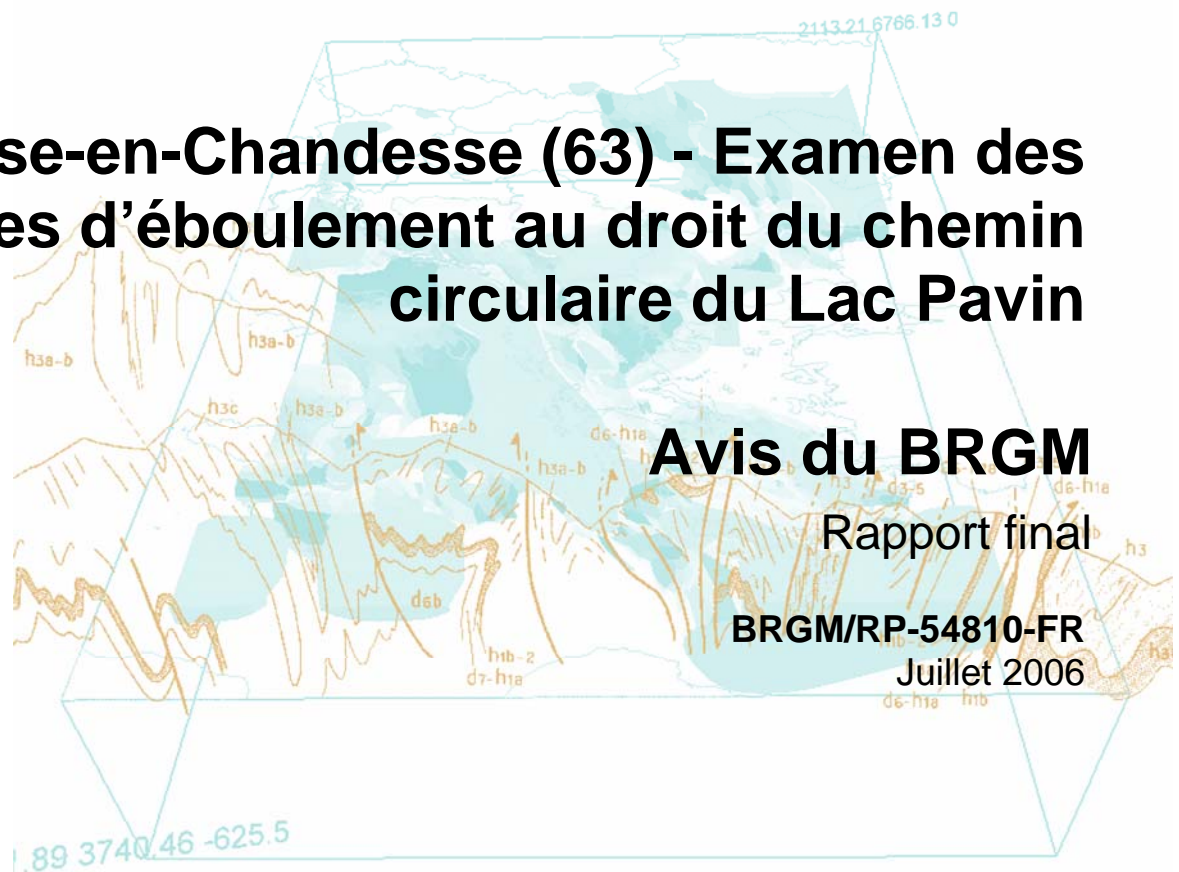




Besse-en-Chandesse (63) - Examen des risques d'éboulement au droit du chemin circulaire du Lac Pavin



Avis du BRGM

Rapport final

BRGM/RP-54810-FR

Juillet 2006



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Besse-en-Chandesse (63) - Examen des risques d'éboulement au droit du chemin de circulaire du Lac Pavin

Avis du BRGM


Rapport final

BRGM/RP-54810-FR
Juillet 2006

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2006 06PIRA03

O. Renault

<p>Vérificateur :</p> <p>Nom : J.L. Nédellec</p> <p>Date : 17 juillet 2006</p> <p>Signature :</p> 
--

<p>Approbateur :</p> <p>Nom : Ph. Rocher</p> <p>Date : 19 juillet 2006</p> <p>Signature :</p> 
--

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

Mots clés : Puy-de-Dôme, Besse-en-Chandesse, Lac Pavin, basalte, éboulement, risque naturel.

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

Renault O. (2006) - Besse-en-Chandesse (63) - Examen des risques d'éboulement au droit du chemin circulaire du Lac Pavin - Avis du BRGM. Rapport final. BRGM/RP-54810-FR, 23 p, 18 ill.

© BRGM, 2006, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

A la demande de la DDE du Puy de Dôme et dans le cadre de sa mission d'appui aux administrations, le BRGM est intervenu le 29 juin 2006 afin de fournir un avis géologique sur les risques d'éboulement au droit du chemin circulaire du Lac Pavin.

Après analyse, il s'avère que les risques d'éboulement sont principalement concentrés au droit de deux zones distinctes totalisant un linéaire d'environ 270 m.

La zone 1, sur le flanc est du cratère, concerne environ 40 m de falaise sommitale dont le démantèlement et l'état de fracturation menacent à moyen terme le chemin.

La zone 2 concerne un linéaire de 230 m de chemin principalement situé entre la 2^{ème} et la 6^{ème} sources des Prêtres. Les risques identifiés sont principalement des risques de moyen terme (délai de rupture 1 an), sauf pour une colonne de basalte de 20 m³ dont la rupture paraît possible à court terme (quelques semaines à quelques mois).

Dans l'immédiat, il convient à minima de baliser les zones 1 et 2 à l'aide de panneaux signalant les risques d'éboulement.

Dans les meilleurs délais (2 mois), il y a lieu de traiter la colonne de basalte de 20 m³, soit par purge au vérin hydraulique, soit par la mise en place d'un filet ASM plaqué et épinglé au rocher.

Dans un délai de 2 mois, il est également conseillé de missionner un bureau d'études afin de définir les travaux à envisager sur l'ensemble des zones 1 et 2. La définition et la hiérarchisation des travaux nécessiteront une auscultation approfondie sur corde de la zone 2. Nous recommandons que ces travaux soient mis en oeuvre au plus tard au printemps 2007.

Sommaire

1. Introduction.....	7
2. Contexte géologique	9
3. Examen du site	11
3.1. ZONE 1	11
3.2. ZONE 2	13
3.3. AUTRES SECTEURS DU CHEMIN	17
4. Avis du BRGM.....	19
4.1. ANALYSE DU RISQUE	19
4.2. RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE MISE EN SECURITE	20
5. Conclusion.....	23

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation du site sur le fond IGN à 1/25 000	7
Illustration 2 : Carte géologique synthétique de la région du Pavin-Montcineyre (d'après P. Lavina, 2003).....	10
Illustration 3 : Secteur 1A	12
Illustration 4 : Secteur 1A - Structure en piles d'assiette.....	12
Illustration 5 : Secteur 1A - Aspect déstructuré de la falaise.....	12
Illustration 6 : Secteur 1C - Bloc stoppé par un arbre	12
Illustration 7 : Secteur 1A - Bloc en équilibre derrière un bosquet	13
Illustration 8 : Secteur 1A - Propagation des éboulis jusqu'au chemin	13
Illustration 9 : Schéma approximatif de la zone 2 et des sources des Prêtres.....	14
Illustration 10 : Zone 2 - Au-dessus de la 2 ^{ème} source	15
Illustration 11 : Zone 2 - Tête de colonne basaltique formant un surplomb - risque à moyen terme	15
Illustration 12 : Zone 2 - Risque de petites chutes de blocs.....	16
Illustration 13 : Zone 2 - Colonnes potentiellement instables à moyen terme.....	16
Illustration 14 : Zone 2 - Observation 7 - Colonne de basalte de 20 m ³ instable à court terme..	16
Illustration 15 : Zone 2 - Observation 10 - Trois colonnes de basalte totalisant 100 m ³ potentiellement instables à moyen terme	16
Illustration 16 : Zone 2 - Chute de bloc sur le chemin aux environs de la 3 ^{ème} et 4 ^{ème} sources..	17
Illustration 17 : Zone 2 - Chute de bloc sur le chemin aux environs de la 5 ^{ème} et 6 ^{ème} sources..	17
Illustration 18 : Chutes de blocs et instabilité du talus de déblai.....	18

1. Introduction

A la demande de la Direction Départementale de l'Équipement du Puy-de-Dôme, et dans le cadre de sa mission d'appui aux administrations, le BRGM est intervenu sur la commune de Besse-en-Chandesse afin de fournir un avis géologique sur les risques d'éboulement au droit chemin circulaire du Lac Pavin (ill. 1).

Le Lac Pavin est le deuxième site touristique le plus fréquenté d'Auvergne. Le chemin circulaire du lac est emprunté par de nombreux touristes, en particulier pendant la période estivale.

L'avis du BRGM est fondé sur une visite complète du site effectuée le 29 juin 2006.

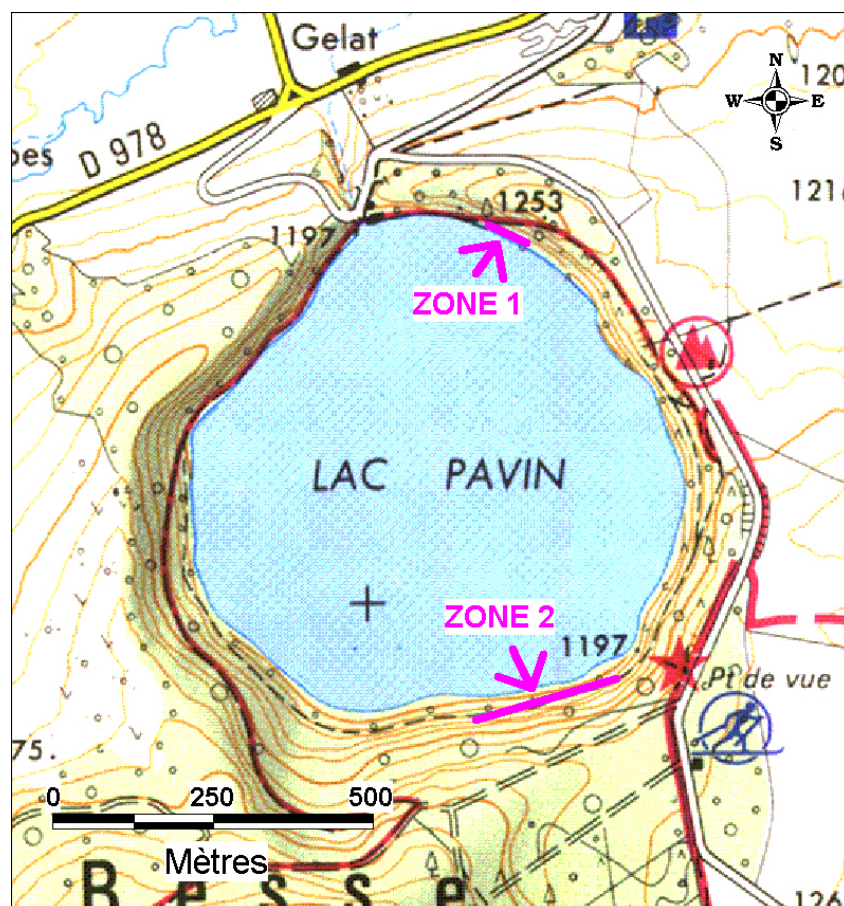


Illustration 1 : Localisation du site sur le fond IGN à 1/25 000

2. Contexte géologique

La carte géologique à 1/50 000 n° 741 de Besse-en-Chandesse n'est pas publiée à ce jour et est toujours en cours d'élaboration.

Le groupe dit « du Pavin » est le plus jeune ensemble volcanique de France métropolitaine, daté à 7 000 ans, voire même à 3 450 ans BP (Before Present). Il est composé de quatre édifices voisins dont les produits se superposent par endroits (ill. 2) : les puys de Montchal et de Montcineyre qui sont des appareils stromboliens (cônes de scories associés à des retombées de lapilli et à des coulées basaltiques), et les maars (appareils d'origine hydromagmatique) d'Estivadoux et du Lac Pavin, caractérisés par des cratères grossièrement de forme circulaire, en relief négatif, et des anneaux périphériques de projections (tufs ponceux trachytiques et enclaves diverses dans la cas du Pavin).

Le Puy de Montchal (ill. 2) a émis plusieurs coulées de laves basaltiques qui se sont épanchées principalement vers le Sud-Est et le Nord. Dans cette dernière direction, elles ont en partie rempli le maar d'Estivadoux, se sont répandues dans la vallée de la Couze Pavin sur de grandes distances (au-delà de Cotteuges), et elles bordent aujourd'hui le cratère du Lac Pavin dans la majeure partie de son pourtour. Les autres coulées de laves présentes immédiatement en périphérie du lac, notamment au Nord-Ouest de ce dernier, sont plus anciennes, trachyandésitiques et à rattacher au stratovolcan du Sancy.

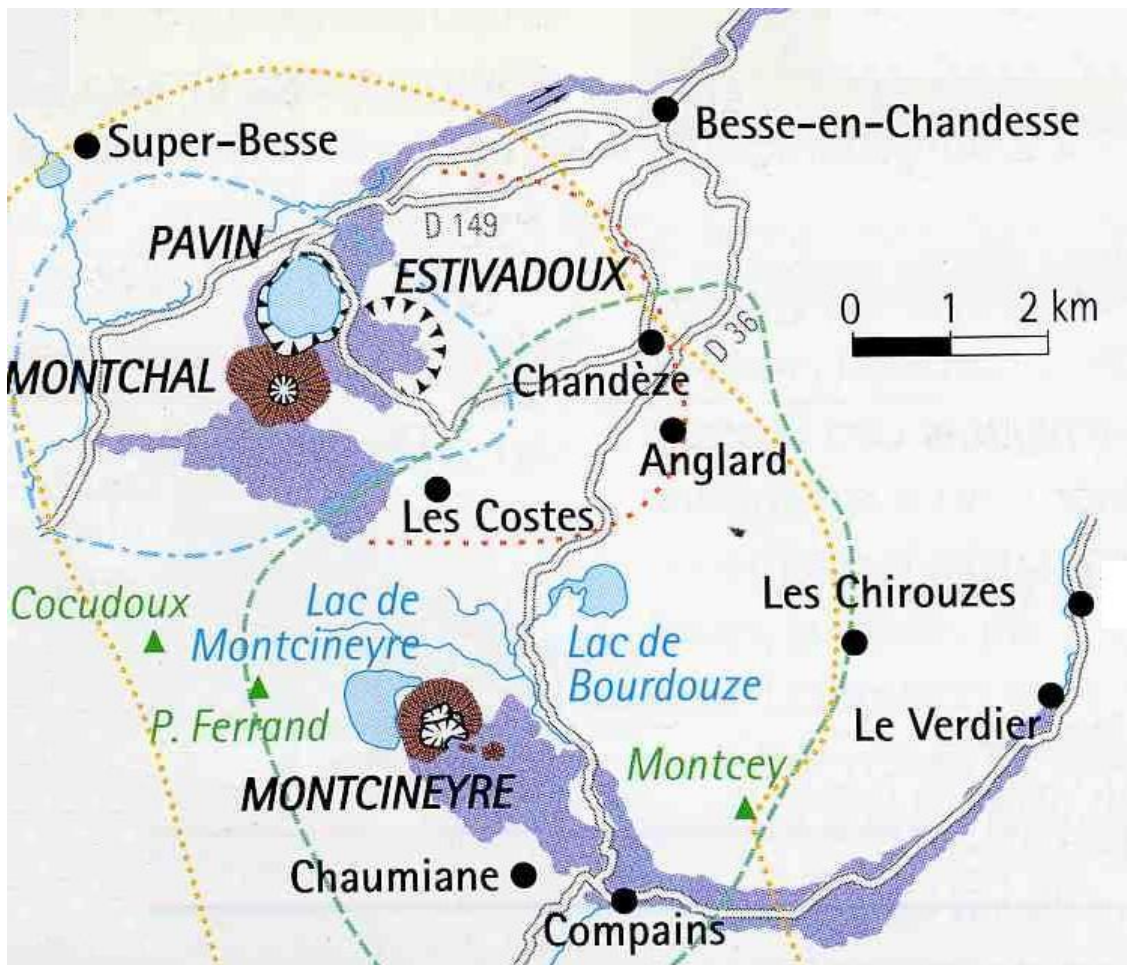


Illustration 2 : Carte géologique synthétique de la région du Pavin-Montcineyre (d'après P. Lavina, 2003)

3. Examen du site

Après analyse, il s'avère que deux zones principales présentent des risques d'éboulement. Nous avons reporté ces zones sur l'illustration 1.

3.1. ZONE 1

Il s'agit d'un secteur ébouleux qui commence à environ 160 m du restaurant sur le côté nord-est du lac. La longueur de cette zone est d'environ 60 m. Elle correspond à la présence d'une falaise basaltique sommitale de 15 à 20 m de haut qui domine le chemin de randonnée d'une cinquantaine de mètres. Cette falaise est par endroits complètement déstructurée et libère de temps à autre de gros blocs.

On peut subdiviser la zone 1 en trois sous-secteurs :

- Le secteur 1A (longueur : 20 à 25 m) correspond à un secteur où la falaise sommitale est largement déstructurée. Des éboulis de diverses tailles (0,05 à 5 m³) sont présents dans la pente et jusqu'au chemin, ce qui montre l'activité de cette zone en matière de chute de blocs (ill. 3, 4, 5, 7 et 8). Certains blocs sont manifestement anciens, d'autres moins.
- Le secteur 1B (longueur : 15 à 20 m) correspond à un secteur où la falaise sommitale est plus massive et plus saine.
- Le secteur 1C (longueur : 20 m) correspond à un secteur de falaise constitué de plusieurs colonnes de basalte déstructurées (ill. 6) et présente de fortes similitudes avec le secteur 1A en terme de blocométrie, mais avec moins d'éboulis en pied.



Illustration 3 : Secteur 1A



Illustration 4 : Secteur 1A - Structure en piles d'assiette



Illustration 5 : Secteur 1A - Aspect déstructuré de la falaise



Illustration 6 : Secteur 1C - Bloc stoppé par un arbre



Illustration 7 : Secteur 1A - Bloc en équilibre derrière un bosquet



Illustration 8 : Secteur 1A - Propagation des éboulis jusqu'au chemin

3.2. ZONE 2

Cette zone est située sur une partie du flanc sud du cratère du Lac Pavin au niveau des sources des Prêtres. Ces sources, qui sont au nombre de 6, résurgent au pied de la coulée basaltique du Montchal qui arme le haut du cratère. Cette coulée est matérialisée par une falaise basaltique de 10 à 20 m de haut qui domine le chemin de randonnée avec un recul d'une trentaine de mètres. La falaise est séparée du chemin par un talus raide dont la pente est de l'ordre de 30 à 45°.

La principale zone à risque de chutes de rocher (qui correspond à la zone 2) s'étend à peu près de 30 m à l'Est de la 2^{ème} source des Prêtres et jusqu'à la 6^{ème} source, ce qui correspond à un linéaire total d'environ 230 m.

Le positionnement des sources et affleurements de basalte est donné sur l'illustration 9.

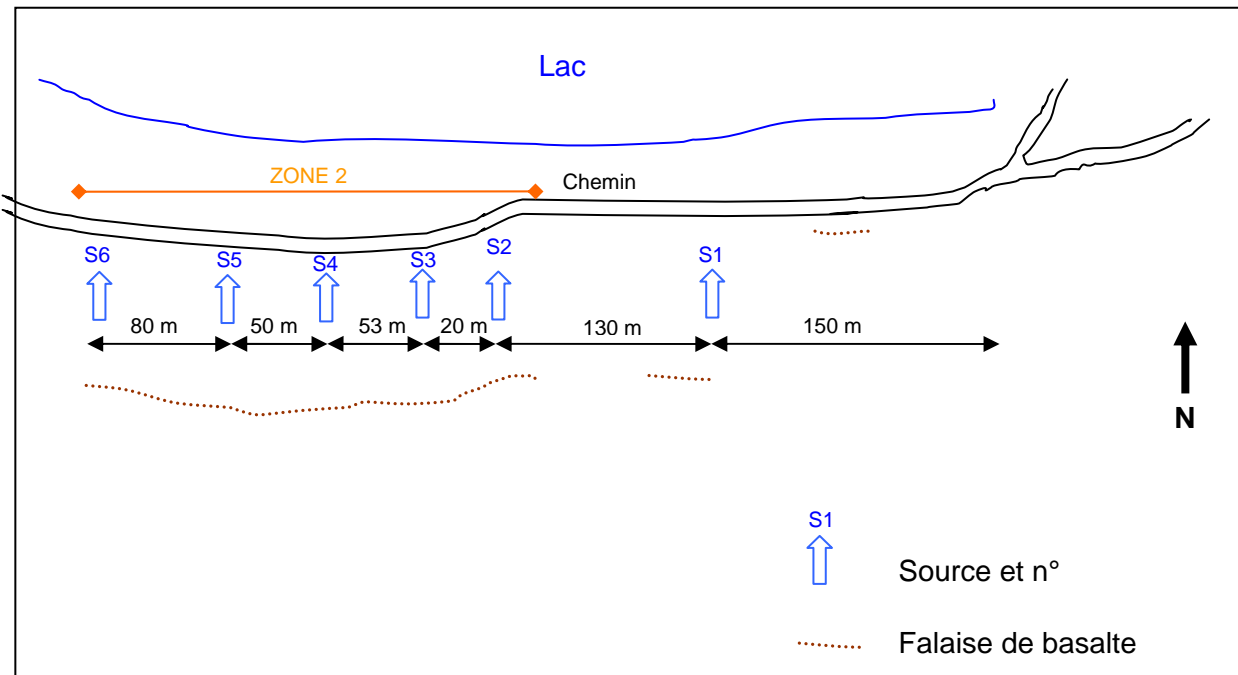


Illustration 9 : Schéma approximatif de la zone 2 et des sources des Prêtres

Les observations au sein de la falaise qui domine la zone 2 sont les suivantes :

1. Au-dessus de la 2^{ème} source (ill. 10), présence d'une falaise de 10/12 m de haut assez saine dans l'ensemble, sauf à quelques mètres à l'Ouest de cette source ; présence d'un bloc d'une dizaine de m³ tenu en pied par un petit bloc de 0,5 m³ : risque de rupture à moyen terme.
2. Entre la 2^{ème} et la 3^{ème} sources : falaise de 20 m assez saine ; diagnostic à confirmer en technique alpine (corde).
3. Au dessus de la 3^{ème} source et jusqu'à 15 m à l'Ouest de celle-ci, présence d'instabilités potentielles de moyen terme (plaque de basalte, colonne) à ausculter plus précisément en technique alpine (corde).
4. A 20 m à l'Ouest la 3^{ème} source : zone ocre verticale matérialisant une venue d'eau intermittente ; partie haute déstructurée (ill. 12), confortement à prévoir à moyen terme.
5. Au-dessus de la 4^{ème} source : têtes de colonnes massives en porte à faux (ill. 13) ; jusqu'à 10 m³. Auscultation sur corde souhaitable.

6. A 15 m à l'Ouest de la 4^{ème} source : risque de rupture à moyen terme de 3 colonnes avoisinant la dizaine de m³ de taille unitaire ; présence d'une zone ébouleuse en pied.
7. Au-dessus de la 5^{ème} source des Prêtres, présence d'une colonne de basalte de 20 m³ avec risque de rupture à court terme (ill. 14).
8. A 10 m à l'Ouest de la 5^{ème} source : pied de colonne de 50 m³ potentiellement instable présentant un risque pour le moyen à long terme.
9. A 20 m à l'Ouest de la 5^{ème} source : tête de colonne de 75 m³ présentant un risque de rupture à moyen terme (ill. 11).
10. A 50 m à l'Ouest de la 5^{ème} source, présence de 3 colonnes de basalte totalisant 100 m³ de rochers instables à moyen terme (ill. 15) ; à traiter par clouage.

Des chutes de blocs (jusqu'à 0,5 m³) sont constatés sur le chemin entre la 3^{ème} et la 6^{ème} sources des Prêtres (ill. 16 et 17). Ces blocs peuvent provenir de la falaise sommitale ou du talus amont du chemin.



Illustration 10 : Zone 2 - Au-dessus de la 2^{ème} source



Illustration 11 : Zone 2 - Tête de colonne basaltique formant un surplomb - risque à moyen terme



Illustration 12 : Zone 2 - Risque de petites chutes de blocs



Illustration 13 : Zone 2 - Colonnes potentiellement instables à moyen terme



Illustration 14 : Zone 2 - Observation 7 - Colonne de basalte de 20 m³ instable à court terme



Illustration 15 : Zone 2 - Observation 10 - Trois colonnes de basalte totalisant 100 m³ potentiellement instables à moyen terme



*Illustration 16 : Zone 2 - Chute de bloc sur le chemin
aux environs de la 3^{ème} et 4^{ème} sources*



*Illustration 17 : Zone 2 - Chute de bloc sur le chemin
aux environs de la 5^{ème} et 6^{ème} sources*

3.3. AUTRES SECTEURS DU CHEMIN

En dehors des zones 1 et 2, les risques de chutes de blocs apparaissent plus limités. Signalons cependant :

1. Au-dessus de la 1^{ère} source des Prêtres, il existe une falaise de basalte qui apparaît assez saine dans son ensemble, mais il est possible que des chutes de blocs s'y produisent à long terme. D'autre part, la source proprement dite sort dans le talus au sein de formations superficielles meubles et détremées. A terme, la mise en charge de cette source pourrait donner lieu à des coulées de boue sur le chemin.
2. Le chemin ayant été élargi sans précaution il y a quelques années, les problèmes de tenue du talus de déblai apparaissent sur la partie sud du lac. Ils se traduisent par des déchaussements de blocs erratiques dans le talus de déblai (ill. 18), par des petits glissements ou reptations du sol superficiel, voire par un lessivage de la matrice limoneuse du talus. Ces événements n'engendrent pas un risque fort pour l'utilisateur du chemin mais il conviendrait de retirer les plus gros blocs de ce talus, voire de mettre en place des petits pièges à blocs en pied de talus (par exemple des gabions ou une butée en enrochements). Dans certains secteurs, la mise en place de masques en enrochement pourrait s'avérer une solution efficace sur le long terme afin de stabiliser le talus.



Illustration 18 : Chutes de blocs et instabilité du talus de déblai

4. Avis du BRGM

4.1. ANALYSE DU RISQUE

L'analyse des risques pour les zones 1 et 2 est résumée dans le tableau ci-après.

Zone	Sous-secteur	Longueur	Volume potentiellement instable	Délai	Conséquences
1	1A	20 m	Non déterminé	Moyen terme	Chemin potentiellement atteint
	1B	20 m	Peu de risque		
	1C	20 m	Non déterminé	Moyen terme	Chemin potentiellement atteint
2	Observations 1 à 4	Environ 100 m	Environ 20 m ³ à confirmer par des auscultations sur corde	Moyen terme	idem
	Observations 5 et 6	Environ 50 m	40 m ³ à confirmer par des auscultations sur corde	Moyen terme	idem
	Observations 7	5 m	20 m ³	Court terme	idem
	Observations 8 à 10	75 m	225 m ³ sous réserve d'une auscultation sur corde	Moyen terme	idem

Il apparaît donc que le chemin de randonnée circulaire au Lac Pavin est exposé à un risque de chutes de pierres, de blocs voire d'éboulement d'assez grande ampleur en provenance de 2 falaises de basaltes distinctes totalisant un linéaire de 270 m.

En première analyse, il apparaît que le délai d'occurrence le plus probable de ces instabilités est de l'ordre d'une année, voire de plusieurs années (moyen à long terme). Bien entendu, cette analyse du délai d'occurrence est une estimation préliminaire de l'aléa et devra être confirmée par des reconnaissances en falaise plus poussées.

Cependant, des éboulements à plus bref délai sont possibles, comme au droit de l'observation 7 qui matérialise un risque de rupture à court terme (quelques semaines à quelques mois) d'une colonne de basalte de 20 m³. Il est donc fortement recommandé de traiter cette instabilité avant la période hivernale.

En cas d'éboulement sur l'une des deux zones, et selon les configurations de pente, de la rugosité du terrain, de la taille des blocs, de la présence d'arbres, une fraction plus ou moins importante du rocher déstabilisé pourrait atteindre le chemin.

4.2. RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE MISE EN SECURITE

Dans l'immédiat :

Il importe à minima de signaler sans ambiguïté le risque de chutes de blocs rocheux au droit du chemin de randonnée par des panneaux à destination du public. On positionnera ces panneaux de part et d'autre des deux zones identifiées, voire au tout début du chemin afin d'éviter que certaines personnes ne s'y engagent inutilement.

Dans les meilleurs délais (2 mois) :

1. Il convient de traiter l'instabilité de court terme matérialisée par l'observation 7 de la zone 2. Il s'agit d'une colonne de basalte de 20 m³. Celle-ci sera traitée par une société spécialisée en travaux acrobatiques, soit par purge au vérin hydraulique ou à l'écarteur, soit par la pose d'un filet ASM plaqué, mis en tension autour de la colonne et épinglé au rocher sain par des barres d'ancrage de type GEWI Ø 25 mm. Nous recommandons que cette opération soit dimensionnée par un bureau d'études.
2. Il convient de mandater un bureau d'études afin de réaliser une auscultation poussée des 270 m de chemin mis en évidence pour leur risque de chute de rocher. L'intervention du bureau d'études comprendra des auscultations de la falaise sur cordes, notamment en zone 2 afin de préciser l'état de stabilité de certaines masses rocheuses situées en hauteur. Ces auscultations permettront de dimensionner des solutions de confortement ou de suivi des compartiments rocheux instables, et d'établir éventuellement des hiérarchies de traitement du risque. Il est recommandé que les mesures de protection soient mises en œuvre au plus tard au printemps 2007.

A titre informatif, nous livrons ci-dessous les parades envisageables aux différentes instabilités répertoriées à ce jour.

Zone	Sous-secteur	Longueur	Traitement possible
1	1A	20 m	Clouage « à la demande » ou câblage des masses rocheuses > 1 m ³ + mise en place d'un écran déformable de filet ou d'une barrière pour les blocs <1 m ³
	1B	20 m	Pas de traitement particulier a priori
	1C	20 m	Clouage « à la demande » ou câblage des masses > 1 m ³ + mise en place d'un écran déformable de filet ou d'une barrière pour les blocs <1 m ³
2	Observations 1 à 4	Environ 100 m	Purges, ancrages ponctuels, témoins d'évolutions
	Observations 5 et 6	Environ 50 m	Purges, ancrages ou câbles
	Observations 7	5 m	Purge ou filet ASM plaqué
	Observations 8 à 10	75 m	Clouage préventif, témoins, câbles

5. Conclusion

A la demande de la DDE du Puy-de-Dôme et dans le cadre de sa mission d'appui aux administrations, le BRGM est intervenu le 29 juin 2006 afin de fournir un avis géologique sur les risques d'éboulement au droit du chemin circulaire du lac Pavin.

Après analyse, il s'avère que les risques d'éboulement sont principalement concentrés au droit de deux zones distinctes totalisant un linéaire d'environ 270 m.

La zone 1 est située sur le flanc est du cratère et concerne environ 40 m de falaise sommitale, dont le démantèlement et l'état de fracturation menacent à moyen terme le chemin situé à une cinquantaine de mètres en contrebas.

La zone 2 concerne un linéaire de 230 m de chemin principalement situé entre la 2^{ème} et la 6^{ème} sources des Prêtres. Les risques d'éboulement proviennent d'une falaise basaltique sommitale (coulée du Montchal) séparée du chemin par un talus raide, long d'une trentaine de mètres. Les risques identifiés sont principalement des risques de moyen terme (délai de rupture 1 an), sauf pour une colonne de basalte de 20 m³ (observation 7, située au dessus de la 5^{ème} source des Prêtres) dont la rupture paraît possible à court terme (quelques semaines à quelques mois).

Dans l'immédiat, il convient de baliser les zones 1 et 2 à l'aide de panneaux signalant les risques d'éboulement.

Dans les meilleurs délais (2 mois), il y a lieu de traiter la colonne de basalte de 20 m³, soit par purge au vérin hydraulique, soit par la mise en place d'un filet ASM plaqué et épinglé au rocher. Si cette dernière option est choisie, nous recommandons que son dimensionnement soit réalisé par un bureau d'études.

Dans un délai de 2 mois, il est également conseillé de missionner un bureau d'études afin de définir les travaux à envisager sur l'ensemble des zones 1 et 2. La définition et la hiérarchisation des travaux nécessiteront une auscultation approfondie sur corde de la zone 2. Les mesures à envisager sont variables : clouage, pose de câbles et de témoins, purges, voire mise en place de protections passives (écrans déformables de filet ou barrières). Nous recommandons que ces travaux soient mis en oeuvre au plus tard au printemps 2007.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin
BP 36009
45060 Orléans cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service Géologique Régional Auvergne
Campus des Cézeaux
12, avenue des Landais
63170 Aubière - France
Tél. : 04 73 15 23 00 - Fax : 04 73 15 23 10