

SAINT SENOUX (35)

**PAROI ROCHEUSE LE LONG DE LA ROUTE
DE LA VALLEE DE LA VILAINE**

**PROTECTION CONTRE LES
EBOULEMENTS ROCHEUX**

**DIAGNOSTIC ET AVANT PROJET
GEOTECHNIQUE
G5/G2 PHASE AVP**

A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DE LA COMMUNE DE SAINT SENOUX

INGÉNIEURS-CONSEILS EN GÉOLOGIE, GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

Dossier	20-229 I 1	
Indice	Modifications	Date
o	Document initial	14/05/2020

Nombre de pages : 24

12, allée Planche Fagline
Z.A. La Teillais
35740 PACE

Tél. +33 (0)2 99 85 55 55
Fax. +33 (0)2 99 85 55 43
contact@geolithe.com
www.geolithe.com

Siège GEOLITHE
181 rue des Bécasses
38920 CROLLES - FRANCE





GÉOLITHE

LIEU :	Paroi rocheuse bordant la route de la vallée de la Vilaine
COMMUNE :	Saint Senoux (35)
OBJET :	Diagnostic et avant-projet géotechnique
TYPE DE MISSION :	G5 DIAG - G2 phase AVP
CLIENT :	Commune de Saint Senoux
DOSSIER SUIVI PAR :	M. CORMIER

CHARGE D'AFFAIRE :	F. ROY
CHEF DE PROJET :	F. ROY
INTERVENANTS	L. CHASTANET, D. GALLET
NOMBRE DE PAGES	24
REFERENCE DOCUMENT :	20_229_I_1_0_AVP.docx

Rédacteur : D. GALLET
Visa :

Contrôle : F. ROY
Visa :

P.O.



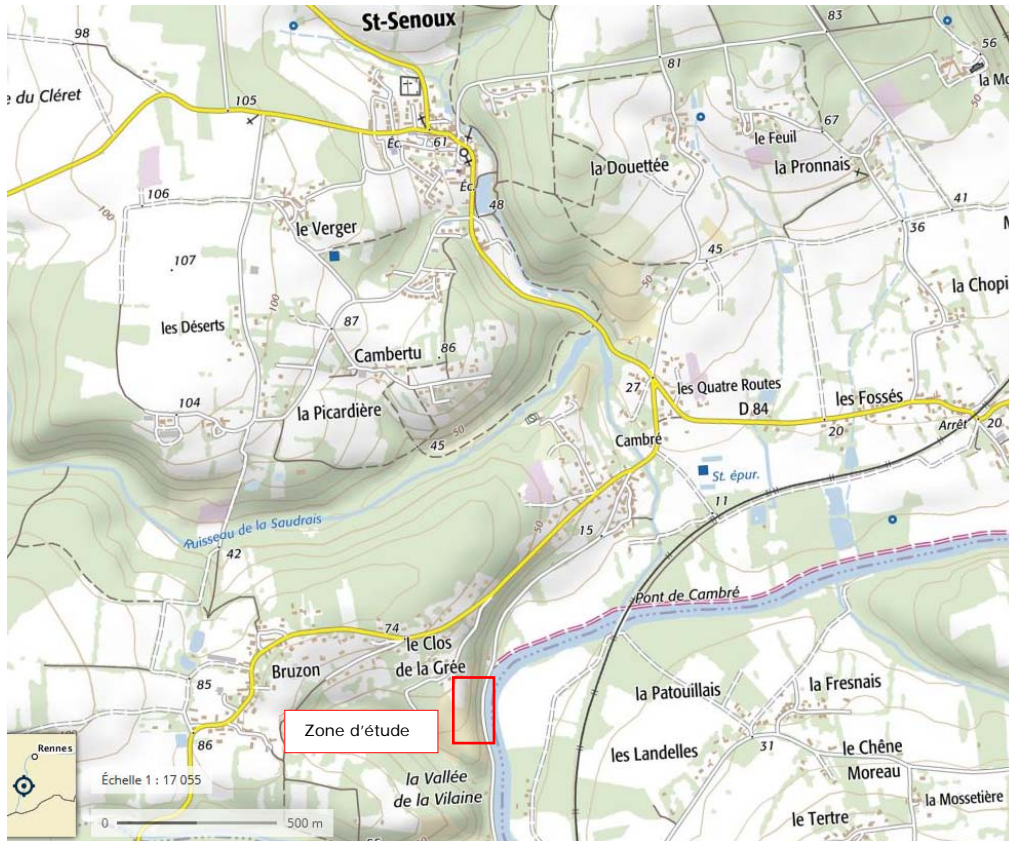
SOMMAIRE

1 - PRESENTATION	4
1.1 - Localisation	4
1.2 - Contexte et objet de l'étude	5
1.3 - Limites de l'étude	6
1.4 - Etat foncier	7
2 - CONTEXTE GENERAL	8
2.1 - Contexte morphologique général	8
2.2 - Contexte géologique	9
2.2.1 - Géologie régionale.....	9
2.2.1 - Géologie locale	9
2.2.2 - Géologie structurale	9
2.3 - Evènements survenus	12
3 - DETERMINATION DE L'ALEA EBOULEMENT ROCHEUX	13
3.1 - Aléa de départ	17
3.1.1 - Relevé des instabilités.....	17
3.1.2 - Diagnostic des phénomènes potentiels	18
3.1.3 - Synthèse de l'aléa d'éroulement et aléa de départ	18
3.2 - Aléa résultant	18
3.2.1 - Enjeux considérés	18
3.2.2 - Propagation des phénomènes.....	18
3.2.3 - Synthèse de l'aléa résultant	18
3.3 - Evolution attendue	19
4 - PRINCIPES DE PARADE	20
4.1 - Mise en sécurité provisoire	20
4.2 - Principes de mise en sécurité définitive	20
4.2.1 - Parades actives.....	20
4.2.2 - Parades passives.....	20
4.3 - Solutions de traitement	21
4.3.1 - Solution 1 :	21
4.3.2 - Solution 2 :	21
4.4 - Analyse comparative multicritère	22
4.5 - Entretien / Maintenance	22
4.6 - Incertitudes	22
4.7 - Etudes complémentaires et Maîtrise d'œuvre	23
4.8 - Suite à donner	23
4.9 - Intégration paysagère	23
5 - ENVELOPPE FINANCIERE DES TRAVAUX	24

1 - PRESENTATION

1.1 - LOCALISATION

La zone d'étude concerne la paroi rocheuse bordant la route de la vallée de la Vilaine (voie VC n°2) sur la commune de Saint Senoux (35). Elle est localisée sur les plans suivants :



Extrait de plan IGN – Localisation du site d'étude



Localisation du site d'étude

1.2 - CONTEXTE ET OBJET DE L'ÉTUDE

Suite à un éboulement rocheux survenu en janvier 2020 en bordure de la voie VC n°2, la mairie de Saint-Senoux missionne Géolithe pour la réalisation d'un diagnostic et avant-projet pour la protection contre les éboulements rocheux.

L'étude a pour objectif de définir les phénomènes instables et les principes de parades pour la mise en sécurité de la route communale vis-à-vis des phénomènes d'éboulements rocheux.

L'étude a pour objet :

- ✓ Identifier et caractériser les instabilités potentielles
- ✓ Déterminer le niveau d'aléa et de risque pour les enjeux
- ✓ Proposer et pré-dimensionner les principes de parades
- ✓ Réaliser l'estimation financière des solutions de traitement

Il s'agit d'une étude de diagnostic et avant-projet géotechnique G5 DIAG / G2 AVP conformément à la classification des missions géotechniques norme NF P 94 500.

Les reconnaissances sur site ont été réalisées par M. GALLET le 20/03/2020.

NOTA : Suite à l'éboulement, le maire a mis en place les interdictions suivantes :

- Arrêté de fermeture de la route ;

1.3 - LIMITES DE L'ÉTUDE

Les limites de l'étude fixées par le maître d'ouvrage correspondent à la paroi rocheuse bordant la route de la vallée de la Vilaine, soit un linéaire d'environ 200m.

Elles sont présentées sur les photographies ci-après :



Limites de la zone d'étude

La limite de la zone d'étude en amont s'étend sur une bande d'environ 10m en arrière de la crête de falaise.

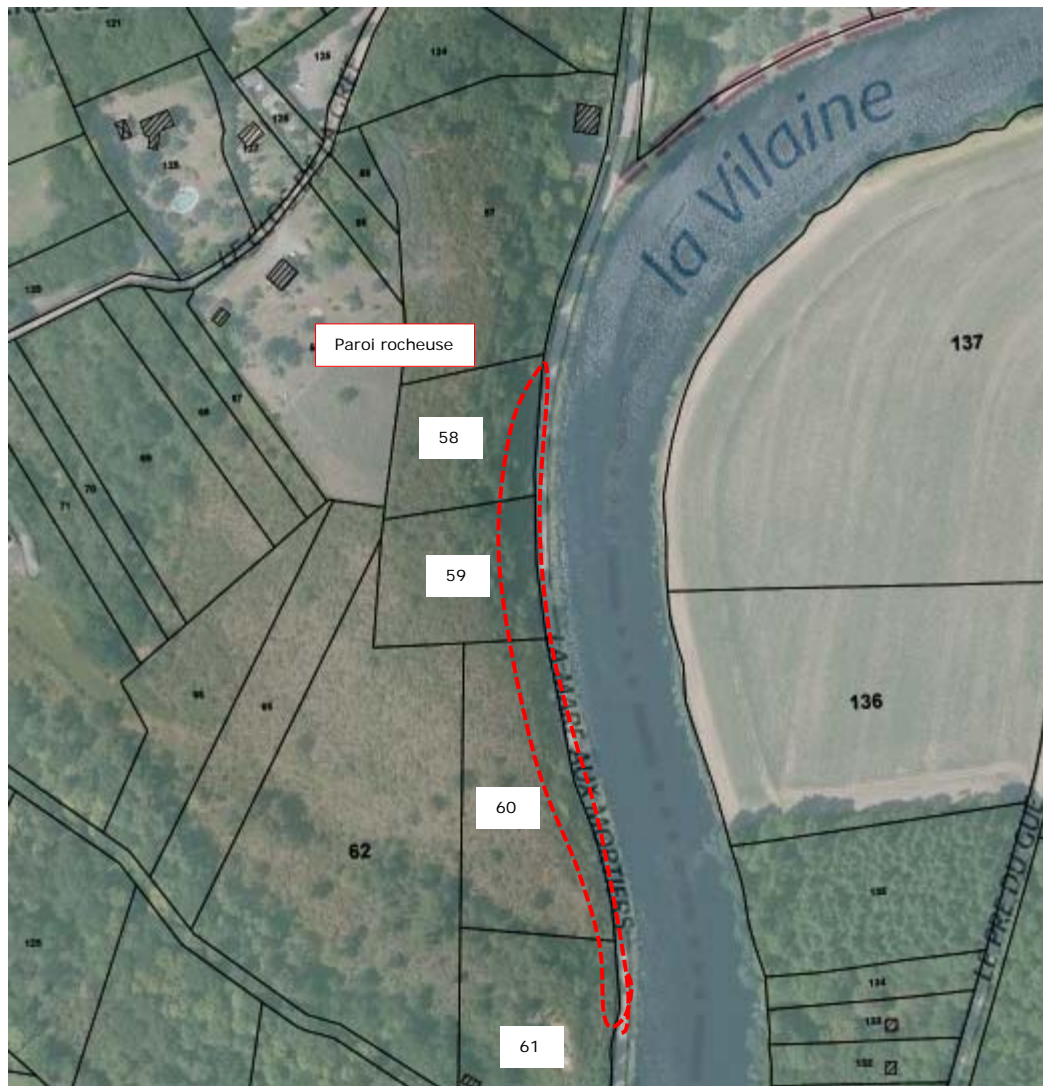
La limite de la zone d'étude en aval est arrêtée par la route VC n°2.

Les enjeux considérés sont les suivants :

- Route et usagers

1.4 - ETAT FONCIER

Le cadastre au droit de la zone d'étude est présenté sur la vue aérienne ci-après :



Vue du cadastre et de la paroi rocheuse objet de l'étude sur vue aérienne

Les parcelles cadastrées numérotées 58 à 61 sont des parcelles privées. Les parcelles non cadastrées (route en bordure du canal) sont à priori propriété de la Commune.

Il apparaît globalement que la paroi rocheuse se trouve essentiellement en domaine privé. La plateforme en pied de falaise est essentiellement propriété de la Commune.

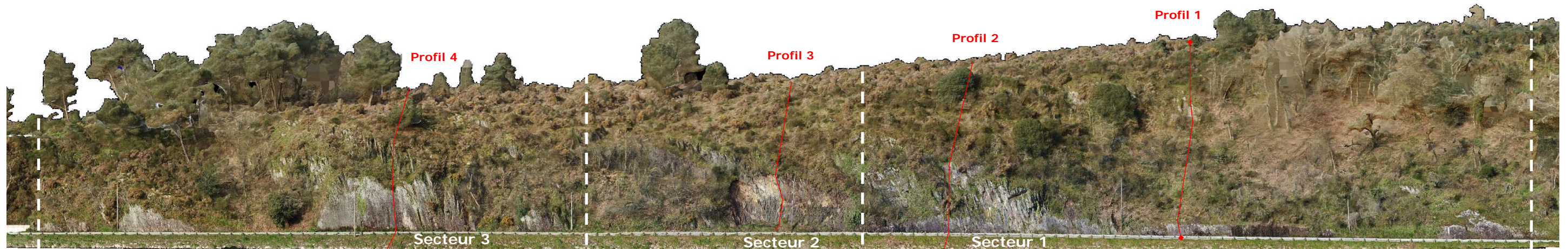
2 - CONTEXTE GENERAL

2.1 - CONTEXTE MORPHOLOGIQUE GENERAL

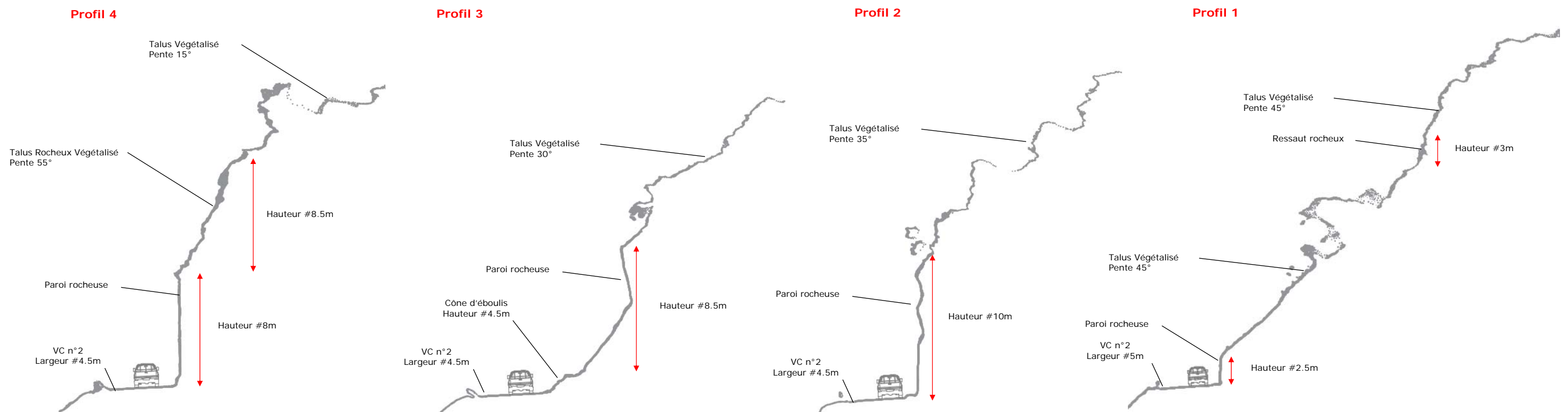
Le site d'étude est un versant rocheux bordant la Vilaine. Il est constitué par une série d'affleurements rocheux subverticaux d'une hauteur comprise entre 1 m et 10 m et se poursuivant par un talus recouvert de végétation d'une pente de l'ordre de 30 à 55°.

En pied de falaise se trouve directement la route et ensuite la Vilaine.

La zone a été découpée en 3 secteurs de morphologie similaire. Ils sont détaillés ci-dessous.



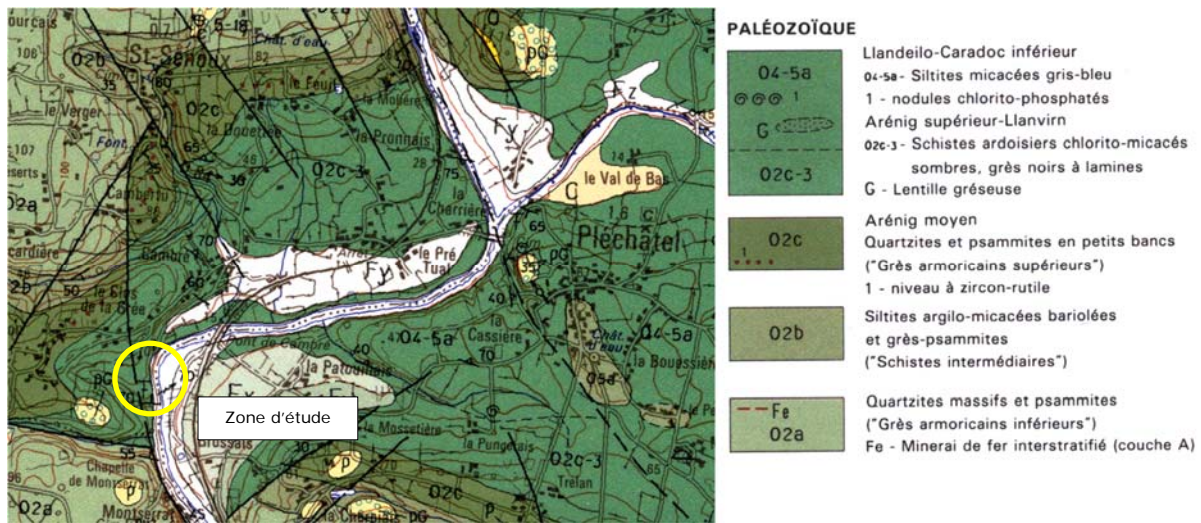
Localisation des secteurs et profils



Morphologie des profils caractéristiques

2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

2.2.1 - Géologie régionale



Extrait de la carte géologique de Janze au 1/50 000 – échelle modifiée

La zone d'étude est concernée par les formations suivantes :

- O2c-3 : Schistes ardoisiers sombres

En terme structural, on note à proximité du site 1 faille régionale d'orientation N165.

2.2.1 - Géologie locale

A l'affleurement, le massif rocheux est affecté par une fracturation dense détaillant dans l'ensemble des éléments plutôt de type blocs et masses (voir chapitre suivant).

2.2.2 - Géologie structurale

2.2.2.1 - Relevé de fracturation

Les données structurales ont été relevées sur les 3 principaux affleurements rocheux. 4 familles principales de discontinuités sont relevées.

	Orientation pendage	Fréquence	Secteur	Commentaire
AZ	N165-180° pendage 70°E			Azimut de paroi
F1	N105-125°/65-80°N	Semimétrique	S1/S2/S3	Plans rentrant perpendiculaire aux affleurements
F2	N140-170°/45-80°W	Métrique	S1/S2/S3	Plan parallèle aux affleurements en dévers
F3	N140°/45-70°NE	Métrique	S1/S2	
F4	N5°/80°E	Local	S2	
F5	N25°/80°SE	Métrique	S3	

2.2.2.3 - *Analyse structurale*

Une analyse structurale sur la base du relevé de fracturation a été effectuée afin de reconnaître les familles de plans potentiellement instables.

Ces discontinuités ont été projetées sur canevas de Wülf.

Il y a possibilité de **glissement selon un plan** si les 4 conditions suivantes sont remplies simultanément :

- Orientation d'une 1^{ère} famille de discontinuités sub-parallèle à l'orientation de la falaise ;
- Inclinaison de cette 1^{ère} famille de discontinuités inférieure à l'inclinaison de la falaise (le cercle représentant cette famille de discontinuité est situé entre le bord du canevas et l'extrados du cercle représentant la falaise) ;
- Inclinaison de cette 1^{ère} famille de discontinuités supérieure à l'angle de frottement interne (le cercle représentant cette famille de discontinuité recoupe le cercle représentant l'angle de frottement interne) ;
- Présence d'une 2^{nde} famille de discontinuités sub-perpendiculaire à la 1^{ère}.

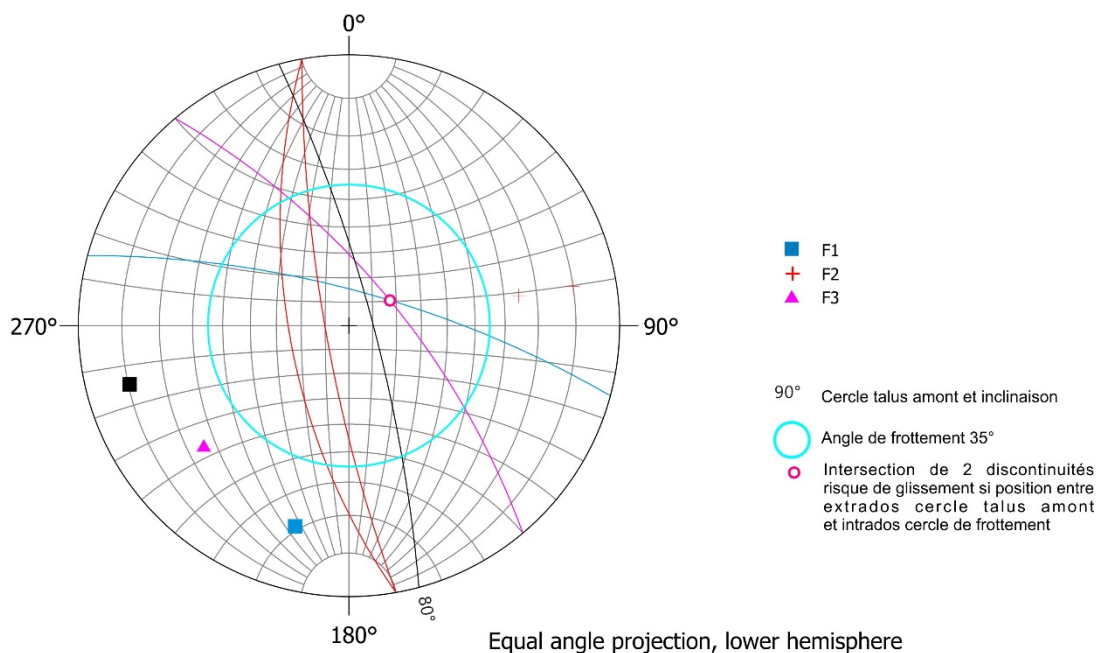
Il y a possibilité de **glissement selon l'intersection de 2 discontinuités (dièdre)** si sur le canevas de Wülf :

- la position de l'intersection des 2 cercles représentant ces discontinuités est située entre l'extrados du cercle représentant le talus et l'intrados du cercle représentant l'angle de frottement interne

Les résultats de l'analyse stéréographique sont les suivants :

Secteur 1 :

Analyse de la stabilité sur diagramme de Wülf

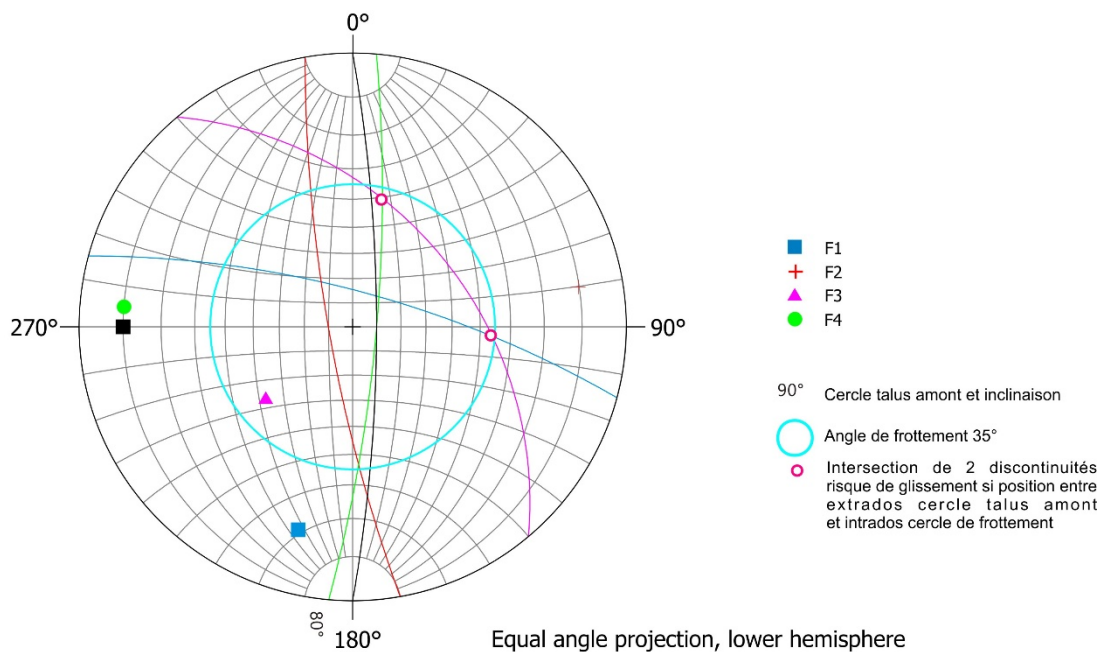


Représentation des familles de discontinuités sur diagramme de Wülf

L'analyse montre que les glissements dièdres sont possibles entre les plans F1/F3. Les glissements plans ne sont pas mis en évidence.

Secteur 2 :

Analyse de la stabilité sur diagramme de Wülf

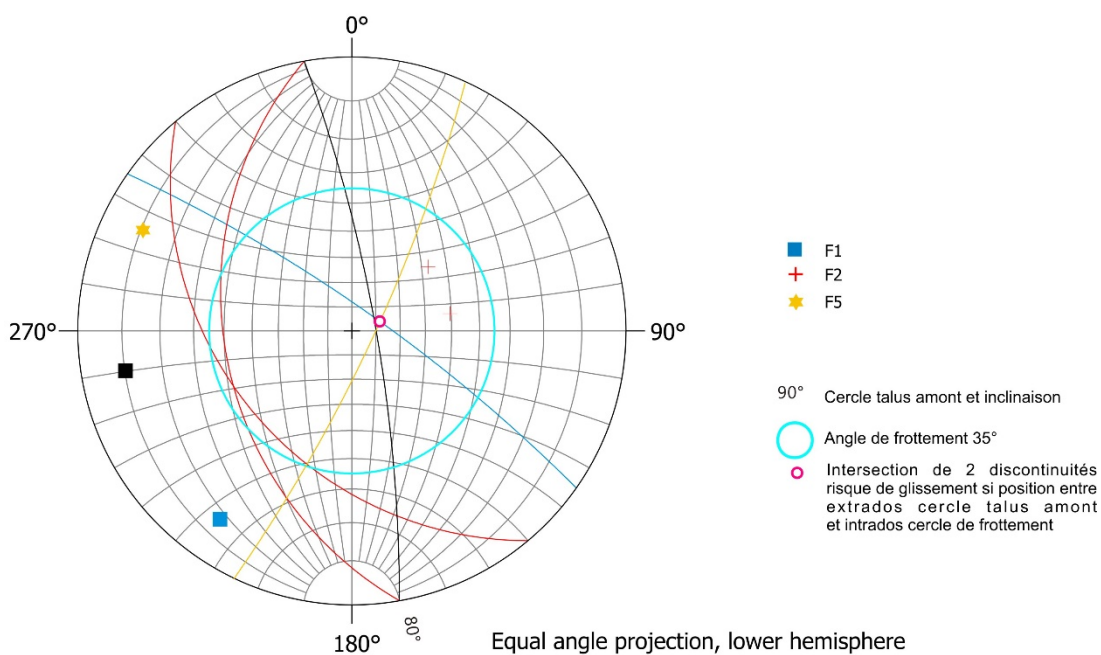


Représentation des familles de discontinuités sur diagramme de Wülf

L'analyse montre que les glissements dièdres sont possibles entre les plans F1/F3 et F3/F4, ils sont cependant en limite de stabilité.

Secteur 3 :

Analyse de la stabilité sur diagramme de Wülf



Représentation des familles de discontinuités sur diagramme de Wülf

L'analyse montre que les glissements dièdres sont possibles entre les plans F1/F5, ils correspondent aux derniers éboulements survenus en janvier.

Synthèse analyse :

Des glissements dièdres sont reconnus en secteur 1, secteur 2 (en limite de stabilité) et secteur 3.

L'analyse de terrain permet de mettre en évidence les mécanismes suivants : basculement, fauchage, rupture de surplomb, non repérable par l'analyse sur canevas



Fauchage



Rupture de surplomb



Glissement dièdre

2.3 - EVENEMENTS SURVENUS

Un éboulement est survenu en janvier 2020 et a conduit à l'interdiction d'accès à la VC n°2. Il s'est produit en secteur 3 avec un volume estimé de 2m³.



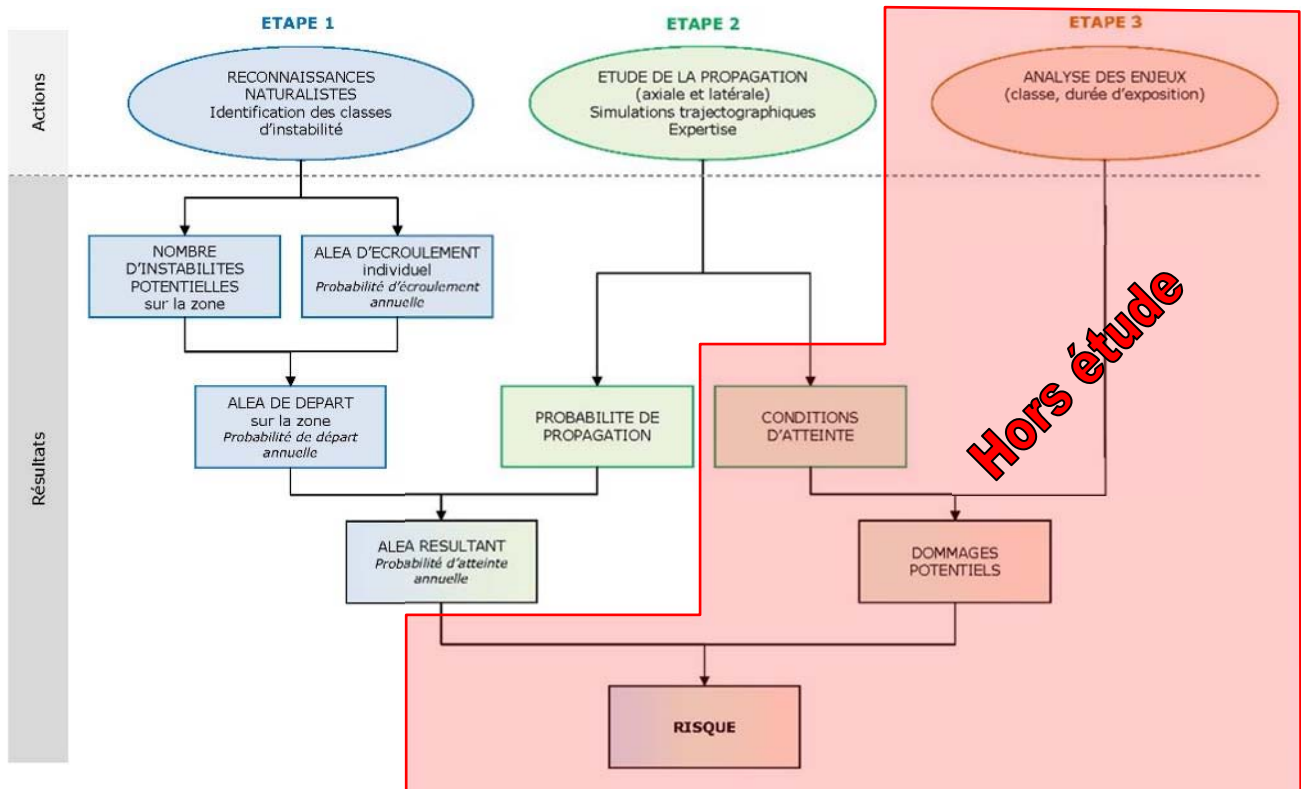
Zone de départ de l'éboulement de janvier 2020



Eboulis déplacés plus loin (#2m³)

3 - DETERMINATION DE L'ALEA EBOULEMENT ROCHEUX

La détermination de l'aléa a été réalisée selon la méthodologie GEOLITHE décrite ci-dessous. Le diagramme ci-dessous synthétise les différentes étapes que nous conduisons pour définir l'aléa résultant :



Classes d'instabilités

En fonction des volumes en jeu on distingue les classes d'instabilités suivantes :

Classe	Volumes
Pierres	quelques dm ³
Blocs	de quelques dm ³ à quelques m ³
Masse	de quelques m ³ à une dizaine de m ³
Grande masse	d'une dizaine de m ³ à une centaine de m ³
Très grande masse	supérieur à une centaine de m ³
Versant	supérieur à la centaine de milliers de m ³

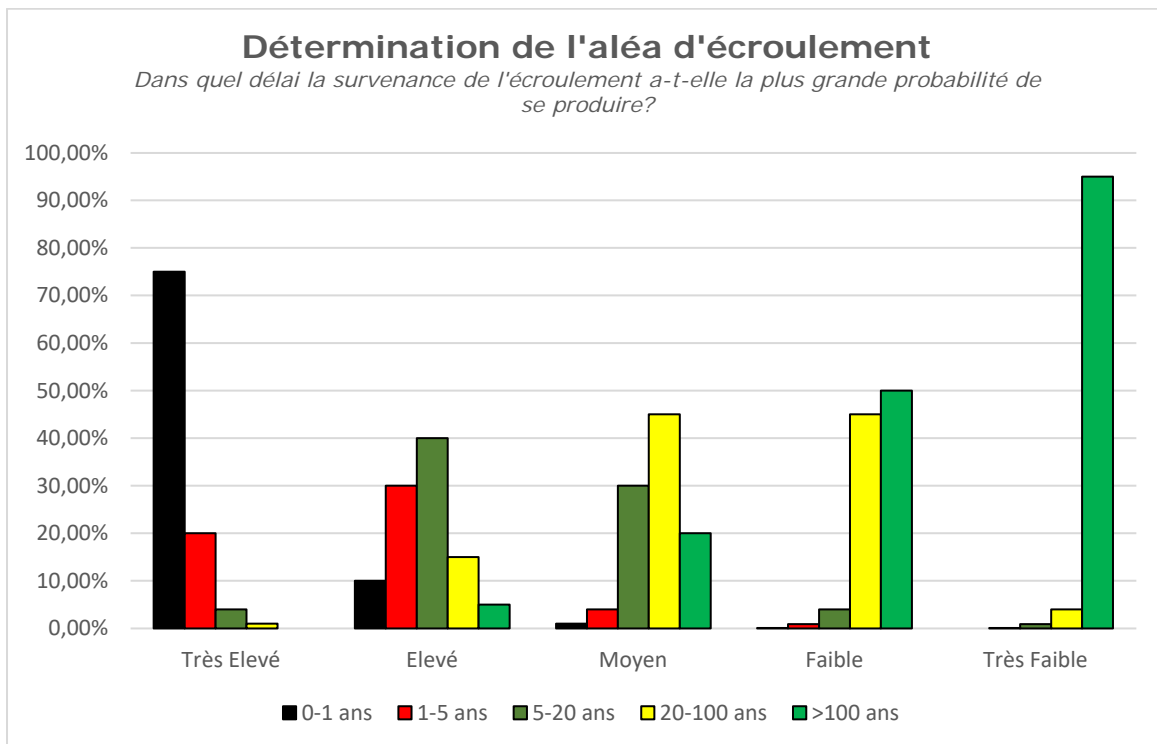
Aléa d'éroulement

L'aléa d'éroulement est déterminé de manière experte en déterminant, la période dans laquelle l'éroulement du compartiment a la plus grande probabilité de se produire.

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

- La géologie ;
- La géométrie du compartiment ;
- L'orientation, l'ouverture, le remplissage, la rugosité des épontes des discontinuités ;
- La présence de circulation d'eau ;
- La végétation à proximité ;
- Etc...

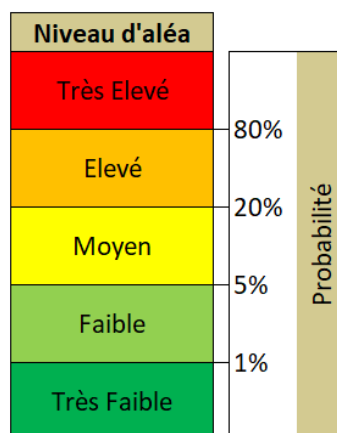
Le graphique ci-dessous permet de comprendre la signification de l'aléa d'éroulement tel que défini dans ce rapport.



L'aléa d'éroulement est déterminé pour chaque compartiment relevé.

Un aléa d'éroulement représentatif est calculé pour chaque classe d'instabilité qui tient compte de la répartition des compartiments recensés suivant les niveaux d'aléa d'éroulement définis ci-dessus.

Les niveaux de l'aléa d'éroulement représentatif en fonction de la probabilité d'occurrence sont les suivants :



Aléa de départ : (par classe d'instabilité)

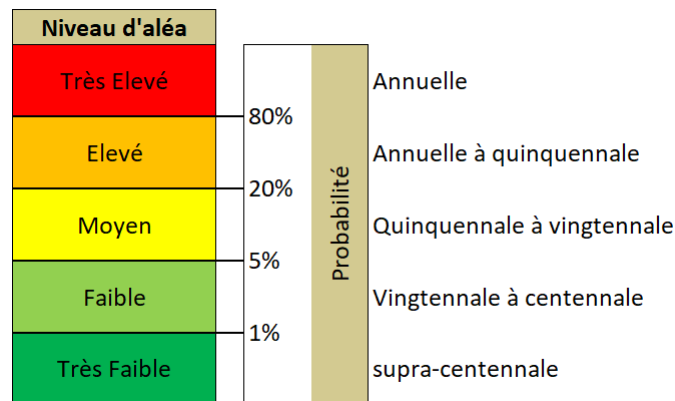
L'aléa de départ est déterminé à l'échelle du secteur pour chaque classe d'instabilité. Il correspond à la probabilité annuelle de survenance d'au moins un événement de la classe d'instabilité considérée.

L'aléa de départ est calculé en fonction :

- Du linéaire de la zone de départ,
- Du nombre de compartiment,
- De l'aléa d'écroulement représentatif.

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

Les niveaux de l'aléa de départ en fonction de la probabilité d'occurrence sont les suivants :



Probabilité de propagation

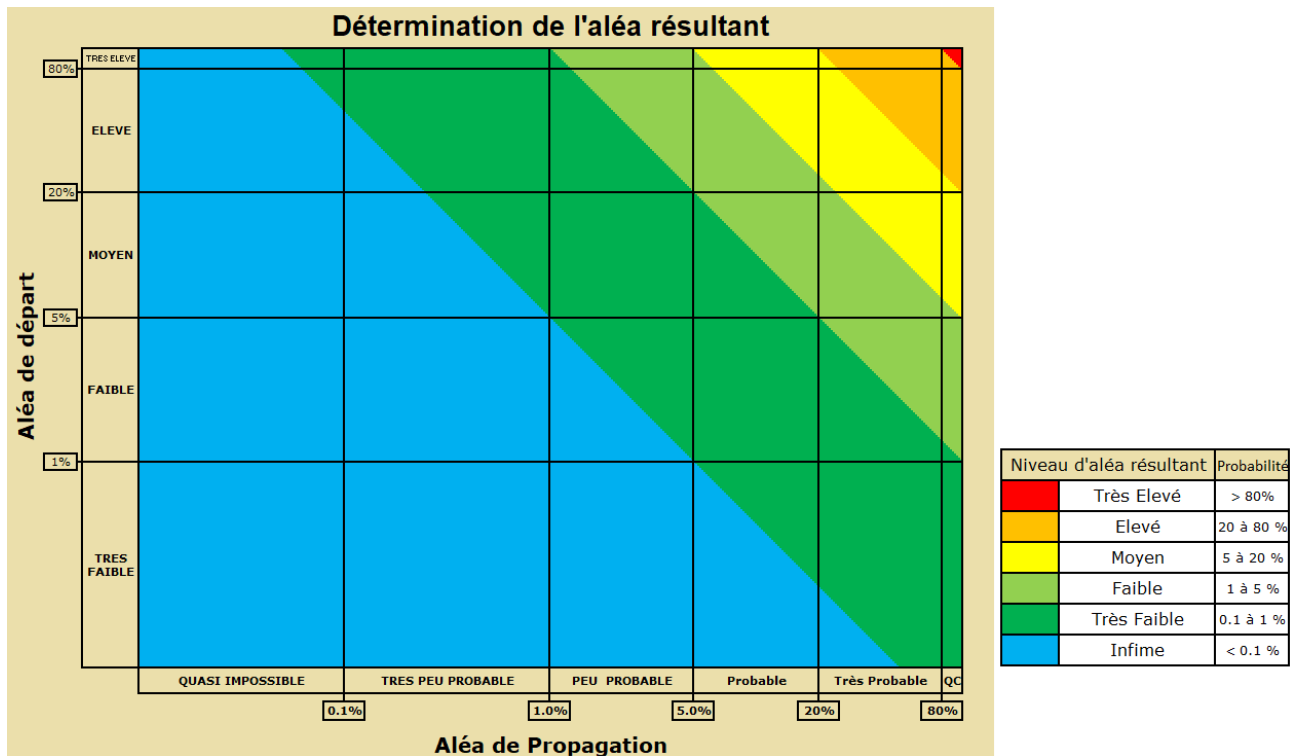
La probabilité de propagation est déterminée soit de manière experte, soit sur la base de simulations trajectographiques. Les niveaux d'aléa de propagation en fonction des probabilités de propagation sont définis dans le tableau ci-dessous :

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

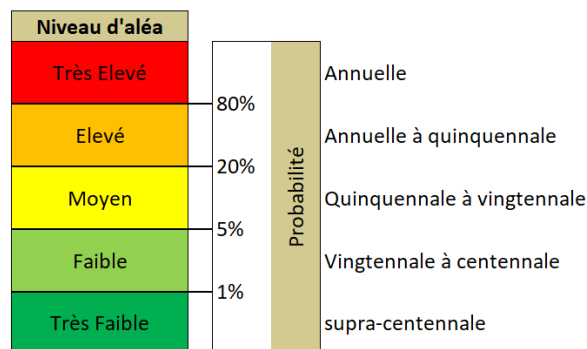
Aléa Résultant

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.



Comme pour l'aléa de départ, l'aléa résultant est associé à une période de retour



Par exemple, un aléa résultant Elevé pour la classe d'instabilité Bloc signifie, qu'en moyenne un bloc atteint l'enjeu tous les 1 à 5 ans.

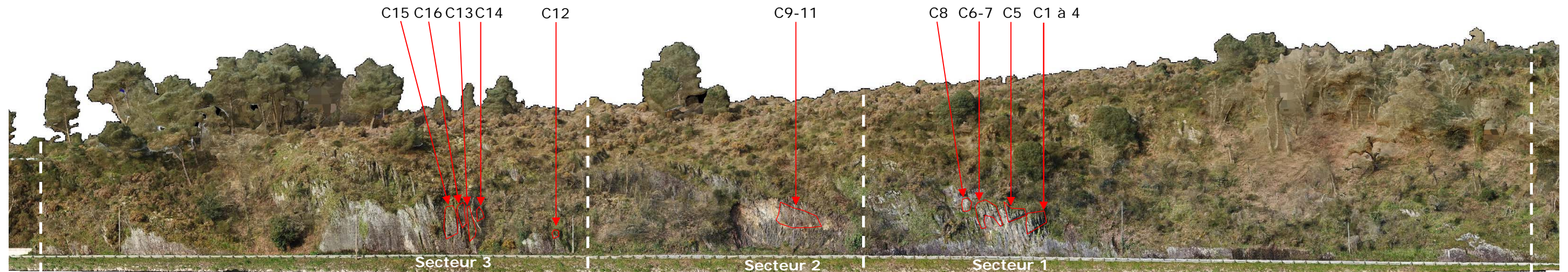
Un aléa résultant global est ensuite déterminé par secteur en tenant compte des aléas résultant de chaque classe d'instabilité.

3.1 - ALEA DE DEPART

Attention : compte tenu de la végétation masquant les parois les relevés ne sont pas exhaustifs, notamment au niveau des ressauts rocheux situés sur le talus amont.

3.1.1 - Relevé des instabilités

Les principales instabilités de type blocs et masses relevées sont indiquées sur les vues d'ensemble ci-après. Les instabilités de type pierres et petits blocs ne sont pas reportées sur les vues d'ensemble car elles sont globalement présentes sur toute la surface de paroi.



Localisation des compartiments instables

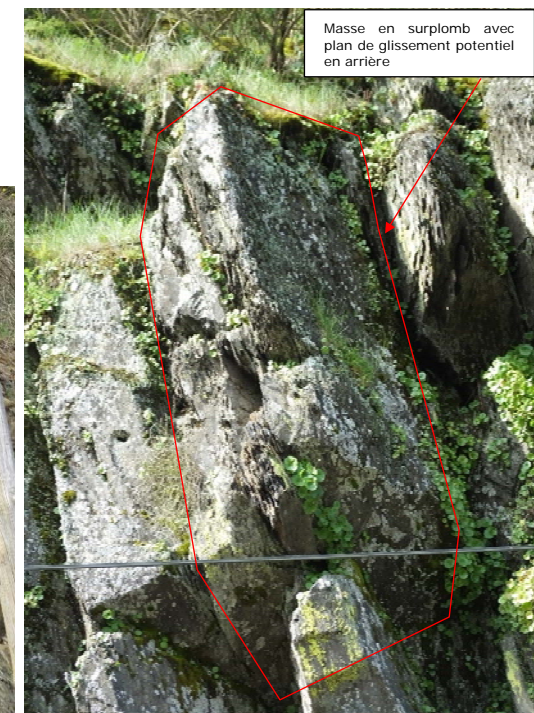
Exemples de compartiments instables



Pierre
Aléa écoulement : Elevé



C10 : Masse
Aléa écoulement : Elevé



C1 : Masse
Aléa écoulement : Moyen



C9 : Bloc
Aléa écoulement : Elevé

3.1.2 - Diagnostic des phénomènes potentiels

Globalement, nous pouvons retenir que l'ensemble de la zone d'étude est concernée par des phénomènes instables de type :

- **Pierres et blocs** diffus sur toute la hauteur des affleurements rocheux, les blocs étant plus présents.
- **Masses** ponctuelles sur toute la hauteur de paroi

L'origine des phénomènes potentiellement instables est la combinaison de plusieurs facteurs à savoir :

- ✓ La géométrie subverticale de la paroi rocheuse
- ✓ La fracturation géologique détaillant le massif avec une forte densité selon une géométrie défavorable à la stabilité
- ✓ La décompression active du massif rocheux, générant une perte de cohésion, l'ouverture des fractures et le basculement possible de pierres, blocs et masses
- ✓ L'altération chimique du massif générant des chutes de pierres par déchaussement et créant des barres en surplomb ou cavage de bancs plus tendres
- ✓ La végétation pénétrante qui s'insinue dans les fractures et désolidarise les éléments

A ces éléments viennent s'ajouter les actions météoriques et particulièrement l'alternance gel/dégel qui contribue à l'ouverture des plans de discontinuité (action mécanique).

3.1.3 - Synthèse de l'aléa d'écroulement et aléa de départ

La synthèse de l'aléa d'écroulement et de l'aléa de départ est présentée ci-après :

Secteur	Nom	Hauteur (m)	Largeur (m)	Epaisseur (m)	Volume (m3)	Classe	Aléa d'écroulement	Probabilité propagation
1	C1	2,5	1,5	0,7	2,625	Masse	Moyen	Quasi certain
	C2	1	0,5	1,2	0,6	Bloc	Moyen	Quasi certain
	C3	2	0,5	1,2	1,2	Bloc	Moyen	Quasi certain
	C4	1	0,3	0,5	0,15	Bloc	Moyen	Quasi certain
	C5	3	0,5	0,4	0,6	Bloc	Moyen	Quasi certain
	C6	4	2,7	0,5	4,2	Masse	Elevé	Quasi certain
	C7	1,2	0,5	0,5	0,3	Bloc	Elevé	Quasi certain
	C8	2,5	2	0,6	3	Masse	Faible	Très Probable
2	C9	1,1	1	0,5	0,55	Bloc	Elevé	Quasi certain
	C10	3	2,5	0,7	5,25	Masse	Elevé	Quasi certain
	C11	2	1	0,5	1	Bloc	Elevé	Quasi certain
3	C12	0,7	0,2	1	0,1	Bloc	Moyen	Très Probable
	C13	4	4	0,5	8,0	Masse	Très élevé	Quasi certain
	C14	1,8	1,3	0,3	0,7	Bloc	Moyen	Très Probable
	C15	5	2	1,5	15	Masse	Moyen	Quasi certain
	C16	5	2	0,5	5	Masse	Très élevé	Quasi certain
Tous secteurs		0,1	0,1	0,1	0,001 à 0,01	Pierres et petits blocs	Elevé	Quasi certain

3.2 - ALEA RESULTANT

3.2.1 - Enjeux considérés

Les enjeux considérés sont les suivants :

- Route et usagers

3.2.2 - Propagation des phénomènes

La propagation des classes d'instabilités considérées est évaluée de manière experte.

3.2.3 - Synthèse de l'aléa résultant

L'aléa résultant par secteur est défini comme suit :



Secteur	Aléa résultant
1	Très élevé
2	Elevé
3	Moyen

Au global, le secteur 1 montre une paroi subverticale haute en limite de la route. Le nombre d'instabilité y est le plus important, d'une typologie plutôt pierres et blocs, avec une atteinte de la route très probable à quasi-certaine en fonction du volume de l'instabilité et de sa trajectoire. Le niveau d'aléa résultant est globalement **TRES ELEVE**.

En secteur 2, la distance entre le pied de paroi et le chemin de halage augmente. Les instabilités relevées sont moins nombreuses, avec une propagation au chemin moindre du fait de la distance disponible en pied de paroi. Le niveau d'aléa résultant global est globalement **ELEVE**.

En secteur 3 montre une paroi subverticale haute en limite de la route surmonté d'un talus rocheux. Les instabilités relevées sont ponctuelles, d'une typologie plutôt pierres et blocs, avec une atteinte de la route très probable à quasi-certaine en fonction du volume de l'instabilité et de sa trajectoire. Le niveau d'aléa résultant global est globalement **TRES ELEVE**.

3.3 - EVOLUTION ATTENDUE

Au regard de nos reconnaissances, il faut s'attendre à la production d'évènements récurrents dans le temps et à l'apparition de nouveaux phénomènes instables, liés à la décompression généralisée du massif, essentiellement de type pierres et blocs.

4 - PRINCIPES DE PARADE

4.1 - MISE EN SECURITE PROVISOIRE

Afin d'assurer la mise en sécurité provisoire de la route, nous recommandons :

- ⇒ De maintenir la fermeture de la route
- ⇒ De faire réaliser des travaux d'urgence de type purge et déroctage pour envisager sa réouverture sur ½ chaussée.

Nous recommandons par ailleurs la réalisation des travaux de mise en sécurité définitive dans les meilleurs délais.

4.2 - PRINCIPES DE MISE EN SECURITE DEFINITIVE

Les principes de mise en sécurité définitifs envisageables pour ramener l'aléa résultant à un **niveau faible à très faible** font appel à des parades de type actif [VISANT A REDUIRE A LA PROBABILITE ET L'OCCURRENCE DU PHENOMENE INSTABLE] et passif [VISANT A REDUIRE LA PROPAGATION DES PHENOMENES].

Les principes de parades sont les suivants :

4.2.1 - *Parades actives*

- Déroctage

Cette parade vise à éliminer les phénomènes en position d'instabilité ne pouvant être conforté.

- Purge

Cette parade vise à éliminer les phénomènes de type pierres et petits blocs en position d'instabilité de manière préventive et récurrente dans le temps.

- Ancrages de confortement

Cette parade vise à clouer les blocs et masses instables en falaise afin de les conforter présentant un volume excédant les capacités des parades passives.

- Inspection, surveillance

L'objectif de cette inspection, surveillance du site sera de relever les phénomènes potentiellement instables en devenir, et d'adapter les parades le cas échéant, pour maintenir le niveau d'aléa résultant de Faible à Moyen.

4.2.2 - *Parades passives*

- Grillage double torsion

Mise en œuvre d'une protection surfacique limitant la propagation des phénomènes instables de type pierres et petits blocs.

4.3 - SOLUTIONS DE TRAITEMENT

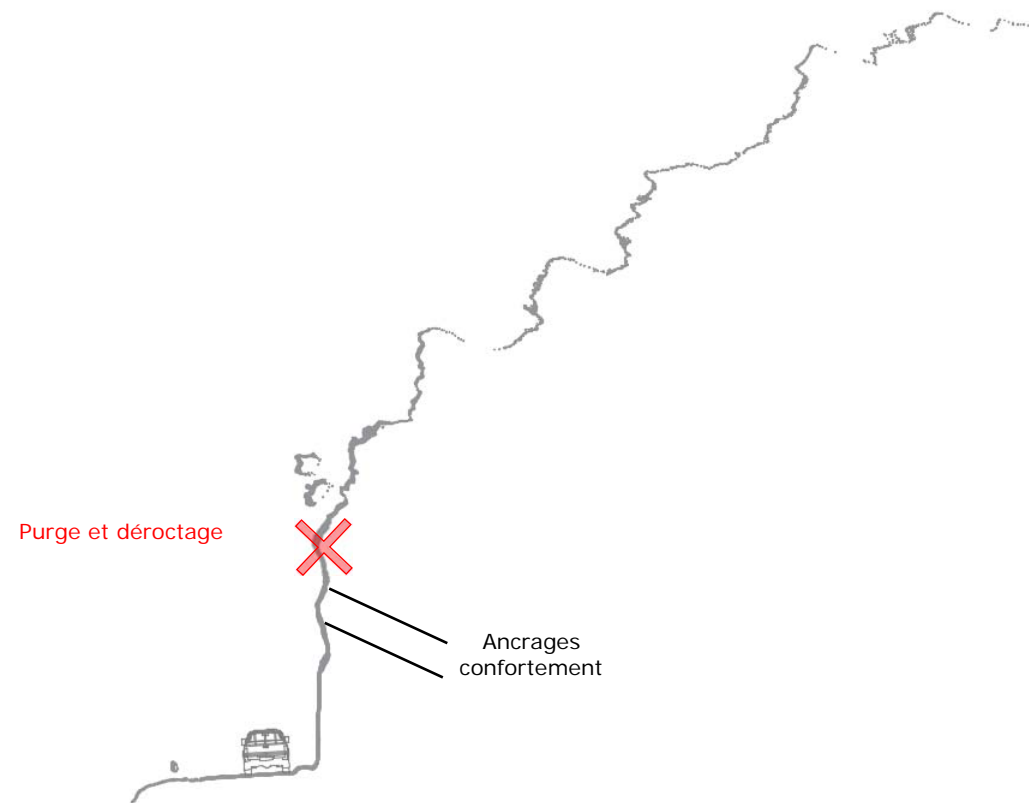
Les solutions de traitement proposées sont les suivantes :

4.3.1 - Solution 1 :

Cette solution vise à ramener l'aléa résultant à niveau **Faible**.

- ⇒ Purge ;
- ⇒ Déroctage ;
- ⇒ Ancrages de confortement
- ⇒ Inspection, surveillance

L'inconvénient de cette solution est la nécessité de prévoir des purges et déroctages réguliers (tous les 2 ans), ainsi que d'avoir un suivi géotechnique par inspection et surveillance régulières pour maintenir le niveau de sécurité.



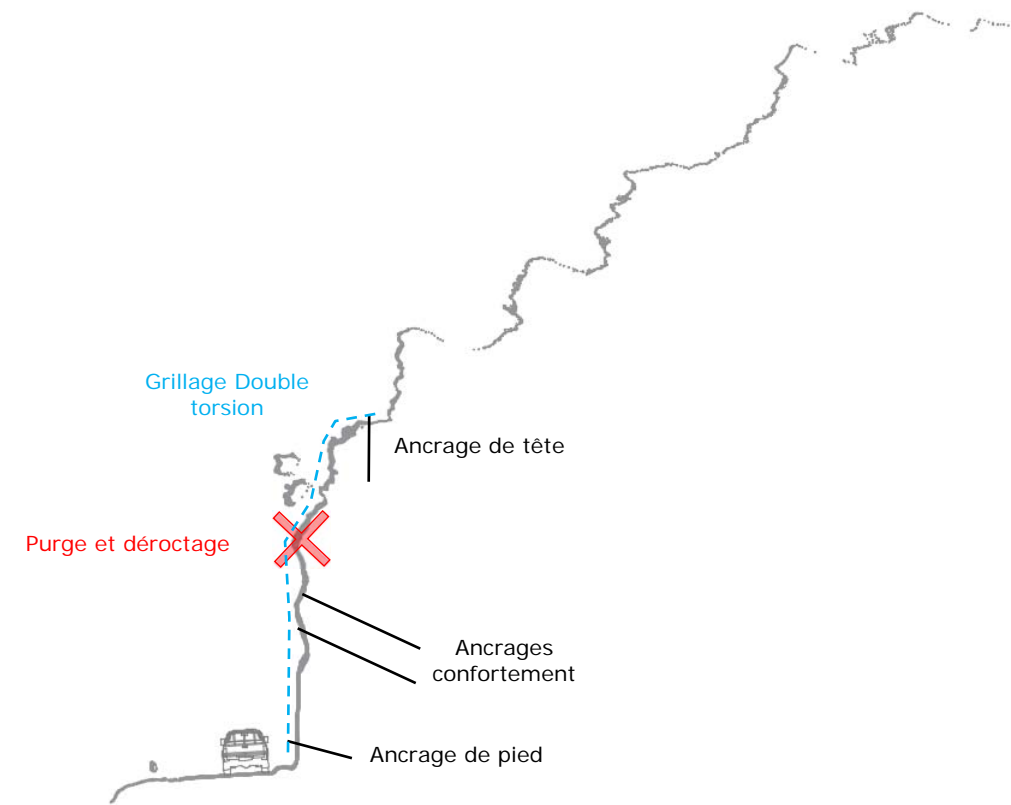
Coupe schématique de la solution 1

4.3.2 - Solution 2 :

Cette solution vise à ramener l'aléa résultant à niveau **Très Faible**.

- ⇒ Purge ;
- ⇒ Déroctage ;
- ⇒ Ancrages de confortement
- ⇒ Grillage double torsion sur l'ensemble des fronts rocheux




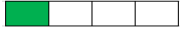






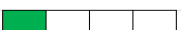

L'inconvénient de cette solution est la nécessité de prévoir une maintenance régulière afin de venir délester le grillage des pierres qui se seront décrochées du profil.



Coupe schématique de la solution 2

4.4 - ANALYSE COMPARATIVE MULTICRITERE

Le récapitulatif des avantages et inconvénients des deux solutions est présenté ci-après :

Secteurs 1, 2 et 3	Solution 1	Solution 2
	Purge et déroctage	Confortement
Réduction du niveau d'aléa		
Entretien / maintenance		
Durée de vie		
Délai travaux		
Impact environnemental		
Coût de l'opération hors entretien/maintenance		

Selon l'analyse réalisée, il en ressort que :

- Solution 1 :

Cette solution permet de réduire le niveau d'aléa résultant à un niveau **Faible**, impliquant des chutes de pierres et blocs régulières dans le temps avec atteinte de la route. Elle nécessite un entretien conséquent et un suivi rapproché afin de maintenir le niveau de sécurité dans le temps : purges/déroctages et reprise d'ancrages avec une fréquence de 2 ans minimum suivant l'évolution des parois et l'apparition des phénomènes nouveaux.

Le délais travaux sera assez court pour un coût d'investissement initial limité.

- Solution 2 :

Cette solution permet de réduire le niveau d'aléa résultant à un niveau **Très Faible**.

Elle implique un entretien modéré afin de maintenir le niveau de sécurité dans le temps.

Cet entretien se fera sous la forme de délestage du grillage avec une fréquence de l'ordre de 5ans. Des reprises d'ancrages seront possibles dans le temps suivant l'apparition de phénomènes nouveaux dépassant la capacité du grillage.

Les travaux seront plus longs et ayant un impact visuel et environnemental modéré. Le coût d'investissement initial sera plus élevé.

4.5 - ENTRETIEN / MAINTENANCE

Les ouvrages ainsi créés devront faire l'objet de visites et inspections régulières ainsi que d'opérations de maintenance, afin de garantir la pérennité des ouvrages et la sécurité des enjeux.

- ⇒ *Débroussaillage et maîtrise de la végétation [2 à 5 ans à adapter, en fonction de la reprise des végétaux] ;*
- ⇒ *Inspection visuelle des ouvrages et des fronts rocheux par un ingénieur géotechnicien spécialiste [Fréquence de l'ordre de 5 ans].*
- ⇒ *Délestage et évacuation des matériaux éboulés en arrière du grillage [en fonction des inspections] ;*
- ⇒ *Reprise de la protection contre la corrosion des aciers hors sol, tête d'ancrage de confortement et de fixation de grillage [en fonction des inspections].*

4.6 - INCERTITUDES

Les incertitudes relatives à notre diagnostic et les moyens de les lever sont décrits ci-après :

1. Présence de végétation masquant la falaise, qui empêche l'accès à l'ensemble des phénomènes potentiellement instables

Ce point à un niveau de conséquence potentiellement important sur le projet – Nous recommandons à ce qu'il soit levé avant la phase de travaux [débroussaillage + inspection complémentaire] pour affiner le diagnostic et la géométrie des ouvrages

2. Coefficient de frottement latéral mobilisable dans les sols et corrosivité du sol

Ces points sont globalement assez bien maîtrisés et pourront être levés en phase de préparation de travaux [ancrages d'essai + essai de traction préalable + essai ph et résistivité]

4.7 - ETUDES COMPLEMENTAIRES ET MAITRISE D'ŒUVRE

Au vu de la complexité des travaux à réaliser, nous conseillons au MOA de faire réaliser une étude de PROJET afin de dimensionner précisément les ouvrages de confortement, les dessiner et affiner l'estimation financière.

Cette étude de PROJET pourra être réalisée dans le cadre d'une maîtrise d'œuvre complète de l'opération (PRO / DCE / ACT / VISA / EXE / DET / AOR) de manière à assurer la satisfaction des besoins et la qualité des travaux.

4.8 - SUITE A DONNER

La suite à donner à ce rapport phase DIAG/AVP pourra être la suivante :

Phase 0 :

Echanges Géolithe / maître d'ouvrage sur le contenu du rapport et des principes de parades

Phase 1 :

Décision du maître d'ouvrage concernant les principes de parades qu'il souhaite mettre en œuvre

Phase 2 :

Lancement de la mission maîtrise d'œuvre des travaux de confortement

Phase 3 :

Echanges Géolithe / maître d'ouvrage et validation du rapport PRO par le Maître d'ouvrage

Phase 4 :

Rédaction du DCE [Dossier de consultation des Entreprises]

Phase 5 :

Analyse des offres et choix de l'entreprise chargée des travaux

Phase 6 :

Réalisation des travaux par l'entreprise retenue

4.9 - INTEGRATION PAYSAGERE

Les grillages en falaise seront faiblement visibles et rapidement couverts par la végétation.



Exemple de grillage et clouage

5 - ENVELOPPE FINANCIERE DES TRAVAUX

L'enveloppe financière des solutions 1 et 2 sont présentées ci-après.

Elle tient compte notamment :

- ✓ Des conditions d'accès à la zone de travaux
- ✓ Des dispositions de mise en sécurité provisoire

Elle inclue la maîtrise d'œuvre de l'opération.

Solution de confortement	Montant travaux H.T
Solution 1 Ancrages de confortement	73 000,00 € - 93 000,00 €
Solution 2 Grillage Double torsion	145 000,00 € - 185 000,00 €