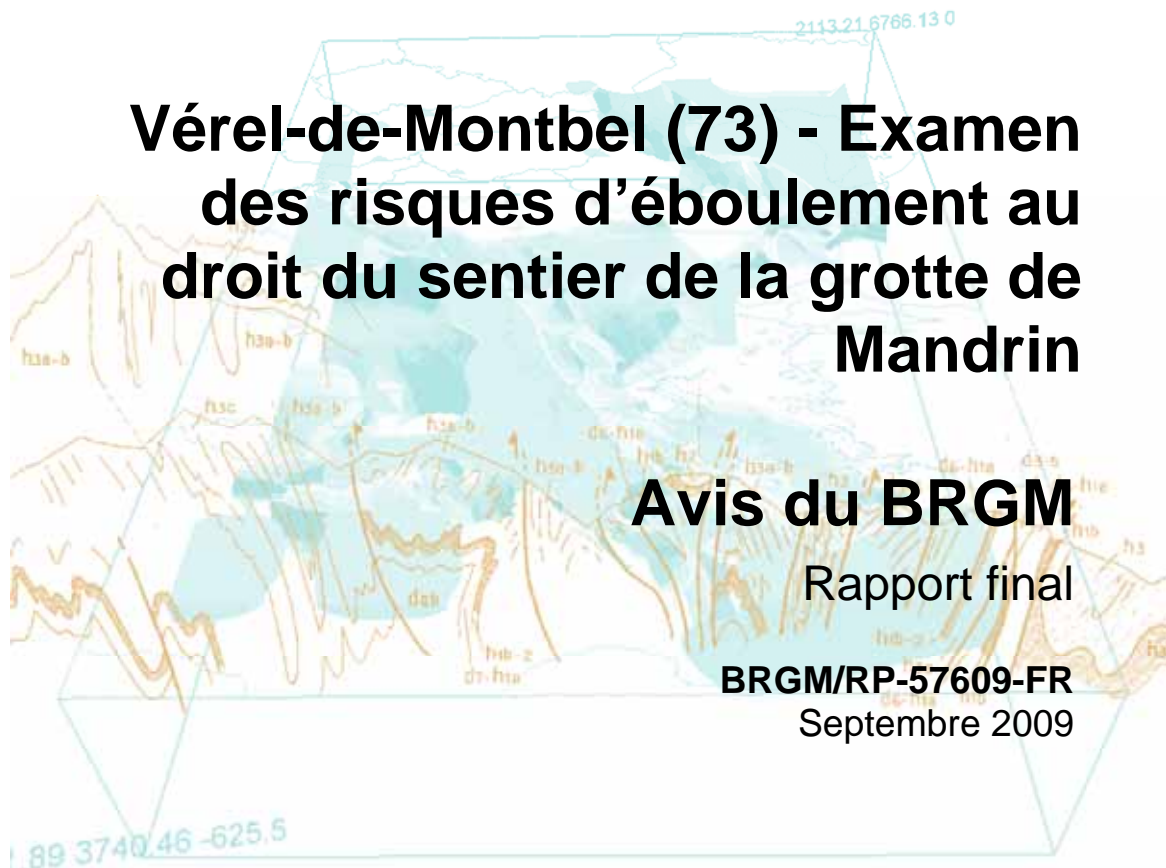


Document public



Vérel-de-Montbel (73) - Examen des risques d'éboulement au droit du sentier de la grotte de Mandrin

Avis du BRGM

Rapport final

BRGM/RP-57609-FR

Septembre 2009



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE LA SAVOIE
Direction Départementale de
la Protection Civile



Vérel de Montbel (73) - Examen des risques d'éboulement au droit du sentier de la grotte de Mandrin

Avis du BRGM

Rapport final

BRGM/RP-57609-FR

Septembre 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 2009 09PIRA30

O. Renault

Vérificateur :

Nom : O. SEDAN

Date : 14 septembre 2009

Signature :



Approbateur :

Nom : F. DEVERLY

Date : 16 septembre 2009

Signature :



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : falaise, risque naturel, éboulement, grotte de Mandrin, Vérel-de-Montbel, Savoie.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Renault O (2009) : Vérel-de-Montbel (73) - Examen des risques d'éboulement au droit du sentier de la grotte de Mandrin - Avis du BRGM. BRGM/RP-57609-FR, 27 p, 17 ill.

Synthèse

Dans le cadre de sa mission d'assistance - régie par convention - dans le domaine de la géologie et des risques naturels auprès des Services du Département (Conseil Général) et de la Préfecture de la Savoie (Direction Départementale de la Protection Civile), le BRGM est intervenu sur la commune de Vérel-de-Montbel afin de fournir un avis sur les risques d'éboulements, chutes de pierres/blocs, susceptibles d'affecter le sentier de la grotte de Mandrin.

Le sentier de la grotte du Mandrin est établi sur une vire étroite de la falaise du Banchet (hauteur : 150 m) dans l'avant-pays savoyard. C'est un sentier assez fréquenté par les promeneurs.

Une reconnaissance visuelle sommaire du sentier a été réalisée sur une distance d'environ 1 km. En pied de falaise et au droit du tronçon parcouru, on dénombre plusieurs hameaux, l'autoroute A43 (entrée du tunnel de Dullin), la RD 36 et une route communale.

Les reconnaissances montrent que le risque est fort pour les promeneurs dans la partie de sentier située au nord de la grotte en raison de traces d'éboulements/chute de blocs relativement fréquentes. D'autre part, cette partie du sentier assez aérienne, est fréquenté par un public peu averti des risques en montagne. Il conviendrait donc a minima de disposer des panneaux d'information à destination des promeneurs en particulier au niveau du parking du col du Banchet et à l'entrée du chemin empruntant la vire. Si l'on souhaite diminuer d'avantage les risques sur cette partie du sentier, il conviendrait d'entreprendre des travaux (purge de la falaise et clouage des dévers au-dessus du chemin) ce qui, compte tenu du linéaire à traiter, sera probablement coûteux. D'autre part, la réalisation des purges pose d'importantes contraintes en matière de sécurité publique (riverains habitant en pied de falaise, usagers de l'autoroute A 43 à l'entrée/sortie du tunnel de Dullin, RD 36, route communale).

Au sud de la grotte, le sentier est moins fréquenté et les traces d'éboulement sont un peu moins nombreuses. Dans ces conditions, un panneau d'information paraît suffisant afin de limiter les risques d'accident. Un secteur cependant fait exception notable : il s'agit de la zone C repérée par le bureau d'études ISMRN dans le cadre d'une évaluation des risques pour un projet de puits sur le tunnel ferroviaire Lyon-Turin. Cette instabilité concerne un bloc sous-cavé de 110 m³ au-dessus du chemin. La fissuration et le début de renversement des appuis de ce bloc fait craindre une rupture à court terme avec des conséquences possibles sur le hameau du Vivier situé en pied de versant. Dans ces conditions, un confortement du bloc est à opérer rapidement, si possible avant l'hiver. On procédera soit par l'intermédiaire d'un contrefort en pierres maçonnées ou en béton, soit à l'aide de quatre poutrelles HEA de forte section scellées verticalement sur des semelles en béton armé. Un suivi de l'évolution de la fissuration est également recommandé dans l'attente des travaux : on pourra procéder à l'aide de jauges et de fers carrés disposés aux endroits adéquats à relever selon une fréquence spécifique indiquée dans le rapport. Un suivi automatique télétransmis par capteurs « fissuromètre » est également possible mais il est beaucoup plus onéreux.

A plus long terme, la question de la sécurité des hameaux du Château, du Vivier, du Guinet et du Banchet est celle qui pose le plus d'inquiétudes dans le secteur en raison de blocs parfois énormes à proximité des habitations. Ces blocs résultant d'éboulement anciens, parfois de grande ampleur, il conviendrait de mettre en place des parades adéquates. Compte tenu des volumes concernés et de la configuration du terrain, la solution « merlon pare-blocs » paraît la plus adaptée.

Sommaire

1.	Introduction	7
2.	Contexte géologique.....	9
3.	Examen du site	11
4.	Analyse des risques.....	21
5.	Recommandations	23
5.1.	PARTIE NORD DU SENTIER DE MANDRIN	23
5.2.	PARTIE SUD DU SENTIER DE MANDRIN	23
5.3.	HABITATIONS EN PIED DE VERSANT	25
6.	Conclusion.....	27

Liste des illustrations

Illustration 1 :	Situation géographique de lieu de l'intervention sur la carte IGN à 1/25 000.....	7
Illustration 2 :	Extrait de la carte géologique à 1/50 000 ^e n°724 de La-Tour-du-Pin montrant la situation du lieu de l'intervention	9
Illustration 3 :	Vue aérienne commentée de la zone d'étude (site www.geoportail.fr)	12
Illustration 4 :	Localisation des zones A,B,C et D identifiées par IMSRN (photo BRGM).....	13
Illustration 5 :	Bloc de 110 m ³ instable – zone C – Photo BRGM.....	14
Illustration 6 :	Vue sur le support du bloc – zone C – Photo BRGM	15
Illustration 7 :	Éboulement sur le chemin au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM).....	15
Illustration 8 :	chute de blocs récente sur le sentier au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM).....	16
Illustration 9 :	Chute de plaques sur le sentier au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM)	16
Illustration 10 :	Cicatrice d'éboulement et gros blocs sur le sentier, au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM).....	17
Illustration 11 :	Plaque rocheuse fissurée au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM).....	17
Illustration 12 :	Bloc (cerclé en rouge) dans le hameau « Le Guinet » (photo BRGM)	18
Illustration 13 :	Énormes blocs près du hameau du « Vivier » (photo BRGM).....	18

Illustration 14 : Hameau du Vivier - Bloc dépassant les 100 m ³ (photo BRGM)	19
Illustration 15 : A 43 - tête du tunnel de Dullin (photo BRGM)	21
Illustration 16 : Zone C – solution contrefort fondé au rocher	25
Illustration 17 : Zone C – solution poutrelles HEA fondées au rocher sur semelles en BA	25

1. Introduction

Dans le cadre de sa mission d'assistance - régie par convention - dans le domaine de la géologie et des risques naturels auprès des Services du Département (Conseil Général) et de la Préfecture de la Savoie (Direction Départementale de la Protection Civile), le BRGM est intervenu sur la commune de Vérel de Montbel afin de fournir un avis sur les risques d'éboulement sur le sentier de la grotte de Mandrin.

Le présent avis a été émis sur la base d'une visite de terrain qui s'est déroulée le 24 août 2009 entre 9 h 30 et 13 h, en présence de Monsieur Paul BERTIER, Maire de Vérel de Montbel, de Monsieur Christian CEVOZ, adjoint au Maire et de Madame Pascale NOIRAY, 1^{ère} adjointe à la Mairie de Dullin.

Cette intervention fait suite à une étude du bureau d'études IMSRN pour le compte de Réseau Ferré de France dans le cadre d'un projet de puits d'aération sur la commune de Vérel de Montbel. Cette étude ayant révélé de nombreux risques d'éboulement au droit de la falaise du Banchet qui domine le projet, la Préfecture a souhaité connaître les risques d'éboulement au droit du sentier de Mandrin qui est situé sur une vire de la falaise. En effet, ce sentier est fréquenté par de nombreux promeneurs.

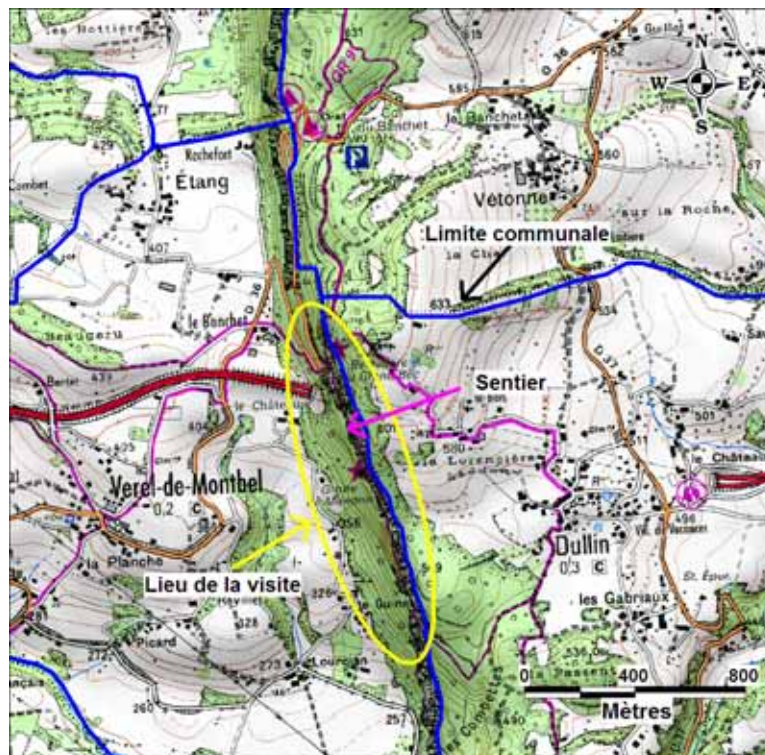


Illustration 1 : Situation géographique de lieu de l'intervention sur la carte IGN à 1/25 000

2. Contexte géologique



Illustration 2 : Extrait de la carte géologique à 1/50 000^e n°724 de La-Tour-du-Pin montrant la situation du lieu de l'intervention

D'après la carte géologique à 1/50 000^e n° 724 de La-Tour-du-Pin, la falaise de la grotte de Mandrin est constituée de calcaires Portlandiens massifs (j9 ; j-nP). Cette falaise domine d'environ 200 mètres le bassin molassique de la région de Pont-de-Beauvoisin dont elle est séparée par un grand accident à caractère chevauchant dû au soulèvement de la chaîne subalpine de l'avant-pays savoyard. La partie supérieure de la falaise, haute d'environ 50 m, est constituée de calcaires très massifs alors que ceux-ci sont d'avantage lités dans la partie inférieure. Une vire sépare ces deux faciès à la lithologie distincte et c'est à ce niveau que passe le sentier de la grotte de Mandrin.

3. Examen du site

3.1. LE SENTIER

Le chemin de la grotte de Mandrin emprunte une vire étroite située au pied du tiers supérieur de la falaise du Banchet (hauteur moyenne : environ 150 m). Cette vire d'une largeur inférieure à 5 m est dominée par une falaise massive haute d'environ 50 m, où l'on observe quelques sous-cavages impressionnants, résultants d'éboulements plus ou moins anciens ou de l'érosion différentielle.

D'une façon générale, nous avons exploré le sentier sur une distance d'un peu plus de 1 km depuis son accès nord situé au croisement avec le chemin d'accès au belvédère du Grand Bec. Au début, le sentier passe au-dessus de l'autoroute A 43 (tunnel de Dullin) puis atteint après environ 20 minutes de marche, la grotte de Mandrin, ouverte au public (Cf. Illustration 1 et 3). Il est à signaler que cette partie du sentier, pourtant dangereuse sous bien des aspects (chutes de blocs, passages vertigineux, escarpements) est très fréquentée par un public apparemment peu averti et peu équipé pour la randonnée.

Au sud de la grotte, le sentier semble bien moins fréquenté mais une boucle pédestre passant par la commune de Dullin permet de revenir au point de départ situé en général au col du Banchet (Cf. Illustration 1). C'est dans ce secteur situé au sud de la grotte qu'ont eu lieu les investigations du bureau d'études IMSRN dans le cadre de l'évaluation des risques d'éboulement au droit d'un projet de puits d'accès au futur tunnel de la liaison ferroviaire Lyon-Turin (Cf. Illustration 3 et 4).

L'instabilité la plus impressionnante concerne un bloc d'environ 110 m³ en position de porte à faux au-dessus chemin (hauteur : 4 m, largeur : 3,5 m, longueur : 8 m) qui correspond à la zone C identifiée par IMSRN (Cf. Illustration 5). Le bloc en question ne semble plus soutenu que par un petit pilier calcaire qui a subi des déplacements latéraux et par un appui en falaise de faible surface (Cf. Illustration 6). De fait, le bloc a commencé à basculer vers l'aval, ce qui se matérialise par une ouverture plus importante de la partie haute de la fracture verticale le long de la falaise.

Les zones A, B et D identifiées par IMSRN se caractérisent également par des surplombs plus ou moins larges au-dessus du sentier. D'une façon générale, nous n'avons pas identifié au droit de ces surplombs de risque à court terme de départ de blocs de taille comparable à la zone C, la fracturation étant dans l'ensemble peu évoluée. Cette analyse rejoint celle de IMSRN qui considère que ces secteurs sont en aléa de rupture moyen.

Dans la partie Nord du sentier de la grotte du Mandrin, plusieurs zones instables ont été repérées mais il paraît bien évident que notre analyse est à ce stade incomplète, en raison du grand linéaire parcouru et de l'absence de reconnaissances détaillées sur corde. Dans l'ensemble, le sentier est soumis à un aléa élevé de chutes de blocs, soit par décollement de plaques ou de blocs dans les surplombs, soit par le biais de la fracturation dans les zones sub-verticales. Des témoignages d'éboulements plus ou moins récents au droit de la vire ont d'ailleurs été observés au cours de notre parcours (Cf. Illustration 7, 8, 9 et 10).

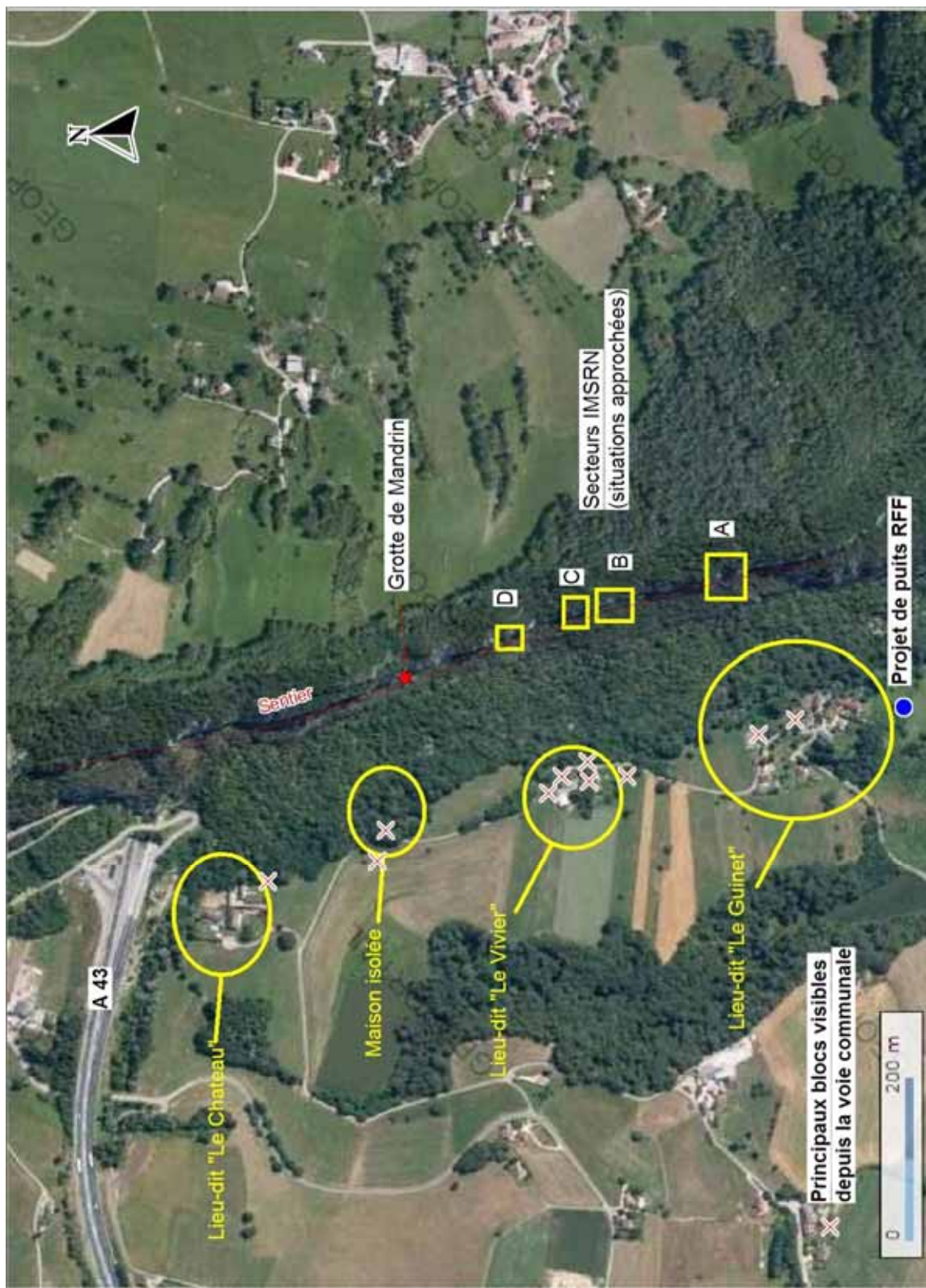


Illustration 3 : Vue aérienne commentée de la zone d'étude (site www.geoportail.fr)



Illustration 4 : Localisation des zones A, B, C et D identifiées par IMSRN (photo BRGM)

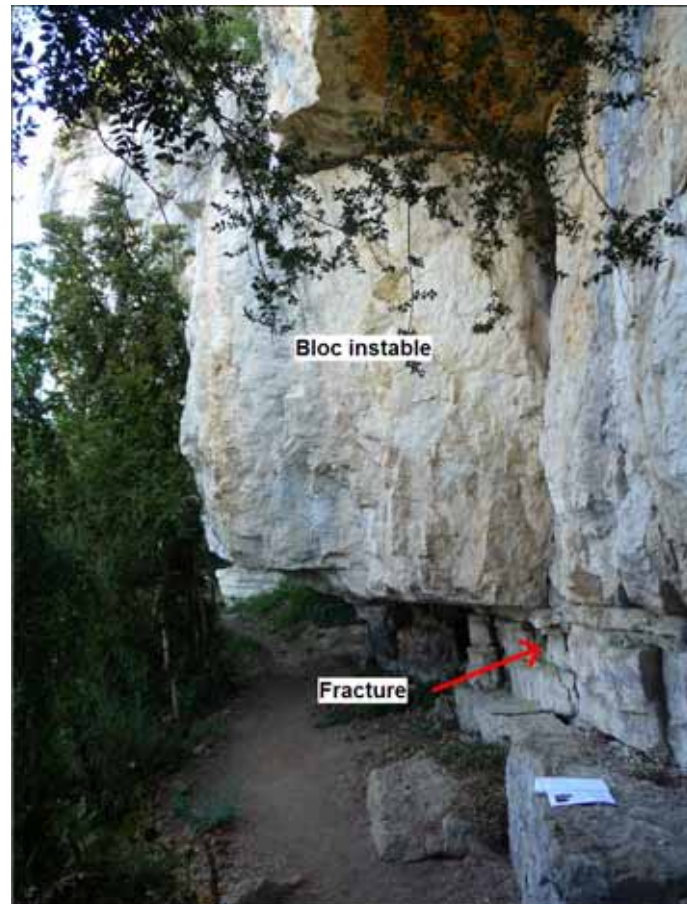


Illustration 5 : Bloc de 110 m³ instable – zone C – Photo BRGM



Illustration 6 : Vue sur le support du bloc – zone C – Photo BRGM



Illustration 7 : Éboulement sur le chemin au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM)



Illustration 8 : Chute de blocs récente sur le sentier au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM)



Illustration 9 : Chute de plaques sur le sentier au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM)



Illustration 10 : Cicatrice d'éboulement et gros blocs sur le sentier, au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM)



Illustration 11 : Plaque rocheuse fissurée au nord de la grotte de Mandrin (photo BRGM)

3.2. LE PIED DE FALAISE

Certains surplombs présents dans la partie supérieure de la falaise, beaucoup plus massive, sont la manifestation d'éboulements anciens impliquant plusieurs centaines de m³ de roche et dont on retrouve la trace autour des lieux-dits Le Guinet, Le Vivier et Le Château, tous implantés en pied de falaise. Un positionnement des principaux blocs observés en pied de falaise est donné sur l'illustration 3. Une mention spéciale est accordée au lieu-dit Le Vivier, littéralement adossé à un éboulement ancien de grande masse ayant mobilisé au moins un millier de m³ de roche. Cette maison est entourée de blocs, recouverts par la végétation, de taille unitaire dépassant la centaine de m³ (Cf. Illustration 12, 13 et 14). Il est à noter que l'instabilité C (110 m³) est située avec un léger décalage latéral au-dessus de ce lieu-dit et de la route communale qui le dessert. Une visée au clinomètre entre la maison et le bloc C donne un angle légèrement supérieur à 30° par rapport à l'horizontale, ce qui, selon la méthode des cônes, indique que la probabilité de propagation de ce bloc jusqu'à la maison, n'est a priori, pas nulle.



Illustration 12 : Bloc (cerclé en rouge) dans le hameau « Le Guinet » (photo BRGM)



Illustration 13 : Énormes blocs près du hameau du « Vivier » (photo BRGM)



Illustration 14 : Hameau du Vivier - Bloc dépassant les 100 m³ (photo BRGM)

4. Analyse des risques

L'aléa de chute de bloc et d'éboulement est fort dans la partie du sentier située au nord de la grotte de Mandrin, en raison des nombreux atterrissements observés. Cet aléa est moyen à fort dans la partie sud (atterrissements un peu moins nombreux dans l'ensemble).

La fréquentation du sentier étant plus élevée dans la partie nord, le risque de chute de bloc et d'éboulement doit y être considéré comme fort. Compte tenu de la plus faible fréquentation au sud de la grotte, le risque y est moyen à l'exception de la zone C où le risque est fort, le bloc de 110 m³ devant être considéré comme instable à court terme. On peut penser que ce bloc ne se fragmentera pas ou peu dans sa chute ; il peut théoriquement atteindre le hameau du Vivier même si celui-ci ne se situe pas le long de la ligne de plus grande pente.

On notera que le risque de chute de bloc n'est cependant pas le seul risque que comporte le sentier, celui-ci étant relativement escarpé et vertigineux, il s'adresse en principe à des randonneurs avertis et correctement équipés.

En ce qui concerne l'essentiel des habitations situées en pied de falaise (hameaux « Le Guinet », « Le Vivier », « Le Château » et « Banchet »), on doit considérer que, compte tenu des nombreux atterrissements observés, l'aléa y est fort de même que pour la route communale qui les dessert. Un zonage précis de l'aléa « chute de bloc » permettrait de définir précisément les limites des zones les plus exposées.

Faute d'accès libre à la tête du tunnel de Dullin, nous n'avons pas observé dans le détail les conditions de propagation d'éventuels blocs sur l'autoroute A 43. Cette éventualité devra être considérée avec sérieux en particulier si des travaux de purges sont entrepris au droit du sentier (Cf. Chap. suivant).

Il est à noter que la RD 36 est exposée à des risques d'éboulement dans la montée au col du Banchet. Naturellement, d'éventuelles purges entreprises au droit du chemin de la grotte de Mandrin pourraient atteindre la chaussée.



Illustration 15 : A 43 - tête du tunnel de Dullin (photo BRGM)

5. Recommandations

5.1. PARTIE NORD DU SENTIER DE MANDRIN

En ce qui concerne l'accès nord à la grotte de Mandrin, il conviendrait a minima d'informer les promeneurs des risques encourus par l'intermédiaire de panneaux d'information eu égard les chutes de pierres et de blocs en particulier en période d'intempéries et de gel/dégel. Idéalement, le panneau devra également délivrer une information sur les précautions d'usage à prendre avant d'emprunter le sentier (chaussures adaptées, carte, eau, etc.). Actuellement, aucun panneau n'est en place et il semble qu'un public assez nombreux et peu averti fréquente le site, ce qui accroît le risque d'accident. Le panneau d'information permet de respecter le droit de chacun d'être informé des risques, de s'engager en connaissance de cause ou de renoncer. De fait, il peut conduire à une baisse de fréquentation du site (et à une certaine diminution des risques) si certaines personnes choisissent de faire demi-tour.

Si l'on souhaite ramener le niveau du risque du niveau fort (actuel) à un niveau moyen, des travaux de confortement préventifs peuvent être envisagés. Il faut cependant avoir à l'esprit que de tels travaux seront lourds financièrement et très contraignants à réaliser compte tenu des enjeux forts dans le secteur (zones habitées, A 43, RD 36).

On pourra proposer :

- des travaux de purge réguliers dans la partie supérieure de la falaise à la barre à mine et/ou au vérin pour les plus gros blocs. Ces travaux sont à confier à une entreprise spécialisée dans les travaux acrobatiques ; ils impliqueront au préalable la fermeture complète du chemin au niveau de ses différents accès et la prise en compte des conséquences des purges sur les maisons situées en pied de versant (évacuation temporaire ou confinement des riverains). Une prise en compte des conséquences de ces purges sont à évaluer très sérieusement avec le concessionnaire de l'autoroute A 43, et ce même si les blocs ne peuvent atteindre la chaussée (le risque d'atterrissement n'a pas été évalué à ce stade mais il y a au moins un risque d'attirer l'attention des conducteurs). Par ailleurs, la RD 36 et la voie communale devront être fermées à la circulation.
- un clouage ponctuel des plaques rocheuses instables en particulier dans les parties en dévers qui surplombent le chemin. Pour cette action, la maîtrise d'œuvre d'un bureau d'études spécialisé dans le traitement des risques naturels est indispensable.

De tels travaux concerneraient une falaise de 30 à 50 m de haut sur un linéaire d'environ 500 m. Leur coût sera donc élevé.

5.2. PARTIE SUD DU SENTIER DE MANDRIN

La plus faible fréquentation du chemin au sud de la grotte de Mandrin ne justifie a priori pas d'action systématique hormis un panneau d'avertissement au niveau des différents accès.

L'instabilité de la zone C devra en revanche être traitée car elle engendre une menace significative sur le sentier et sur le hameau « Le Vivier ». A ce titre, nous pensons qu'une surveillance en continu du bloc par l'intermédiaire de capteurs (solution préconisée par IMSRN) n'est pas forcément nécessaire car un tel dispositif est onéreux et il ne règle en rien le problème. En revanche, son avantage est d'assurer une surveillance fine de l'instabilité dans l'attente des travaux de protection ou de confortement.

Sans être aussi performant, un suivi discontinu de la masse, moins onéreux, par l'intermédiaire de capteurs rustiques à relever sur place, peut également être mis en place.

Il pourra s'agir de jauges de déplacement (par exemple de type Saugnac : <http://www.jauges-saugnac.fr/>) à implanter sur la fissure verticale amont et/ou de fers carrés scellés dans la partie sous-cavée entre le chemin et la partie inférieure du bloc. Les mesures de déplacement seront effectuées une fois par semaine pendant un mois, puis une fois tous les mois en l'absence de déplacements significatifs. De telles mesures pourront être effectuées par un employé communal moyennant consignation des mesures sur un cahier/fichier dédié. En cas de déplacement anormal, il est conseillé d'avertir la Protection Civile.

Cependant, il convient de stabiliser dans un délai aussi court que possible (idéalement avant l'hiver) cette masse rocheuse dont le délai de rupture est aléatoire. La meilleure façon de procéder consisterait à édifier un contrefort au pied de la masse. Celui-ci est à fonder impérativement au rocher sur le chemin et son contact supérieur avec le bloc devra être soigné (pas de jour) de façon reprendre efficacement les efforts en compression.

Trois façons de procéder sont envisageables, laissées à l'appréciation de l'entreprise chargée des travaux et du maître d'ouvrage :

- Construction d'un appui en béton, ce qui nécessiterait l'hélicoptère d'environ 20 m³ de béton environ dans la mesure où le contrefort reprendrait environ les deux tiers du volume sous-cavé (Cf. Illustration 16) ;
- Construction d'un appui en pierres maçonnées à partir de matériaux du site (même dimension que précédemment) ; cette technique peut s'avérer avantageuse en ce qui concerne les hélicoptères mais elle nécessite plus de temps et de main d'œuvre.
- Mise en place de quatre poutrelles HEA verticales (hauteur : environ 1,50 m) de forte section susceptibles de reprendre chacune un poids minimal de 150 tonnes (Cf. Illustration 17). Les quatre poutrelles sont à fonder sur des semelles en béton armé de 80 cm de large. Le calage des têtes de poutrelles sur le bloc est à assurer avec soin par l'intermédiaire d'un mortier sans retrait. La disposition des poutrelles sera choisie de façon à répartir le mieux possible le poids du bloc sur ses appuis. Il est à noter que cette solution est vraisemblablement la plus économique. Cependant, elle est plus délicate à mettre en œuvre et présente moins de garanties à long terme car les appuis peuvent ne pas travailler tout à fait de la même manière.

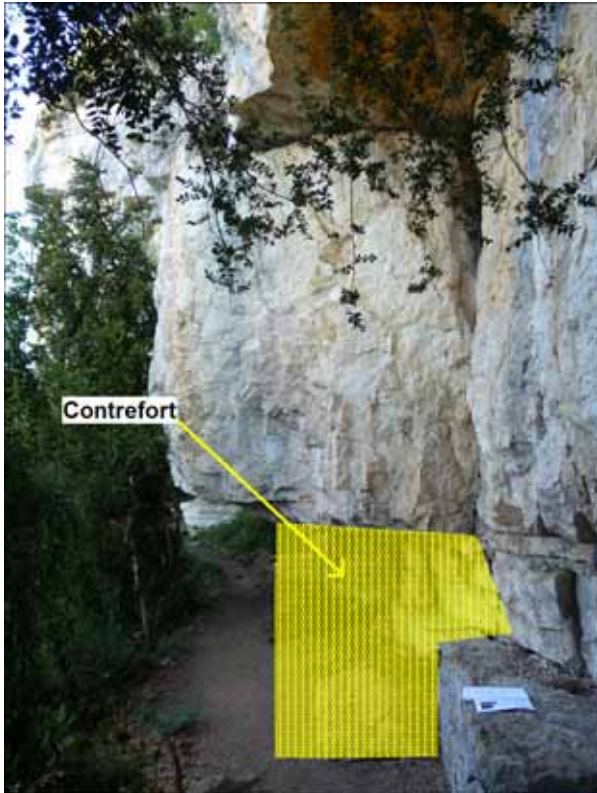


Illustration 16 : Zone C – solution contrefort fondé au rocher



Illustration 17 : Zone C – solution poutrelles HEA fondées au rocher sur semelles en BA

5.3. HABITATIONS EN PIED DE VERSANT

La majorité des habitations des lieux-dits « Le Guinet », « Le Vivier », « Le Château » et « Banchet » sont exposées à un risque élevé à long terme de chute de bloc, voire d'éboulement en masse en provenance de la partie supérieure de la falaise du Banchet. De très gros blocs situés à proximité de ces maisons sont les témoins d'événements passés susceptibles de se reproduire aujourd'hui. Il s'agit du risque le plus important à moyen-long terme dans le secteur.

La meilleure façon de protéger ces maisons serait de mettre en place des pièges à blocs. Le dimensionnement de tels ouvrages relève d'une étude trajectographique détaillée par un bureau d'études spécialisé.

6. Conclusion

Dans le cadre de sa mission d'assistance - régie par convention - dans le domaine de la géologie et des risques naturels auprès des Services du Département (Conseil Général) et de la Préfecture de la Savoie (Direction Départementale de la Protection Civile), le BRGM est intervenu sur la commune de Vérel-de-Montbel afin de fournir un avis sur la sécurité vis-à-vis d'éboulements, chutes de pierres/blocs, susceptibles de se produire sur le sentier de la grotte de Mandrin.

Une reconnaissance visuelle montre que le risque est fort dans la partie de sentier située au nord de la grotte en raison de traces d'éboulements relativement fréquentes visibles sur le chemin. D'autre part, cette partie du sentier assez aérienne est fréquenté par un public peu averti des risques en montagne. Il conviendrait donc a minima de disposer des panneaux d'information à destination des promeneurs en particulier au niveau du parking du col du Banchet et à l'entrée du chemin empruntant la vire. Si l'on souhaite diminuer d'avantage les risques sur cette partie du sentier, il conviendra d'entreprendre des travaux (purgé de la falaise et clouage des dévers au-dessus du chemin) ce qui, compte tenu du linéaire à traiter, sera probablement coûteux. D'autre part, la réalisation des purges pose d'importantes contraintes en matière de sécurité publique (riverains habitant en pied de falaise, usagers de l'autoroute A 43 à l'entrée/sortie du tunnel de Dullin, RD 36, route communale).

Au sud de la grotte, le sentier est moins fréquenté et les traces d'éboulement sont un peu moins nombreuses. Dans ces conditions, un panneau d'information paraît suffisant afin de limiter les risques d'accident. Un secteur cependant fait exception notable : il s'agit de la zone C repérée par le bureau d'études ISMRN dans le cadre d'une évaluation des risques pour un projet de puits sur le tunnel ferroviaire Lyon-Turin. Cette instabilité concerne un bloc sous-cavé de 110 m³ au-dessus du chemin. La fissuration et le début de renversement des appuis de ce bloc fait craindre une rupture à court terme avec des conséquences possibles sur le hameau du Vivier situé en pied de versant. Dans ces conditions, un confortement du bloc est à opérer rapidement, si possible avant l'hiver. On procédera soit par l'intermédiaire d'un contrefort en pierres maçonnées ou en béton, soit à l'aide de quatre poutrelles HEA de forte section scellées verticalement sur des semelles en béton armé. Un suivi de l'évolution de la fissuration est également recommandé dans l'attente des travaux : on pourra procéder à l'aide de jauges et de fers carrés disposés aux endroits adéquats à relever selon une fréquence spécifique indiquée dans le rapport. Un suivi automatique télétransmis par capteurs « fissuromètre » est également possible mais il est beaucoup plus onéreux.

A plus long terme, la question de la sécurité des hameaux du Château, du Vivier, du Guinet et du Banchet est celle qui pose le plus d'inquiétudes dans le secteur en raison de blocs parfois énormes à proximité des habitations. Ces blocs résultant d'éboulement anciens, parfois de grande ampleur, il conviendrait de mettre en place des parades adéquates. Compte tenu des volumes concernés et de la configuration du terrain, la solution « merlon pare-blocs » paraît la plus adaptée.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Rhône-Alpes
151 Bd de Stalingrad
69 626 – Villeurbanne Cedex - France
Tél. : 04 72 82 11 50 – Fax : 04 72 82 11 52