en **annexe 3**.

✓ **Aléa de rupture :**

Les masses recensées ici présentent de manière générale un aléa de rupture « Faible ».

✓ **Vulnérabilité :**

L'exposition aux trajectoires de l'emprise du projet Chenilla 2 est globalement « Moyenne » et localement « Importante »

La vulnérabilité est donc globalement « Moyenne ».

✓ **Détermination du niveau de risque :**

Compte tenu de nos observations et des paramètres précités, le niveau de risque actuel apparaît généralement « **FAIBLE** ».

4 ETUDE TRAJECTOGRAPHIQUE

La modélisation trajectographique est réalisée avec le logiciel RocPro 3D, à partir du modèle numérique de terrain fournis.

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

- ✓ Les différentes trajectoires plausibles (hauteur de rebond, point d'impact et point d'arrêt),
- ✓ Les énergies en jeux,
- ✓ La vitesse et durée de propagation.

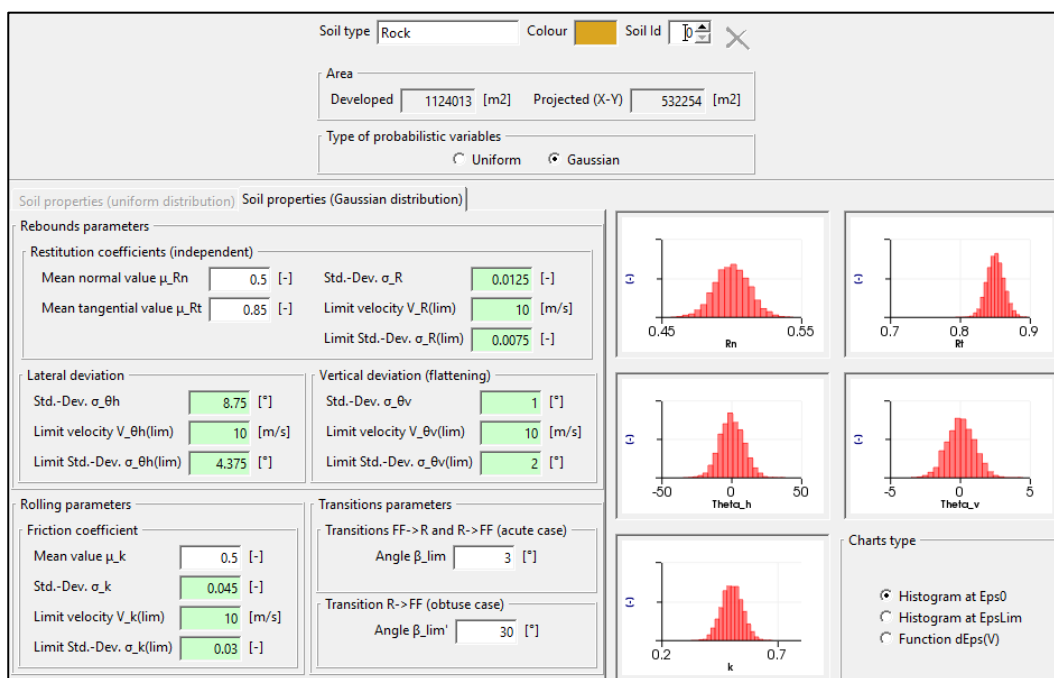
Ces différents points permettront le cas échéant de proposer les protections nécessaires pour mettre en sécurité les enjeux.

4.1 Définition des sols et instabilités potentielles

4.1.1 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** : Rocher compact, représentant les falaises rocheuses calcaire.



The screenshot shows the 'Soil type' configuration window for 'Rock'. The interface includes several sections for defining parameters and visualizing distributions.

Soil type: Rock, Colour: Yellow, Soil Id: 0

Area: Developed: 1124013 [m2], Projected (X-Y): 532254 [m2]

Type of probabilistic variables: Uniform (unchecked), Gaussian (checked)

Rebounds parameters (independent):

- Mean normal value μ_{Rn} : 0.5 [-]
- Mean tangential value μ_{Rt} : 0.85 [-]
- Std.-Dev. σ_R : 0.0125 [-]
- Limit velocity $V_{R(lim)}$: 10 [m/s]
- Limit Std.-Dev. $\sigma_{R(lim)}$: 0.0075 [-]

Lateral deviation:

- Std.-Dev. $\sigma_{\theta h}$: 8.75 [°]
- Limit velocity $V_{\theta h(lim)}$: 10 [m/s]
- Limit Std.-Dev. $\sigma_{\theta h(lim)}$: 4.375 [°]

Vertical deviation (flattening):

- Std.-Dev. $\sigma_{\theta v}$: 1 [°]
- Limit velocity $V_{\theta v(lim)}$: 10 [m/s]
- Limit Std.-Dev. $\sigma_{\theta v(lim)}$: 2 [°]

Rolling parameters:

- Friction coefficient
- Mean value μ_k : 0.5 [-]
- Std.-Dev. σ_k : 0.045 [-]
- Limit velocity $V_{k(lim)}$: 10 [m/s]
- Limit Std.-Dev. $\sigma_{k(lim)}$: 0.03 [-]

Transitions parameters:

- Transitions FF->R and R->FF (acute case): Angle β_{lim} : 3 [°]
- Transition R->FF (obtuse case): Angle β'_{lim} : 30 [°]

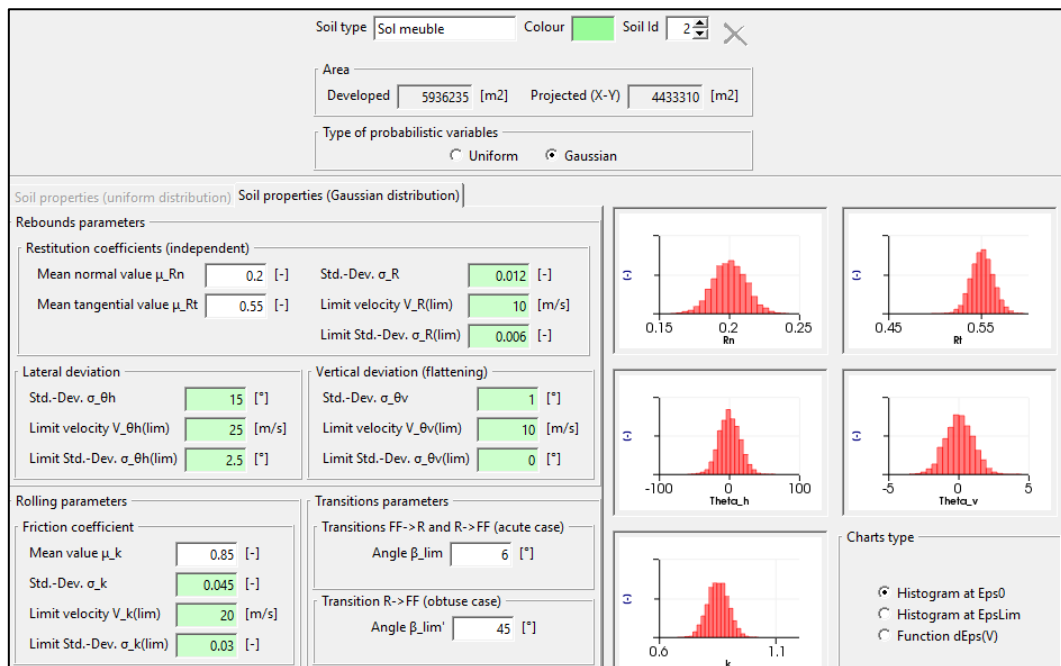
Visualizations: Five histograms showing the probability distributions for Rn , Rt , θ_{h} , θ_{v} , and k .

Charts type: Histogram at Eps0 (checked), Histogram at EpsLim (unchecked), Function dEps(V) (unchecked).

- ✓ **Sol n°1** : Eboulis, présent en pied de falaise et en bordure des cours d'eau.



- ✓ **Sol n°2** : Terrain meuble avec une couverture forestière importante représentant l'ensemble des pentes à l'aval des falaises. Le coefficient de friction a été surévalué pour tenir compte de l'effet frein de la forêt.



4.1.2 Définition des instabilités

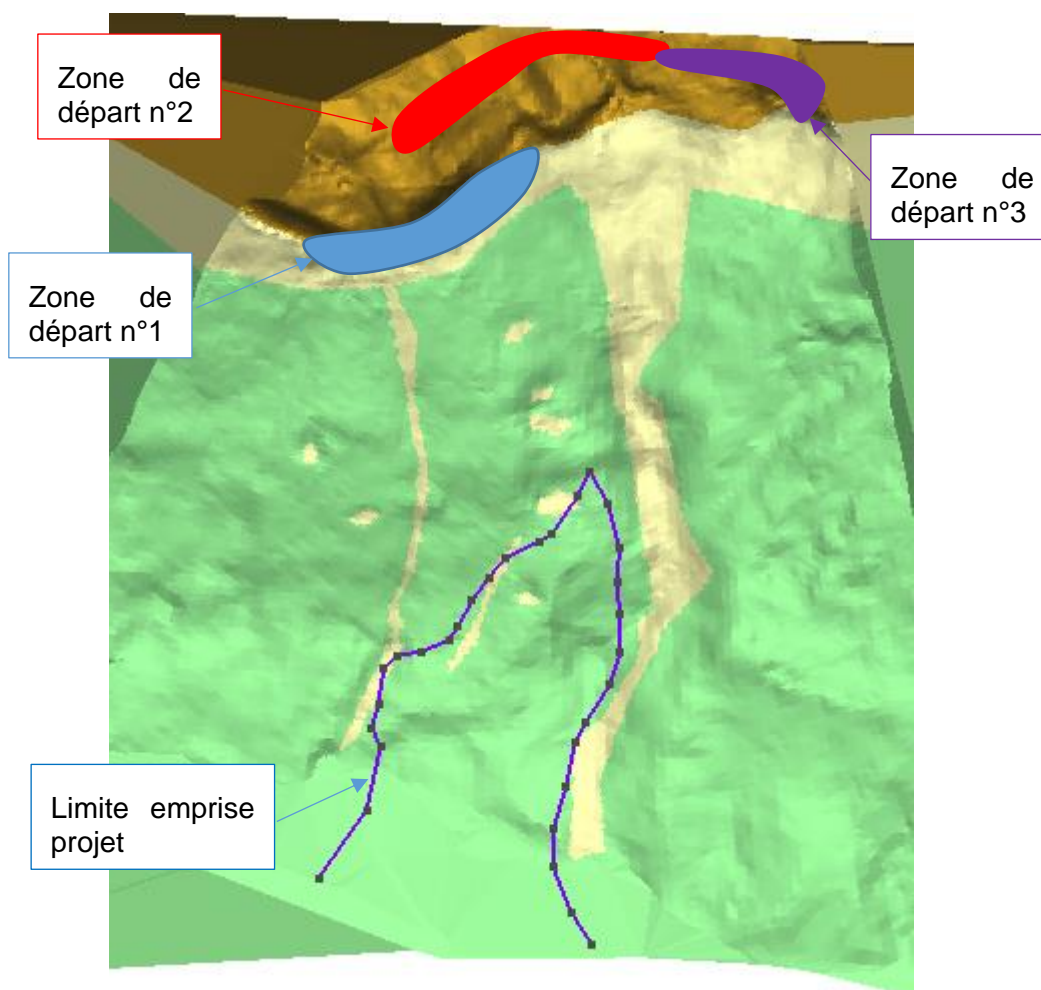
Le départ d'un bloc peu se faire sur l'ensemble des versant verticaux.

Pour les besoins de la modélisation, nous avons considéré le cas le plus défavorable à savoir un départ au plus proche des têtes de falaise.

Nous avons généré de 10 000 blocs par sources d'un volume de 3m³ au regard de la volumétrie moyenne des blocs observés dans les pentes à l'aval des falaises.

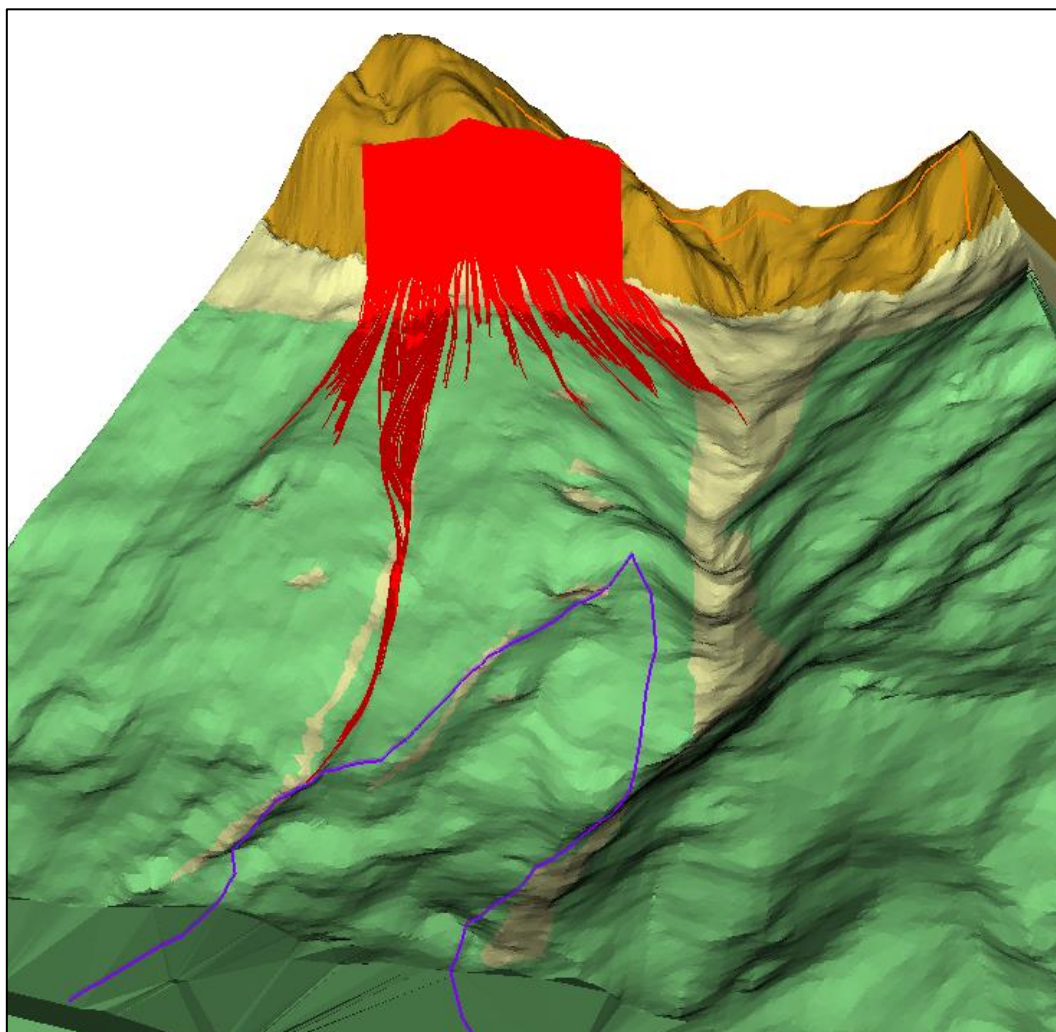
4.2 Résultats des trajectographies

La localisation des trois zones de départ sont présentées ci-dessous. Une simulation de bloc sera réalisée par zone pour définir les trajectoires possibles des blocs.



4.2.1 Simulation 1

La première modélisation simule le départ de 10 000 blocs depuis le sommet de la première falaise sous le Pic Blanchard. Les résultats trajectographiques sont présentés ci-dessous.



Il est mis en évidence que les blocs présentant un risque d'atteindre les limites d'emprise du projet sont ceux redirigé dans le cours d'eau en limite Est. Les blocs s'arrêtent dans lit du cours d'eau en limite du projet. Ces zones d'arrêts sont cohérentes avec les observations faites sur site.

Quelques blocs s'arrêtent à proximité du projet en suivant les talwegs. Sur cette zone, il est prévu dans le cadre du projet, la création d'une piste d'exploitation. Le temps d'exposition aux trajectoires sera donc limité et le risque global reste faible.

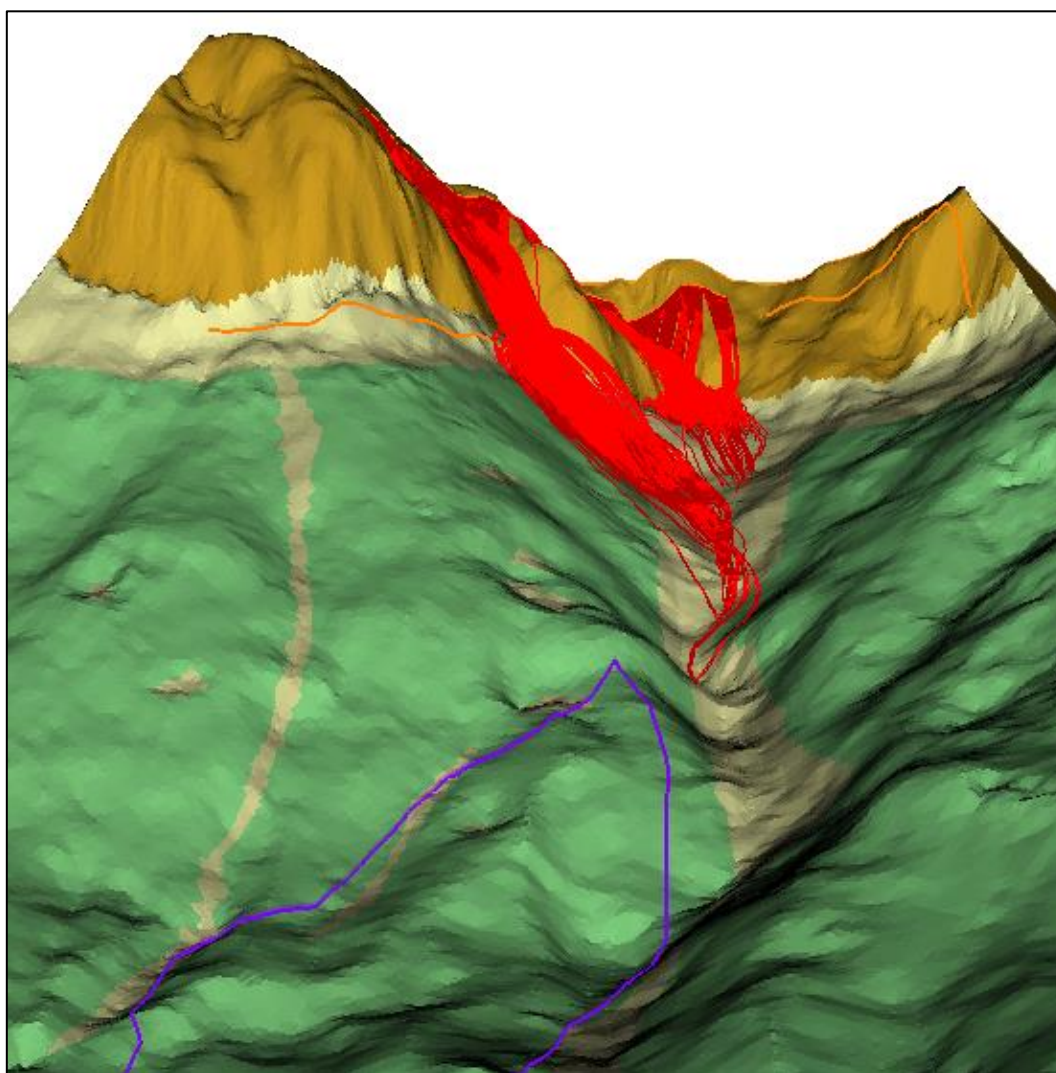
Ailleurs, la topographie du site tend à dévier les blocs à l'Ouest en direction du cours d'eau. Ces blocs sont stoppés sur les zones de faibles pentes ou dans la pente compte tenu de la végétation dense.

La densité de la forêt joue un rôle essentiel à l'arrêt des blocs.

Le risque d'atteinte du projet donc limité sur la durée d'exploitation de la carrière.

4.2.2 Simulation 2

La deuxième modélisation simule le départ de 10 000 blocs situés au-dessus de la première zone de départ. Les résultats trajectographiques sont présentés ci-dessous.

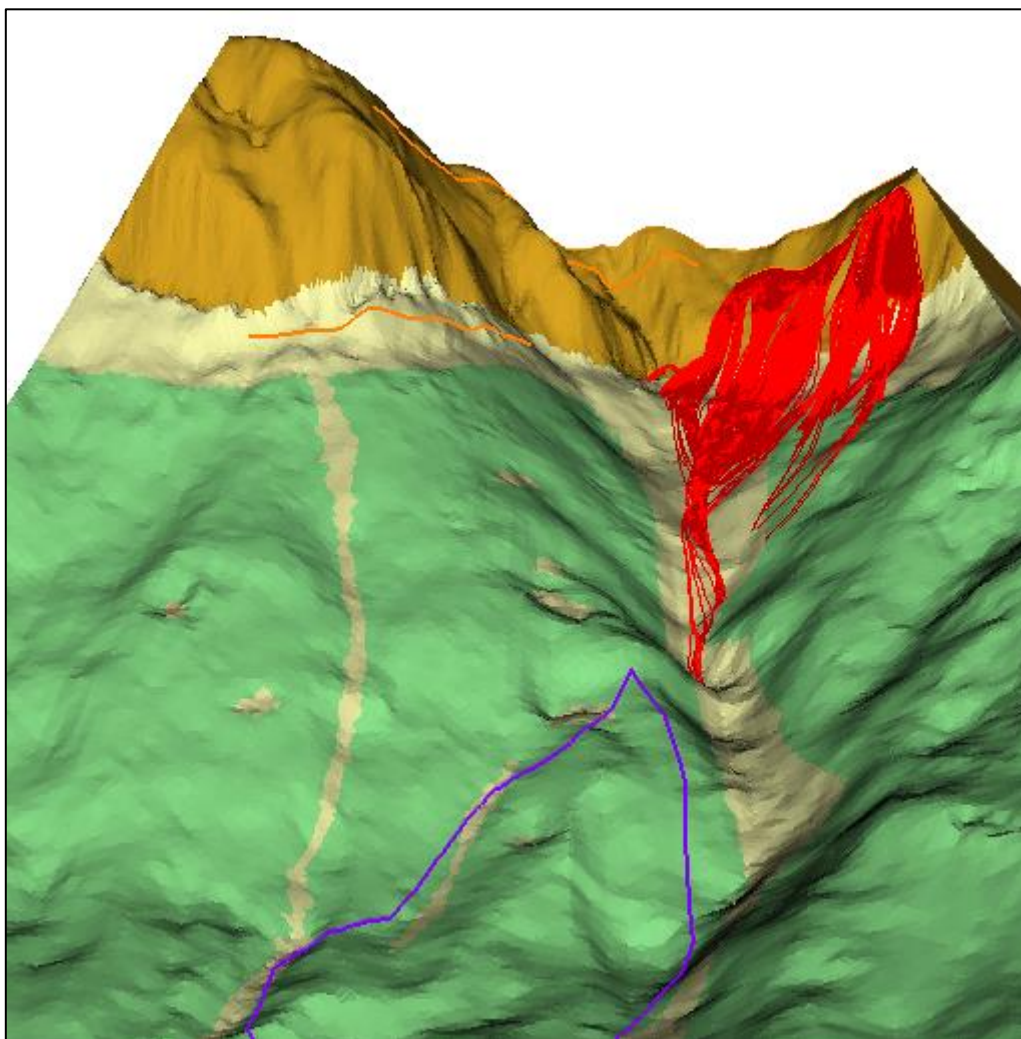


Il est mis en évidence que la majorité des blocs sont déviés à l'Ouest vers le cours d'eau compte tenu de la topographie du site. Les blocs sont quasiment tous stoppés dans le cours d'eau.

Le risque d'atteinte du projet donc limité sur la durée d'exploitation de la carrière.

4.2.3 Simulation 3

La troisième modélisation simule le départ de 10 000 blocs depuis le sommet des falaises de Triches. Les résultats trajectographiques sont présentés ci-dessous.



Il est mis en évidence que l'ensemble des blocs sont déviés à l'Est vers le cours d'eau compte tenu de la topographie du site.

Le risque d'atteinte du projet donc limité sur la durée d'exploitation de la carrière.

5 CONCLUSION

Les reconnaissances réalisées sur site mettent en évidence une occurrence d'éboulement faible mettant en jeu des volumes résiduels moyen de quelques mètres cubes (volume minimum inférieur au litre et volume maximal observé de 60m³).

Les zones d'arrêts de ces blocs issus d'ancien éboulement se trouvent en pied de falaise, à proximité des cours d'eau et dans les zones de plus faible pente.

La densité de la forêt joue un rôle important de frein et limite donc la propagation des blocs.

Les modélisations confirment que le risque d'atteinte de la zone d'exploitation de la carrière est faible en l'état actuel des falaises et du versant. La mise en œuvre d'ouvrage particulier ne semble donc pas nécessaire

Au cours des années d'exploitation, il conviendra de vérifier l'absence d'évolution du risque vis-à-vis des chutes de blocs et le maintien de la densité de la forêt situé en amont du projet. Nous vous recommandons de réaliser ce diagnostic tous les 5ans.

ANNEXE 1

NORME NF P 95-500 – 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	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	avec détection au plus tôt de leur survenance	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/ISA	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

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.

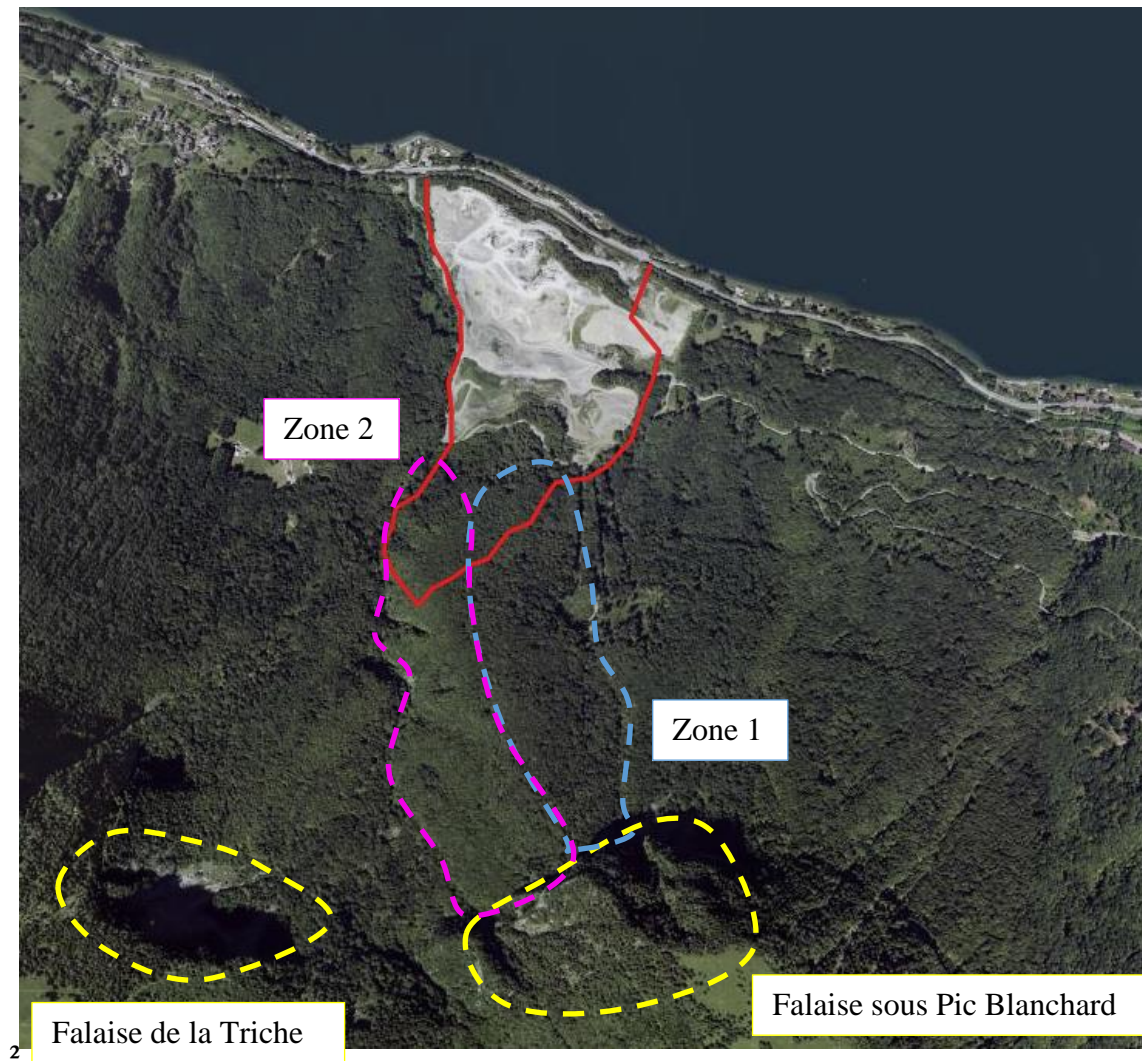
Tableau 2 – Classification des missions d'Ingénierie géotechnique

Tableau 2 – Classification des missions d'Ingénierie géotechnique
<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (DIJO) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 DIJO. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

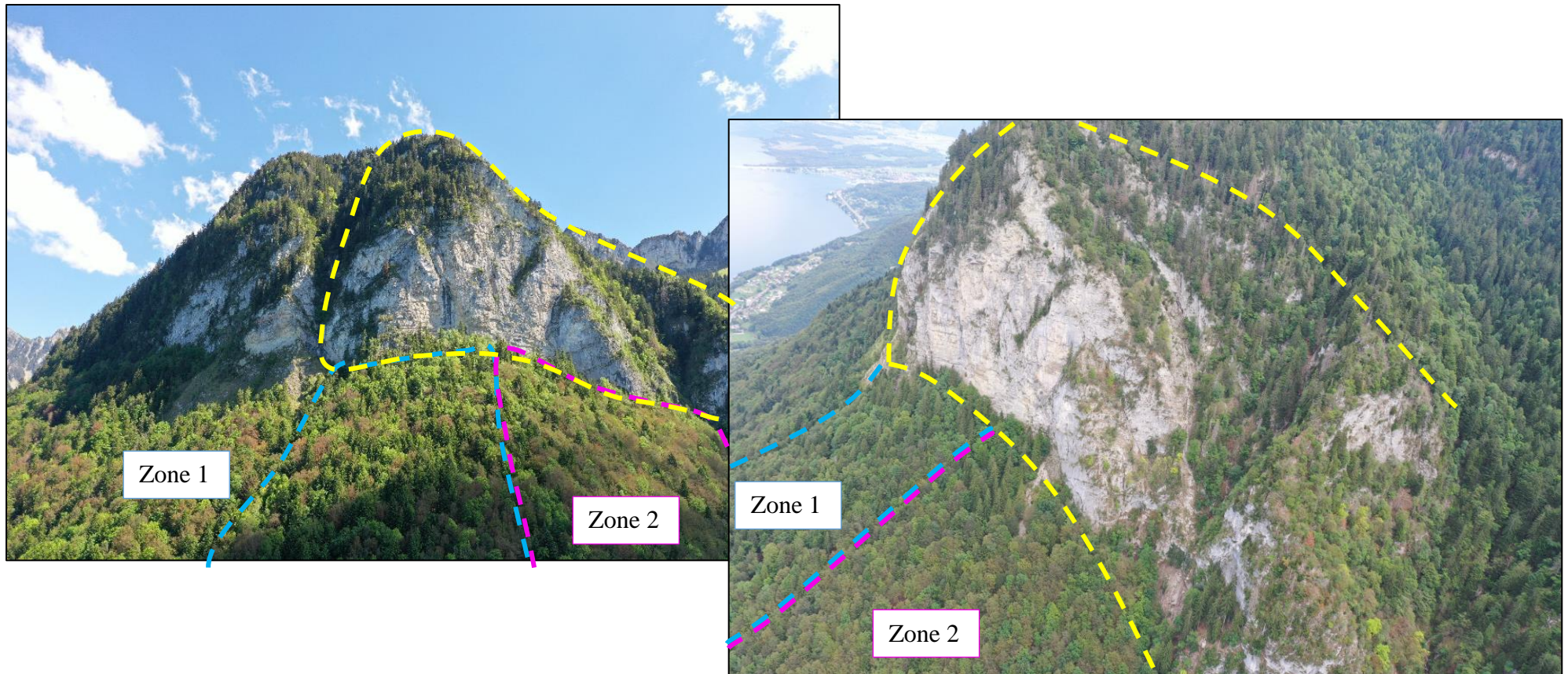
REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020 Zonage



Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Falaise sous Pic Blanchard



Vue d'ensemble de la falaise sous le Pic Blanchard

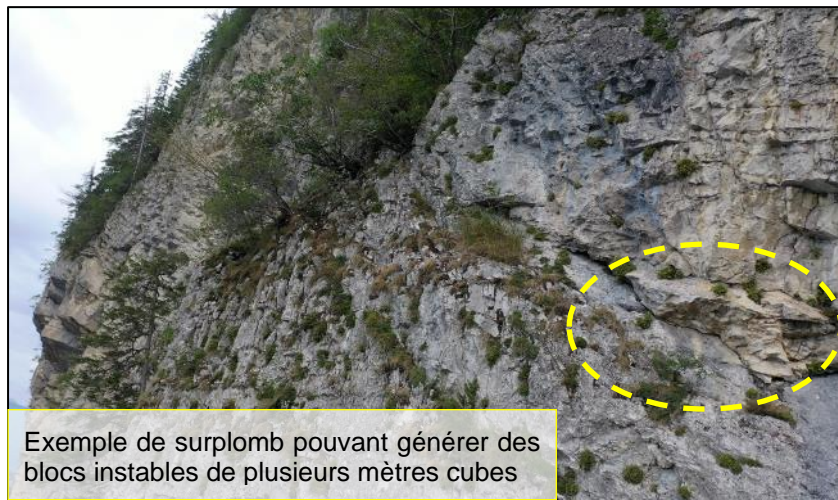
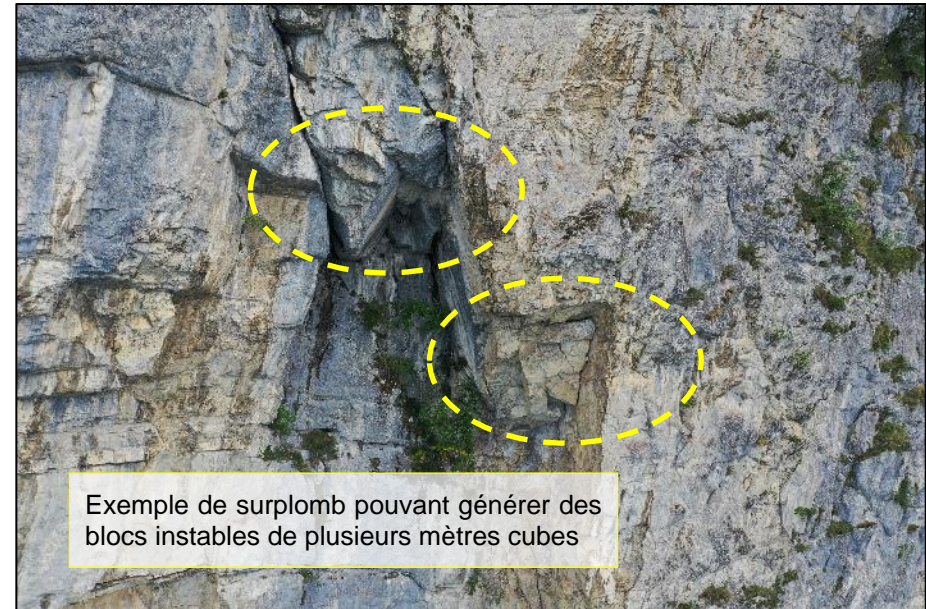
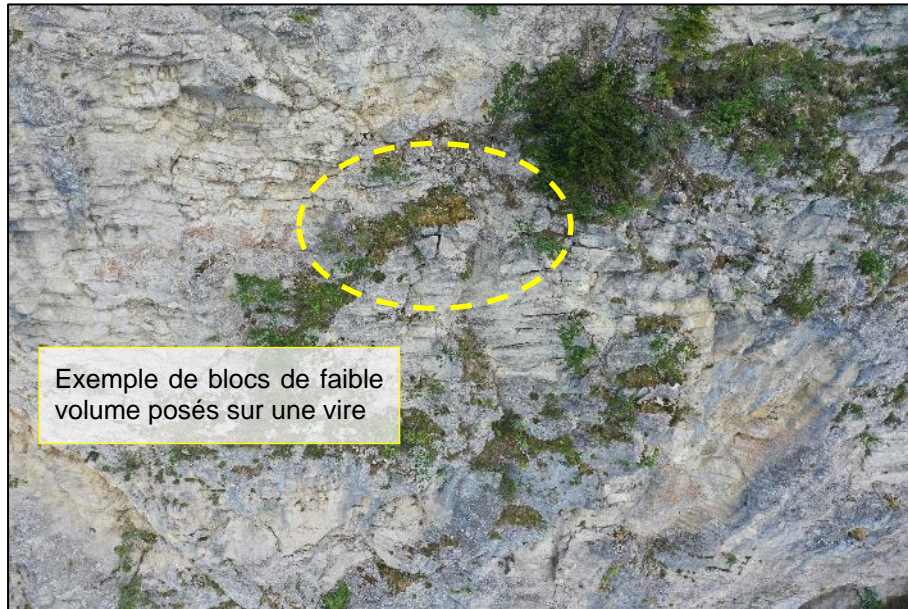
La fracturation du massif rocheux peut engendrer des blocs de volumétrie variable pouvant aller jusqu'à à une dizaine de mètre cube.

La falaise est caractérisée par une face verticale d'environ 200m au-dessus de laquelle se trouve une forte pente boisée se terminant par des ressauts rocheux. Le versant Ouest est constitué d'une pente rocheuse stoppé par un bec rocheux d'une hauteur d'environ 150m.

Compte tenu de la topographie du site, le projet de la carrière de la chenilla est exposé aux trajectoires des blocs pouvant provenir de ces falaises.

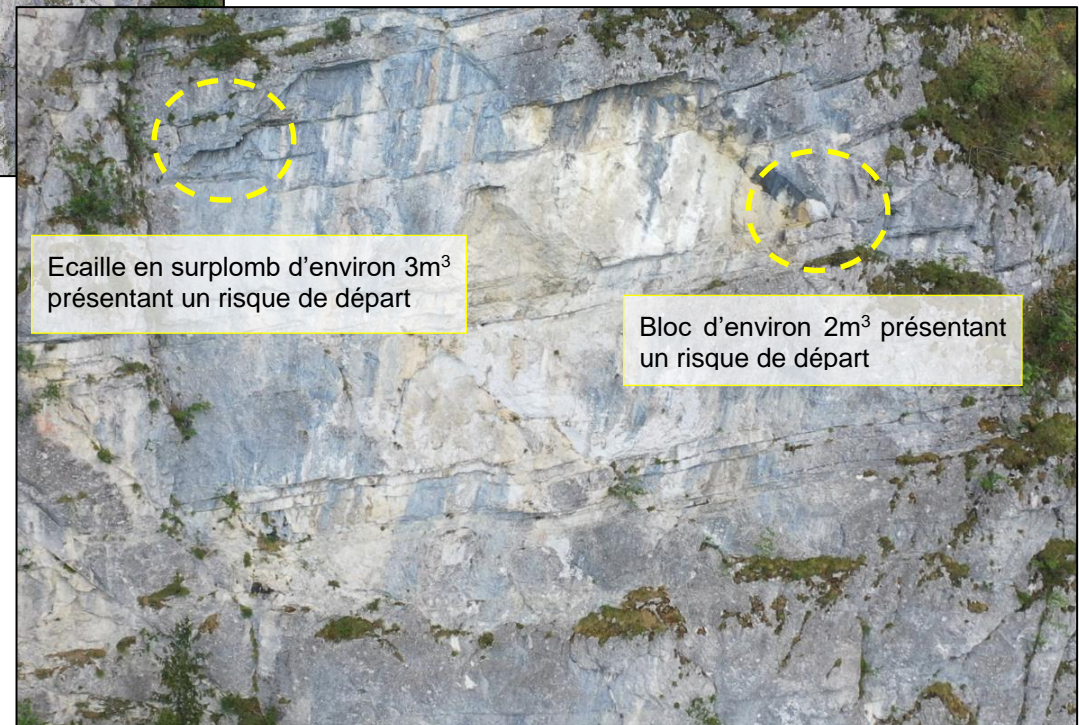
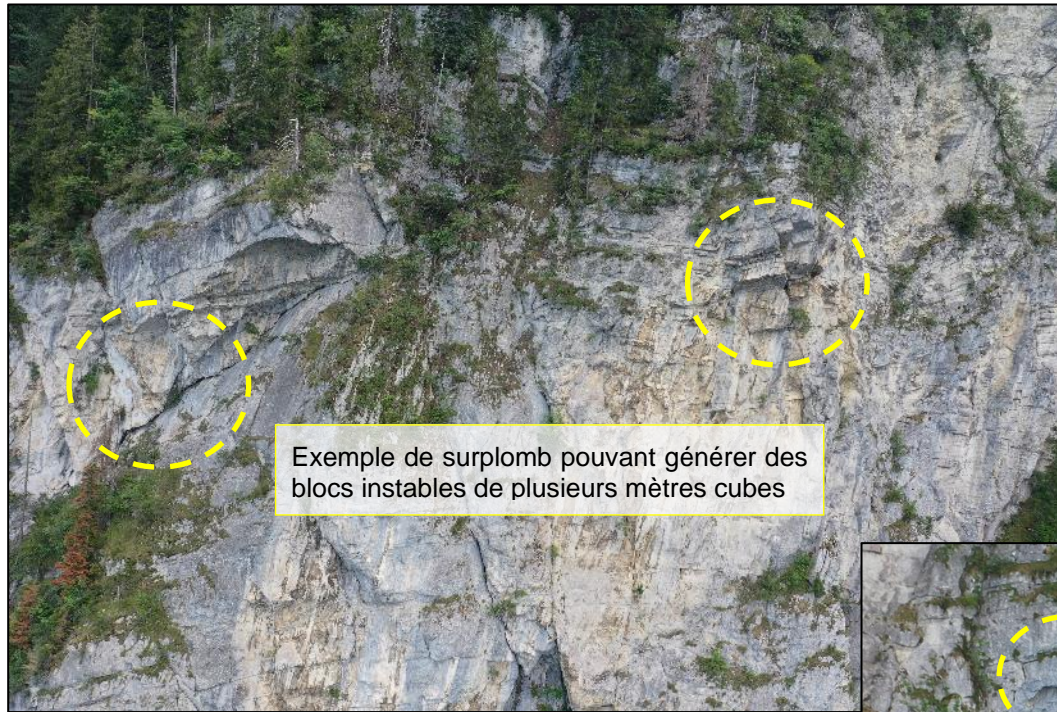
Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Falaise sous Pic Blanchard



Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Falaise sous Pic Blanchard



Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Falaise de la Triche



Vue d'ensemble de la falaise de la Triche

La fracturation du massif rocheux peut engendrer des blocs de volumétrie variable pouvant aller jusqu'à quelques mètres cubes

Compte tenu de la topographie du site, le projet de la carrière de la chenilla n'est pas exposé aux trajectoires des blocs pouvant se détacher des falaises. Les blocs sont redirigés et stoppés en pied de versant dans le chablis

Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Zone 1



Zone 1 – Pied de falaise

Le pied de falaise est constitué d'éboulis stable (ancien pierrier).

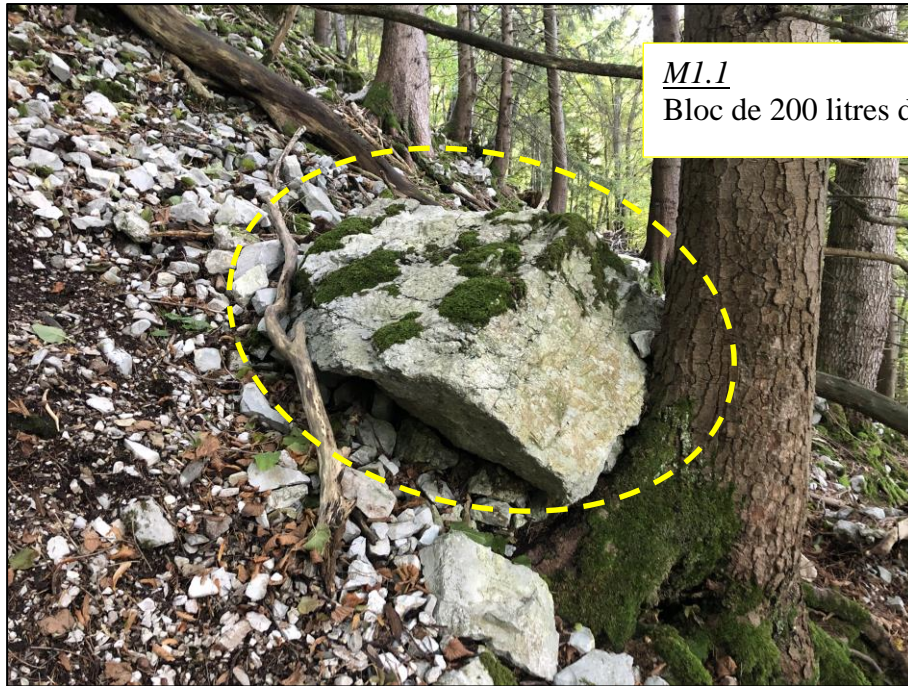
Nous n'avons pas relevé de signe d'impact récent en pied de falaise.

Quelques blocs compris entre 0,1 et 1m³ sont visible dans cette zone d'éboulis.



Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Zone 1



M1.1

Bloc de 200 litres dans la zone d'éboulis.



M1.2

Bloc de 4m³ posé dans la partie basse de la zone 1. Des blocs de taille similaire sont présents à proximité

Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Zone 2

Zone 2 – Pied de falaise

Le pied de falaise est identique à celui de la zone 1.

M2.1

Bloc de 10m³ posé dans la partie basse de la zone 2. Des blocs de plus petite taille sont présents à proximité.



M2.2

Bloc de 10m³ posé dans la partie basse de la zone 2. Des blocs de plus petite taille sont présents à proximité (10 à 100 litres).



Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Zone 2

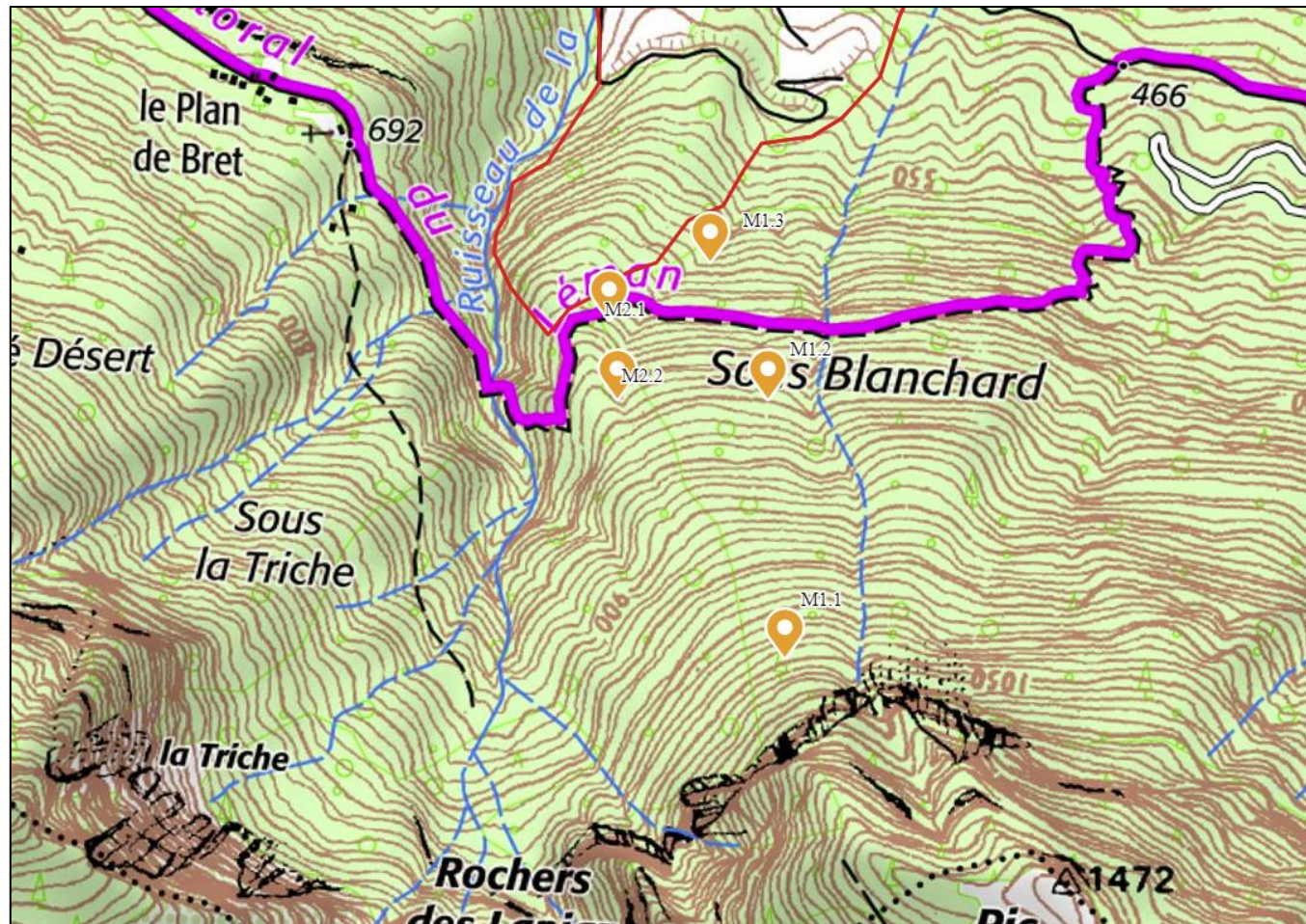


M2.3

Bloc de 60m³ posé dans la partie basse de la zone 2.

Carrière Chenilla 2 – Saint-Gingolph (74) – Diagnostic Géotechnique 2020

Localisation des blocs



ANNEXE 3

METHODE D'ÉVALUATION DES RISQUES DE CHUTES DE BLOCS

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

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		Probabilité d'occurrence				
		TE = Très élevée > 90 %	E = Elevée > 70 %	M = Modérée > 50 %	F = Faible > 30 %	TF = Très faible < 30 %
Délai d'occurrence	I = Imminent < 1 mois	TE Très élevé	TE Très élevé	E Elevé	E Elevé	M Modéré
	TCT = Très court terme < 2 ans	TE Très élevé	E Elevé	E Elevé	M Modéré	M Modéré
	CT = Court terme < 10 ans	E Elevé	E Elevé	M Modéré	M Modéré	F Faible
	MT = Moyen terme < 30 ans	E Elevé	M Modéré	M Modéré	F Faible	F Faible
	LT = Long terme > 30 ans	M Modéré	M Modéré	F Faible	F Faible	TF 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).

Enjeux			Dommages potentiels
Infrastructures	Bâtiments	Personnes	
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.		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)	Hors du cas de figure de passages ponctuels sous une zone concernée par des phénomènes de chutes de pierres et de blocs, les dommages potentiels seront toujours <u>très importants</u> en cas d'exposition <u>directe</u> et <u>prolongée</u> de personnes.	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.		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...)		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
Dommages potentiels	Très importants	TF Très forte	TF Très forte	F Forte	M Moyenne	FA Faible
	Importants	TF Très forte	F Forte	F Forte	M Moyenne	FA Faible
	Modérés	F Forte	M Moyenne	M Moyenne	FA Faible	TF Très faible
	Limités	M Moyenne	M Moyenne	FA Faible	TF 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 résultant		Aléa de rupture				
		TE = Très élevé	E = Elevé	M = Modéré	F = Faible	TF = Très faible
Vulnérabilité	TF = Très forte	Très fort	Très fort	Fort	Moyen	Faible
	F = Forte	Fort	Fort	Fort	Moyen	Faible
	M = Moyenne	Fort	Moyen	Moyen	Faible	Très faible
	FA = Faible	Moyen	Moyen	Faible	Très faible	
	TF = Très Faible	Faible	Faible	Très faible		