

**COMMUNE DE CHAUX DES CROTENAY ET
LE VAUDIOUX (39)**

**RN5 – PR77+250 A 78+720 FALAISE 1 –
GORGES DE LA LEMME**

**PROTECTION CONTRE LES EBOULEMENTS
ROCHEUX**

ETUDE DE PROJET

A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DE LA DIR EST

Dossier	18-347 II 3j	
Indice	Modifications	Date
0	Document initial	19/04/2021

SOMMAIRE :

1 - PRESENTATION	5
1.1 - Introduction.....	5
1.2 - Localisation.....	5
1.3 - Contexte et objectifs de l'étude	5
1.4 - Choix du Maître d'Ouvrage à l'issue de la phase AVP	6
1.5 - Définition des enjeux	6
1.6 - Documents de référence	6
1.7 - Limites de l'étude	7
2 - CONTEXTE GENERAL DU SITE	8
2.1 - Contexte géologique	8
2.2 - Contexte morphologique.....	9
2.3 - Contexte hydrogéologique	14
2.4 - Contexte vis-à-vis des risques naturels	14
2.4.1 - Risque sismique	14
2.4.2 - Aléa retrait gonflement des argiles.....	14
2.4.3 - Aléa mouvement de terrain	14
2.5 - Enjeux environnementaux et réglementaires.....	15
2.5.1 - Sites NATURA 2000	15
2.5.2 - Parcs naturels.....	15
3 - RAPPELS DE L'AVP	16
3.1 - Diagnostic des ouvrages existants.....	16
3.1.1 - Relevé des ouvrages.....	16
3.1.2 - Diagnostic des boulons d'ancrages.....	19
3.1.3 - Diagnostic des grillages plaqués	20
3.1.4 - Diagnostic des barrières grillagées.....	23
3.1.5 - Diagnostic des écrans	26
3.1.6 - Tableau récapitulatif des désordres	29
3.2 - Diagnostic des éboulements rocheux.....	30
3.2.1 - Rappel de la méthodologie.....	30
3.2.2 - Relevé des principales instabilités potentielles	32
3.2.3 - Aléa résultant et carte d'aléa	46
4 - PROPOSITIONS DE TRAVAUX	48
4.1 - Principes de parades.....	48
4.1.1 - Secteur 1	48
4.1.2 - Secteur 2	49
4.1.3 - Secteur 3	50
4.1.4 - Secteur 4	51
4.1.5 - Secteur 5	52
4.1.6 - Secteur 6	53
4.1.7 - Secteur 7	54
4.1.8 - Secteur 8	55
4.2 - Débroussaillage et abattage d'arbres.....	56
4.3 - Purges	56
4.4 - Entretien et réparation des ouvrages existants	57
4.4.1 - Ouvrages concernés	57

4.4.2 - Entretien du grillage plaqué GPL1	58
4.4.3 - Entretien du grillage plaqué GPL2	58
4.4.4 - Entretien de la barrière grillagée BG2.....	59
4.4.5 - Entretien du grillage plaqué GPL4	59
4.4.6 - Entretien de la barrière grillagée BG3.....	60
4.4.7 - Entretien de la barrière grillagée BG5.....	60
4.4.8 - Entretien du grillage plaqué GPL6	61
4.4.9 - Entretien du grillage plaqué GPL7	61
4.4.1 - Entretien de l'écran de filet EF4	62
4.4.2 - Entretien de l'écran de filet EF5.....	62
4.4.3 - Entretien de la barrière grillagée BG6.....	62
4.5 - Grillage plaqué.....	63
4.5.1 - Dispositions de réalisation des grillages plaqués	63
4.5.2 - Grillage plaqué secteur 2c	64
4.6 - Parades passives – dimensionnement par simulations trajectographiques... 65	65
4.6.1 - Hypothèses pour les simulations trajectographiques	65
4.6.2 - Résultats des simulations trajectographiques	68
4.6.3 - Dimensionnement des parades passives	70
4.7 - Traitement individuel des compartiments.....	77
4.7.1 - Compartiments à traiter	77
4.7.2 - Méthode de calcul pour les confortements par boulons d'ancrages.....	79
4.7.3 - Hypothèses de dimensionnement	80
4.7.4 - Résultats du dimensionnement et quantitatif	81
4.8 - Aléa rémanent après travaux.....	82
4.9 - Opérations de maintenance	83
5 - OPERATIONS DE TRAVAUX.....	84
5.1 - Modalités de réalisation des travaux.....	84
5.1.1 - Conditions de circulation sur la chaussée	84
5.1.2 - Protections provisoires.....	85
5.2 - Gestion foncière.....	85
5.3 - Phasage des travaux et planning prévisionnel	86
6 - ESTIMATION QUANTITATIVE ET FINANCIERE	87
6.1 - Avant-métré.....	87
6.2 - Estimatif financier.....	89

ANNEXES

Annexe 1 : Fiches compartiment détaillées par secteurs

Annexe 2 : Résultats détaillés des simulations trajectographiques (SILEX)

Annexe 3 : Note de calcul des confortements

Annexe 4 : Fiches parades par compartiment

1 - PRESENTATION

1.1 - INTRODUCTION

Le présent rapport d'étude a été réalisé par le Bureau d'Ingénieurs - Conseils GEOLITHE à la demande et pour le compte de la DIR EST.

Il concerne l'étude de la protection contre les éboulements rocheux de la portion de RN5 située dans les Gorges de la Lemme, dite « falaise 1 ».

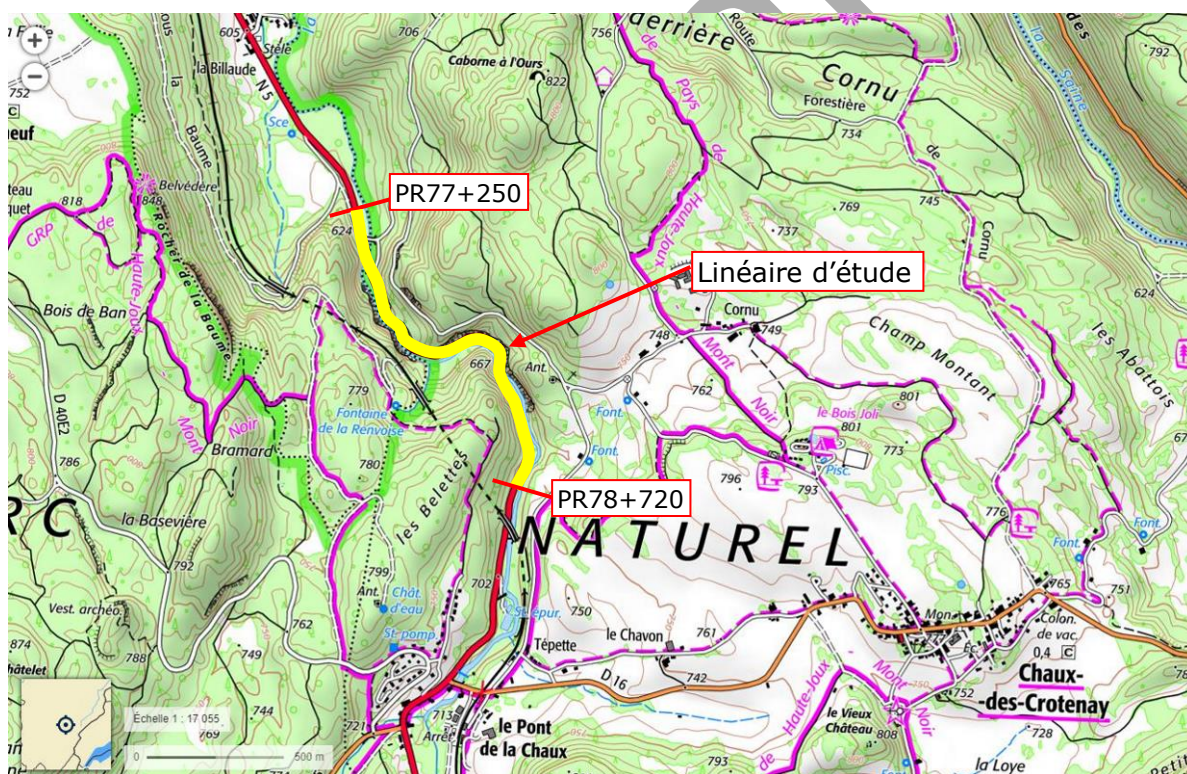
Il s'agit d'une mission de type projet. Cette étude fait suite à une étude d'avant-projet intitulée « 18-347_ II_3b_indA_AVP_Gorges-Lemme » et réalisée par Géolithe en mai 2020.

Les reconnaissances de terrain ont été réalisées en deux temps :

- Les 31 mars et 1^{er} avril 2020 en parcourant les sites à pied ;
- Le 5 et 6 mai 2020 en parcourant les sites à pied et sur corde pour certains secteurs.

1.2 - LOCALISATION

Le site d'étude se trouve sur les communes de Le Vaudioux (39) au Nord et Chaux-des-Crotenay (39) au Sud, en bordure de la RN5, entre les PR77+250 et 78+720.



Localisation de la zone d'étude sur extrait de carte IGN

1.3 - CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Cette étude se place dans le cadre du programme d'amélioration de l'itinéraire RN5 concernant les murs et les falaises, lancé par la DIR Est selon un programme d'action 2018-2022.

Le principe d'action est de remettre en état les dispositifs de protection contre les éboulements rocheux et de mettre en œuvre si nécessaire des compléments de parades.

Les objectifs de cette étude sont de :

- Rappeler le diagnostic de l'étude AVP et les choix du Maître d'Ouvrage pour les parades de sécurisation ;
- Dimensionner les ouvrages passifs de protection contre les éboulements rocheux ;
- Dimensionner le traitement individuel des compartiments ;
- Localiser et implanter les ouvrages ;
- Proposer un phasage des travaux ;
- Préciser les conditions de circulation en phase travaux ;
- Etablir un avant-métré et une estimation financière des travaux.

1.4 - CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE A L'ISSUE DE LA PHASE AVP

A l'issue de la phase AVP, le maître d'ouvrage a fait les choix de traiter les priorités 1 et 2 de travaux proposées au stade AVP.

1.5 - DEFINITION DES ENJEUX

Les enjeux pris en compte sont la RN5, ses infrastructures et ses usagers.

1.6 - DOCUMENTS DE REFERENCE

Documents transmis par le client :

- Programme d'amélioration de l'itinéraire RN5 concernant les murs et les falaises – Programme d'action 2018-2022 – Sous dossier falaises – Rapport de présentation – DCE Moe.

Documents de contexte :

- Carte IGN (échelle 1/25 000)
- Site publié du BRGM (Infoterre)
- Georisques.gouv.fr
- Décrets 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la délimitation du zonage sismique du territoire français.

Etudes précédentes : Etude d'avant-projet de Géolithe « 18-347_ II_3b_indA_AVP_Gorges-Lemme », mai 2020.

1.7 - LIMITES DE L'ETUDE

Le linéaire d'étude s'étend du PR77+250 au PR 78+720 comme suit :

- PR 77+250 au PR77+460 – talus et versant amont à la RN en rive gauche de la Lemme ;
- PR 77+460 au PR 77+530 – pont hors zone d'étude ;
- PR 77+530 au PR 78+270 – talus et versant amont localisés entre le RN et la route communale, en rive droite de la Lemme ;
- PR 78+270 au PR78+305 – pont hors zone d'étude ;
- PR 78+305 au PR 78+720 – talus et versant amont à la RN en rive gauche de la Lemme ;



Implantation des limites de l'étude sur vue aérienne (source : Géoportail)

2 - CONTEXTE GENERAL DU SITE

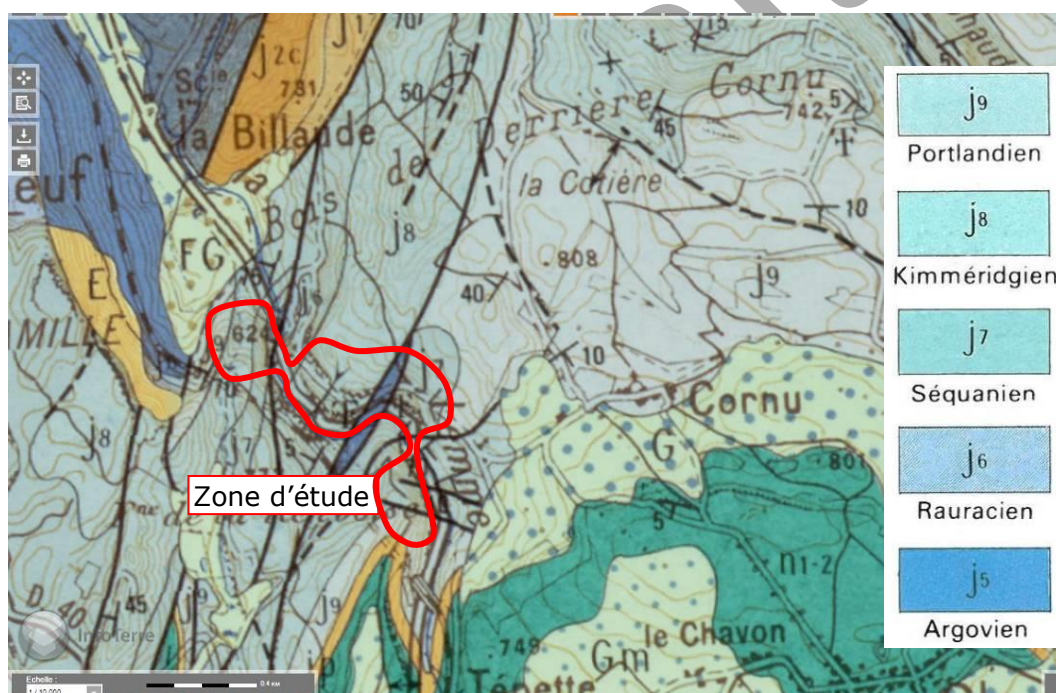
2.1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique de la France à l'échelle 1/50 000 – Feuille de Champagnole, la zone d'étude se situe dans le Jura plissé, au niveau d'une zone faillée au sein de formations calcaires du Kimméridgien.

Les formations identifiées au niveau de la zone d'étude sont les suivantes :

- Des calcaires j5. Formation marno-calcaire de l'Argovien ;
- Des calcaires du Rauraciens j6. Il s'agit de calcaires et marno-calcaires fossilifères ;
- Des calcaires du Séquanien j7. Formation marno-calcaires formant des combes moins pentue que l'on retrouve dans la morphologie des gorges.
- Des calcaires du Kimméridgien j8. C'est cette formation qui domine. C'est un calcaire massif formant des falaises avec par endroits présences d'étages plus tendres ;
- Des calcaires du Portlandien j9 : il s'agit de calcaires massifs à grains fins et de calcaires dolomitisés.

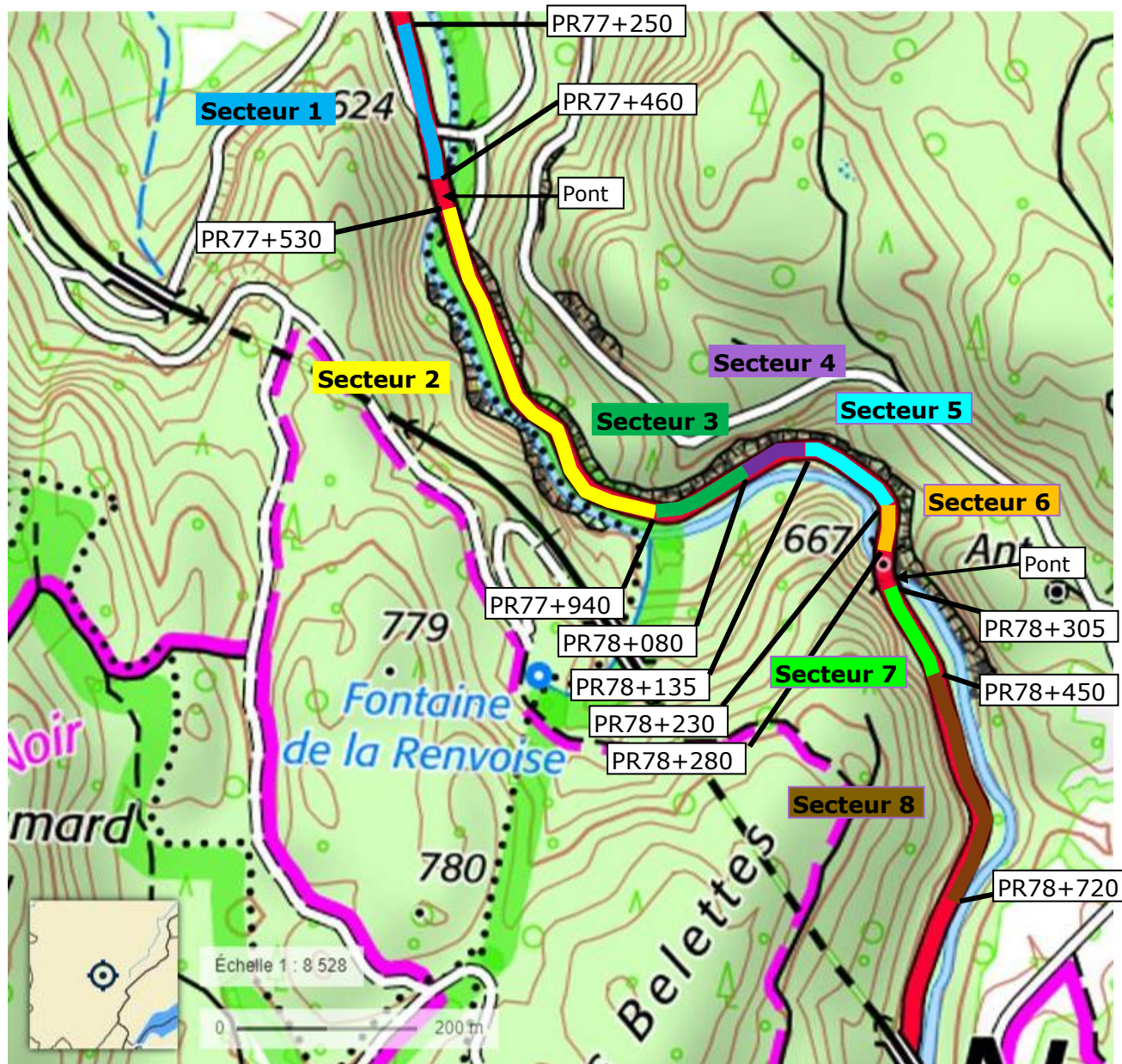
Les terrains présentent globalement un faible pendage orienté vers le nord-ouest.



Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème, feuille de Champagnole
(source : Infoterre – BRGM)

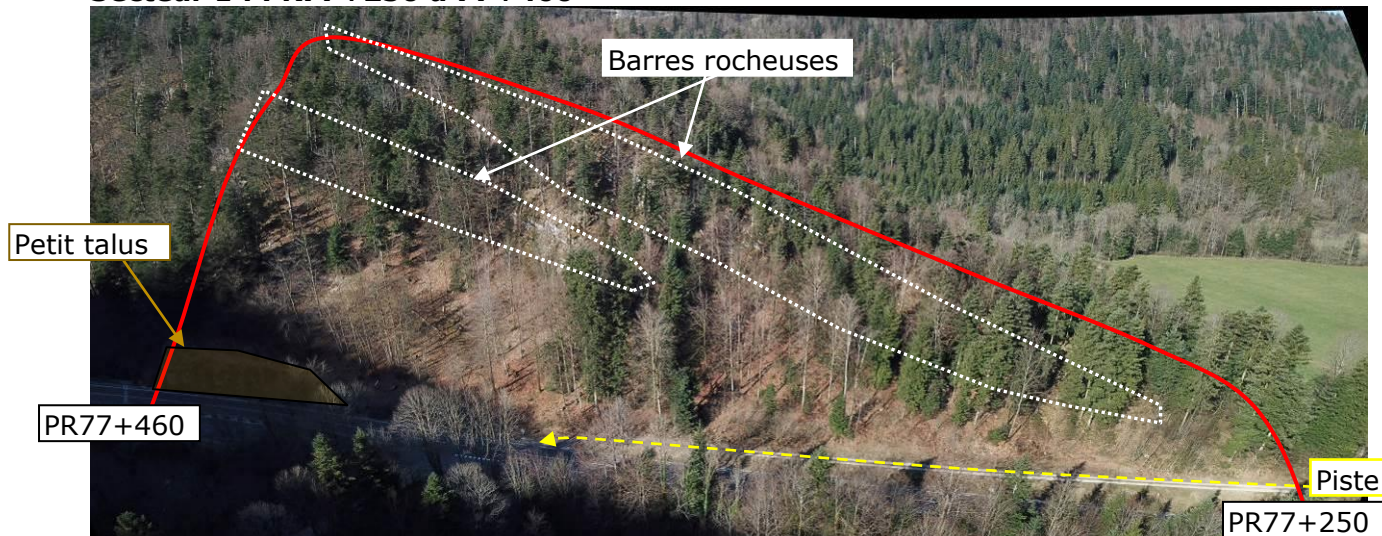
2.2 - CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

Le linéaire étudié a été découpé en huit secteurs de morphologie homogène. Les secteurs sont présentés sur la vue IGN ci-dessous.



Sectorisation de la zone d'étude

Secteur 1 : PR77+250 à 77+460



Vue générale du secteur 1

Ce secteur se situe au début du linéaire, avant le réel début des gorges. Il comprend des éboulis pentés en moyenne à 30° et une barre rocheuse (deux barres successives en partie gauche) pentée à 70° et d'une hauteur moyenne de 20 mètres pour la barre supérieure. Cette barre rocheuse est montante depuis le Nord vers le Sud. Côté Sud du secteur il y a présence d'un petit talus plus raide en bord de route tandis que côté Nord une piste forme un replat.

Secteur 2 : PR77+350 à 77+940



Vue générale du secteur 2

Ce secteur débute après le pont qui franchit la Lemme. On trouve un talus rocheux subvertical, d'une hauteur moyenne de 15 mètres. Plus haut, les terrains sont bien moins pentés (25° en moyenne). On relève quelques affleurements rocheux aux abords directs de la crête. Le versant est boisé jusqu'à la route communale.

Secteur 3 : PR77+940 à 78+080



Vue générale du secteur 3

Ce secteur correspond à une zone de talus rocheux de hauteur variant entre 5 et 10 m. De la tête de ce talus jusqu'en haut du secteur la morphologie est homogène avec présence de nombreux affleurements et barres rocheuses.

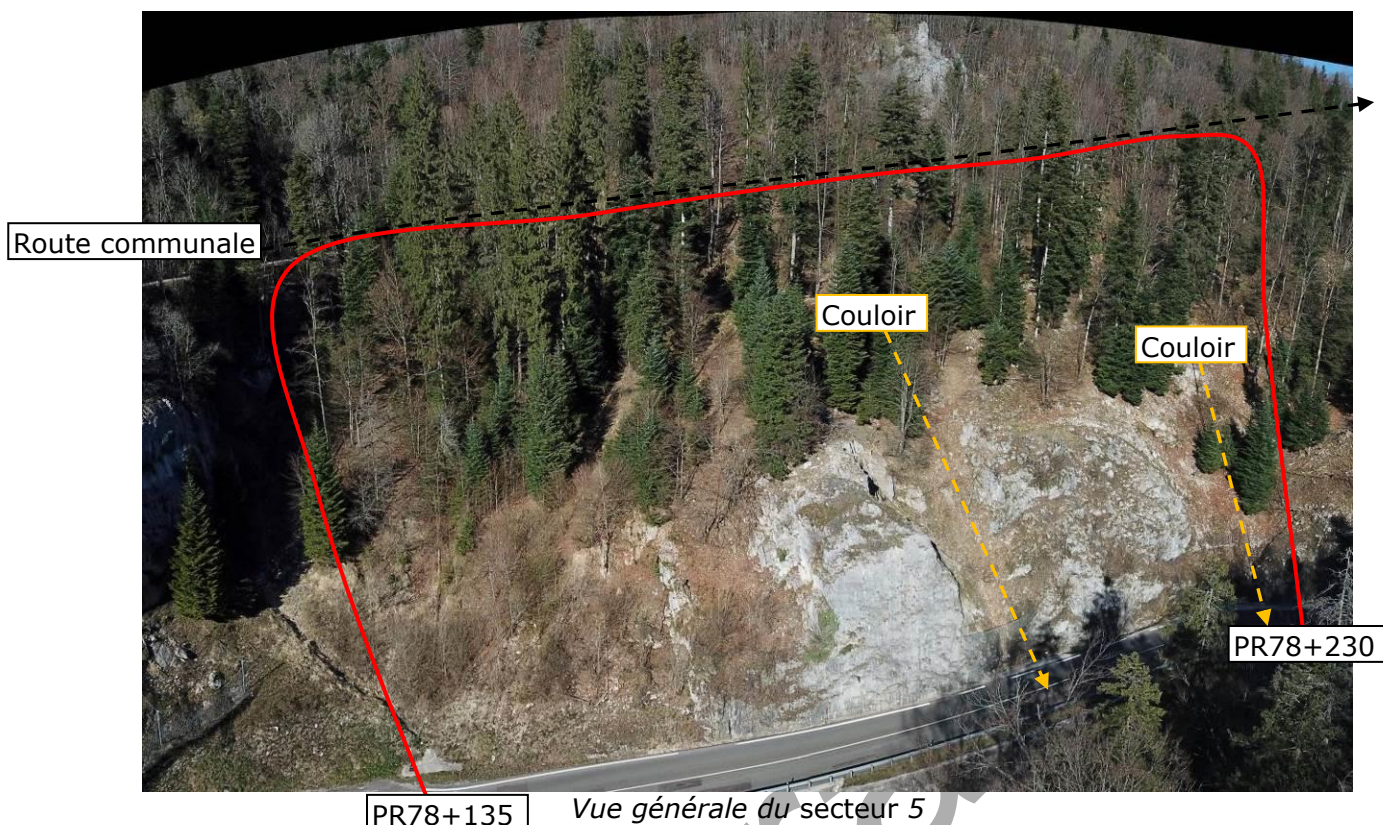
Secteur 4 : PR78+080 à 78+135



Vue générale du secteur 4

Ce secteur est caractérisé par un talus amont à la RN5 peu penté sur une hauteur d'environ 15m dominé par une grande falaise subverticale de 40 mètres de hauteur. Sur la droite du secteur on note la présence d'un petit couloir.

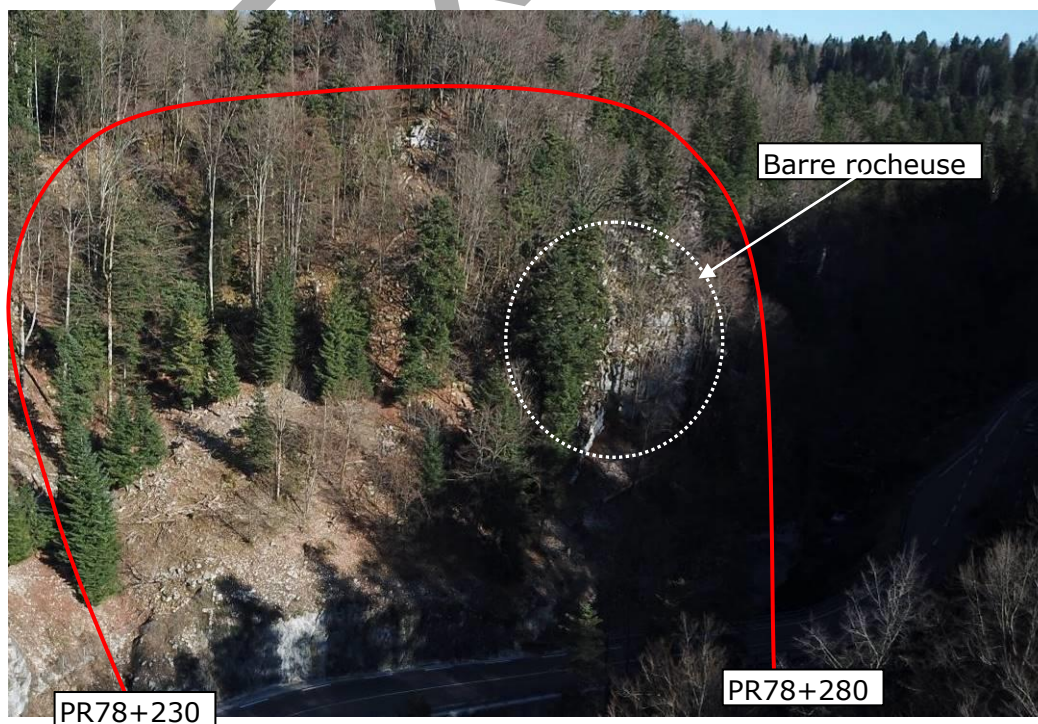
Secteur 5 : PR78+135 à 78+230



PR78+135 Vue générale du secteur 5

Ce secteur est globalement moins penté. Il y a présence d'un talus rocheux d'une hauteur moyenne de 15 mètres. Ce talus rocheux est recoupé par un premier couloir en son centre et un deuxième sur la droite. Sur la gauche du secteur, le talus rocheux n'est pas présent. La pente est constituée d'éboulis à 35° en moyenne (comme en partie haute du secteur).

Secteur 6 : 78+230 à 78+280

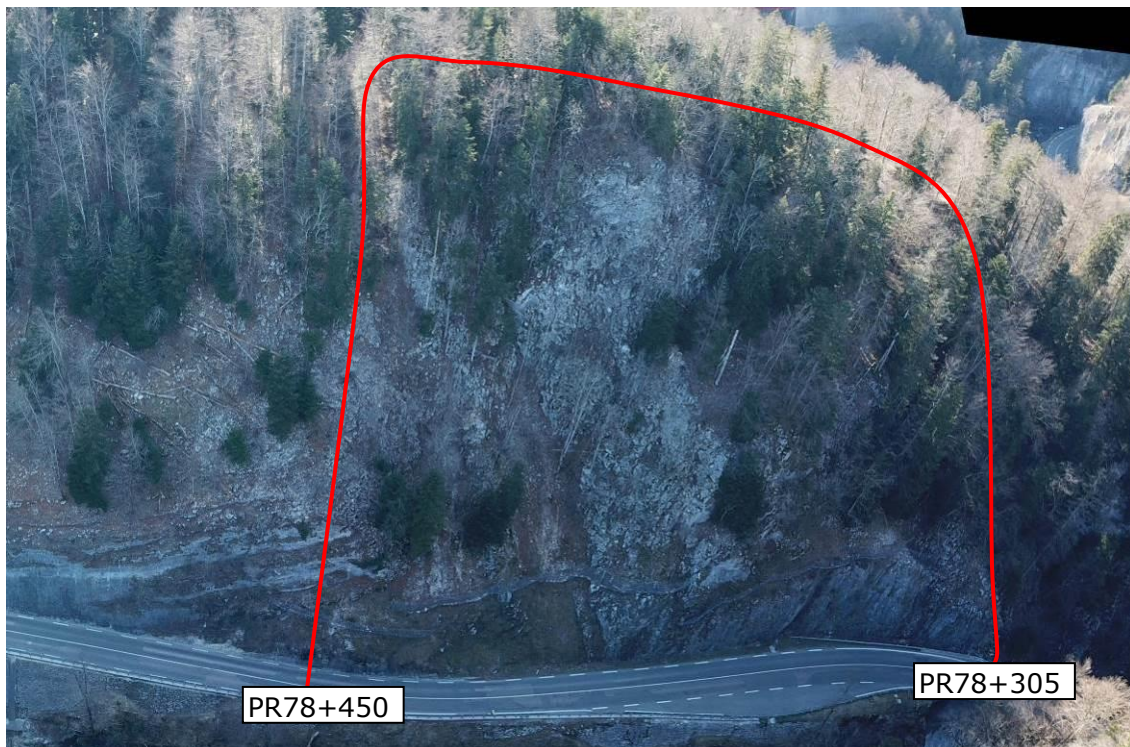


Vue générale du secteur 6

Ce secteur est localisé juste avant le franchissement de la Lemme par la RN. En partie basse il y présence d'un talus rocheux de 5m de hauteur en moyenne. En partir gauche, le versant est

constitué d'éboulis incliné en moyenne à 35° . En partie droite, en milieu de versant, il y a présence d'une barre rocheuse plus raide d'une vingtaine de mètres de hauteur.

Secteur 7 : PR78+350 à 78+450



Vue générale du secteur 7

Sur ce secteur, on trouve un versant faisant environ 80 mètres de hauteur. La RN est dominée par un talus rocheux d'une hauteur moyenne de 10 mètres puis d'un versant globalement rocheux, présentant de nombreux affleurements et barres rocheuses (inclinaison moyenne : 40°).

Secteur 8 : PR78+450 à 78+720



Vue générale du secteur 8

Dernier secteur du site d'étude, il y a présence d'un talus rocheux subvertical de 10 mètres de hauteur. Sur la gauche le est versant incliné en moyenne à 35° et comporte quelques affleurements rocheux. En partie droite, le versant se fait plus raide et plus haut et comporte de nombreux affleurements rocheux.

2.3 - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Lors de la visite sur site, par temps sec, aucune venue d'eau particulière n'a été observée.

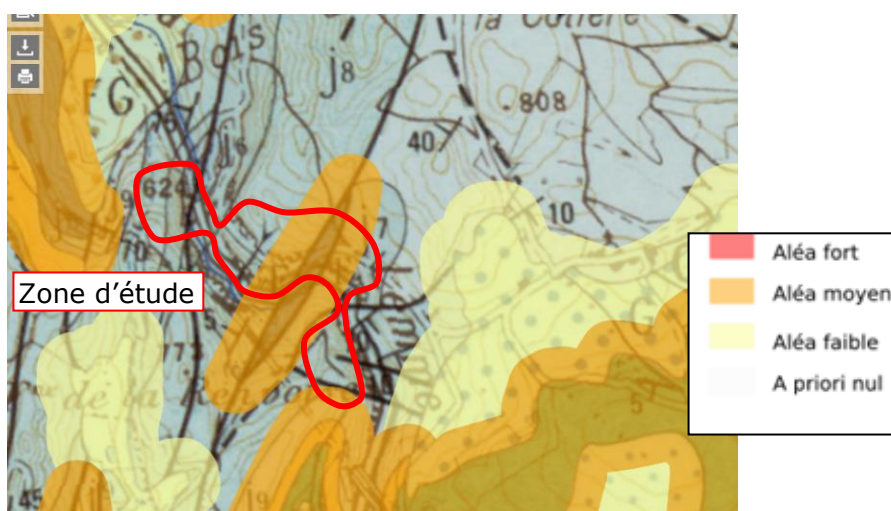
2.4 - CONTEXTE VIS-A-VIS DES RISQUES NATURELS

2.4.1 - Risque sismique

Les communes de Vandieux et Chaux-des-Crotenay se situent en zone de sismicité 3 (modérée) selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

2.4.2 - Aléa retrait gonflement des argiles

D'après la cartographie de Géorisques, une partie de la zone d'étude se trouve en zone d'aléa moyen vis-à-vis du retrait gonflement des argiles. Cette zone pourrait correspondre aux secteurs 5 et 6, moins pentés. Cette classification a peu de conséquences pour l'étude.

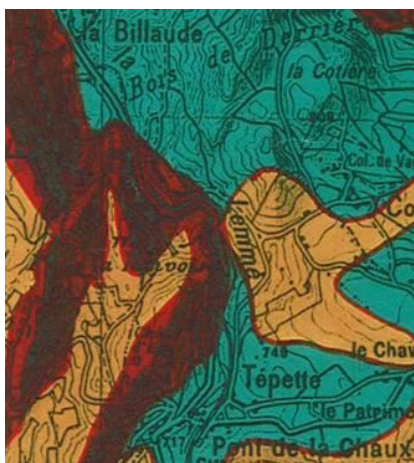


Extrait de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (Source : Géorisques.gouv)

2.4.3 - Aléa mouvement de terrain

D'après la cartographie des mouvements de terrain sur le site de Géorisques, aucun mouvement de terrain n'est recensé dans la zone d'étude.

D'après l'atlas des risques géologiques du Jura, l'ensemble de la zone d'étude est classée en risque majeur (mouvements en cours ou à très forte probabilité) vis-à-vis de l'aléa mouvement de terrain.

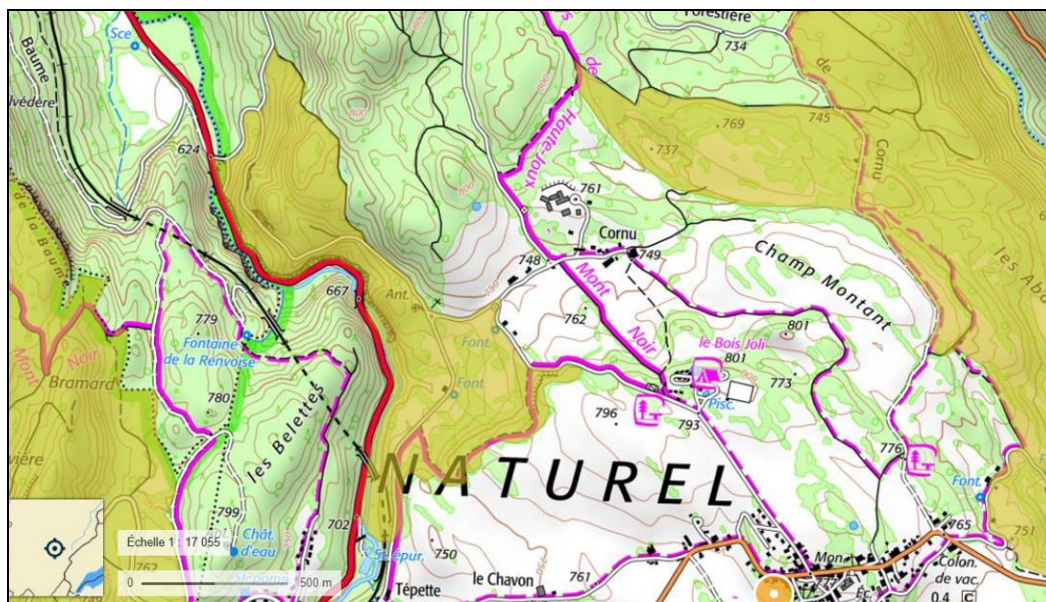


Extrait de la carte d'aléa mouvement de terrains (Source : jura.gouv)

2.5 - ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET REGLEMENTAIRES

2.5.1 - Sites NATURA 2000

Tous les versants localisés en rive droite de la Lemme sont en zone NATURA 2000 directives habitats (ID :4301328) et oiseaux (ID : FR4312023). Cela concerne les secteurs n°2 à 6 inclus.



Implantation des zones Natura 2000 (source : Geoportail.fr)

2.5.2 - Parcs naturels

A l'exception du secteur 1, la zone d'étude se situe intégralement dans le Parc Naturel Régional du Haut-Jura (FR8000015).

3 - RAPPELS DE L'AVP

3.1 - DIAGNOSTIC DES OUVRAGES EXISTANTS

3.1.1 - Relevé des ouvrages

Plusieurs ouvrages sont déjà en place le long du linéaire d'étude. Le tableau ci-dessous présente les ouvrages relevés, ainsi que quelques caractéristiques générales relevées lors de nos reconnaissances.

Caractéristiques				
Nom	PR début	L.(m)	H. moy.(m)	Caractéristiques
GPL1	77+420	60	10	DT 60*80 - câbles 12mm
BG1	77+420	60	0.8	DT 60*80 - câbles 12mm Tube non scellés
GPL2	77+530	120	12	DT 60*80 - câbles 12mm
GPL3	77+665	360	15	DT100*120
AN1	77+665	Sur 360ml	-	Une centaine.
AN2	77+910	Sur 20ml	-	Une dizaine. Diam 25.
BG2	77+940	70	2	DT 100*120 - câbles 12mm Tube diam 100mm
EF1	78+025	30	3	Ecran dynamique
EF2	78+050	20	3	Ecran dynamique
EF3	78+025	20	3	Ecran dynamique
GPL4	78+045	25	40	Deltax / DT60*80 / DT100*120
EF4	78+060	80	3	Ecran dynamique
BG3	78+110	20	3	DT 60*80 - câbles 16mm Poteau type IPN
BG4	78+160	15	0.5	DT 60*80 - câbles 12mm
GPL5	78+160	50	15	DT 60*80 - câbles 12mm Avaloir double nappe au milieu
BG5	78+220	10	1.5	DT 100*120 - câbles 12mm Tube diam 100mm
GPL6	78+230	35	7	DT 100*120 - câbles 12mm Avaloir double nappe au milieu
GPL7	78+305	415	12	DT 100*120 - câbles 12mm
EF5	78+320	50	2.5	Ecran dynamique
EF6	78+370	60	4	Ecran dynamique
EF7	78+420	30	2,5	Ecran statique
BG6	78+435	170	1,50	ST 50*50. Câble 8mm Poteau non scellés

Légende :

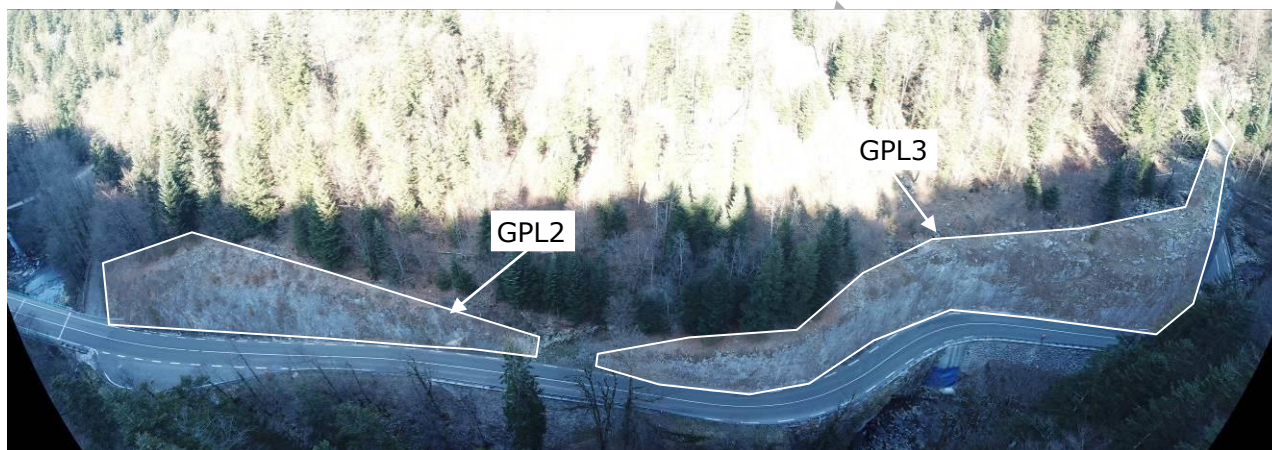
- AN : Ancrages de confortement ;
- BG : barrière grillagée ;
- GPL : Grillage plaqué ;
- EF : Ecran de filet.

A noter que le relevé des ancrages de confortement n'est pas exhaustif.

Les ouvrages sont implantés sur les vues photographiques ci-dessous.



Implantation des ouvrages - secteur 1

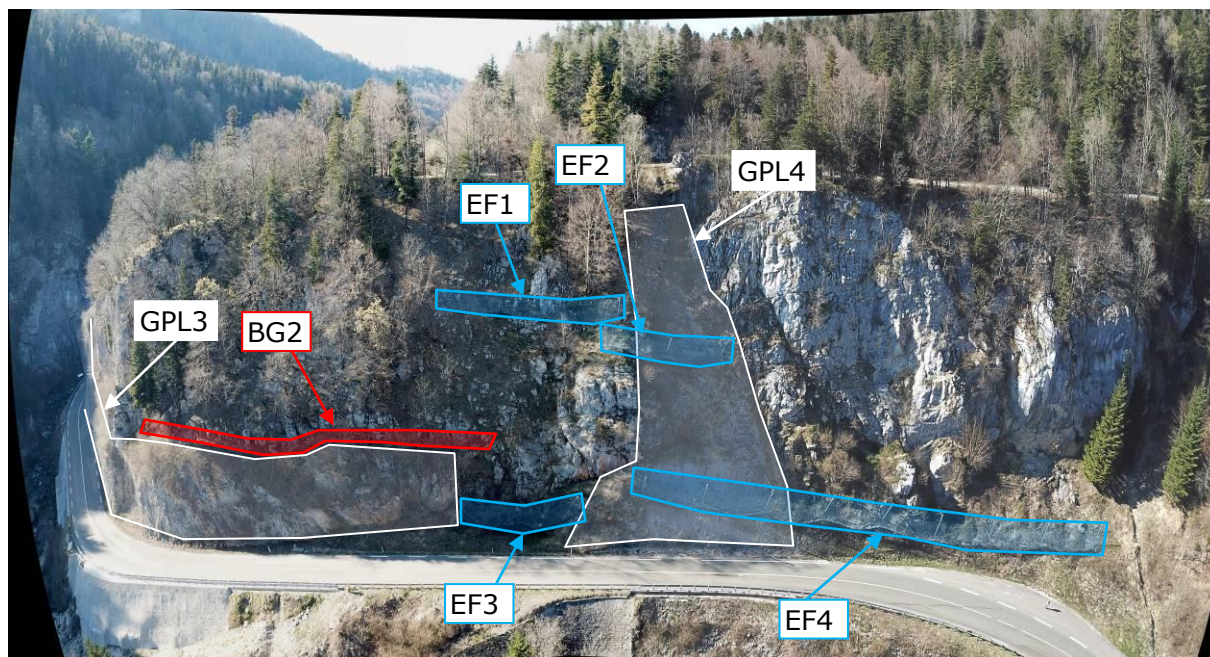


Implantation des ouvrages - secteur 2

Les ancrages AN1 sont répartis à divers endroits sous le grillage GPL1.



Implantation des ouvrages – secteurs 2 et 3



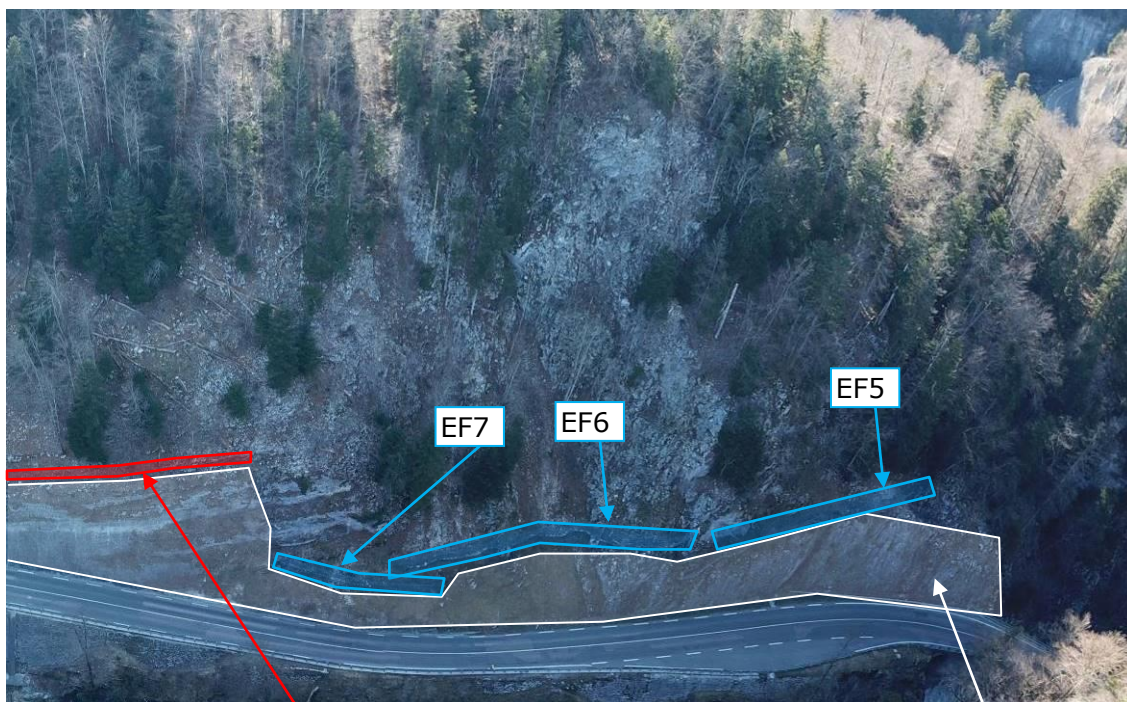
Implantation des ouvrages – secteurs 3 et 4



Implantation des ouvrages – secteurs 5



Implantation des ouvrages – secteurs 6



Implantation des ouvrages – secteurs 7 et 8



Implantation des ouvrages – secteurs 8

3.1.2 - Diagnostic des boulons d'ancrages

Globalement, l'ensemble de boulons d'ancrages relevés sont en bon état. Certains présentent une légère corrosion.



Boulons d'ancrages AN2

Niveau de service des ancrages : Bon

3.1.3 - Diagnostic des grillages plaqués

3.1.3.1 - Grillage GPL1 : PR77+400

L'ouvrage est assez ancien.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Quelques déchirures dans le grillage ;
- Quelques pierres en rétention dans la nappe ;
- Corrosion des câbles, serre-câbles et têtes d'ancrages ;
- Corrosion de nappe en milieu d'ouvrage ;
- Nappe arrachée au PR 77+400 (défaut de fixation) ;
- En tête, grillage fixé avec des tubes métalliques ;
- Végétation dense sur 1/3 de l'ouvrage.



Niveau de service : Moyen

3.1.3.2 - Grillage GPL2 : PR77+530

L'ouvrage est assez ancien.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Quelques déchirures dans le grillage ;
- En tête, grillage fixé avec des tubes métalliques ;
- Câble de pied mal fixé ;
- Végétation dense sur 2/3 de l'ouvrage.
- Légère corrosion des serre-câbles et têtes d'ancrages ;
- Quelques compartiments rocheux pouvant dépasser la capacité du grillage.



Niveau de service : Moyen

3.1.3.3 - Grillage GPL3 : PR77+665

L'ouvrage est récent.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Quelques déchirures dans le grillage ;
- Quelques pierres et poches de matériaux en rétention dans la nappe ;
- Végétation dense sur la partie droite de l'ouvrage ;
- Quelques compartiments rocheux pouvant dépasser la capacité du grillage.



Niveau de service : Bon

3.1.3.4 - Grillage GPL4 : PR78+045

L'ouvrage comprend plusieurs types de grillage. Il a sûrement été réalisé en plusieurs temps.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Une poche de matériaux en tête ;
- Poche de matériaux en pied ;
- Défaut de plaquage en pied (propagation des pierres sur la chaussée).



Niveau de service : Moyen

3.1.3.5 - Grillage GPL5 : PR78+160

L'ouvrage est récent.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Quelques déchirures dans le grillage ;
- Quelques pierres et poches de matériaux en rétention dans la nappe ;
- Végétation dense sur la partie gauche de l'ouvrage.



Niveau de service : Bon

3.1.3.6 - Grillage GPL6 : PR78+230

L'ouvrage est assez récent.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Une déchirure en pied de grillage ;
- Corrosion avancée de certains serre-câbles et du câble de pied ;
- Quelques pierres et poches de matériaux en rétention dans la nappe.



Niveau de service : Moyen

3.1.3.7 - Grillage GPL7 : PR78+305

L'ouvrage est assez récent, globalement fonctionnel et par endroits plus sollicité.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Plusieurs poches de matériaux, dont certaines conséquentes ;
- Corrosion de nombreux serre-câbles notamment en pied ;
- Quelques déchirures en pied de grillage ;
- Végétation dense et arbustive par endroit ;
- Un défaut de plaquage en pied.



Niveau de service : Moyen

3.1.4 - Diagnostic des barrières grillagées

3.1.4.1 - Barrière BG1 : PR77+400

Comme le grillage plaqué GPL1 qui est sous l'ouvrage, la barrière est ancienne. Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Barrière implantée sur tubes non scellés ;
- Barrière fixée sur un tronc d'arbre coupé ;
- Quelques pierres dans la nappe.



Niveau de service : Moyen

3.1.4.2 - Barrière grillagée BG2 : PR77+940

L'ouvrage est récent et est adapté pour reprendre les pierres et petits blocs. Le versant est actif et l'ouvrage est assez rempli.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Haubans détendus ;
- 10m³ de matériaux dans la barrière au total. Nappe en charge par endroit. Hauteur utile réduite.



Niveau de service : Moyen

3.1.4.3 - Barrière grillagée BG3 : PR78+110

L'ouvrage est ancien et fortement sollicité.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Câble de tête sectionné ;
- 4m³ en charge dans la nappe.



Niveau de service : Insuffisant

3.1.4.4 - Barrière grillagée BG4 : PR78+160

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Quelques pierres dans la nappe (0,5m³)

Niveau de service : Bon

3.1.4.5 - Barrière grillagée BG5 : PR78+220

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Défaut de plaquage du grillage. Les pierres passent dessous.
- 2m³ de matériaux dans la barrière. Nappe en charge par endroit.



Niveau de service : Insuffisant

3.1.4.6 - Barrière grillagée BG6 : PR78+435

L'ouvrage est ancien et fortement sollicité.

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Nombreuses pierres dans la nappe le long de l'ouvrage ;
- Un poteau tordu ;
- Un module HS suite à l'impact d'un bloc de 200L qui a dépassé la capacité de l'ouvrage. (DIR informée sur la nécessité d'intervenir en urgence. Mail du 07/05/2020).



Niveau de service : Insuffisant

3.1.5 - Diagnostic des écrans

3.1.5.1 - Ecrans EF1 et EF2 – PR78+025 et PR78+050

Les ouvrages ont été réalisés lors de la même campagne de sécurisation.

Les désordres suivants ont été relevés sur les deux écrans :

- Corrosion hétérogène de la nappe ;
- Corrosion des haubans avals et de certains serre-câbles ;
- Quelques pierres et blocs dans la nappe.

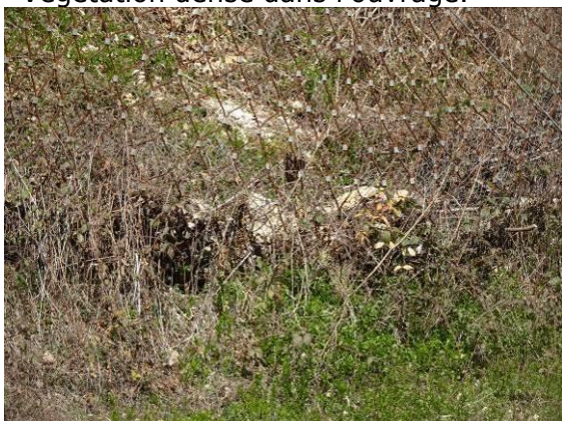


Niveau de service : Bon

3.1.5.2 - Ecrans EF3 – PR78+025

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Corrosion hétérogène de la nappe ;
- Corrosion des haubans avals et de certains serre-câbles ;
- Quelques pierres et blocs dans la nappe ;
- Végétation dense dans l'ouvrage.



Niveau de service : Bon

3.1.5.3 - *Ecrans EF4 – PR78+060*

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- 1 m3 en rétention dans les modules ;
- Grillage de doublage seulement à mi-hauteur sur les modules 3 à 5 inclus.



NB : Au vu la morphologie, le risque de lob de l'écran est quasi certain lors de certains évènements.

Niveau de service : Bon du point de vue structurel, Moyen (ou insuffisant ?) du point de vue de l'interception

3.1.5.4 - *Ecrans EF5 – PR78+320*

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- Pierres et petits blocs en rétention dans les modules (500L en tout) ;
- Légère corrosion des serre-câbles et manilles ;
- Grillage de doublage qui monte jusqu'à seulement 1mètre de hauteur ;
- Haubans amont et latéraux corrodés (câble 8mm), 6*3*8ml au total.



Niveau de service : Moyen

3.1.5.5 - *Ecrans EF6 – PR78+370*

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- 1m³ de matériaux en rétention dans un module ;
- Troncs + matériaux en charge dans un autre module (déformation de la nappe) ;
- Très légère corrosion des serre-câbles et manille.



Niveau de service : Bon

3.1.5.6 - *Ecrans EF7 – PR78+420*

Les désordres suivants ont été relevés sur l'ouvrage :

- 250L de matériaux en rétention dans les modules ;
- Légère corrosion des serre-câbles ;
- Grillage de doublage qui ne remonte pas jusqu'en haut du module.



Niveau de service : Bon

3.1.6 - Tableau récapitulatif des désordres

Le tableau ci-dessous récapitule les désordres observés par ouvrage et le niveau de service de chaque ouvrage :

Désordres								Niveau de service
Nom	Corrosion	Déchirures	Encombrement	Végétation	Structure	Montage	Commentaire	
GPL1	Câbles et serres-câbles Tête d'ancrages et nappe	Quelques déchirures dans le grillage Sur toute la hauteur en partie droite	Quelques pierres	Dense (1/3 de l'ouvrage)	Pas de câble de tête - barres métalliques	Non plaqué sur les côtés	-	Moyen
BG1	-	-	1 bloc 50L	-	Poteau de type tube creux non scellés 1 poteau sur un tronç	-	Semble sous-dimensionné au regard du versant	Moyen
GPL2	Tête d'ancrages	Quelques déchirures dans le grillage	-	Dense (2/3 de l'ouvrage)	Pas de câble de tête - barres métalliques	Câble de pied non fixé / mal fixé	2 compartiments qui dépassent potentiellement la capacité	Moyen
GPL3	Ancrages Serres câbles	Quelques déchirures dans le grillage	Quelques pierres Quelques poches en pieds	Dense sur la droite (1/10 de l'ouvrage)	-	-	6 compartiments qui dépassent potentiellement la capacité En extrémité droite, la fin du talus n'est pas sécurisée	Bon
AN1	-	-	-	-	-	-	-	Bon
AN2	-	-	-	-	-	-	-	Bon
BG2	-	-	10m3 Nappe en charge	-	-	2 hanbans détendus	Semble sous-dimensionné au regard du versant	Moyen
EF1	Nappe - Serres câbles Câbles haubans aval	-	Quelques pierres	-	-	-	-	Bon
EF2	Nappe - Serres câbles Câbles haubans aval	-	Quelques pierres	-	-	-	-	Bon
EF3	Nappe - Serres câbles Câbles haubans aval	-	0.5m3	Très dense	-	-	Absence de grillage de doublage	Bon
GPL4	-	-	1 poche de 2m3 en tête 2m3 en pied	-	-	En pied, le placage n'est pas parfait, des pierres passent.	-	Moyen
EF4	-	-	1m3	-	-	-	Grillage de doublage jusqu'à mi-module pour les modules 3 à 5 Lob de l'écran quasi certain pour certains phénomènes	Bon
BG3	-	Haut de la nappe	4m3 Nappe en charge	-	Câble de tête sectionné	-	-	Insuffisant
BG4	-	-	Quelques pierres (0,5m3)	-	-	-	-	Bon
GPL5	-	Quelques déchirures dans le grillage	Quelques pierres 1 poche en pied (0.5m3)	Dense sur la gauche	-	-	-	Bon
BG5	-	-	3m3 Nappe en charge	-	-	Defaut de plaquage Les pierres passent dessous	-	Insuffisant
GPL6	Cable de pied Serre-câbles et ancrages	1 Déchirure en pied	Quelques pierres	-	-	-	-	Moyen
GPL7	Serre-câbles Ancrages de plaquage	Queqlues déchirures en pied	Plusieurs poches dont certaines conséquentes	Dense par endroit. (1/5 de l'ouvrage)	-	Un défaut de plaquage en pied au PK78+500	-	Moyen
EF5	Manilles et serre-câbles Câble des haubans	-	Quelques pierres et blocs	-	-	Grillage de doublage qui va seulement jusqu'à 1m de haut	-	Moyen
EF6	Manilles et serre-câbles légèrement	-	1m3 dans un module, troncs et blocs dans un autre	-	-	-	-	Bon
EF7	Quelques serre-câbles	-	250L en tout	-	-	grillage de doublage qui ne va pas jusqu'en haut du filet	-	Bon
BG6	-	1 module HS	Nombreuses pierres le long de l'ouvrage. Quelques blocs	Légère en amont par endroit	1 poteau tordu 1 module HS	-	Sous dimensionné au regard de certains aléas en versant, surtout en extrémité droite.	Insuffisant

3.2 - DIAGNOSTIC DES EBOULEMENTS ROCHEUX

Le diagnostic complet des éboulements rocheux est présenté dans l'étude d'AVP. Les éléments présentés ici sont des rappels de l'AVP.

3.2.1 - **Rappel de la méthodologie**

Le diagnostic est établi sur la base des reconnaissances de terrain, avec un inventaire de chaque type de phénomène.

Les classes de phénomènes et leurs volumes associés utilisés dans ce rapport sont les suivants :

Classe de phénomène	Volume
Pierres	0.01 à 0.1 m ³
Blocs	0.1 à 2 m ³
Masses	2 à 20 m ³
Grandes masses	20 à 100 m ³
Très grandes masses	> 100 m ³

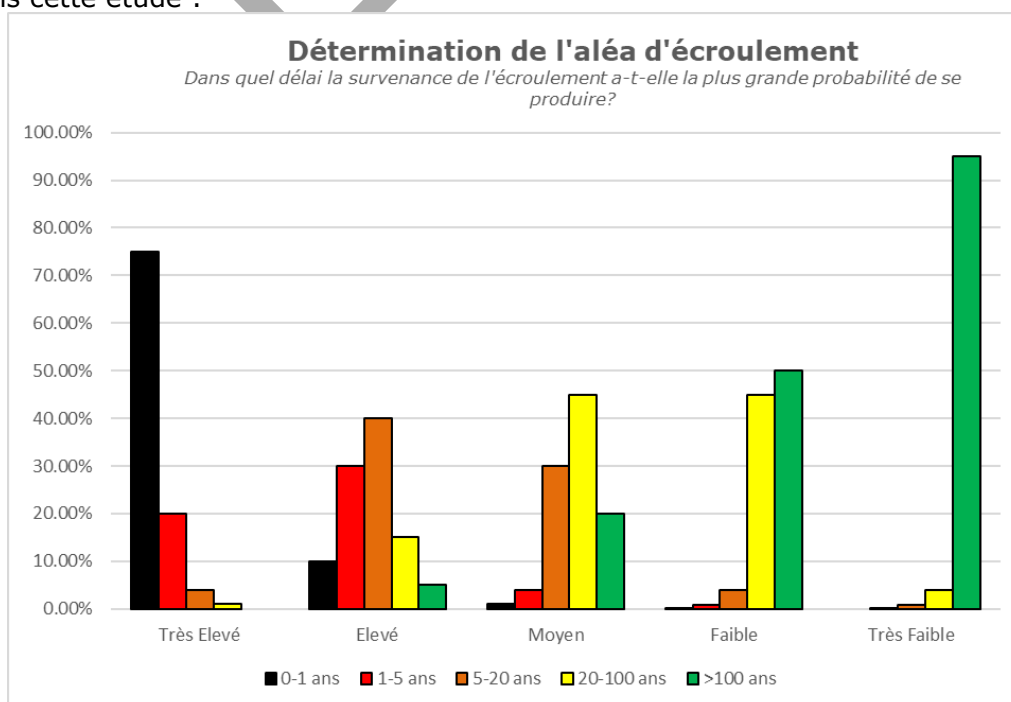
Les instabilités relevées sur le site lors des reconnaissances sont caractérisées par leur volume initial, leur volume résiduel (après fragmentation), leur mécanisme de rupture potentiel et leur aléa d'écroulement individuel, qui définit le niveau d'instabilité du compartiment. Celui-ci est déterminé de manière experte en déterminant la période dans laquelle l'écroulement du compartiment a la plus grande probabilité de se produire.

Les critères pris en compte pour estimer l'aléa d'écroulement sont :

- le contexte géologique global ;
- les données structurales (fractures existantes, orientation, ouverture, remplissage, rugosité des épontes des discontinuités) ;
- la géométrie externe du compartiment et la position de son centre de gravité ;
- le mécanisme de rupture en jeu.

D'autres facteurs comme les intempéries, les circulations d'eau, la végétation peuvent également être pris en compte.

Le graphique ci-dessous permet de comprendre la signification de l'aléa d'écroulement tel que défini dans cette étude :



Un **aléa de départ** est ensuite déterminé pour chaque secteur et chaque classe d'instabilité. Il correspond à la probabilité annuelle de survenance d'au moins un événement de la classe d'instabilité considérée.

Niveau d'aléa		
Très Elevé	80%	Annuelle
Elevé	20%	Annuelle à quinquennale
Moyen	5%	Quinquennale à vingtennale
Faible	1%	Vingtennale à centennale
Très Faible		supra-centennale

L'aléa de départ est calculé en fonction :

- du linéaire de la zone de départ,
- du nombre de compartiments,
- de l'aléa d'écroulement des compartiments relevés.

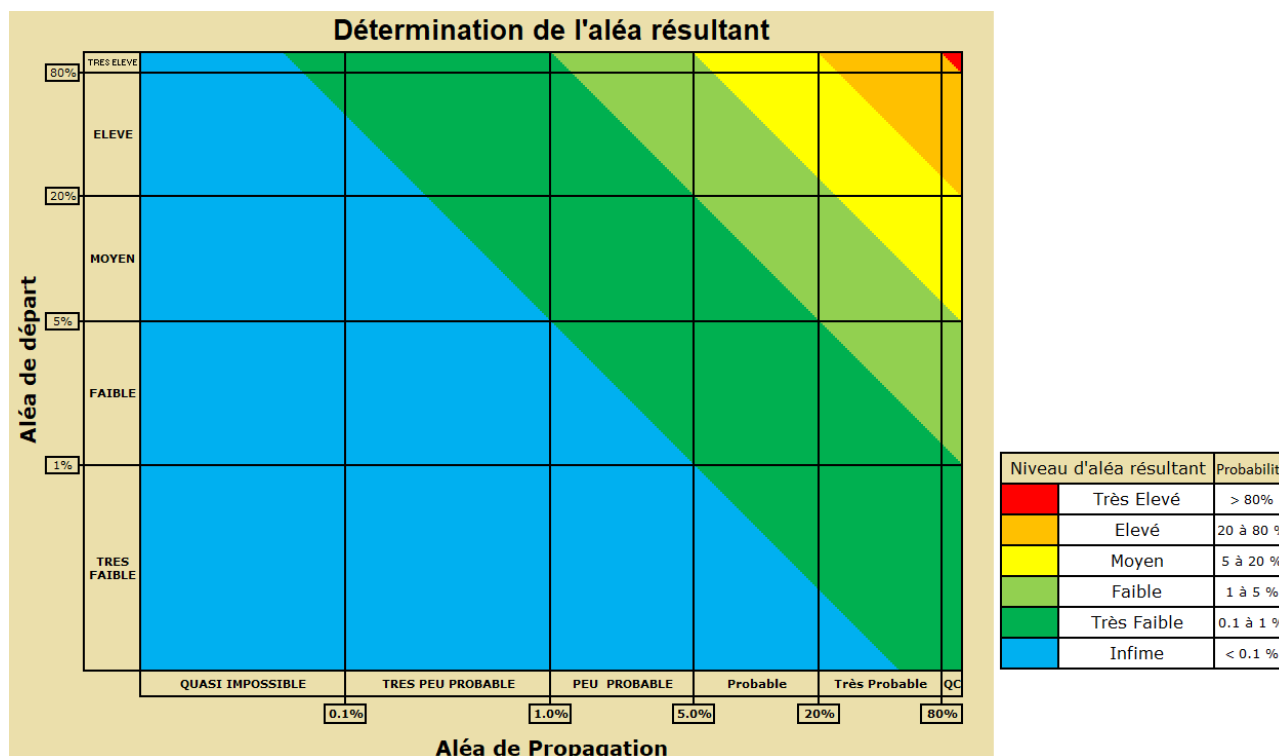
Pour permettre de pouvoir comparer les secteurs entre eux, une longueur de référence est prise en compte. La longueur de référence considérée est de 30 mètres.

Pour chaque enjeu, il est ensuite déterminé la **probabilité de propagation** de chaque classe de phénomène. Cette propagation est estimée de manière experte sur les secteurs présentant une topographie simple, ou par étude trajectographique dans le cas de la présence d'un versant à la topographie complexe. Les niveaux d'aléa de propagation en fonction des probabilités de propagation sont définis dans le tableau ci-dessous :

Aléa de propagation	
Quasi Certain	80%
Très Probable	20%
Probable	5%
Peu probable	1%
Très Peu Probable	0.10%
Quasi Impossible	

L'**aléa résultant** correspond à la probabilité annuelle qu'un événement de la classe d'instabilité considérée atteigne les enjeux. Il est déterminé par classe d'instabilité en multipliant l'aléa de départ et l'aléa de propagation. Il est calculé pour la longueur de référence de 30 mètres.

Le graphique ci-dessous synthétise la détermination de l'aléa résultant :



Une pseudo-période de retour peut être définie pour l'aléa résultant :

- Très Elevé : Période de retour annuelle
- Elevé : Période de retour annuelle à quinquennale
- Moyen : Période de retour quinquennale à vingtennale
- Faible : Période de retour centennale à vingtennale
- Très Faible : Période de retour supra-centennale

Un **aléa résultant global** est ensuite déterminé par secteur en tenant compte des aléas résultants de chaque classe d'instabilité. Une pondération est considérée pour les pierres pour éviter que cette classe d'instabilité, qui est en général sur-représentée en nombre, ne puisse aggraver le niveau d'aléa résultant global pour un secteur donné.

3.2.2 - Relevé des principales instabilités potentielles

Les instabilités potentielles relevées en talus et en versant sont repérées sur les vues générales ci-dessous. Le relevé des instabilités a pour objectif d'illustrer l'aléa de départ et ne peut pas être considéré comme exhaustif.

Chaque instabilité potentielle est caractérisée dans une fiche compartiment, disponible en Annexe 1.

Nous avons relevé des compartiments :

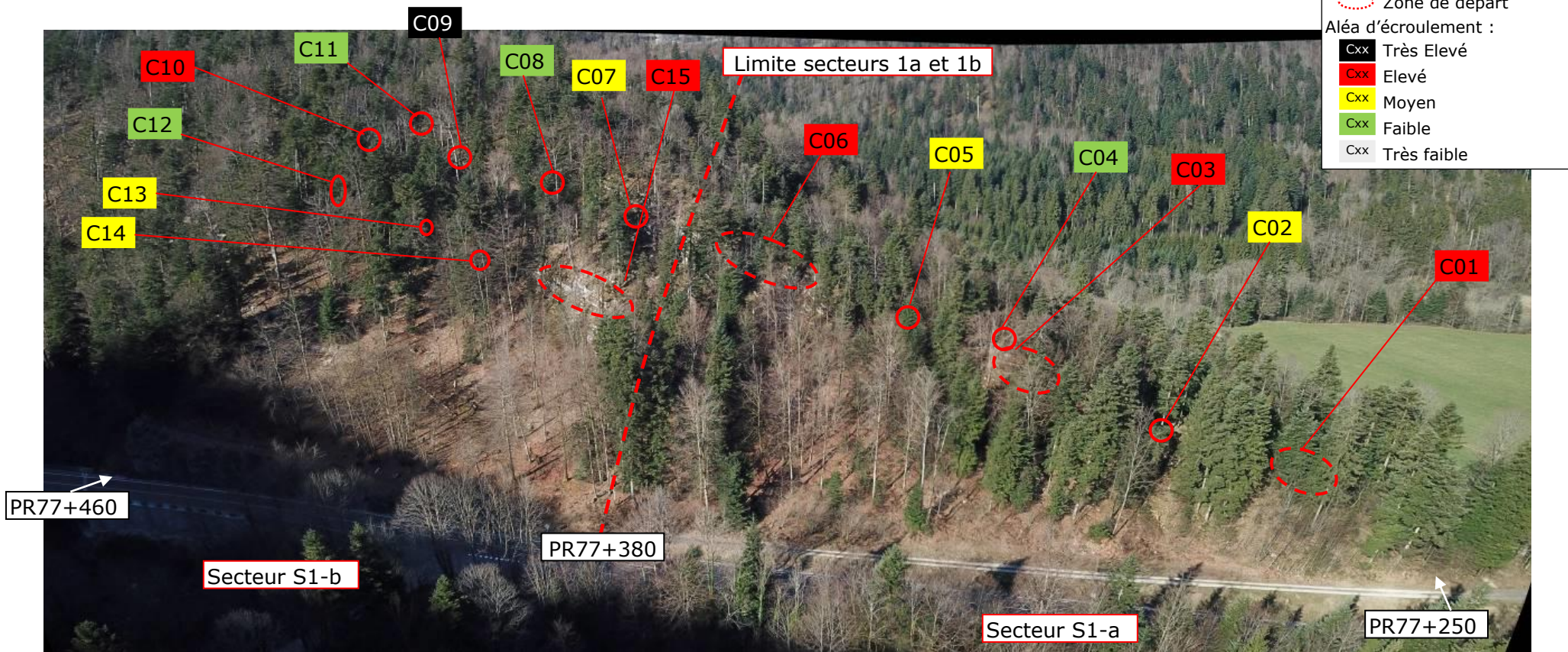
- Au niveau des zones où il n'y a pas d'ouvrages ;
- Au niveau des zones où il peut y avoir lob ou dépassement de la capacité énergétique des ouvrages.

Au droit des écrans de filets nous n'avons pas relevé de compartiments car nous considérons que les ouvrages ont été correctement dimensionnés sauf :

- Au droit de EF4 : risque de lob de l'écran ;
- Au droit de EF5 : risque de lob de l'écran ;
- Au droit de EF6 : risque de lob de l'écran pour les compartiments localisés en tête de versant.

Extrait

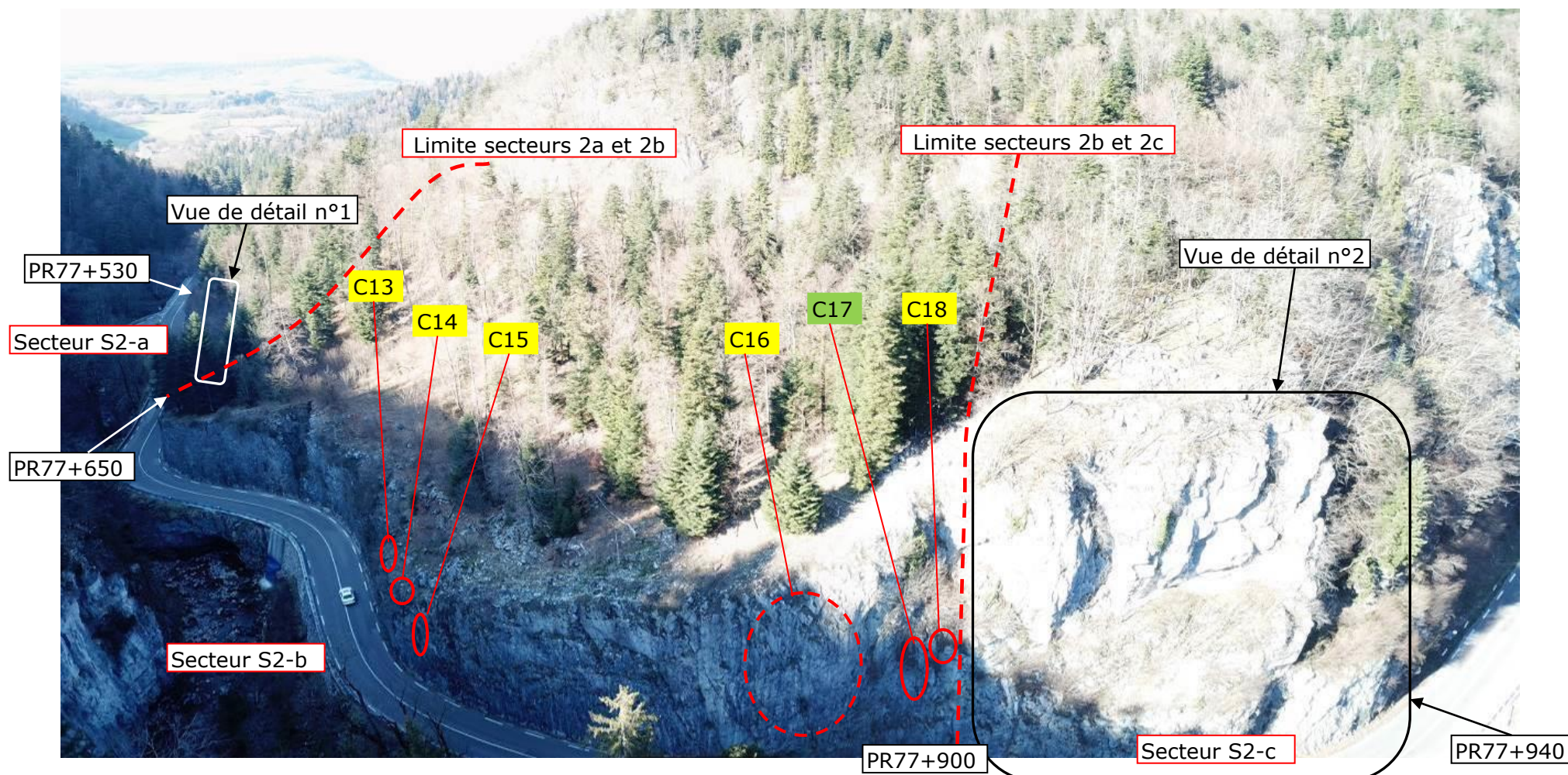
3.2.2.1 - Secteur 1



Du fait de la légère différence de morphologie sur le secteur (présence d'une piste en partie droite et versant moins haut), ce dernier a été subdivisé en deux sous-secteurs :

- S1-a : PR77+250 à 77+380 ;
- S1-b : PR77+380 à 77+460.

3.2.2.2 - Secteur 2

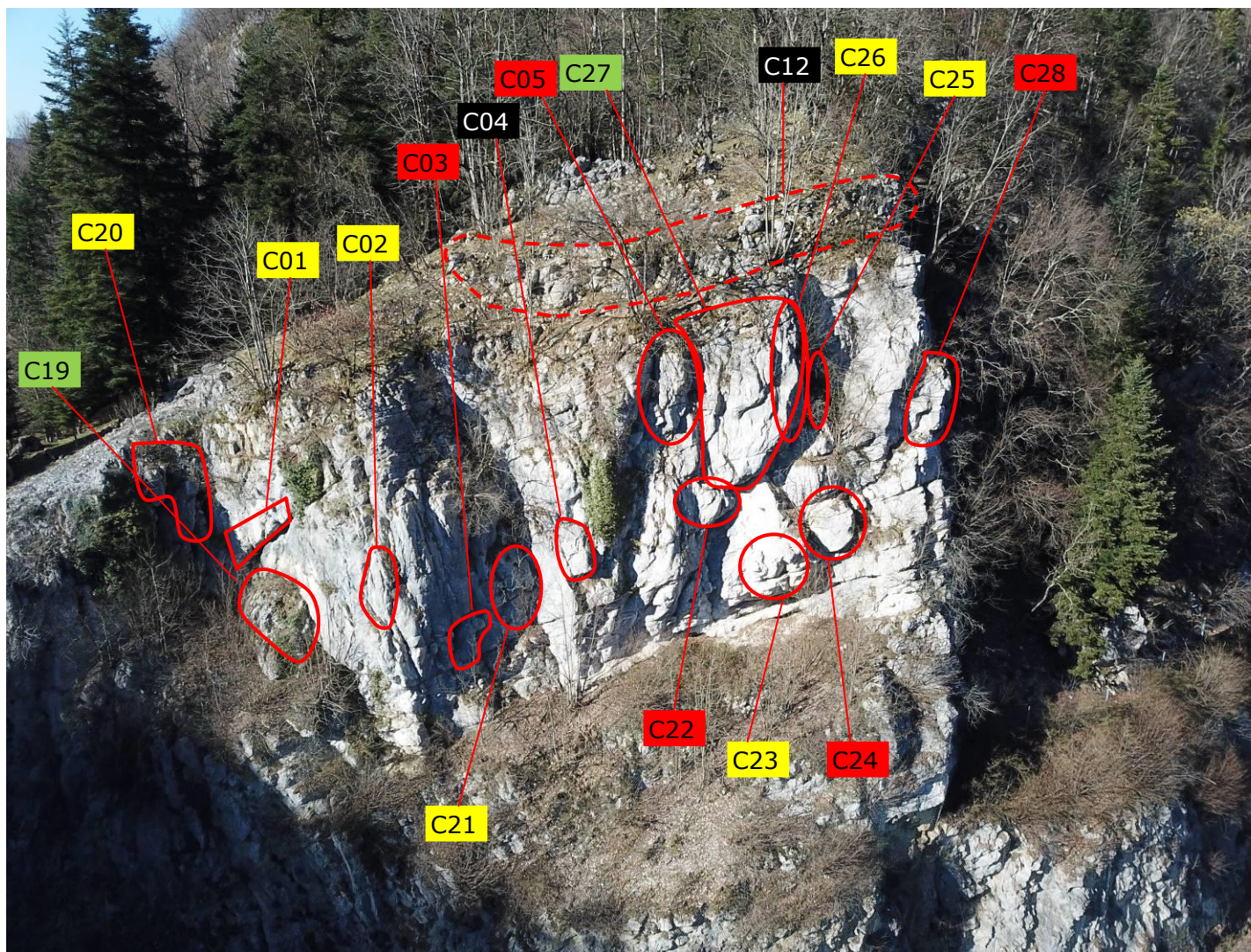


Sur la gauche du secteur, il y a un petit versant penté à 35° (non présent sur le reste du secteur) et sur la partie droite la hauteur est plus élevée (+ absence de grillage). Le secteur a donc été subdivisé en trois sous-secteurs :

- S2-a : PR77+530 à 77+650 ;
- S2-b : PR77+650 à 77+900 ;
- S2-c : PR77+900 à 77+940.

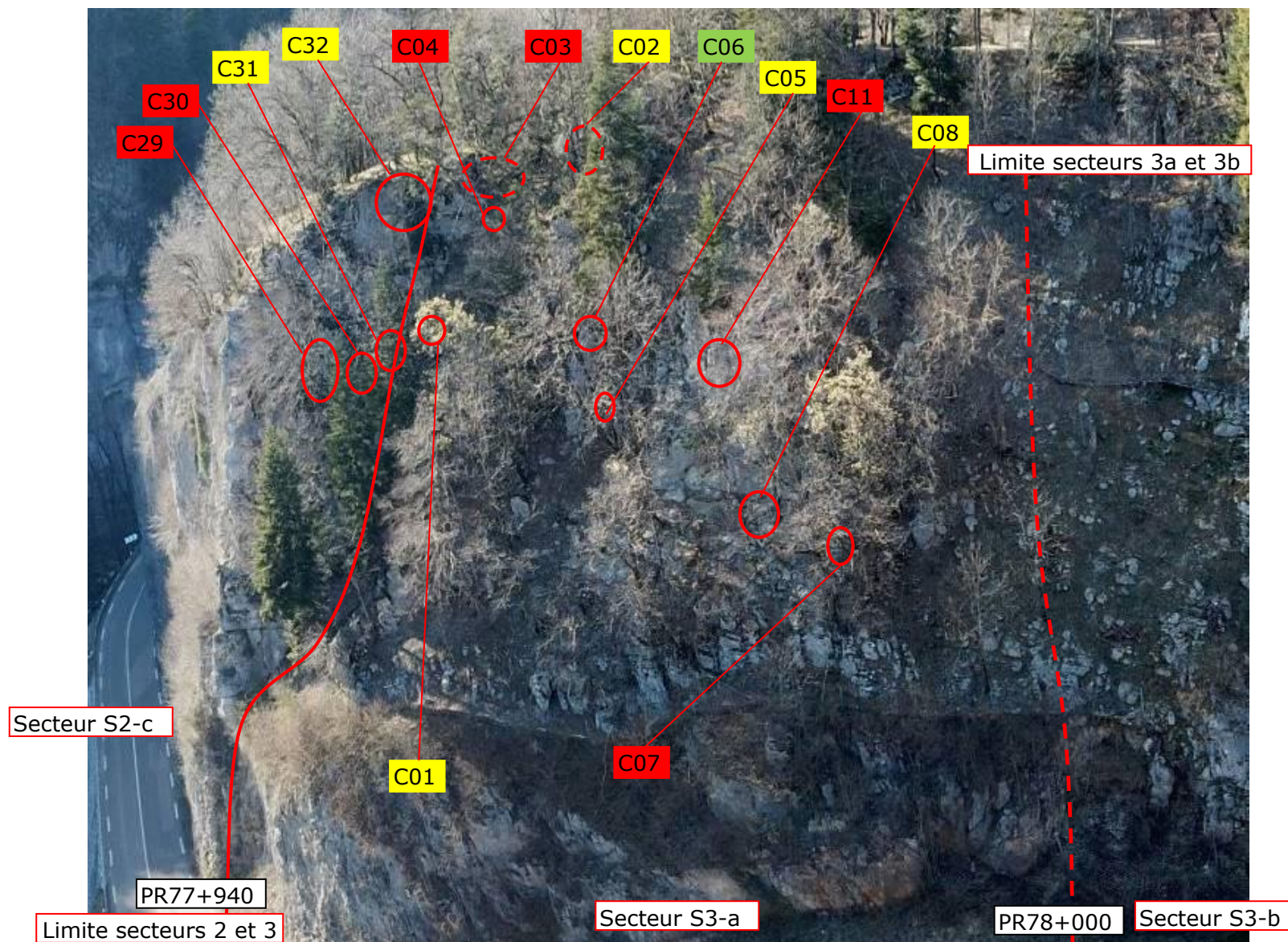


Vue de détail n°1 – secteur 2a

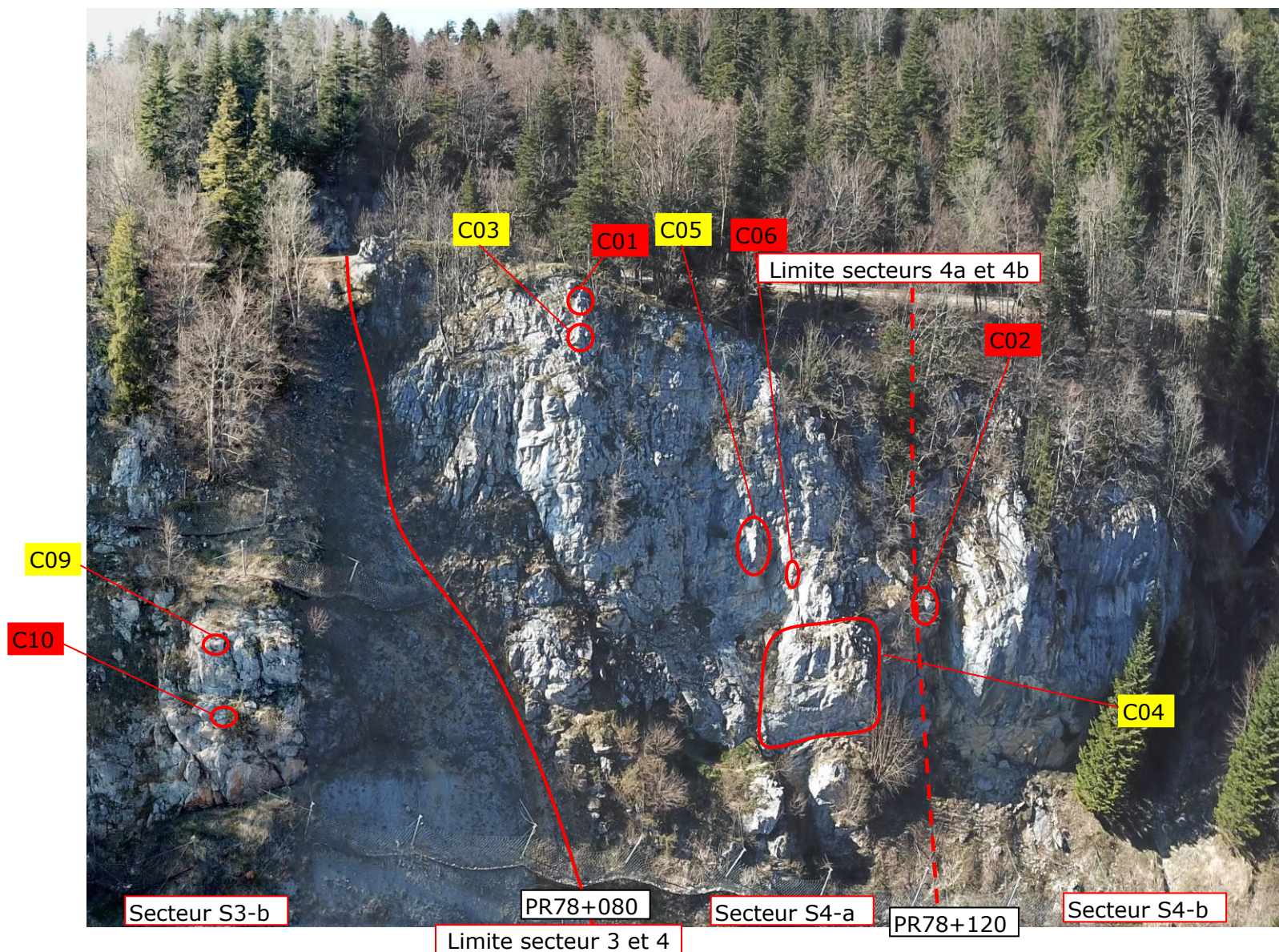


Vue de détail n°2 – secteur 2c

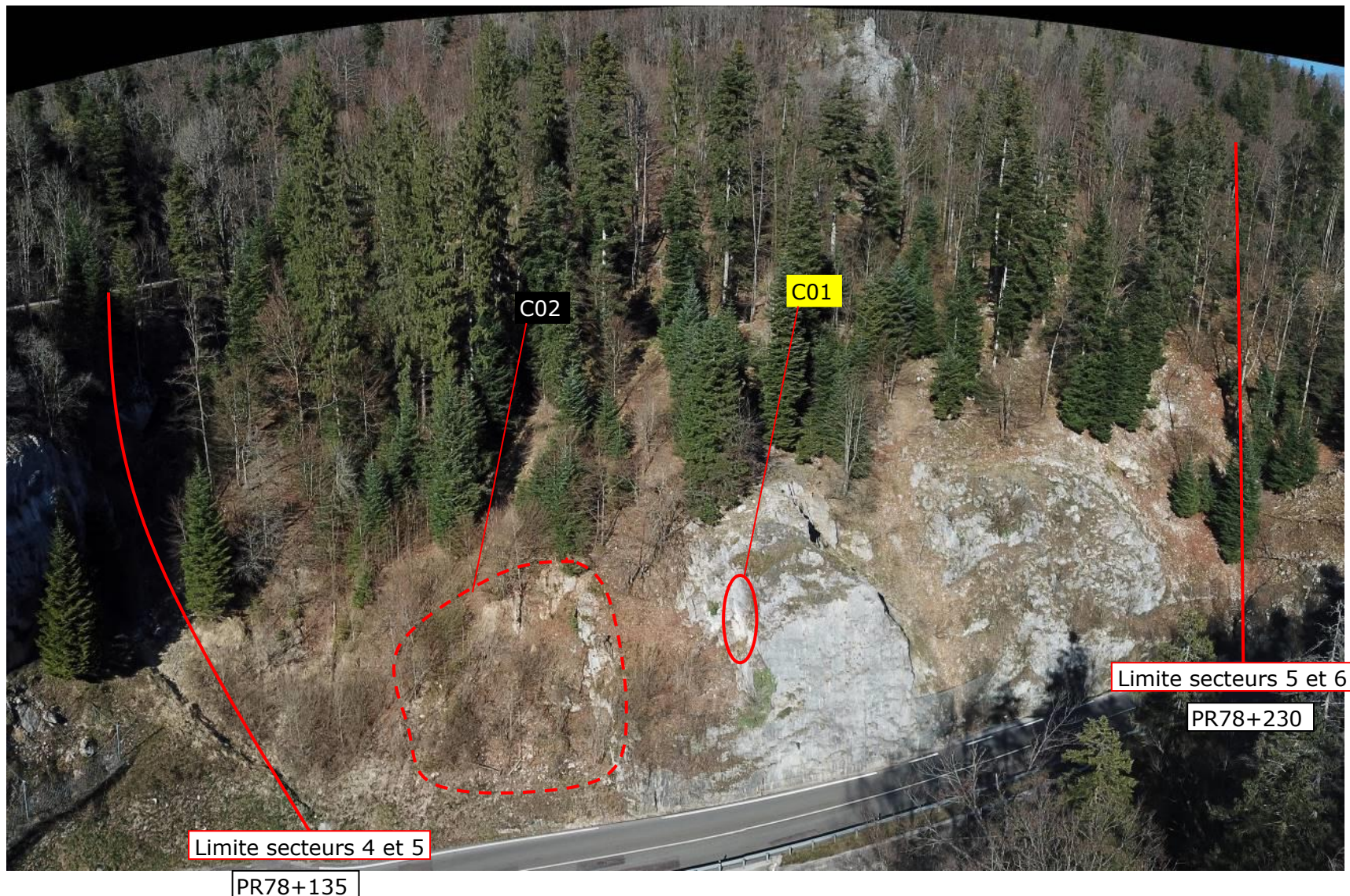
3.2.2.3 - Secteurs 2 et 3



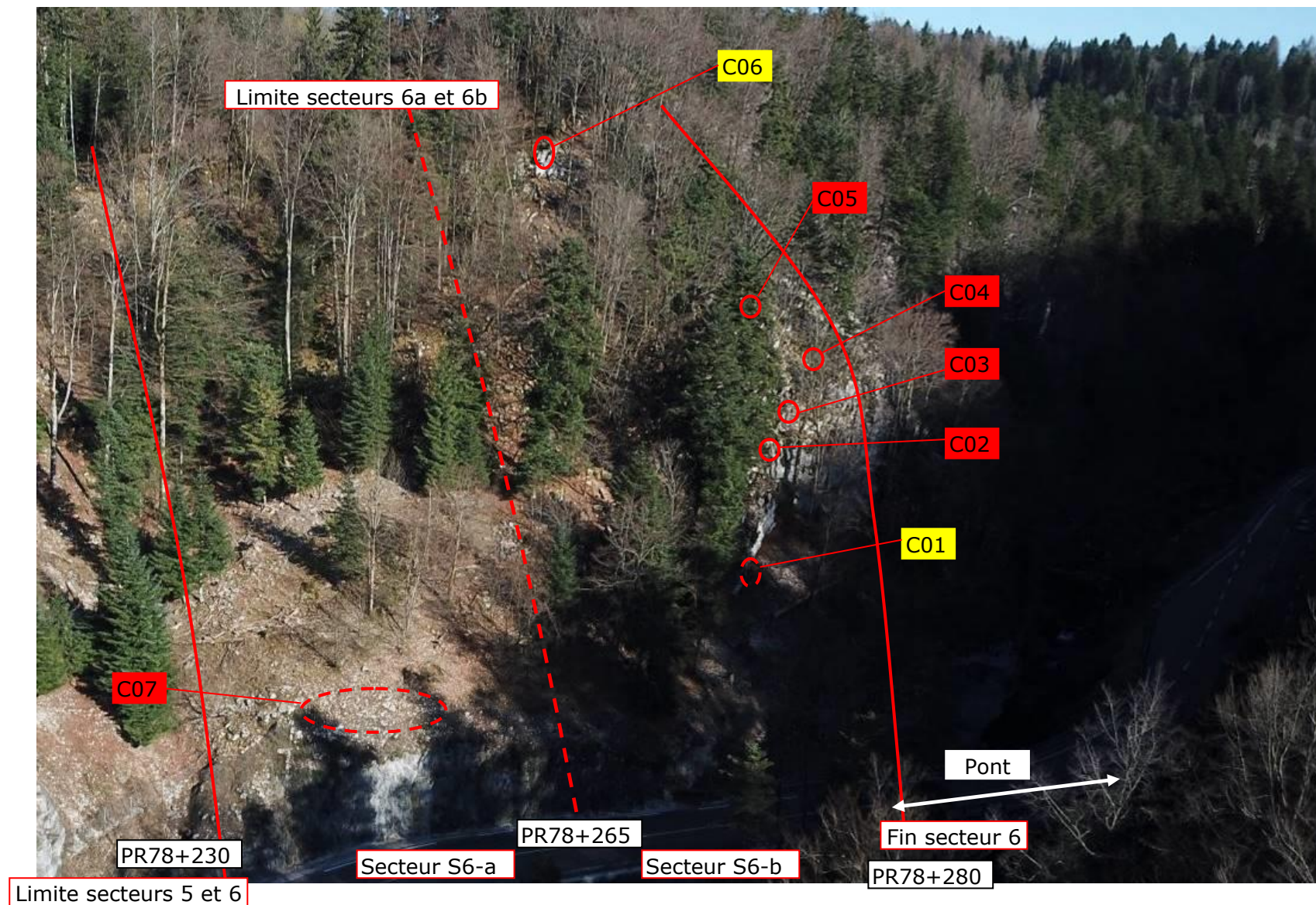
3.2.2.4 - Secteurs 3 et 4



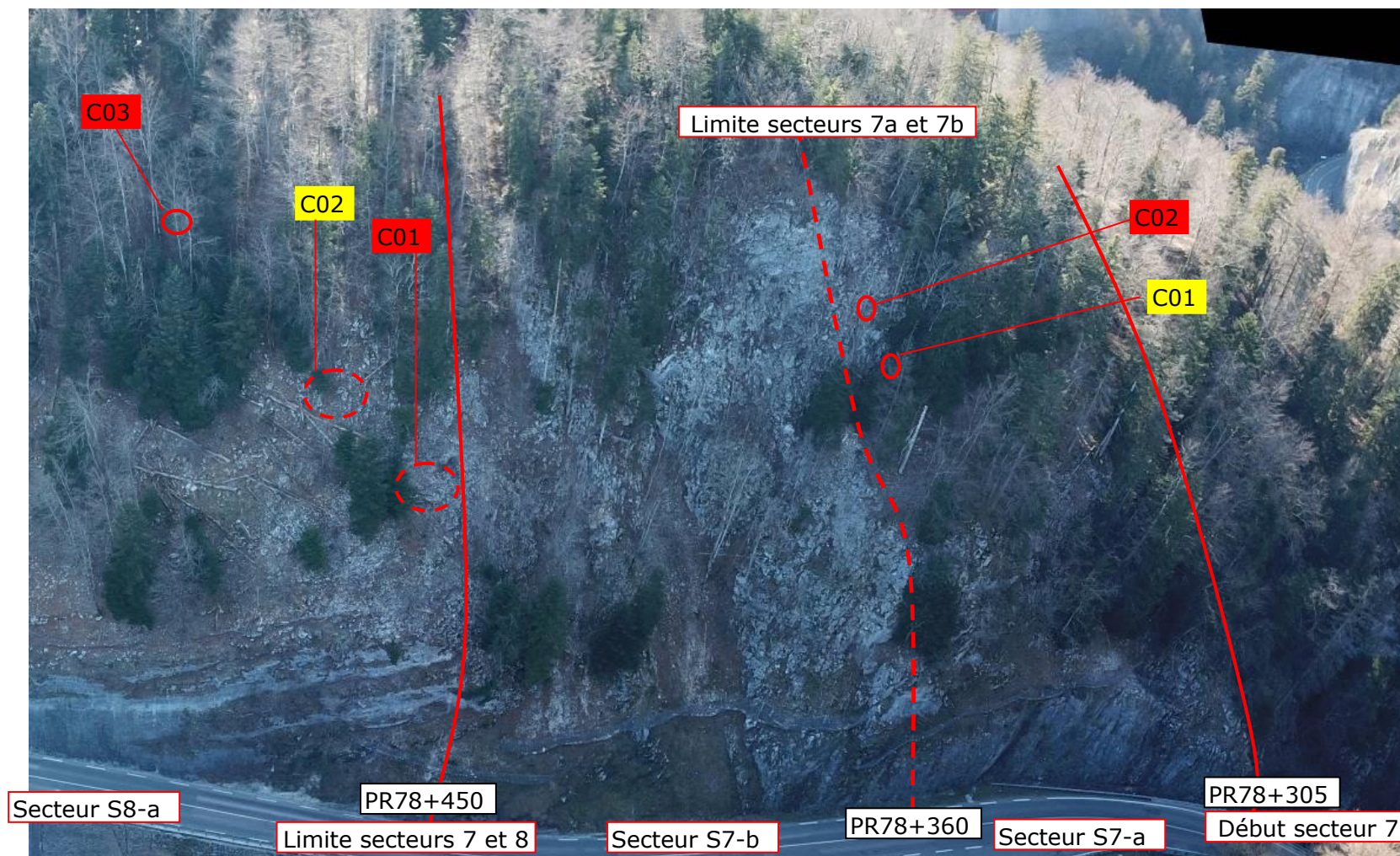
3.2.2.5 - Secteur 5



3.2.2.6 - Secteur 6



3.2.2.7 - Secteurs 7 et 8a



Du fait de la légère différence de morphologie sur le secteur (présence d'une partie plus raide en partie droite), ce dernier a été subdivisé en deux sous-secteurs :

- S7-a : PR78+305 à 78+360 ;
- S7-b : PR78+360 à 78+450.

3.2.2.8 - Secteur 8



3.2.2.9 - Synthèse des compartiments

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S1a-C01	0.01 à 0.1	Zone de départ pierre et bloc	ELEVE
S1a-C02	0.3	Bloc	MOYEN
S1a-C03	0.1 à 0.5	Zone de départ de bloc	ELEVE
S1a-C04	1	Bloc	FAIBLE
S1a-C05	2.3	Bloc	MOYEN
S1a-C06	0.1 à 0.5	Zone de pierre et bloc	ELEVE
S1b-C07	0.7	Bloc	MOYEN
S1b-C08	0.3	Bloc	FAIBLE
S1b-C09	0.3	Bloc	TRES ELEVE
S1b-C10	0.2	Bloc	ELEVE
S1b-C11	1.2	Bloc	FAIBLE
S1b-C12	3	Masse	FAIBLE
S1b-C13	0.2	Bloc	MOYEN
S1b-C14	4.5	Masse	MOYEN
S1b-C15	0.1 à 0.5	Zone de départ de bloc	ELEVE

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S2a-talus-C06	1.6	Bloc	MOYEN
S2a-talus-C07	1.9	Bloc	FAIBLE
S2a-talus-C08	0.1 à 1	Zone de départ pierre et bloc	ELEVE
S2a-versant-C09	0.1 à 0.5	Zone de départ pierre et bloc	MOYEN
S2a-versant-C10	0.1 à 0.5	Zone de départ pierre et bloc	ELEVE
S2a-versant-C11	0.1 à 0.5	Zone de départ pierre et bloc	ELEVE
S2b-C13	0.4	Bloc	MOYEN
S2b-C14	0.3	Bloc	MOYEN
S2b-C15	0.7	Bloc	MOYEN
S2b-C16	0.1 à 0.5	Zone de départ de bloc	MOYEN
S2b-C17	9	Masse	FAIBLE
S2b-C18	2.3	Bloc	MOYEN
S2c-C12	0.01 à 0.1	Zone de départ pierre et bloc	TRES ELEVE
S2c-C01	6	Masse	MOYEN
S2c-C02	1.5	Bloc	MOYEN
S2c-C03	1	Bloc	ELEVE
S2c-C04	2.5	Masse	TRES ELEVE
S2c-C05	3	Masse	MOYEN
S2c-C19	15.8	Masse	MOYEN
S2c-C20	3.6	Masse	MOYEN
S2c-C21	1.9	Bloc	MOYEN
S2c-C22	1	Bloc	ELEVE
S2c-C23	6.5	Masse	MOYEN
S2c-C24	4	Masse	ELEVE
S2c-C25	3.6	Masse	MOYEN
S2c-C26	6	Masse	MOYEN
S2c-C27	80	Grande Masse	Faible
S2c-C28	9	Masse	ELEVE
S2c-C29	4.4	Masse	ELEVE
S2c-C30	1.5	Bloc	ELEVE
S2c-C31	2.5	Bloc	MOYEN
S2c-C32	3.6	Masse	MOYEN

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S3a-C01	1.2	Masse	MOYEN
S3a-C02	0.1 à 0.5	Zone de bloc	MOYEN
S3a-C03	0.1 à 0.5	Zone de départ de bloc	ELEVE
S3a-C04	0.9	Bloc	ELEVE
S3a-C05	0.8	Bloc	MOYEN
S3a-C06	0.4	Bloc	FAIBLE
S3a-C07	1	Bloc	ELEVE
S3a-C08	1.1	Bloc	MOYEN
S3b-C09	0.3	Bloc	MOYEN
S3b-C10	0.3	Bloc	ELEVE
S3a-C11	1.5	Bloc	ELEVE

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S4a-C01	0.8	Bloc	ELEVE
S4b-C02	3	Bloc	ELEVE
S4a-C03	0.8	Bloc	MOYEN
S4a-C04	162	Grande Masse	MOYEN
S4a-C05	15	Masse	MOYEN
S4a-C06	0.5	Bloc	ELEVE

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S5-C01	8.3	Masse	MOYEN
S5-C02	0.01 à 0.1	Zone de pierre et bloc	TRES ELEVE

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S6b-C01	0.01 à 0.1	Zone de pierre et bloc	MOYEN
S6b-C02	0.2	Bloc	ELEVE
S6b-C03	2	Bloc	ELEVE
S6b-C04	0.4	Bloc	ELEVE
S6b-C05	0.3	Bloc	ELEVE
S6b-C06	0.6	Bloc	MOYEN
S6a-C07	0.01 à 0.1	Zone de pierre et bloc	ELEVE

N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S7-a-C01	0.2	Bloc	MOYEN
S7-a-C02		Bloc	ELEVE

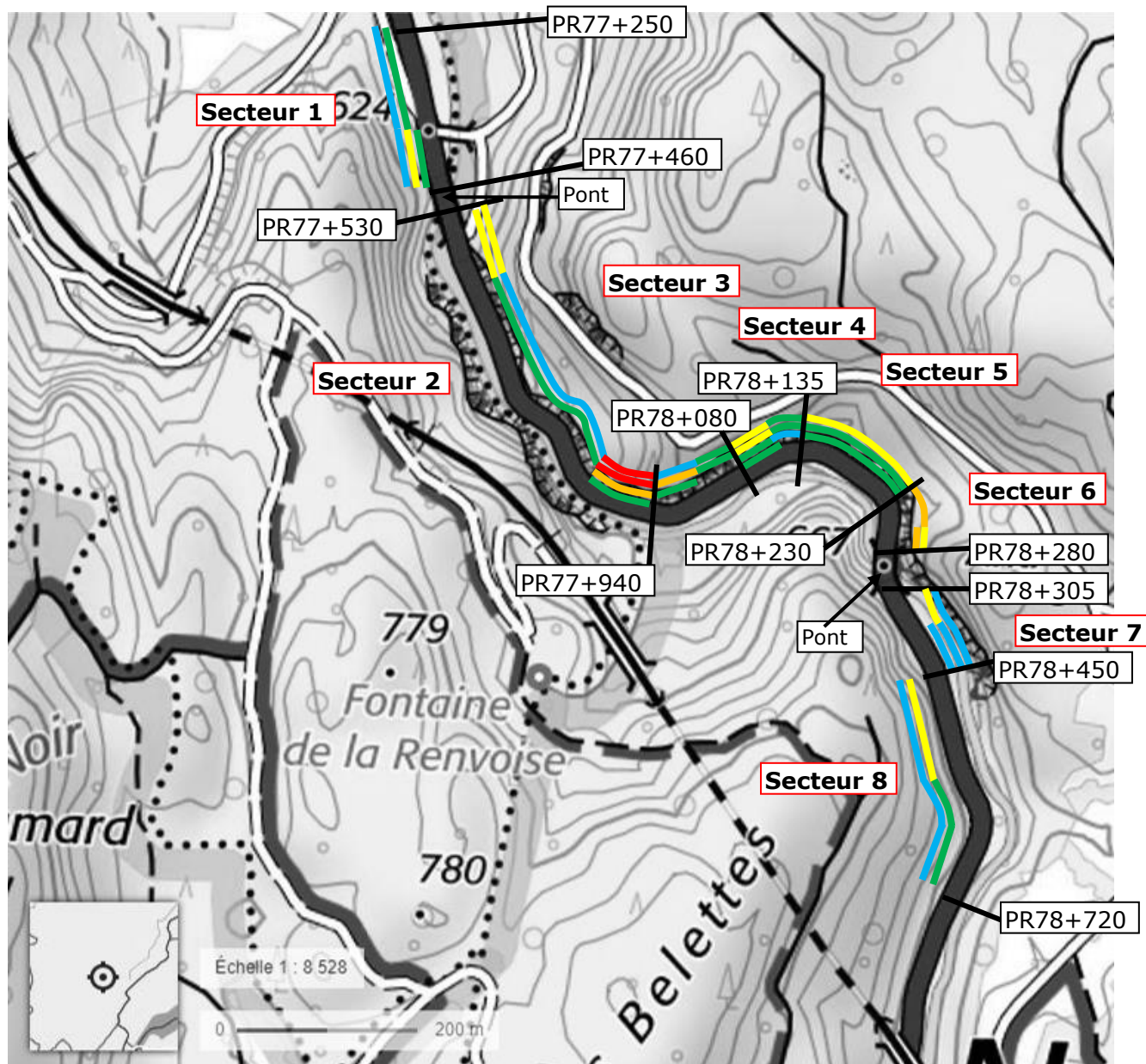
N°	Volume (m3)	Classe d'instabilité	Aléa écoulement
S8a-C01	0.01 à 0.1	Zone de pierre et bloc	ELEVE
S8a-C02	0.1 à 0.5	Zone de départ de bloc	MOYEN
S8a-C03	0.2	Bloc	ELEVE
S8b-C04	0.2	Bloc	TRES ELEVE
S8b-C05	0.01 à 0.1	Zone de départ de bloc	ELEVE
S8b-C06	0.01 à 0.1	Zone de pierre et bloc	ELEVE

3.2.3 - Aléa résultant et carte d'aléa

L'aléa résultant est présenté dans le tableau ci-dessous pour chaque secteur, par classe d'instabilité puis globalement à l'échelle de chaque secteur :

Secteur	Linéaire zone de départ	Classe d'instabilité	Aléa de départ	Probabilité de Propagation	Aléa résultant	
1-a	120.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Très Faible	Faible
		Blocs	Elevé	Peu Probable	Faible	
1-b	80.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Très Faible	Moyen
		Blocs	Moyen	Quasi Certain	Moyen	
		Masses	Faible	Quasi Certain	Faible	
2a-talus	120.0 m	Pierres	Très Elevé	Très peu probable	Très Faible	Faible
		Blocs	Moyen	Très Probable	Faible	
2a-versant	120.0 m	Pierres	Elevé	Très Probable	Moyen	Moyen
		Blocs	Moyen	Quasi Certain	Moyen	
2b	250.0 m	Pierres	Très Elevé	Très peu probable	Très Faible	Faible
		Blocs	Moyen	Probable	Faible	
2c	40.0 m	Pierres	Très Elevé	Quasi Certain	Très Elevé	Très Elevé
		Blocs	Très Elevé	Quasi Certain	Très Elevé	
		Masses	Elevé	Quasi Certain	Elevé	
		Grandes Masses	Faible	Quasi Certain	Faible	
3a	70.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Très Faible	Elevé
		Blocs	Elevé	Très Probable	Elevé	
		Masses	Moyen	Très Probable	Faible	
3b	70.0 m	Pierres	Très Elevé	Probable	Faible	Faible
		Blocs	Moyen	Probable	Faible	
4-a	30.0 m	Pierres	Très Elevé	Probable	Moyen	Moyen
		Blocs	Très Elevé	Probable	Moyen	
		Masses	Moyen	Probable	Faible	
		Grandes Masses	Faible	Quasi Certain	Faible	
4-b	25.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Faible	Faible
		Blocs	Elevé	Peu Probable	Faible	
		Masses	Moyen	Peu Probable	Très Faible	
5	95.0 m	Pierres	Très Elevé	Probable	Moyen	Moyen
		Blocs	Moyen	Très Probable	Faible	
		Masses	Faible	Quasi Certain	Faible	
6-a	25.0 m	Pierres	Très Elevé	Très Probable	Elevé	Moyen
6-b	25.0 m	Pierres	Très Elevé	Probable	Moyen	Elevé
		Blocs	Très Elevé	Très Probable	Elevé	
7-a	55.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Très Faible	Moyen
		Blocs	Elevé	Probable	Moyen	
7-b	90.0 m	Pierres	Très Elevé	Très peu probable	Très Faible	Très Faible
		Blocs	Elevé	Peu Probable	Très Faible	
		Masses	Moyen	Peu Probable	Très Faible	
8a	80.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Très Faible	Moyen
		Blocs	Elevé	Probable	Moyen	
8b	75.0 m	Pierres	Très Elevé	Très peu probable	Très Faible	Faible
		Blocs	Moyen	Très Probable	Faible	
8c	115.0 m	Pierres	Très Elevé	Peu Probable	Très Faible	Très Faible
		Blocs	Faible	Peu Probable	Très Faible	

La carte des aléas le long du linéaire d'étude est présentée ci-dessous :



Carte des aléas

Légende :	
—	Aléa Très Elevé
—	Aléa Elevé
—	Aléa Moyen
—	Aléa Faible
—	Aléa Très Faible

Aléa résultant pour les :	
Pierres	—
Blocs	—
Masses	—
G. Masses	—
	— RN5

4 - PROPOSITIONS DE TRAVAUX

4.1 - PRINCIPES DE PARADES

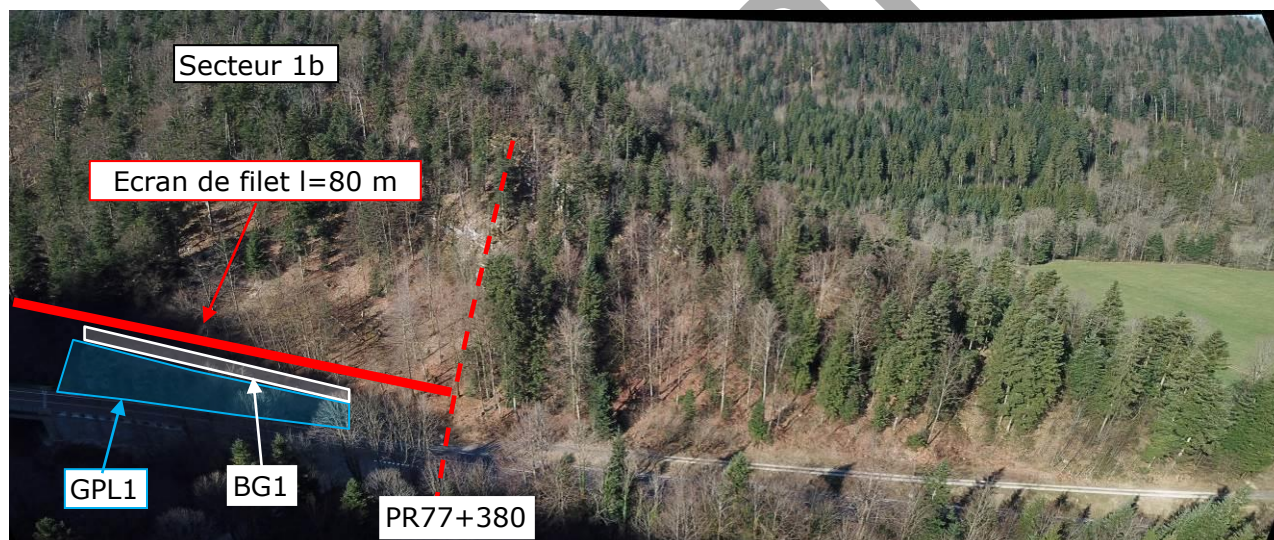
Le MOA a retenu le traitement des priorités de travaux 1 et 2 telles que proposées dans l'AVP, ce qui correspond :

- Au traitement des secteurs dont l'aléa résultant est Moyen ou Elevé ;
- A la remise en état des ouvrages existants dont le niveau de service est Insuffisant ou Moyen.

4.1.1 - Secteur 1

Les travaux concernent uniquement le secteur 1b et consistent en :

- Des travaux de réparation sur le grillage plaqué GPL1 ;
- La purge fine du bas du versant ;
- La mise en œuvre un ouvrage de type écran de filet faible capacité pour reprendre les phénomènes en versant, sur une longueur de 80 m entre les PR77+380 et 77+460 (il ne sera donc pas nécessaire de réaliser des opérations de réparation de la barrière BG1, car la parade passive mise en œuvre sera réalisée en amont de cette dernière).



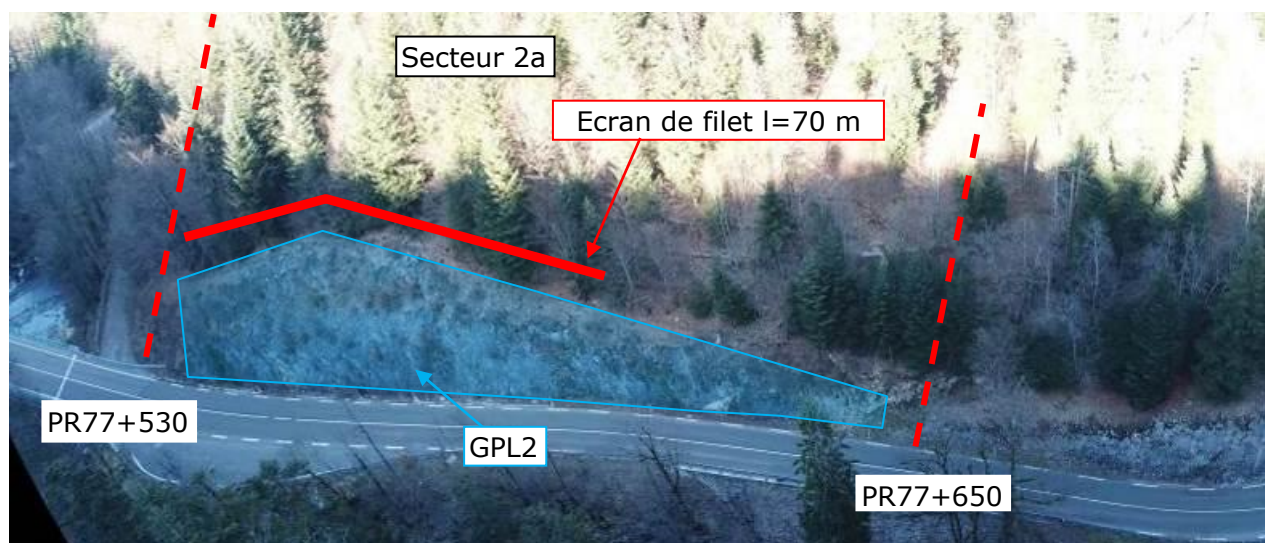
Implantation des ouvrages - secteur 1

4.1.2 - Secteur 2

Les travaux concernent les secteurs 2a et 2c.

Sur le secteur 2a, les travaux consistent en :

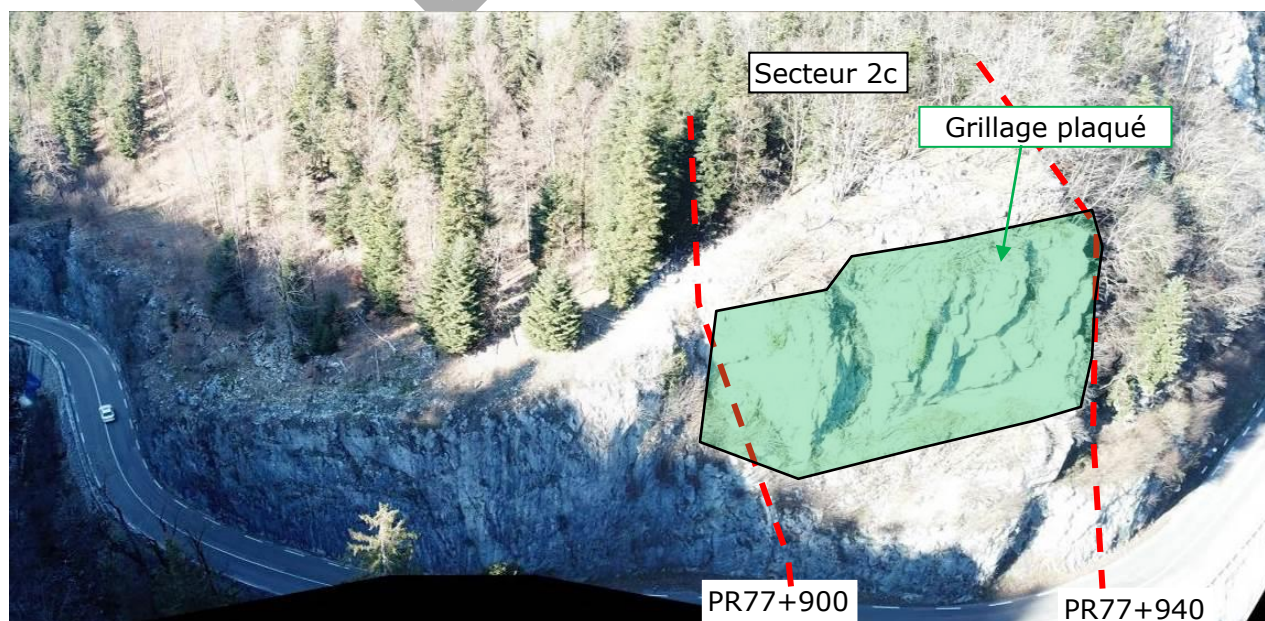
- Des travaux de réparation sur le grillage plaqué GPL2.
- La purge fine du bas du versant ;
- La mise en œuvre d'un écran de filet faible capacité en tête de talus pour reprendre les phénomènes en versant, sur un linéaire de 70 mètres entre les PR 77+530 et 77+600 ;
- Le traitement en actif des compartiments dépassant la capacité de l'écran et ceux localisés sous le grillage GPL2 et pouvant dépasser les capacités du grillage.



Implantation des ouvrages – secteur 2a

Sur le secteur 2c, les travaux consistent en :

- La purge fine de la zone ;
- La mise en œuvre d'un grillage plaqué entre les PR77+890 et 77+940 ;
- Le traitement en actif des compartiments dépassant la capacité du grillage plaqué.



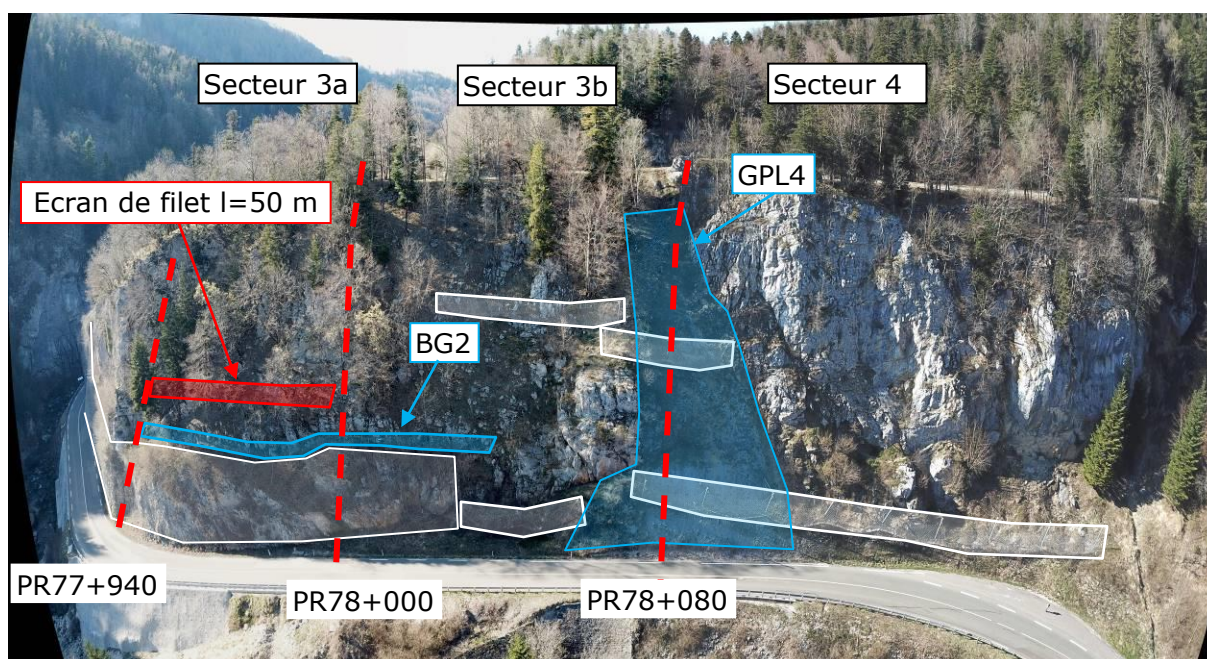
Implantation des ouvrages – secteur 2c

4.1.3 - Secteur 3

Les travaux concernent le secteur 3a et l'ouvrage existant sur le secteur 3b.

Les travaux consistent en :

- Des travaux de maintenance de la barrière grillagée BG2 ;
- Des travaux de réparation et maintenance du grillage plaqué GPL4 ;
- La purge fine du secteur 3a ;
- La mise en œuvre d'une parade linéaire de type d'un écran de filet moyenne capacité de longueur 50 m, entre les PR77+940 et 77+990, 5 à 10 m en amont de BG2 ;
- Le traitement en actif des compartiments dépassant la capacité de l'écran de filet.



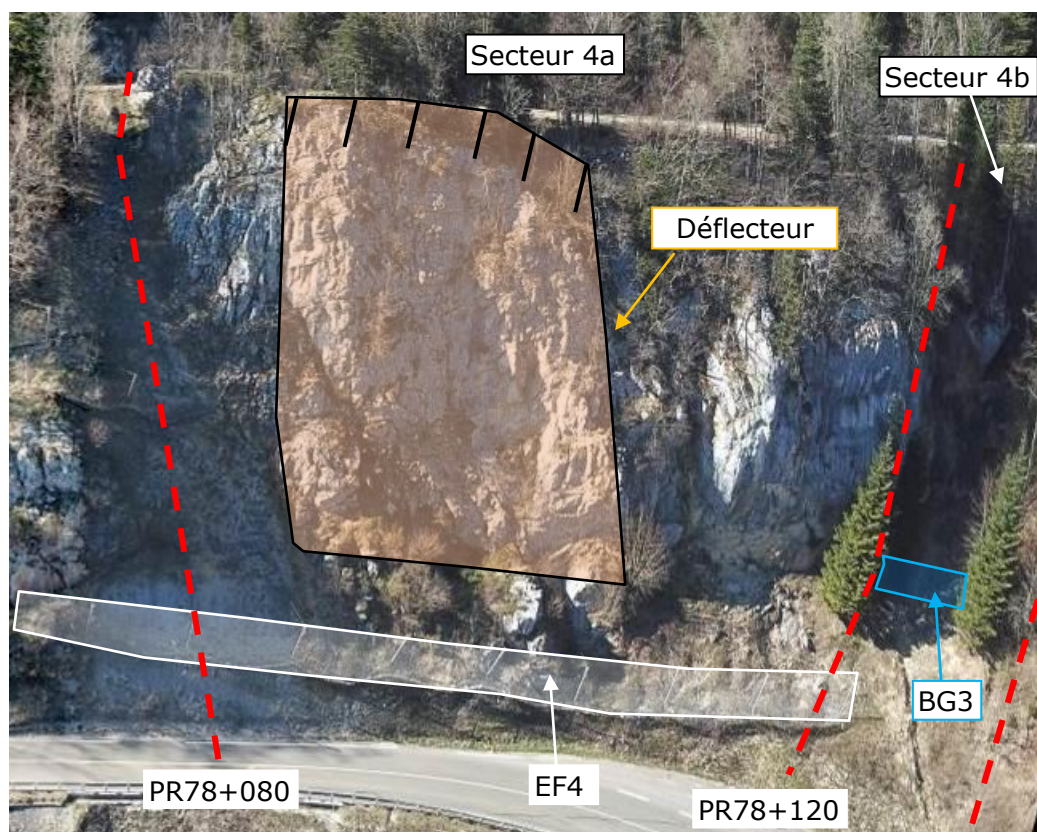
Implantation des ouvrages

4.1.4 - Secteur 4

Les travaux concernent le secteur 4a et l'ouvrage existant sur le secteur 4b.

Les travaux consistent en :

- Des travaux de réparation de la barrière grillagée BG3 ;
- La purge fine du secteur 4a ;
- La mise en place d'un déflecteur en versant pour réduire le risque de lob de l'écran EF4. L'ouvrage aura une largeur de 30 m environ.
- Le traitement en actif des compartiments dépassant la capacité des parades.

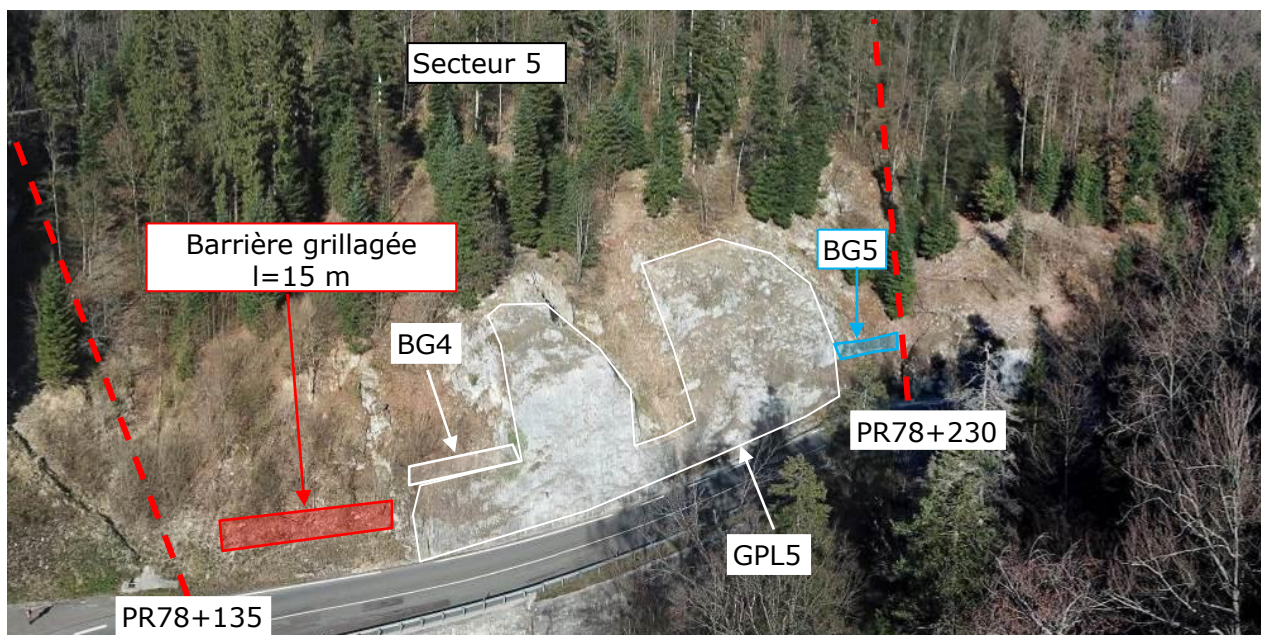


Implantation des ouvrages

4.1.5 - Secteur 5

Sur le secteur 5, les travaux consistent en :

- Des travaux de réparation de la barrière grillagée BG5 ;
- La purge fine de la zone ;
- La mise en œuvre d'une barrière grillagée de longueur 15 m entre les PR78+145 et 78+160 ;
- Le traitement actif des compartiments dépassant la capacité des barrières grillagées.



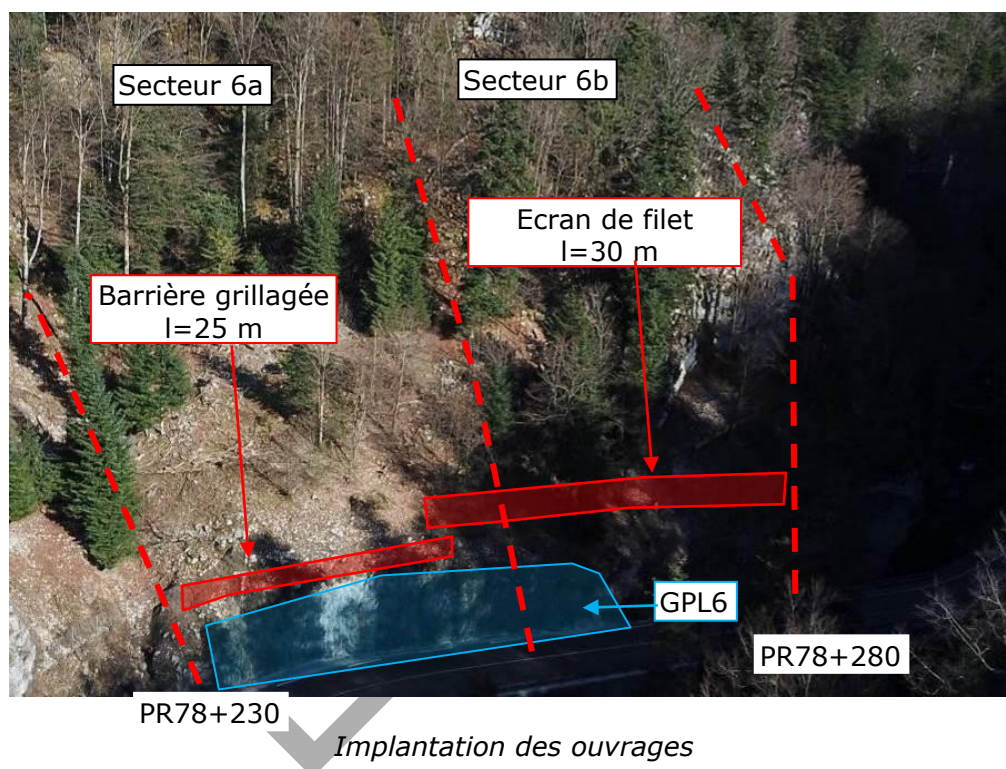
Implantation des ouvrages – secteur 5

4.1.6 - Secteur 6

Les travaux concernent les secteurs 6a et 6b.

Ils consistent en :

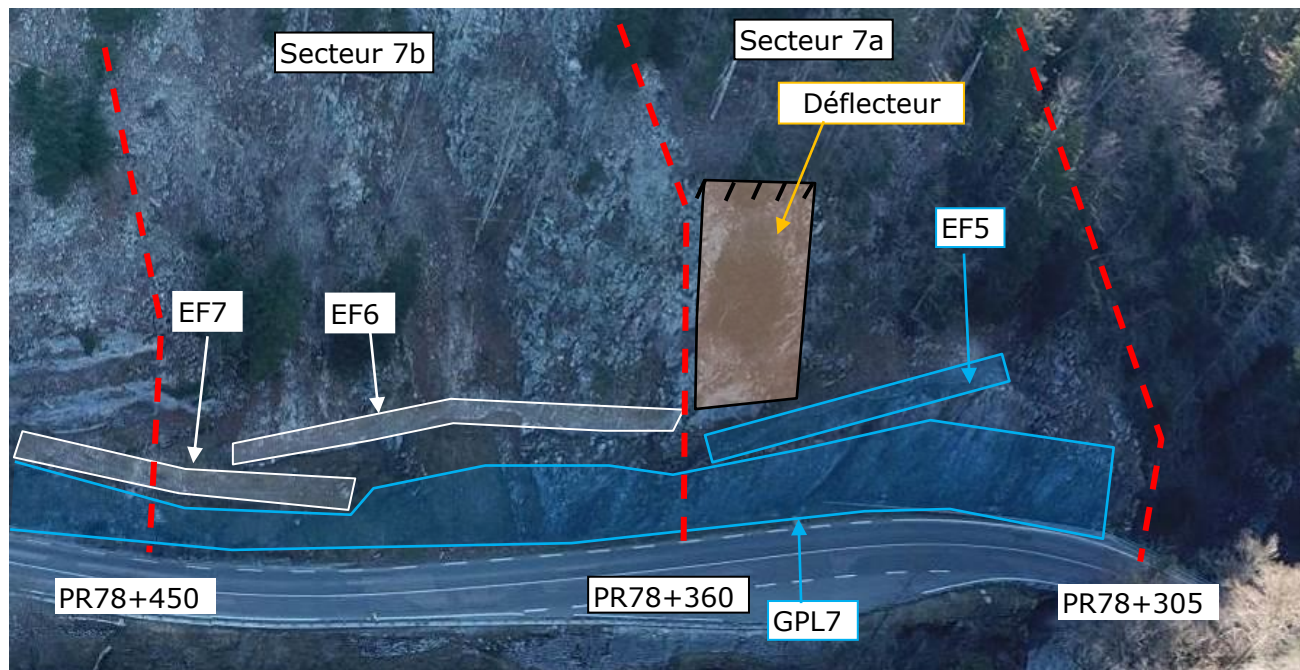
- Des travaux de maintenance du grillage plaqué GPL6 ;
- La purge fine de la zone ;
- La mise en œuvre d'une barrière grillagée pour reprendre les pierres en provenance du versant. La barrière aura une longueur de 25 m et se situera entre les PR78+230 et 78+255 ;
- La mise en œuvre d'une parade linéaire de type écran faible capacité pour reprendre les phénomènes du versant. L'écran aura une longueur de 30 m et se situera entre les PR78+250 et 78+280.



4.1.7 - Secteur 7

Les travaux consistent en :

- Des travaux de maintenance du grillage plaqué GPL7 et de l'écran de filet EF5 ;
- La purge fine du bas du versant du secteur 7a ;
- La mise en œuvre d'un déflecteur sur la gauche du secteur pour réduire les risques de lob de l'écran EF5. Sa longueur sera de 20 m environ.

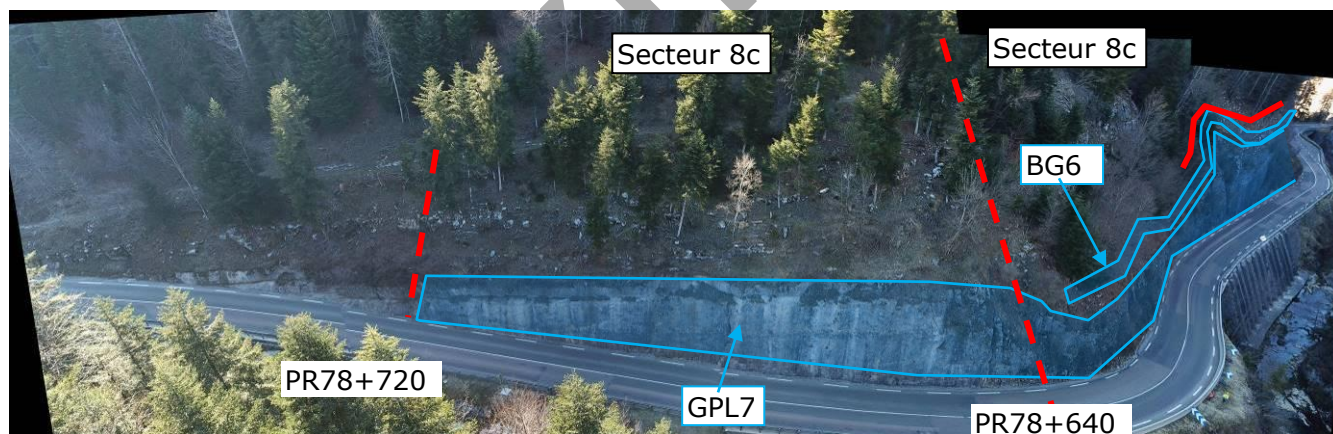
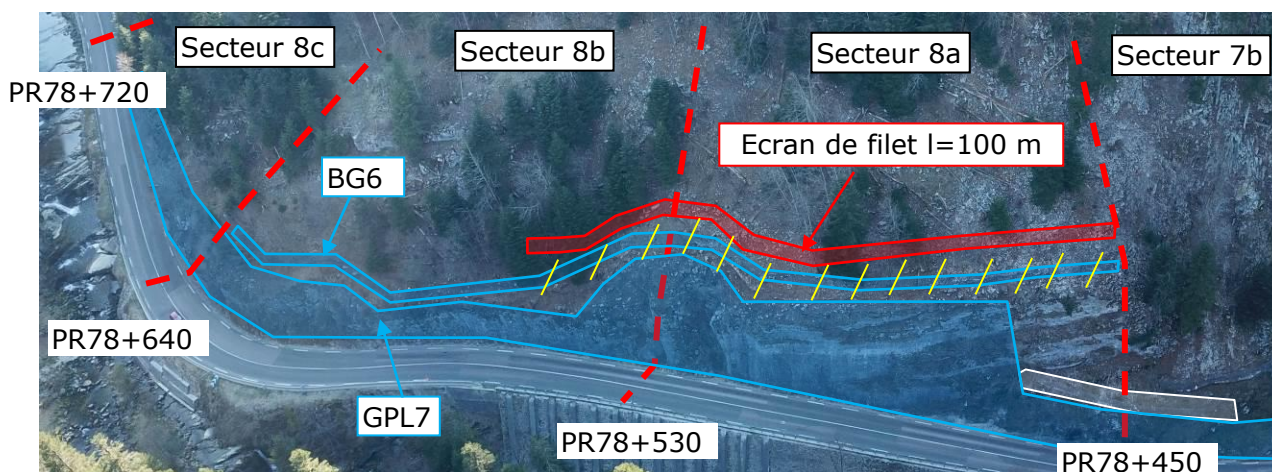


Implantation des ouvrages

4.1.8 - Secteur 8

Les travaux consistent en :

- Des travaux de maintenance de la barrière grillagée BG6 entre les PR78+550 et 78+640. Le démontage de BG6 entre les PR78+450 et 78+550 ;
- Des travaux de maintenance du grillage plaqué GPL7 ;
- La purge fine du bas du versant sur le secteur 8a ;
- La mise en œuvre d'une parade linéaire de type écran de faible capacité pour reprendre les phénomènes du versant, en remplacement de BG6 entre les PR78+450 et 78+550.



Implantation des ouvrages

4.2 - DEBROUSSAILLAGE ET ABATTAGE D'ARBRES

Le débroussaillage concerne l'emprise :

- Des ouvrages à réaliser (écrans de filets, barrière grillagée, déflecteurs, grillages plaqués...) ;
- Des ouvrages existants faisant l'objet d'opérations d'entretien et de réparation.

Les arbres présents dans l'emprise des ouvrages existants ou à réaliser seront abattus.

Les quantités sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous :

Ouvrages à réaliser :

	Longueur	Hauteur	S totale	Abattage arbres
Secteur 1b - écran de filet PR77+380 à 77+	80 m	10 m	800 m ²	10
Secteur 2a - écran de filet PR77+530 à 77+	70 m	10 m	700 m ²	10
Secteur 2c - grillage plaqué PR77+890 à 77+	50 m	30 m	1500 m ²	2
Secteur 3a - écran de filet PR77+940 à 77+	50 m	10 m	500 m ²	10
Secteur 4a - déflecteur PR78+085 à 78+115	30 m	45 m	1350 m ²	6
Secteur 5 - barrière grillagée PR78+145 à 78+	15 m	10 m	150 m ²	0
Secteur 6a - barrière grillagée PR78+230 à 78+	25 m	10 m	250 m ²	1
Secteur 6b - écran de filet PR78+250 à 78+	30 m	10 m	300 m ²	3
Secteur 7a - déflecteur PR78+340 à 78+360	20 m	35 m	700 m ²	10
Secteur 8a - écran de filet PR78+450 à 78+	100 m	10 m	1000 m ²	5

Ouvrages existants :

	Longueur	Hauteur	S totale	Abattage arbres
Secteur 1b : GPL1	60 m	10 m	600 m ²	1
Secteur 2a : GPL2	120 m	12 m	1440 m ²	2
Secteur 3a-3b : BG2	70 m	3 m	210 m ²	1
Secteur 3b : GPL4	25 m	40 m	1000 m ²	1
Secteur 4a-4b : BG3	20 m	4 m	80 m ²	0
Secteur 5 : BG5	10 m	2 m	20 m ²	0
Secteur 6a : GPL6	35 m	7 m	245 m ²	1
Secteur 7a à 8c : GPL7	415 m	12 m	4980 m ²	5
Secteur 7a-7b : EF5	50 m	3 m	150 m ²	3
Secteur 7b à 8b : BG6	90 m	2 m	180 m ²	2

4.3 - PURGES

Les opérations de purge concernent :

- Le secteur 1b ;
- Les secteurs 2a et 2c ;
- Le secteur 3a ;
- Le secteur 4a ;
- Le secteur 5 ;
- Le secteur 6 ;
- Le secteur 7a ;
- Le secteur 8a.

Une purge soignée sera réalisée et permettra d'évacuer les compartiments de type pierres et blocs arrêtés sur les talus ou en partie basse de versant et susceptibles de se remobiliser. Au niveau des zones de départ, la purge visera les zones de départ de pierres et petits blocs.

Les surfaces correspondantes sont les suivantes :

	Longueur	Hauteur	S totale
Secteur 1b - PR77+380 à 77+460	80 m	50 m	4000 m ²
Secteur 2a - PR77+530 à 77+650	120 m	50 m	6000 m ²
Secteur 2c - PR77+900 à 77+940	40 m	70 m	2800 m ²
Secteur 3a - PR77+940 à 78+000	60 m	70 m	4200 m ²
Secteur 4a - PR78+080 à 78+120	60 m	60 m	3600 m ²
Secteur 5 - PR78+135 à 78+230	95 m	50 m	4750 m ²
Secteur 6 - PR78+230 à 78+280	50 m	50 m	2500 m ²
Secteur 7a - PR78+305 à 78+360	55 m	80 m	4400 m ²
Secteur 8a - PR78+450 à 78+530	80 m	60 m	4800 m ²

Une purge des matériaux accumulés dans les ouvrages existants sera également réalisée dans le cadre de l'entretien des ouvrages.

4.4 - ENTRETIEN ET REPARATION DES OUVRAGES EXISTANTS

4.4.1 - Ouvrages concernés

Les ouvrages concernés sont ceux dont le niveau de service est Insuffisant ou Moyen :

Caractéristiques				Détails									Niveau de service
Nom	PR début	L (m)	h (m)	Caractéristiques	Nom	Caractéristiques	Matériaux	Endossement	Aléa	Structure	Montage	Commentaire	
GP1	77+420	60	10	OT 10°/10° - câbles 12mm	GP1	Câbles et serrer-câbles Pas de poutres et de supports	Quelques hélices dans le grillage Sur toute la hauteur en partie droite	Quelques pierres	Devers 1/10 de l'ouvrage	Pas de câbles de serrer - serrer métalliques	Montage sur les câbles		Moyen
BG1	77+420	60	10	OT 10°/10° - câbles 12mm Tubes dans les câbles	BG1				1/10 de l'ouvrage	Pas de câbles de serrer - serrer métalliques 1 poutre sur un tronçon		Sentible sous dimensionné au regard du versant	Moyen
GP2	77+500	120	12	OT 10°/10° - câbles 12mm	GP2	Pile d'ouvrage	Quelques hélices dans le grillage	Quelques pierres	Devers 1/10 de l'ouvrage	Pas de câbles de serrer - serrer métalliques	Câbles de ponton sur 1/2 de l'ouvrage	Compromis qui dépend principalement de la capacité de ponton	Moyen
GP3	77+665	300	15	OT 10°/10°	GP3	Serrer-câbles	Quelques hélices dans le grillage	Quelques pierres	Devers sur le front	1/10 de l'ouvrage		Compromis qui dépend principalement de la capacité de ponton	Bon
AN1	77+665	Sur 300m		Une entaille	AN1								Bon
AN2	77+910	Sur 20m		Une entaille	AN2								Bon
BG2	77+940	70	10	OT 10°/10° - câbles 12mm Tubes dans 100mm	BG2				1/10 de l'ouvrage		1 ponton défectueux	Sentible sous dimensionné au regard du versant	Moyen
EF1	78+025	30	5	Barrière dynamique	EF1	Barrière - Serrer-câbles Câbles hélices poutres		Quelques pierres					Bon
EF2	78+050	30	5	Barrière dynamique	EF2	Barrière - Serrer-câbles Câbles hélices poutres		Quelques pierres					Bon
EF3	78+025	20	5	Barrière dynamique	EF3	Barrière - Serrer-câbles Câbles hélices poutres		1/10 de l'ouvrage	Pas de serrer			Manque de grillage de doublage	Bon
GP4	78+045	15	40	Devers 1/10 de l'ouvrage	GP4				1 ponton et 1/2 de l'ouvrage		1 ponton et 1/2 de l'ouvrage	1 ponton et 1/2 de l'ouvrage	Moyen
EF4	78+060	80	5	Barrière dynamique	EF4				1/10 de l'ouvrage			Grillage de doublage jusqu'à 1m de hauteur pour les pontons 1/3 de l'ouvrage	Bon
BG3	78+110	20	5	OT 10°/10° - câbles 12mm Poutres type PN	BG3		Pas de grillage	1/10 de l'ouvrage		Câbles de serrer métalliques			Insuffisant
BG4	78+160	15	15	OT 10°/10° - câbles 12mm	BG4			Quelques pierres (1/10 de l'ouvrage)					Bon
GP5	78+160	50	15	OT 10°/10° - câbles 12mm Hélices toutes les 10m	GP5		Quelques hélices dans le grillage	Quelques pierres	Devers sur la gauche				Bon
BG5	78+220	10	15	OT 10°/10° - câbles 12mm Tubes dans 100mm	BG5				1/10 de l'ouvrage		Pas de grillage	Les pierres sont dessous	Insuffisant
GP6	78+230	35	15	OT 10°/10° - câbles 12mm Hélices toutes les 10m	GP6	Câbles de ponton Serrer-câbles et poutres	1/10 de l'ouvrage	Quelques pierres					Moyen
GP7	78+305	415	12	OT 10°/10° - câbles 12mm	GP7	Serrer-câbles Poutres de ponton	Quelques hélices dans le grillage	Quelques pierres	Devers par endroit (1/5 de l'ouvrage)			Un défaut de ponton sur le pied du ponton	Moyen
EF5	78+320	50	15	Barrière dynamique	EF5	Barrière et serrer-câbles Câbles hélices		Quelques pierres et blocs				Grillage de doublage qui se déplace jusqu'à 1/2 de l'ouvrage	Moyen
EF6	78+370	60	5	Barrière dynamique	EF6	Barrière et serrer-câbles Poutres		1/10 de l'ouvrage	1 ponton et 1/2 de l'ouvrage				Bon
EF7	78+420	30	15	Barrière dynamique	EF7	Barrière et serrer-câbles		1/10 de l'ouvrage	1 ponton et 1/2 de l'ouvrage		Grillage de doublage qui se déplace jusqu'à 1/2 de l'ouvrage		Bon
BG6	78+455	170	15	OT 10°/10° - câbles 12mm Poutres toutes les 10m	BG6	1 ponton et 1/2 de l'ouvrage		1 ponton et 1/2 de l'ouvrage	1 ponton et 1/2 de l'ouvrage			Sous dimensionné au regard de certains câbles en versant, surtout en ponton	Insuffisant

Remarque : Il ne sera pas nécessaire de réaliser des opérations de réparation de la barrière BG1, car le nouvel écran prévu sur ce secteur sera réalisé en amont de cette dernière. BG1 sera pas démontée.

4.4.2 - Entretien du grillage plaqué GPL1

Les opérations d'entretien à prévoir sur le grillage plaqué GPL1 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge de l'ouvrage	600 m ²
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	5 ancrages à 1.5 m, 15 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	10 s-c, 30 u traitement anticorrosion
Remplacement du câble D16 mm en tête + ancrages de fixation D25 mm l=3m	60 m de câble, 63m D25mm
Réparation de déchirures et de grillage corrodé	200 m ²



Vue générale de l'ouvrage

4.4.3 - Entretien du grillage plaqué GPL2

Les opérations d'entretien à prévoir sur le grillage plaqué GPL2 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux présentes sur l'ouvrage	1440 m ²
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	5 ancrages à 1.5 m, 25 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	20 s-c, 50 u traitement anticorrosion
Remplacement de câble D16 mm en tête + ancrages de fixation D25 mm l=3m	120 m de câble, 123 m D25mm
Réparation de déchirures	10 m ²

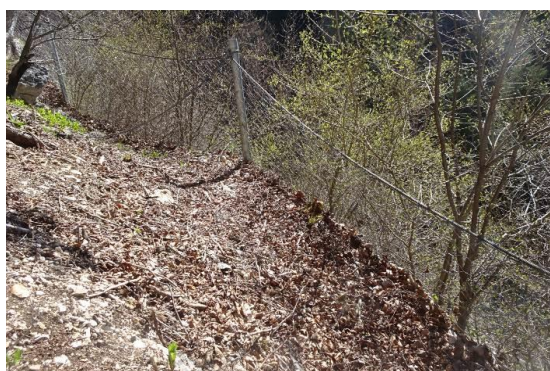


Vue de l'ouvrage

4.4.4 - Entretien de la barrière grillagée BG2

Les opérations d'entretien à prévoir sur la barrière grillagée BG2 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des matériaux accumulés dans l'ouvrage	15 m ³
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	3 ancrages à 3 m, 15 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	20 s-c, 50 u traitement anticorrosion
Remise en tension de haubans	1 u



Vue de l'ouvrage

L'ouvrage risque d'être endommagé lors de la purge du secteur 3a. Des quantités sont provisionnées dans le quantitatif pour remettre en état BG2 suite aux purges.

4.4.5 - Entretien du grillage plaqué GPL4

Les opérations d'entretien à prévoir sur le grillage plaqué GPL4 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux présentes sur l'ouvrage	1000 m ²
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	50 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	20s-c, 30 u traitement anticorrosion
Réparation de déchirures	5 m ² (provision)
Rajout d'ancrages de placage en pied (D25 mm, l=1.5 m)	13 m



Vue de l'ouvrage

4.4.6 - Entretien de la barrière grillagée BG3

Les opérations d'entretien à prévoir sur la barrière grillagée BG3 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux dans l'ouvrage	4 m ³
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	6 u
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	20 s-c, 30 u traitement anticorrosion
Remplacement câble de tête D16 mm	20 m
Réparation de déchirures sur le grillage	20 m ²



Vue de l'ouvrage

4.4.7 - Entretien de la barrière grillagée BG5

Les opérations d'entretien à prévoir sur la barrière grillagée BG5 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux dans l'ouvrage	3 m ³
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	5 u
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	10 s-c, 20 u traitement anticorrosion
Rajout d'ancrages de placage en pied (D25 mm, l=1.5 m)	6 m
Rajout de grillage pour bavette en pied	10 m ²
Réparation de déchirures	2 m ² (provision)



Vue de l'ouvrage

4.4.8 - Entretien du grillage plaqué GPL6

Les opérations d'entretien à prévoir sur le grillage plaqué GPL6 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux présentes sur l'ouvrage	245 m ²
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	5 ancrages à 3 m, 20 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	20 s-c, 50 u traitement anticorrosion
Réparation de déchirures	5 m ²



Vue de l'ouvrage

4.4.9 - Entretien du grillage plaqué GPL7

Les opérations d'entretien à prévoir sur le grillage plaqué GPL7 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux présentes sur l'ouvrage	5000 m ²
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	30 ancrages à 3m, 150 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	40 s-c, 100 u traitement anticorrosion
Remplacement de câble D16mm	20 m (provision)
Réparation de déchirures	20 m ²



Vues de l'ouvrage

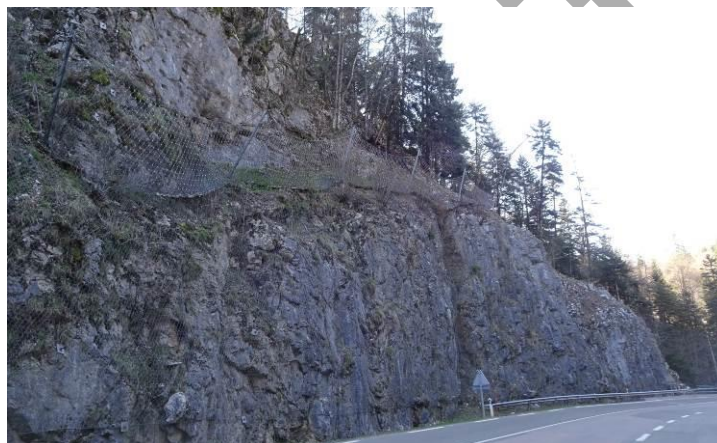
4.4.1 - Entretien de l'écran de filet EF4

L'ouvrage ne nécessite pas d'entretien en l'état mais il risque d'être endommagé lors de la purge du secteur 4. Des quantités sont provisionnées dans le quantitatif pour remettre en état EF4 suite aux purges.

4.4.2 - Entretien de l'écran de filet EF5

Les opérations d'entretien à prévoir sur l'écran de filet EF5 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux dans l'ouvrage	2 m ³
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	24 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	40 s-c, 60 u traitement anticorrosion
Remplacement des haubans corrodés en D12 mm	145 m
Mise en place d'un grillage de doublage jusqu'en haut de l'ouvrage	125 m ²



Vue de l'ouvrage

L'ouvrage ne nécessite pas d'entretien en l'état mais il risque d'être endommagé lors de la purge du secteur 7. Des quantités sont provisionnées dans le quantitatif pour remettre en état EF5 suite aux purges.

4.4.3 - Entretien de la barrière grillagée BG6

Les opérations d'entretien à prévoir sur la barrière grillagée BG6 sont les suivantes :

Opération	Quantités
Purge des poches de matériaux dans l'ouvrage	20 m ²
Traitement anticorrosion de toutes les têtes d'ancrage (en tête, en pied, de placage) ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	10 ancrages à 3m, 40 u traitement anticorrosion
Traitement anticorrosion des serre-câbles ou leur remplacement si leur état de corrosion est supérieur ou égal à C2	30 s-c, 5 u traitement anticorrosion
Réparation de déchirure	20 m ² (provision)
Démontage entre les PR78+450 et 78+550	200 m ²
Purge de l'ouvrage à démonter entre les PR78+450 et 78+550	10 m ³



Vue de l'ouvrage

4.5 - GRILLAGE PLAQUE

Les dispositions constructives sont issues du CCTP de travaux. Des compléments d'information sur la nature des matériaux et les modalités de réalisation sont décrites dans le CCTP.

4.5.1 - Dispositions de réalisation des grillages plaqués

Les grillages seront réalisés avec un grillage métallique double torsion de maille 100x120 mm, fil de diamètre 3 mm, galvanisé. Les dispositions constructives sont les suivantes :

Tête de l'ouvrage :

- Le grillage sera plaqué à l'aide d'un câble métallique de diamètre 16mm. Le grillage sera fixé au câble par un rabat de 50 cm et ligaturé maille à maille.
- Le câble de tête sera fixé au sol par l'intermédiaire de boulons d'ancrage en diamètre 25mm, espacés de 3 m et mis en œuvre à 3 mètres de profondeur. Ils seront mis en place en retrait de la crête de talus d'environ 2 à 3 mètres (à adapter sur place selon la place disponible).

Pied de l'ouvrage :

- En pied, le grillage sera plaqué à la paroi par un câble en diamètre 12mm. Le grillage sera fixé au câble par un rabat de 50 cm et ligaturé maille à maille.
- Le câble de pied sera fixé au terrain par l'intermédiaire de boulons d'ancrage de diamètre 25mm et espacés de 6 mètres et mis en œuvre à 1.5 mètres de profondeur.

Rives de l'ouvrage :

- Latéralement, le grillage sera plaqué au terrain par un câble métallique de diamètre 12 mm, fixé au sol par des boulons d'ancrages espacés de 3 mètres et mis en œuvre à 1.5 mètres de profondeur.

Plaquage :

Des ancrages de plaquage seront positionnés en phase EXE pour que l'ouvrage épouse au mieux les irrégularités du relief, ils auront une longueur de 1.5 m.

Entonnement :

Le grillage sera fixé en tête à l'aide d'un câble métallique de diamètre 16 mm à des ancrages de hauteur hors-sol 1 mètre.

Les ancrages mis en œuvre seront des boulons d'ancrage en diamètre 25 mm, espacés de 3 m et de profondeur 3 m avec 1 m hors sol. Les ancrages de tête seront haubanés à raison de un hauban en D12 mm par ancrage de tête. Les ancrages des haubans seront des boulons d'ancrage en diamètre 25 mm et auront une longueur de 1.5 m.

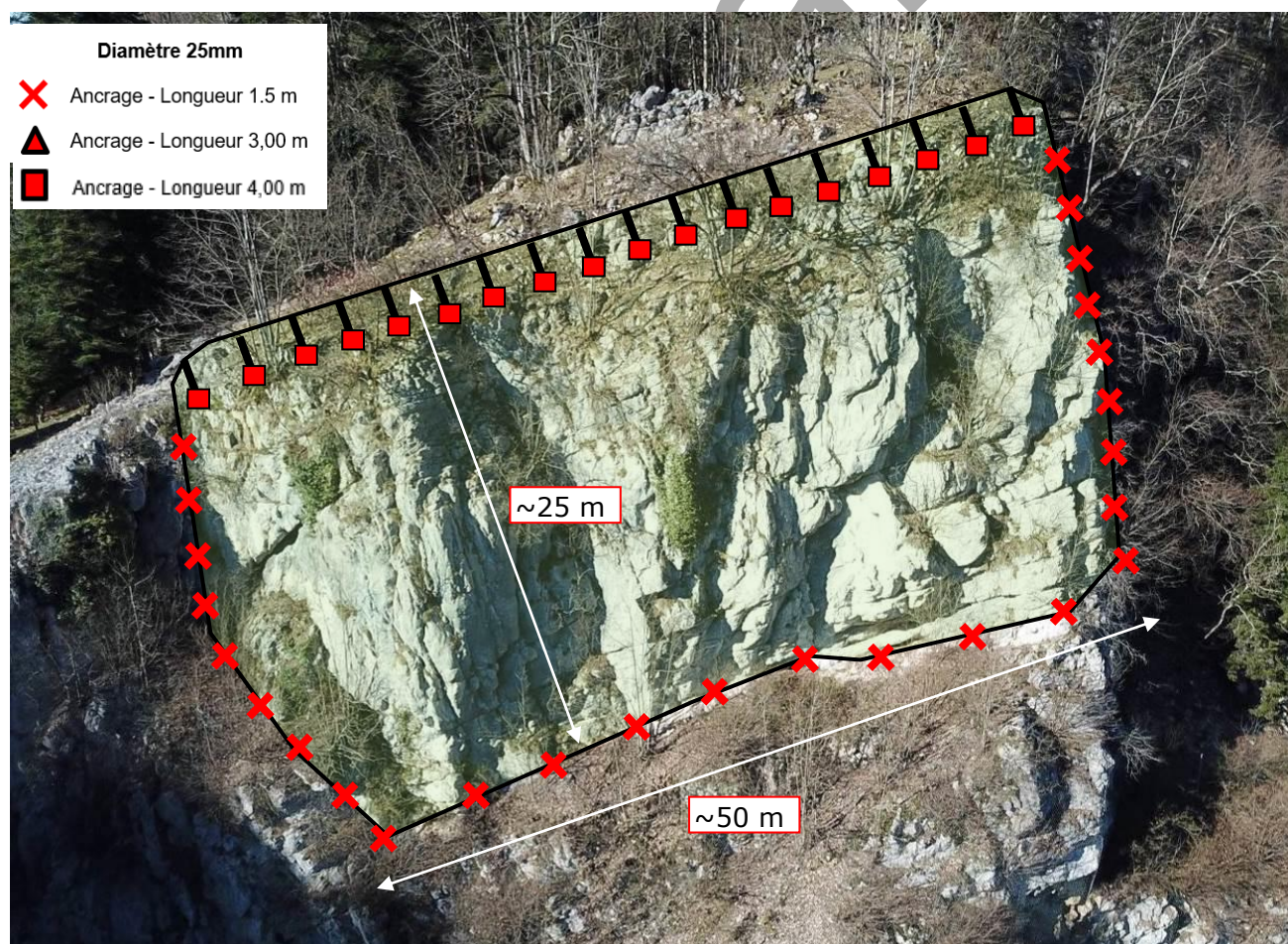
4.5.2 - Grillage plaqué secteur 2c

Un grillage plaqué avec entonnement sera mis en place sur une partie de la paroi rocheuse du secteur 2c, entre les PR77+890 et 77+940. La hauteur moyenne de l'ouvrage sera de 25 m, sa longueur de 50m. La surface totale sera de 1350 m² environ.

Quantités					
Surface grillage	Hauteur 25 m, largeur 50 m : S= 1350 m²				
Ancrages de fixation					
	Espacement	Diamètre barre	Longueur ancrage	Nombre unités	L totale
Ancrages de tête pour entonnement	3 m	25 mm	4 m	18 u	72 m
Ancrages des haubans de l'entonnement	3 m	25 mm	1.5 m	20 u	30 m
Ancrages de pied	6 m	25 mm	1.5 m	10 u	15 m
Ancrages latéraux	3 m	25 mm	1.5 m	16 u	24 m
Ancrages de placage	-	25 mm	1.5 m	30 u*	45 m

*A répartir en phase EXE.

On veillera à mettre en œuvre des ancrages et des câbles de plaquage pour que le grillage épouse au mieux la falaise (fond des dièdres par exemple).



Implantation du grillage plaqué

4.6 - PARADES PASSIVES – DIMENSIONNEMENT PAR SIMULATIONS TRAJECTOGRAPHIQUES

Les parades concernées sont :

- Secteur 1b : écran de filet pare-blocs PR77+380 à 77+460 ;
- Secteur 2a : écran de filet pare-blocs PR77+530 à 77+600 ;
- Secteur 3a : écran de filet pare-blocs PR77+940 à 77+990 ;
- Secteur 4a : déflecteur PR78+085 à 78+115 ;
- Secteur 5 : barrière grillagée PR78+145 à 78+160 ;
- Secteur 6a : barrière grillagée PR78+230 à 78+255 ;
- Secteur 6b : écran de filet pare-blocs PR78+250 à 78+280 ;
- Secteur 7a : déflecteur PR78+340 à 78+360 ;
- Secteur 8a : écran de filet pare-blocs PR78+450 à 78+550.

Les écrans de filets pare-blocs sont dimensionnés à l'aide de simulations trajectographiques. Les barrières grillagées, implantées sur des morphologies simples et ne reprenant que des pierres, ne font pas l'objet d'un dimensionnement. Les deux déflecteurs proposés servent à limiter le risque de lob d'un écran en aval. Le dimensionnement des poteaux des déflecteurs ne nécessite donc pas de simulations trajectographiques, la zone de départ se situant sous la nappe du déflecteur et non en amont des poteaux.

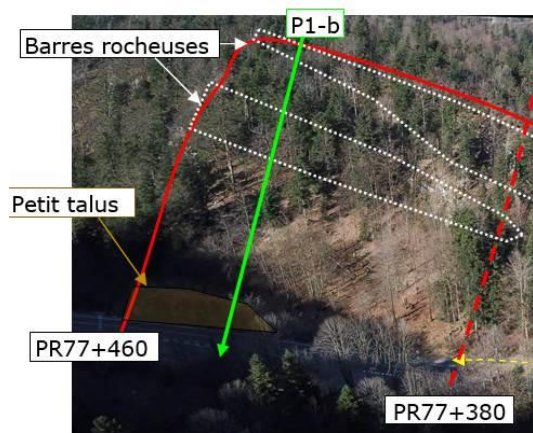
4.6.1 - Hypothèses pour les simulations trajectographiques

Les simulations sont réalisées avec le logiciel SILEX 2000.

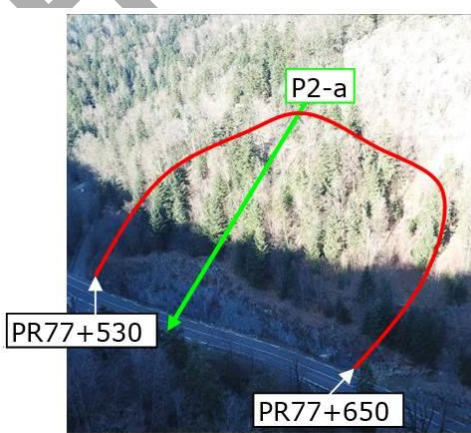
4.6.1.1 - Profils considérés

Les profils étudiés ont été tracés sur la base de relevés au télémètre laser dans le versant.

Secteur 1b :

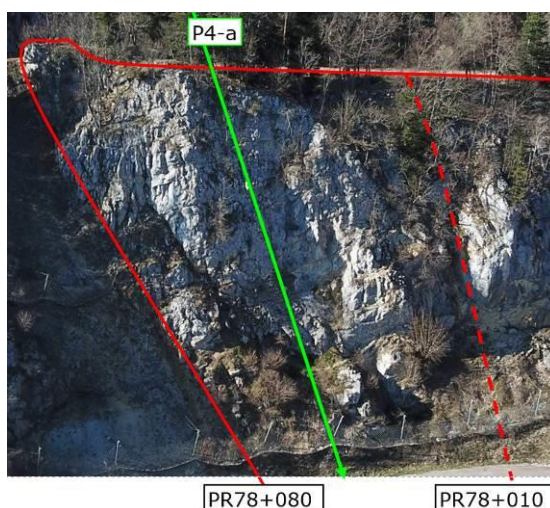
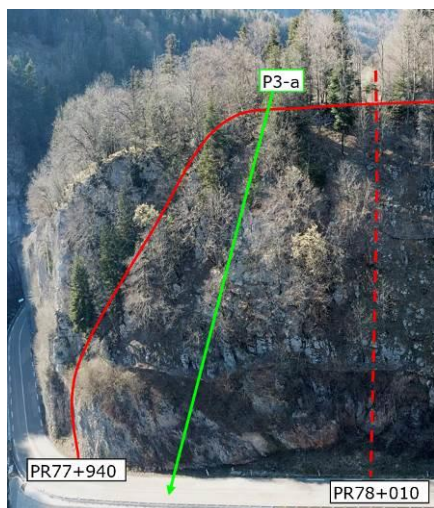


Secteur 2a :

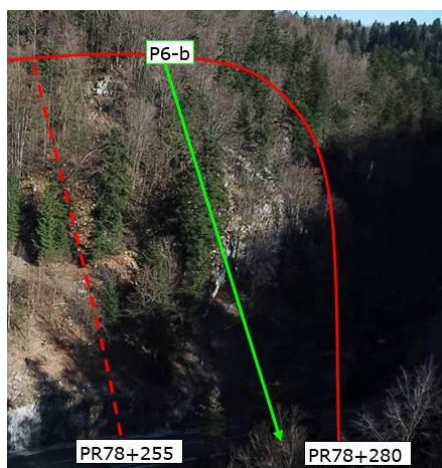


Secteur 3a :

Secteur 4a :



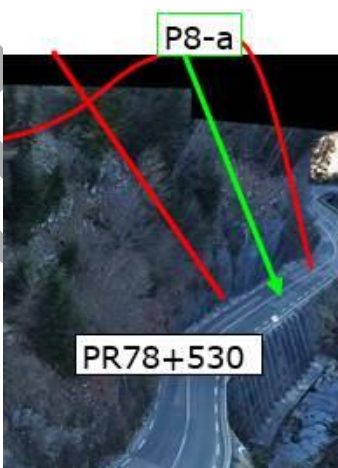
Secteur 6b :



Secteur 7a :



Secteur 8a :



4.6.1.2 - *Evénements types retenus*

Le modèle trajectographique permet de simuler des projectiles individuellement sans prise en compte de leurs interactions au cours de la propagation.

Les compartiments sont modélisés comme des ellipses, l'élancement correspondant au ratio du grand diamètre sur le petit diamètre de l'ellipse. Les élancements considérés sont déterminés sur la base de la fracturation et de la morphologie des compartiments, sur l'observation des blocs déjà éboulés et à partir notre expérience sur des zones de départ similaires.

Les caractéristiques des compartiments prises en compte sont les suivantes :

Secteur	Volume des blocs (m ³)		Elancement		Altitude départ
	Min	Max	Min	Max	
1b	0.1 m ³	1 m ³	1.88	2.12	690 à 640
2a	0.1 m ³	0.5 m ³	1.88	2.14	652 à 640
3a	0.1 m ³	1 m ³	1.88	2.12	690 à 675
6b	0.1 m ³	0.5 m ³	1.88	2.14	700 à 675
8a	0.1 m ³	0.5 m ³	1.83	2.14	735 à 705

Sur chaque secteur, les compartiments excédant le volume maximal modélisé seront traités en actif.

4.6.1.3 - Hypothèses prises en compte

Nature des terrains :

Plusieurs natures de terrain ont été identifiées le long des profils :

- ☐ Rocher
- ☐ Rocher altéré
- ☐ Eboulis compacts
- ☐ Eboulis
- ☐ Terrains meubles
- ☐ Route

La répartition des natures de terrain le long des profils est affectée sur les profils par segment, et par un code de couleurs.

Pour chaque nature de terrain, cinq coefficients sont définis :

- Les coefficients de restitution normal e_n et tangentiel e_t du terrain ;
- Le coefficient de sol c ;
- Le coefficient de frottement f ;
- La constante de sol C_s .

Les valeurs des coefficients de restitution e_n et e_t sont des valeurs initiales de calcul. Elles sont modulées par la constante de sol C_s qui définit la phase élastique de l'impact. Ces coefficients varient en fonction de la masse du bloc et de sa vitesse lors de l'impact. Le coefficient de frottement f représente le frottement du sol lors des phases de glissement pendant l'impact et lors des phases de glissement pur. Le coefficient de sol c représente notamment l'enfoncement du bloc lors de l'impact.

Végétation : La végétation n'est pas modélisée.

En effet la végétation n'est pas une parade pérenne et assurée dans le temps : des modifications du couvert végétal (coupe rase, incendie...) sont envisageables et sont de nature à affecter de façon importante la propagation des éboulements.

Vitesses initiales : les vitesses initiales de rotation et de translation des jets sont prises égales à 0.

Altitudes de départ : L'altitude de départ est choisie aléatoirement par le logiciel entre deux côtes, qui correspondent aux points haut et bas de la barre rocheuse en versant.

Nombre de trajectoires étudiées : La simulation trajectographique considère 10 000 blocs indépendants. Cependant, seulement les 100 premiers sont représentés sur les rendus graphiques.

4.6.1.4 - Calage du modèle numérique

Le calage a été effectué en tenant compte de la nature des terrains observée.

Le calage des paramètres des différentes lithologies a été effectué sur la base de nos connaissances et de nos études antérieures.

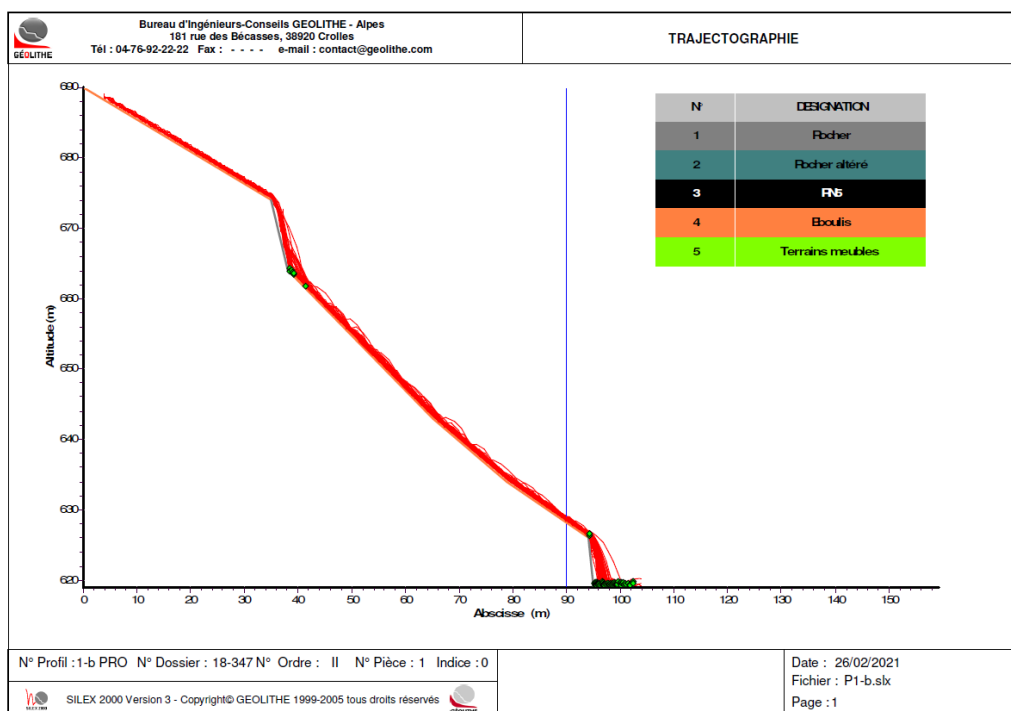
4.6.1.5 - Point d'interception

Pour le dimensionnement des ouvrages, un point d'interception est placé sur chaque profil à l'emplacement de la parade prévue. Ce point d'interception permet de récupérer des statistiques sur les trajectoires passant à l'aplomb du point (hauteur de passage, vitesse des blocs, énergie cinétique des trajectoires etc...).

Les résultats complets des simulations trajectographiques sont disponibles en Annexe 2.

4.6.2 - Résultats des simulations trajectographiques

4.6.2.1 - Profil 1b – Ecran de filet Secteur 1b



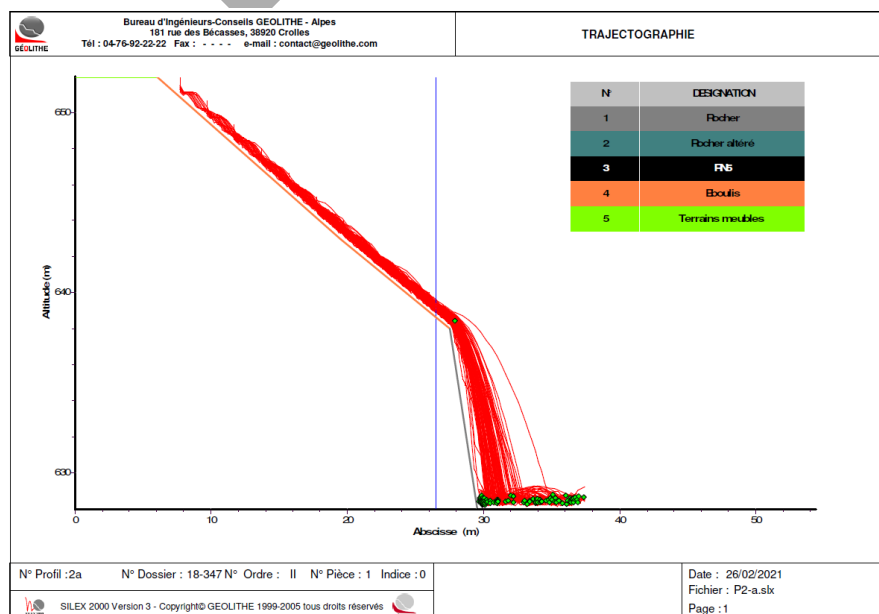
Représentation des 100 premières trajectoires sur les 10000 modélisées

Les trajectoires au niveau de l'emplacement projeté de l'écran présentent les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des atteintes au niveau de l'implantation prévue de la parade					
H moy*	H max*	Energie moy	Energie max	Vitesse moy	Vitesse max
0.5 m	2.5 m	10 kJ	250 kJ	5 m/s	15 m/s

*Hauteurs de passage du centre de gravité

4.6.2.2 - Profil 2a – Ecran de filet Secteur 2a



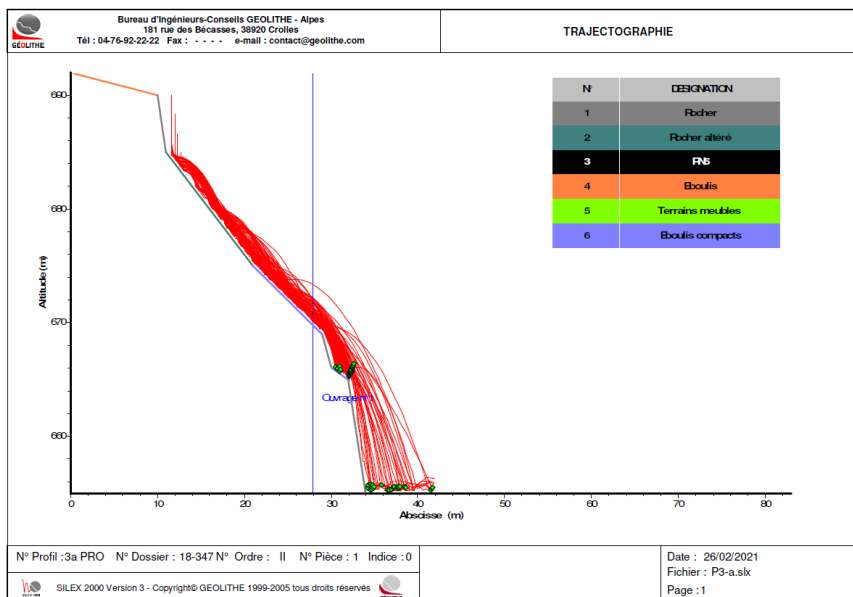
Représentation des 100 premières trajectoires sur les 10000 modélisées

Les trajectoires au niveau de l'emplacement projeté de l'écran présentent les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des atteintes au niveau de l'implantation prévue de la parade					
H moy*	H max*	Energie moy	Energie max	Vitesse moy	Vitesse max
0.5 m	1.2 m	5 kJ	30 kJ	5 m/s	10 m/s

*Hauteurs de passage du centre de gravité

4.6.2.3 - Profil 3a – Ecran de filet Secteur 3a



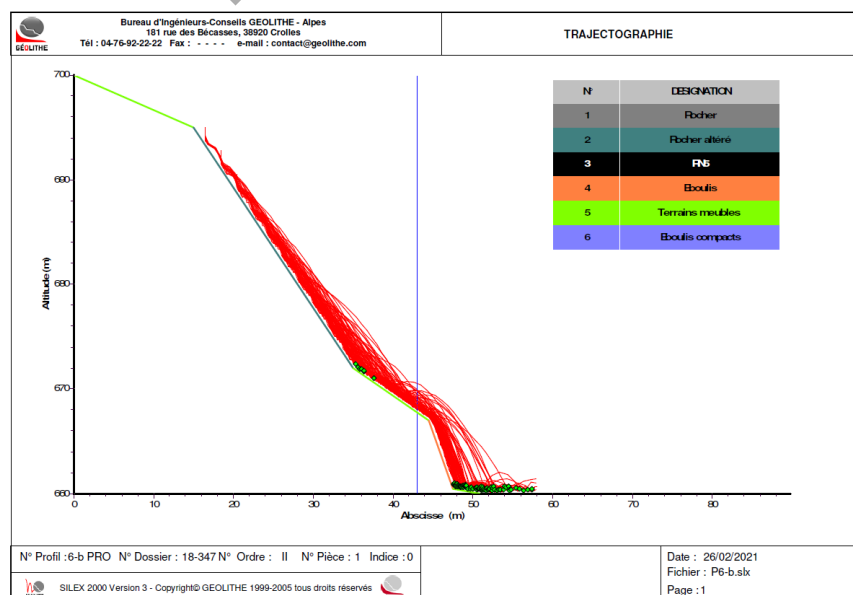
Représentation des 100 premières trajectoires sur les 10000 modélisées

Les trajectoires au niveau de l'emplacement projeté de l'écran présentent les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des atteintes au niveau de l'implantation prévue de la parade					
H moy*	H max*	Energie moy	Energie max	Vitesse moy	Vitesse max
0.8 m	3.1 m	50 kJ	350 kJ	6 m/s	20 m/s

*Hauteurs de passage du centre de gravité

4.6.2.4 - Profil 6b – Ecran de filet Secteur 6b



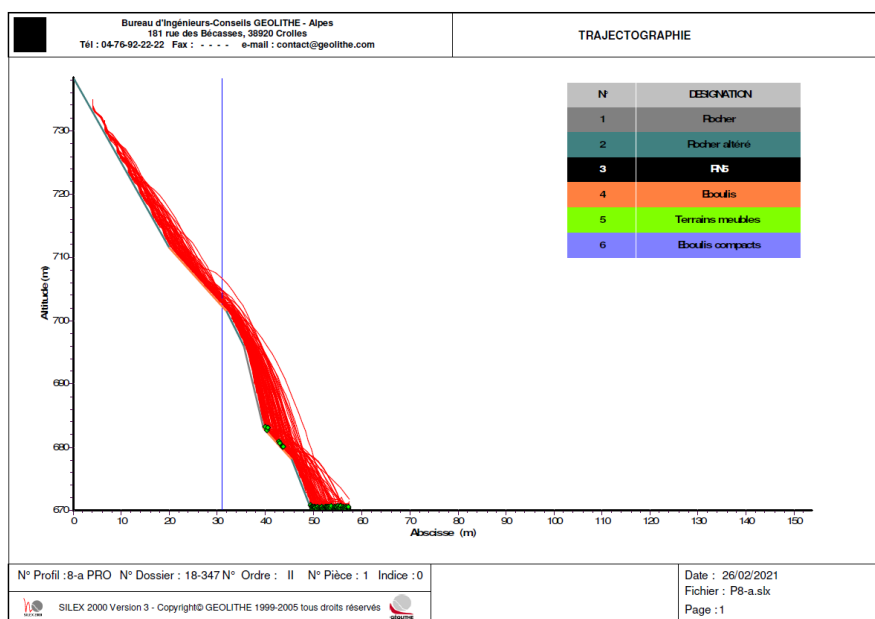
Représentation des 100 premières trajectoires sur les 10000 modélisées

Les trajectoires au niveau de l'emplacement projeté de l'écran présentent les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des atteintes au niveau de l'implantation prévue de la parade					
H moy*	H max*	Energie moy	Energie max	Vitesse moy	Vitesse max
0.7 m	2.7 m	15 kJ	150 kJ	5 m/s	20 m/s

*Hauteurs de passage du centre de gravité

4.6.2.5 - Profil 8a – Ecran de filet Secteur 8a



Représentation des 100 premières trajectoires sur les 10000 modélisées

Les trajectoires au niveau de l'emplacement projeté de l'écran présentent les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des atteintes au niveau de l'implantation prévue de la parade					
H moy*	H max*	Energie moy	Energie max	Vitesse moy	Vitesse max
0.75 m	4 m	20 kJ	250 kJ	5 m/s	20 m/s

*Hauteurs de passage du centre de gravité

4.6.3 - Dimensionnement des parades passives

4.6.3.1 - Barrières grillagées

Les dispositions constructives pour la barrière grillagée sont les suivantes :

Poteaux :

- Les poteaux de type HEA 120 hauteur 1.5 mètres seront mis en place avec un espacement de 3 mètres.
- Ils seront fixés en pied par un crayon d'ancrage de diamètre 25mm mis en œuvre à 1 mètre de profondeur.

Haubanage :

- Chaque poteau sera maintenu par 3 haubans réalisés en câble métallique de diamètre 16mm. Ces haubans seront mis en œuvre avec 2 haubans amont réalisés en quinconce et 1 hauban aval.
- Les boulons d'ancrages de fixation des haubans seront réalisés en diamètre 25 mm et mise en œuvre à 3 mètres de profondeur.

Câbles de rive :

- Les câbles de rive supérieur et inférieur seront réalisés avec du câble de diamètre 16 mm.
- Les boulons d'ancrages de fixation seront réalisés en diamètre 25 mm et mis en œuvre à 3 mètres de profondeur.

Nappe d'interception :

- Le grillage sera de maille 100x120 mm, double torsion, fil de 3 mm galvanisé. Le grillage sera ligaturé maille à maille sur les câbles de rive.

On retient les caractéristiques suivantes :

Secteur	PR début	PR fin	Longueur	Hauteur
5	78+145	78+160	15 m	1.5 m
6a	78+230	78+255	25 m	1.5 m



Implantation de la barrière sur le secteur 5



Implantation de la barrière sur le secteur 6

4.6.3.2 - Ecrans de filets pare-blocs

Pour justifier les ouvrages, deux critères sont étudiés :

- Le SEL : Service Energie Level
- Le MEL : Maximum Energie Level.

Nous proposons les dimensionnements en prenant en compte les valeurs suivantes :

Critère	Cas dimensionnant
SEL	2 à 3 x la valeur moyenne
MEL	Valeur maximale

Les caractéristiques retenues pour les écrans de filets sont les suivantes :

Secteur	PR début	PR fin	Longueur	Cote	Hauteur	MEL	SEL
1b	77+380	77+460	80 m	635 m NGF	3 m	500 kJ	170 kJ
2a	77+530	77+600	70 m	640 m NGF	2 m	100 kJ	-
3a	77+940	77+990	50 m	670 m NGF	4 m	500 kJ	170 kJ
6b	78+250	78+280	30 m	670 m NGF	3 m*	500 kJ	170 kJ
8a	78+450	78+550	100 m	690 m NGF	4 m**	500 kJ	170 kJ

* Reprend 99.6% des trajectoires modélisées (lob de l'ouvrage pour 5 trajectoires sur les 10000 modélisées).

** Reprend 99.9% des trajectoires modélisées (lob de l'ouvrage pour 1 trajectoire sur les 10000 modélisées).



Implantation de l'écran du secteur 1b



Implantation de l'écran du secteur 2a



Implantation de l'écran du secteur 3a



Implantation de l'écran du secteur 6b



Implantation de l'écran du secteur 8a

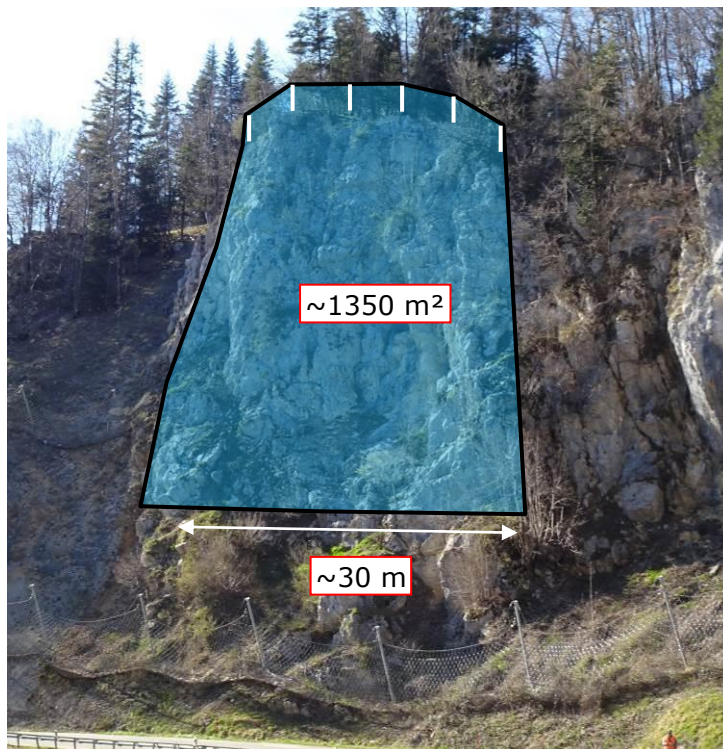
4.6.3.3 - Déflecteurs

Les caractéristiques des déflecteurs seront les suivantes :

Secteur	PR début	PR fin	Longueur	Hauteur	Surface de nappe	Type de nappe	Hauteur/type des poteaux
4a	78+085	78+115	30 m	40 m	1350 m ²	Filet de câble	3 m – HEA 160
7a	78+340	78+360	20 m	30 m	700 m ²	Grillage HLE	3 m – HEA 160

Les compartiments relevés sur le secteur 4a atteignent des volumes résiduels de 5 m³. Nous proposons de conforter tous les compartiments de volume résiduel supérieur à 500L. Le déflecteur du secteur 4a sera réalisé en filet de câble de façon à reprendre les éléments <500L. Les poteaux du déflecteur seront implantés sur le replat au-dessus de la barre rocheuse, à la cote 705 m NGF environ.

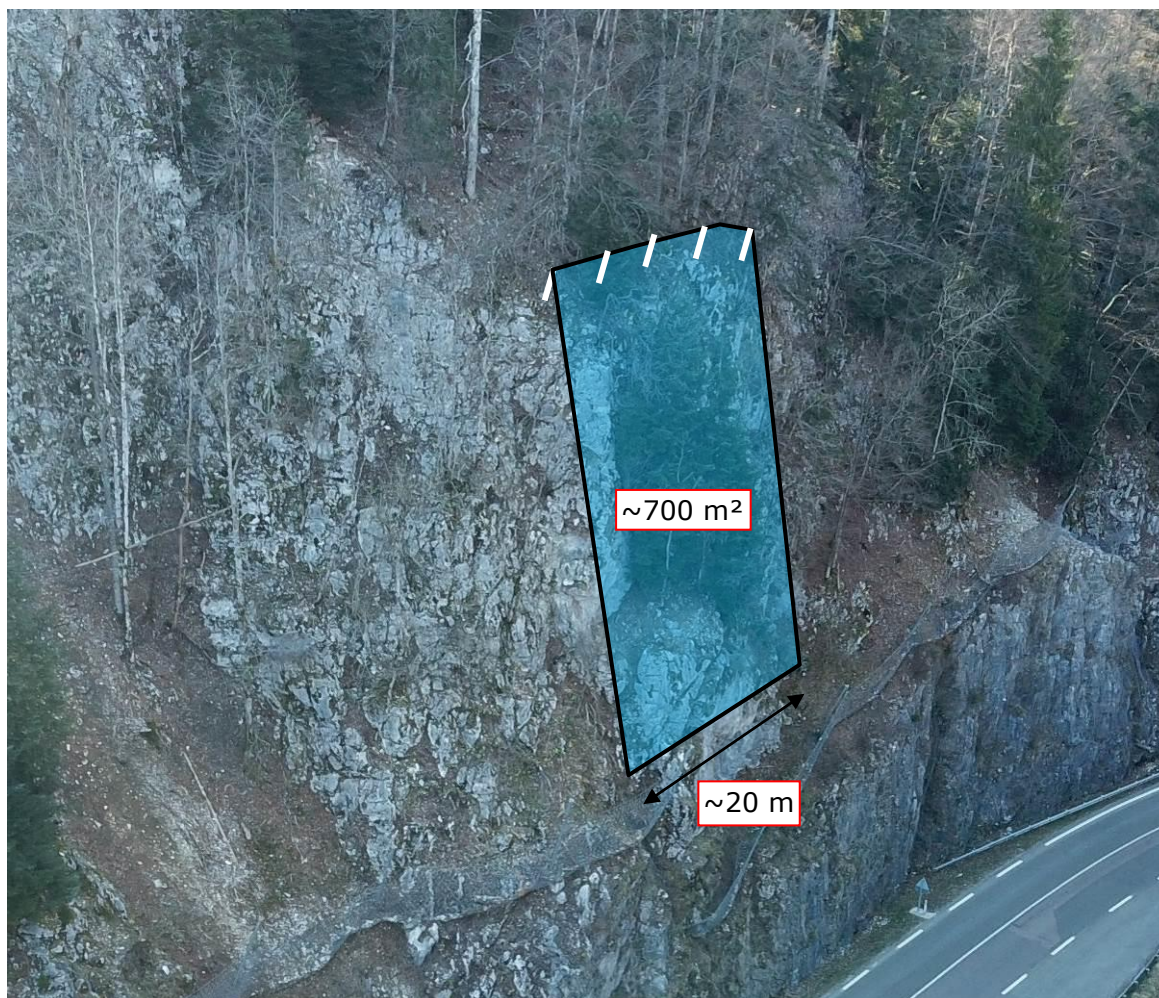
Quantités secteur 4a				
Nappe de filet de câble	Hauteur	40 m		
	Longueur	30 m		
	Surface	1350 m²		
Poteau H= 3 m	6 u			
Ancrages D25 mm	pied poteaux	l=1 m	6 u	94 m
	haubans	l=3 m	17 u	
	latéraux	l=1.5 m	24 u	
Câbles 12 mm	84 m			
Câbles 16 mm	34 m			



Implantation du déflecteur du secteur 4a

Quantités secteur 7a				
Nappe de grillage HLE	Hauteur	30 m		
	Longueur	20 m		
	Surface	700 m ²		
Poteau H= 3 m	5 u			
Ancrages D25 mm	pied poteaux	l=1 m	5 u	77 m
	haubans	l=3 m	15 u	
	latéraux	l=1.5 m	18 u	
Câbles 12 mm	64 m			
Câbles 16 mm	24 m			

Les compartiments relevés sur le secteur 7a atteignent des volumes résiduels de 200L. La nappe du déflecteur sera réalisée en grillage à haute limite élastique, de façon à reprendre les éléments <200L. Les poteaux du déflecteur seront implantés sur le replat en crête de la barre rocheuse qui domine l'écran EF5, à la cote 705 m NGF environ.



Implantation du déflecteur du secteur 7a

Les dispositions constructives sont les suivantes :

Tête de l'ouvrage :

- Des poteaux de type HEA 160 hauteur 3.0 m seront mis en place avec un espacement 6 mètres. Ces poteaux seront fixés par 3 haubans : 2 haubans amont réalisés en quinconce et 1 hauban aval. Ces haubans seront réalisés avec du câble métallique de diamètre 16 mm (et fixés au sol par l'intermédiaire de boulons d'ancrage en diamètre 25mm mis en œuvre à 3 mètres de profondeur. Le pied de chaque poteau sera fixé au terrain par un crayon d'ancrage à 1 m de profondeur.
- Le câble de tête sera un câble métallique de diamètre 16 mm tendu entre les têtes de poteau et auquel la nappe d'interception sera fixée par un rabat de 50 cm.

Pied de l'ouvrage :

- En pied, l'ouvrage sera laissé libre.

Rives de l'ouvrage :

- Latéralement, le grillage sera plaqué au terrain par un câble métallique de diamètre 12 mm, fixés au sol par des boulons d'ancrages de diamètre 25 mm espacés de 3 mètres et mis en œuvre à 1.5 mètres de profondeur.

4.7 - TRAITEMENT INDIVIDUEL DES COMPARTIMENTS

4.7.1 - Compartiments à traiter

Les éléments suivants seront traités individuellement :

- Sur les secteurs dont l'aléa résultant global est supérieur à Faible :
 - o L'ensemble des zones de départ de pierres et petits blocs dans le cadre des purges fines ;
 - o Les compartiments situés en dehors de l'emprise des parades proposées ou dépassant les capacités des parades, et d'aléa supérieur ou égal à Faible ;
- Au niveau des ouvrages existants dont l'état est Moyen ou Insuffisant :
 - o Les compartiments dépassant la capacité de l'ouvrage existant.

Les compartiments à traiter sont récapitulés ci-dessous :

- **Secteur 1a** : secteur non concerné

- **Secteur 1b** :

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 1 m³ (capacité de l'écran dimensionné au 4.6.3.2.) ;
 - Compartiments situés sous le grillage GPL1 et dépassant ses capacités.
- Aucun compartiment identifié à ce stade.

- **Secteur 2a** :

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 0.5 m³ (capacité de l'écran dimensionné au 4.6.3.2.) ;
- Compartiments en versant hors linéaire prévu pour l'écran ;
- Compartiments situés sous le grillage GPL2 et dépassant ses capacités.

- Compartiments identifiés :

n°	Secteur	Volume (m3)	Volume résiduel	Aléa écoulement	Traitement	Traitement préconisé
C06	2a-talus	1.6	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C07	2a-talus	1.9	0.1 à 0.5	FAIBLE	x	Ancrages de confortement
C08	2a-talus	0.1 à 1	0.1 à 0.5	ELEVE	x	Ancrages de confortement

- **Secteur 2b** : secteur non concerné

• Secteur 2c :

Critères :

- Compartiments situés sous le grillage plaqué projeté et de volume résiduel supérieur à 0.1 m³ (capacité du grillage ;
- Compartiments hors surface prévue du grillage plaqué.

➤ Compartiments identifiés :

n°	Secteur	Volume (m3)	Volume résiduel	Aléa écoulement	Traitement	Traitement préconisé
C01	2c	6	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C02	2c	1.5	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C03	2c	1	0.5 à 1	ELEVE	x	Ancrages de confortement
C04	2c	2.5	0.5 à 1	TRES ELEVE	x	Ancrages de confortement
C05	2c	3	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C19	2c	15.8	1 à 5	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C20	2c	3.6	0.1 à 0.5	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C21	2c	1.9	0.1 à 0.5	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C22	2c	1	0.1 à 0.5	ELEVE	x	Ancrages de confortement
C23	2c	6.5	1 à 2	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C24	2c	4	1 à 2	ELEVE	x	Ancrages de confortement
C25	2c	3.6	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C26	2c	6	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C27	2c	80	5 à 10	Faible	x	Ancrages de confortement
C28	2c	9	1 à 2	ELEVE	x	Ancrages de confortement
C29	2c	4.4	1 à 2	ELEVE	x	Ancrages de confortement
C30	2c	1.5	0.1 à 0.5	ELEVE	x	Déroctage
C31	2c	2.5	1 à 2	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C32	2c	3.6	0.5 à 1	MOYEN	x	Ancrages de confortement

• Secteur 3a :

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 1 m³ (capacité de l'écran dimensionné au 4.6.3.2.) ;
- Compartiments en versant hors linéaire prévu pour l'écran.

➤ Aucun compartiment identifié à ce stade.

• Secteur 3b :

Critères :

- Compartiments situés sous le grillage GPL4 et dépassant ses capacités.

➤ Aucun compartiment identifié à ce stade.

• Secteur 4a :

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 0.5 m³ (capacité du déflecteur dimensionné au 4.6.3.3.) ;

➤ Compartiments identifiés :

n°	Secteur	Volume (m3)	Volume résiduel	Aléa écoulement	Traitement	Traitement préconisé
C02	4b	3	0.5 à 1	ELEVE	x	Déroctage
C04	4a	162	1 à 10	MOYEN	x	Ancrages de confortement
C05	4a	15	1 à 5	MOYEN	x	Déroctage

• Secteur 5 :

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 0.05 m³ (capacité estimée des barrières grillagées) ;
- Compartiments en versant hors linéaire protégé.

➤ Compartiments identifiés :

n°	Secteur	Volume (m3)	Volume résiduel	Aléa écoulement	Traitement	Traitement préconisé
C01	5	8.3	1 à 2	MOYEN	x	Ancrages de confortement

• **Secteur 6 :**

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 0.05 m³ sur 6a et 0.5 m³ sur 6b (capacité de l'écran dimensionné au 4.6.3.2.) ;
- Compartiments situés sous le grillage GPL6 et dépassant ses capacités.

➤ Aucun compartiment identifié à ce stade.

• **Secteur 7a :**

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 0.2 m³ (capacité du déflecteur dimensionné au 4.6.3.3.) ;
- Compartiments situés sous le grillage GPL7 et dépassant ses capacités.

➤ Aucun compartiment identifié à ce stade.

• **Secteur 8a :**

Critères :

- Compartiments en versant de volume résiduel supérieur à 0.5 m³ (capacité de l'écran dimensionné au 4.6.3.2.) ;
- Compartiments situés sous le grillage GPL7 et dépassant ses capacités.

➤ Aucun compartiment identifié à ce stade.

La localisation des compartiments est précisée au paragraphe 3.2.1.

Remarque : Une provision d'ancrages de confortement et de déroctage est prévue pour le traitement des éventuels compartiments non identifiés à ce stade et relevés en phase EXE.

4.7.2 - Méthode de calcul pour les confortements par boulons d'ancrages

Aucun document normatif ne s'applique spécifiquement aux dimensionnements des confortements en terrain rocheux. Nous nous appuyons néanmoins sur des documents type : recommandations Clouterre 1991, norme NF P 94-270, Eurocode 7.

Les hypothèses à considérer sont :

- La géométrie du compartiment rocheux à conforter (hauteur verticale, épaisseur en tête, épaisseur en pied, largeur) ;
- Les caractéristiques du plan ou de la ligne de glissement (inclinaison, angle de frottement, cohésion) ;
- Les caractéristiques du matériau rocheux (poids volumique, frottement latéral sol / inclusion) ;
- Les caractéristiques des boulons d'ancrage (diamètre de foration, longueur de scellement en arrière de la surface de rupture, nuance d'acier, diamètre de l'armature métallique).

Le calcul est réalisé aux ELU, des coefficients de sécurité partiels sont donc pris en compte. Il s'agit des coefficients partiels de l'Eurocode 7 sur le poids volumique, l'angle de frottement interne, la cohésion, le terme de frottement latéral et la résistance de l'acier (approche 3).

Les coefficients de sécurité partiels pris en compte sont issus de la norme NF P 94-270 et sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Coefficient de sécurité
Facteur partiel de méthode	1.10
Poids volumique du rocher	1.00
Angle de frottement interne	1.25
Cohésion	1.25
Coefficient de frottement latéral	1.80
Coefficient de sécurité sur l'acier (Rt ;dr)	1.25
Coefficient de sécurité sur l'acier (Rt ;dy)	1.00

La méthode de calcul est la suivante : à partir du poids du compartiment rocheux à conforter, un effort moteur tangentiel à la surface de glissement est calculé. L'effort à reprendre par les boulons d'ancrage est la différence entre cet effort moteur et les efforts résistants dus au frottement et à la cohésion.

Cet effort à reprendre est supposé réparti uniformément dans tous les boulons d'ancrage. Cet effort génère des contraintes de traction et de cisaillement dans les boulons d'ancrage, en fonction de leur inclinaison et de l'inclinaison de la surface de glissement.

Les armatures des boulons d'ancrage et leur scellement sont vérifiés vis-à-vis de la combinaison des contraintes de cisaillement et de traction. Le calcul donne donc 2 coefficients de sécurité, sur les armatures et sur le scellement.

Nota : Pour les compartiments n'excédant pas un volume de 4 à 5 m³ au départ, les confortements sont définis par rapport à la géométrie et la fracturation des instabilités, plutôt que par rapport au volume à conforter. Le nombre d'ancrages est alors défini par rapport à la fracturation des compartiments, et non par rapport au poids à reprendre (le coefficient de sécurité de ce point de vue étant de fait surdimensionné).

4.7.3 - Hypothèses de dimensionnement

Les boulons d'ancrage seront constitués de barres d'acier à filetage continu type Gewi de diamètre 25, 32 et 40 mm et de nuance 500 Mpa, scellés dans un forage de diamètre respectant une épaisseur minimale de 20 mm autour de la barre. Le scellement sera réalisé au coulis de ciment en respectant un rapport C/E supérieur à 2. L'injection sera réalisée par le fond du forage autour de la barre centrée au moyen de centreurs adaptés.

Nous considérerons les hypothèses suivantes :

Durée d'utilisation des ouvrages	75 ans
Force corrosive	Moyenne
Limite élastique / rupture	S500/550

Type de barre	Résistance à la traction (après corrosion)	Résistance au cisaillement (après corrosion)
Diamètre 25 mm	119 kN	72 kN
Diamètre 32 mm	230 kN	138 kN
Diamètre 40 mm	399 kN	239 kN

Les caractéristiques géotechniques des sols et discontinuités prises en compte dans les calculs de dimensionnement sont indiquées dans le tableau suivant :

Sol	γ (kN/m ³)	Qs estimé (kPa)
Rocher	25	330=600/1.8 kPa
Discontinuités	C' (kPa)	ϕ' (°)
Plans de fracture	0	35°

4.7.4 - Résultats du dimensionnement et quantitatif

Les notes de calcul pour les compartiments concernés sont disponibles en Annexe 3. Pour chaque compartiment, une fiche parade avec implantation du traitement est également présentée en Annexe 4.

Une synthèse des quantités est présentée ci-dessous :

N°	Volume (m3)	Aléa écoulement	Traitement préconisé	Quantités
S2a-talus-C06	1.6	MOYEN	Ancrages de confortement	1u D25mm l=3m
S2a-talus-C07	1.9	FAIBLE	Ancrages de confortement	3u D25mm l=3m
S2a-talus-C08	0.1 à 1	ELEVE	Ancrages de confortement	5u D25mm l=3m
S2c-C01	6	MOYEN	Ancrages de confortement	3u D25mm l=3m
S2c-C02	1.5	MOYEN	Ancrages de confortement	1u D25mm l=3m
S2c-C03	1	ELEVE	Ancrages de confortement	1u D25mm l=3m
S2c-C04	2.5	TRES ELEVE	Ancrages de confortement	2u D25mm l=3m
S2c-C05	3	MOYEN	Ancrages de confortement	3u D25mm l=3m
S2c-C19	15.8	MOYEN	Ancrages de confortement	4u D32 mm l=4m
S2c-C20	3.6	MOYEN	Ancrages de confortement et dér	3u D25mm l=3m + 3.6 m3
S2c-C21	1.9	MOYEN	Ancrages de confortement	2u D25mm l=3m
S2c-C22	1	ELEVE	Ancrages de confortement	1u D25mm l=3m
S2c-C23	6.5	MOYEN	Ancrages de confortement	3u D25mm l=4m
S2c-C24	4	ELEVE	Ancrages de confortement	2u D25mm l=3m
S2c-C25	3.6	MOYEN	Ancrages de confortement et dér	2u D25mm l=3m + 2m3
S2c-C26	6	MOYEN	Ancrages de confortement	4u D25mm l=3m
S2c-C27	80	Faible	Ancrages de confortement	11u D40mm l=5m
S2c-C28	9	ELEVE	Ancrages de confortement	4u D32mm l=4m
S2c-C29	4.4	ELEVE	Ancrages de confortement	2u D25mm l=3m
S2c-C30	1.5	ELEVE	Déroctage	1.5 m3
S2c-C31	2.5	MOYEN	Ancrages de confortement	2u D25mm l=3m
S2c-C32	3.6	MOYEN	Ancrages de confortement et dér	2u D25mm l=3m + 2m3
S4b-C02	3	ELEVE	Déroctage	3 m3
S4a-C04	162	MOYEN	Ancrages de confortement	15u D25mm l=6m
S4a-C05	15	MOYEN	Déroctage	15 m3
S5-C01	8.3	MOYEN	Ancrages de confortement	4u D25mm l=4m

Une provision d'ancrages, de déroctage et de filet plaqué est ajoutée au quantitatif ci-dessus. Les quantités globales sont récapitulées ci-dessous :

	Quantités	Provision
Déroctage	27 m3	10 m3
Ancrage D25mm	235 m	45 m
Ancrage D32mm	32 m	20 m
Ancrage D40mm	55 m	25 m
Filet plaqué	-	60 m ²

4.8 - ALEA REMANENT APRES TRAVAUX

Après travaux l'aléa sera ramené à Faible ou Très Faible sur l'ensemble des secteurs :

Secteur	Linéaire zone de départ	Aléa résultant		Aléa rémanent
1-a	120.0 m	Très Faible	Faible	Très faible
		Faible		Faible
1-b	80.0 m	Très Faible	Moyen	Très faible
		Moyen		Très faible
		Faible		Très faible
2a-talus	120.0 m	Très Faible	Faible	Très faible
		Faible		Très faible
2a-versant	120.0 m	Moyen	Moyen	Très faible
		Moyen		Très faible
2b	250.0 m	Très Faible	Faible	Très faible
		Faible		Faible
2c	40.0 m	Très Elevé	Très Elevé	Très faible
		Très Elevé		Très faible
		Elevé		Très faible
		Faible		Très faible
3a	70.0 m	Très Faible	Elevé	Très faible
		Elevé		Très faible
		Faible		Très faible
3b	70.0 m	Faible	Faible	Faible
		Faible		Faible
4-a	30.0 m	Moyen	Moyen	Très faible
		Moyen		Très faible
		Faible		Très faible
		Faible		Très faible
4-b	25.0 m	Faible	Faible	Très faible
		Faible		Très faible
		Très Faible		Très faible
5	95.0 m	Moyen	Moyen	Très faible
		Faible		Très faible
		Faible		Très faible
6-a	25.0 m	Elevé	Moyen	Très faible
6-b	25.0 m	Moyen	Elevé	Très faible
		Elevé		Très faible
7-a	55.0 m	Très Faible	Moyen	Très faible
		Moyen		Très faible
7-b	90.0 m	Très Faible	Très Faible	Très faible
		Très Faible		Très faible
		Très Faible		Très faible
8a	80.0 m	Très Faible	Moyen	Très faible
		Moyen		Très faible
8b	75.0 m	Très Faible	Faible	Très faible
		Faible		Très faible
8c	115.0 m	Très Faible	Très Faible	Très faible
		Très Faible		Très faible

4.9 - OPERATIONS DE MAINTENANCE

L'efficacité des ouvrages à moyen et long terme dépend des opérations de maintenance réalisées.

Les opérations de maintenance à réaliser seront les suivantes :

Barres rocheuses (confortements) :

- Inspection visuelle du massif rocheux par un ingénieur géotechnicien spécialiste (tous les 5 ans).

Ouvrages :

- Contrôle visuel général des ouvrages (mensuel) – peut être réalisé par l'exploitant ;
- Visites détaillées par un bureau d'étude spécialiste pour établir un diagnostic poussé de l'ensemble du matériel et des composants constituant les ouvrages (inspection détaillée périodique) – Fréquence 3 à 5 ans ;
- Visite exceptionnelle par ingénieur spécialisé après chaque événement ayant sollicité nominalement l'ouvrage
- Travaux d'entretien courant (traitement corrosion, purge, etc.) – Fréquence 5 ans ;
- Travaux d'entretien spécifiques : en fonction des résultats des visites.
- Travaux de réparation après événements suivant résultat de la visite exceptionnelle

Extrait

5 - OPERATIONS DE TRAVAUX

5.1 - MODALITES DE REALISATION DES TRAVAUX

5.1.1 - Conditions de circulation sur la chaussée

Secteur 1 : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, d'hélicoptage etc.

Secteur 2a : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, d'hélicoptage etc.

Secteur 2c : La réalisation des travaux nécessitera la coupure complète de la route : en effet à cet endroit la route est étroite et les travaux réalisés concernent la partie supérieure du talus.

Secteur 3a : La réalisation des travaux nécessitera la coupure complète de la route : en effet à cet endroit la route est étroite et les travaux réalisés concernent la partie supérieure du talus.

Secteur 3b : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Secteur 4 : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, déroctages, d'hélicoptage etc.

Secteur 5 : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, d'hélicoptage etc.

Secteur 6 : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, d'hélicoptage etc.

Secteur 7 : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, d'hélicoptage etc.

Secteur 8 : La réalisation des travaux nécessitera la neutralisation d'une voie de circulation et la mise en place d'un alternat de circulation pendant toute la durée des travaux.

Des microcoupures pourront être nécessaires pendant certaines opérations de purges, d'hélicoptage etc.

5.1.2 - Protections provisoires

Afin de sécuriser la RN5 et ses usagers, les protections provisoires envisagées sont :

- Cordon de GBA surmonté d'un écran grillagé de hauteur 2 m minimum mis en place à mi-chaussée ;
- Coupure complète de la route ;
- Mise en place d'un matelas de matériaux sur la chaussée sur les zones de déroctages.


5.2 - GESTION FONCIERE


La gestion foncière n'est pas prise en compte dans cette étude.

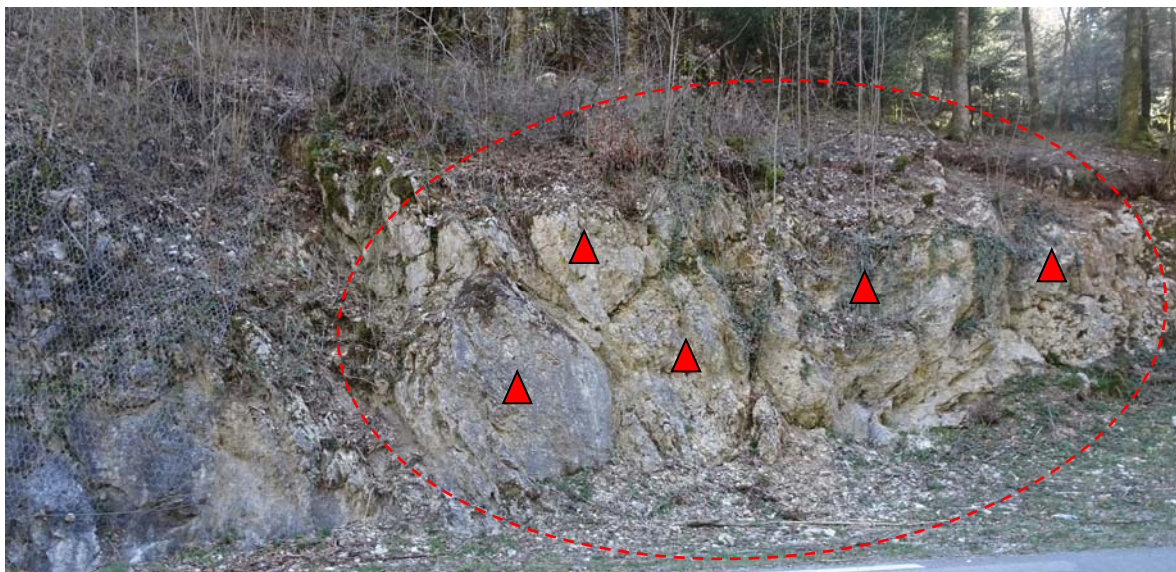
Extrait

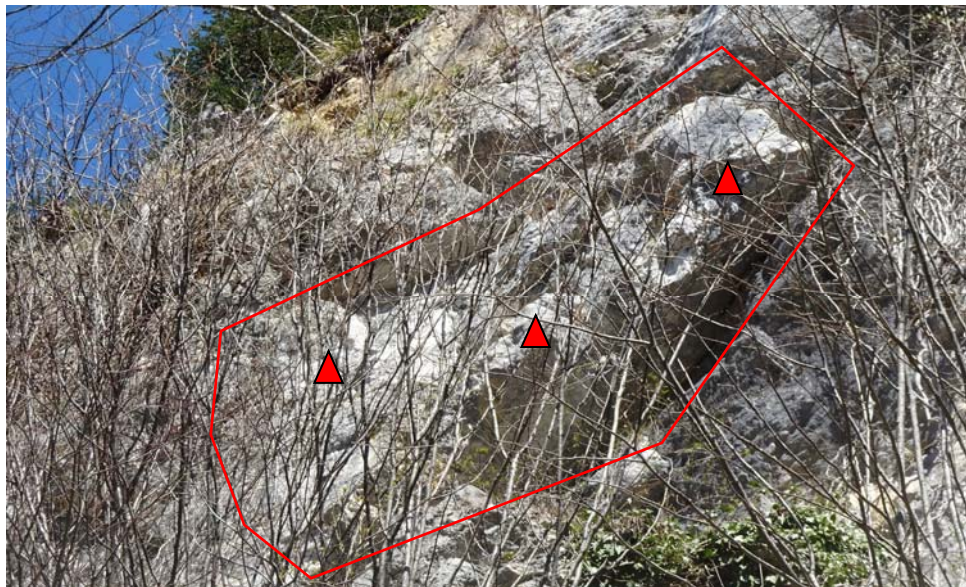
ANNEXES

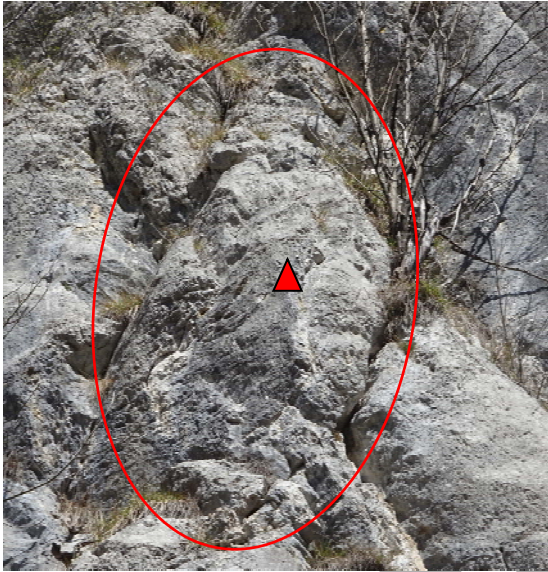
Annexe 4 : Fiches parades


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C06	2a-talus	2 m	1 m	0.8 m	1,6 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Bloc				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	1u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C07	2a-talus	1.5 m	2.5 m	0.5 m	1,9 m³	0.1 à 0.5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Bloc				FAIBLE		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	3u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C08	2a-talus	-	-	-	0.1 à 1 m³	0.1 à 0.5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Zone de départ pierres et blocs				ELEVE		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	5u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C01	2c	1,5 m	4 m	1 m	6 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	3u D25mm l=3m	

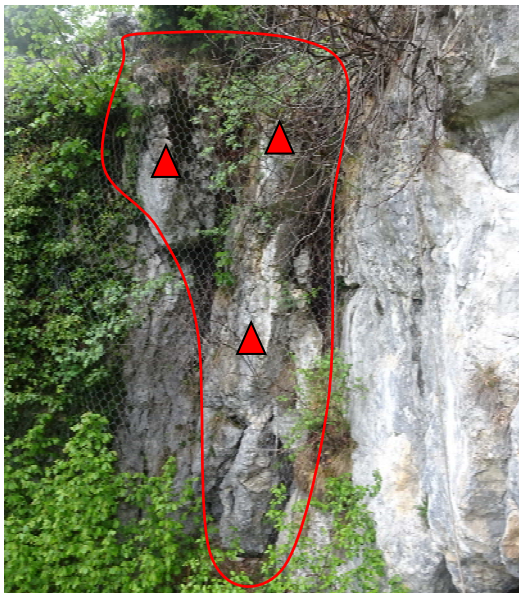
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C02	2c	3 m	1 m	0,5 m	1,5 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Bloc				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	1u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C03	2c	2 m	1 m	0,5 m	1 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Bloc				ELEVE		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	1u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C04	2c	2,5 m	1 m	1 m	2,5 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				TRES ELEVE		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	2u D25mm l=3m	

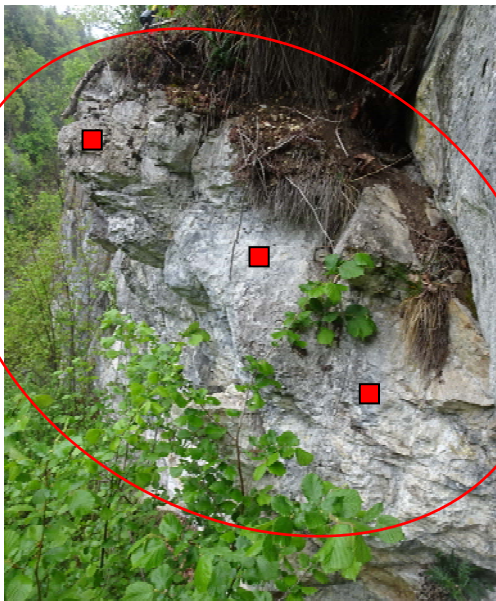
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C05	2c	3 m	1 m	1 m	3 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	3u D25mm l=3m	

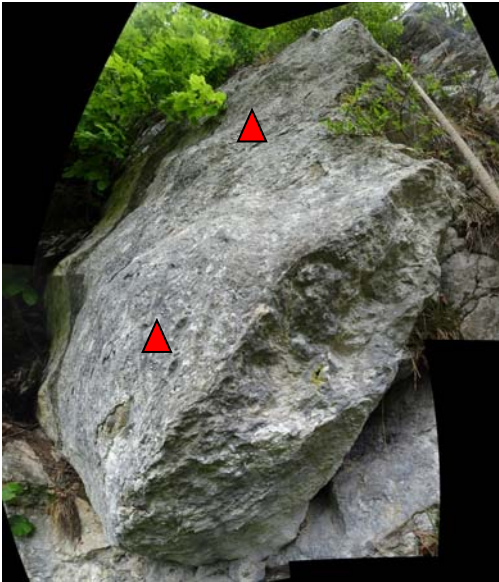
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C19	2c	3 m	3,5 m	1,5 m	15,8 m³	1 à 5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	4u D32 mm l=4m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C20	2c	3 m	1,5 m	0,8 m	3,6 m³	0.1 à 0.5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement et déroctage			Quantités :	3u D25mm l=3m + 3.6 m3	

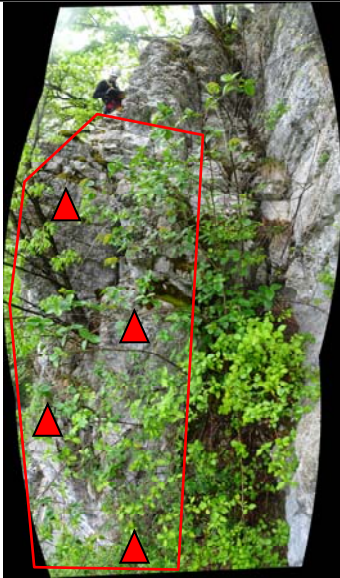
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C21	2c	2,5 m	1,5 m	0,5 m	1,9 m³	0.1 à 0.5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Bloc				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	2u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C22	2c	2 m	1 m	0,5 m	1 m³	0.1 à 0.5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Bloc				ELEVÉ		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	1u D25mm l=3m	

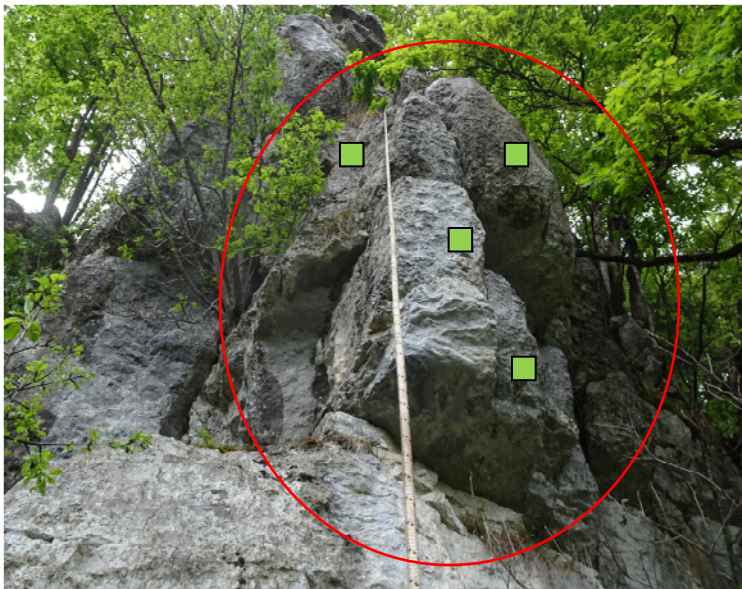
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C23	2c	2,5 m	2 m	1,3 m	6,5 m³	1 à 2 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
<div><div></div><div></div><div></div></div>						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	3u D25mm l=4m	

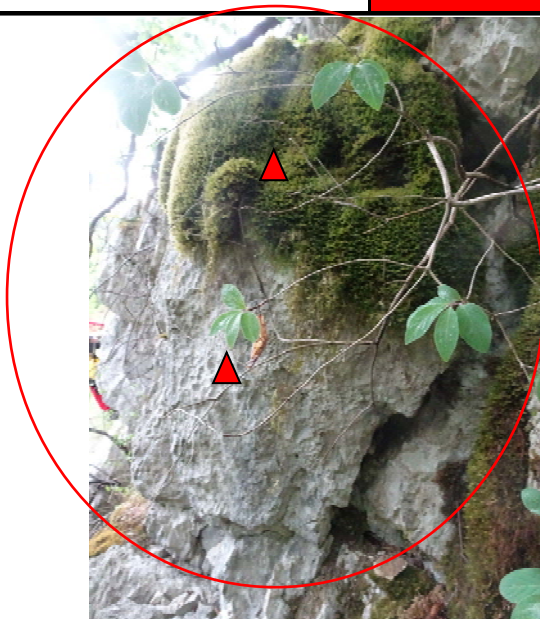
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C24	2c	2,5 m	2 m	0,8 m	4 m³	1 à 2 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				ELEVE		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	2u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C25	2c	3 m	1,5 m	0,8 m	3,6 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
<div><div></div><div></div><div></div></div>						
Parade :	Ancrages de confortement et déroctage			Quantités :	2u D25mm l=3m + 2m3	

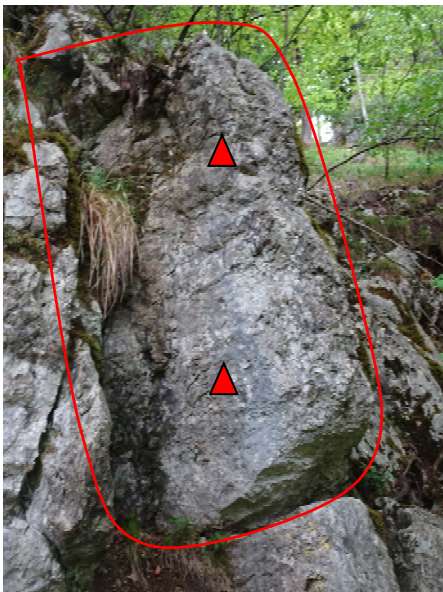
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C26	2c	6 m	1 m	1 m	6 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	4u D25mm l=3m	

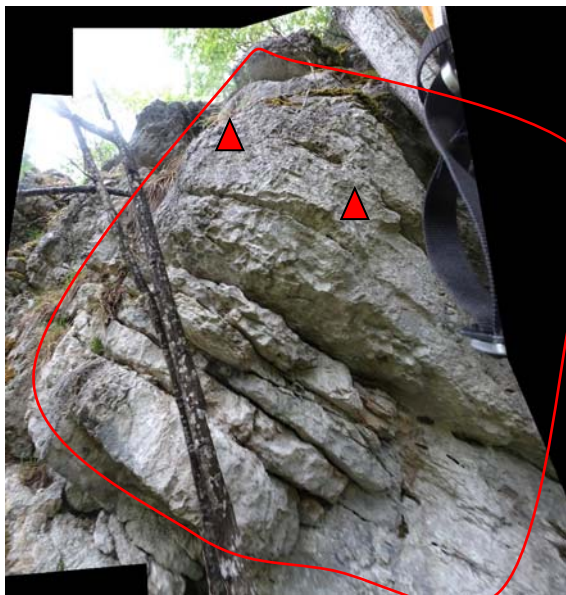
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C27	2c	8 m	4 m	2,5 m	80 m³	5 à 10 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Grande Masse				Faible		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	11u D40mm l=5m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C28	2c	3 m	2 m	1,5 m	9 m³	1 à 2 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				ELEVÉ		
<div><div></div><div></div></div>						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	4u D32mm l=4m	

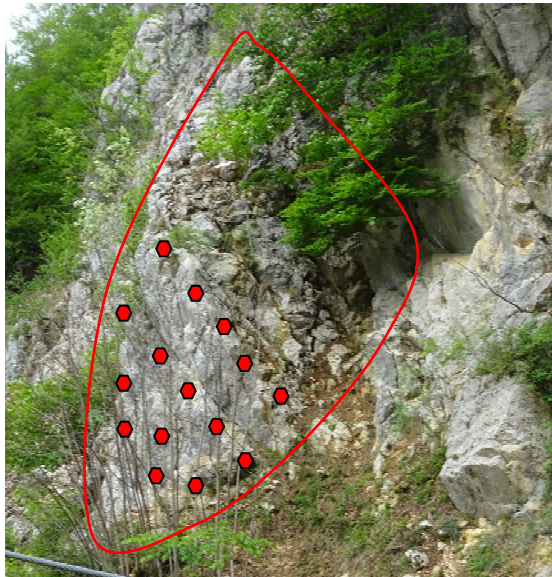
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C29	2c	2,5 m	2,5 m	0,7 m	4,4 m³	1 à 2 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Masse				ELEVE		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	2u D25mm l=3m	


N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C30	2c	2 m	1,5 m	0,5 m	1,5 m³	0.1 à 0.5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Bloc				ELEVE		
						
Parade :	Déroctage			Quantités :	1.5 m3	

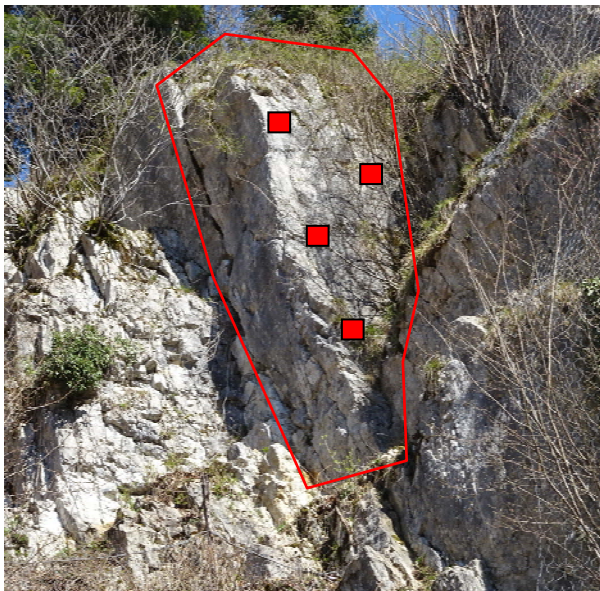
N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C31	2c	2,5 m	1 m	1 m	2,5 m³	1 à 2 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Bloc				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	2u D25mm l=3m	

N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C32	2c	2,5 m	1,2 m	1,2 m	3,6 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement et déroctage			Quantités :	2u D25mm l=3m + 2m3	

N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C02	4b	3 m	1 m	1 m	3 m³	0.5 à 1 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'écroulement		
Bloc				ELEVE		
						
Parade :	Déroctage			Quantités :	3 m3	

N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C04	4a	9 m	6 m	3 m	162 m³	1 à 10 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Grande Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	15u D25mm l=6m	

N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C05	4a	2,5 m	2 m	3 m	15 m³	1 à 5 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Déroctage			Quantités :	15 m3	

N°	Secteur	Hauteur	Largeur	Epaisseur	Volume (m³)	Volume résiduel (m³)
C01	5	5,5 m	1 m	1,5 m	8,3 m³	1 à 2 m³
Classe d'instabilité				Aléa d'éroulement		
Masse				MOYEN		
						
Parade :	Ancrages de confortement			Quantités :	4u D25mm l=4m	