



Etude de l'aléa chutes de blocs Proposition de parades Commune de Bouillonville (Meurthe-et-Moselle)

Rapport final
BRGM/RP-60164-FR
Septembre 2012



Direction Départementale des
Territoires
de Meurthe et Moselle



Etude de l'aléa chutes de blocs Proposition de parades Commune de Bouillonville (Meurthe-et-Moselle)

Rapport final

BRGM/RP-60164-FR
Septembre 2012

C. Cartannaz, S. Actis, J. Morin

Vérificateur :

Nom : C. Mathon

Date : 10/09/12

(original signé)

Approbateur :

Nom : D. Midot

Date : 21/09/12

(original signé)

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique, l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



Direction Départementale des
Territoires
de Meurthe et Moselle



Mots clés : Mouvements de terrain, chutes de blocs, risques, aléa, expertise, Lorraine, Meurthe-et-Moselle, Bouillonville

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

CARTANNAZ C., ACTIS S., MORIN J. (2012) Etude de l'aléa chutes de blocs. Proposition de parades, commune de Bouillonville (Meurthe-et-Moselle) Rapport BRGM/RP-60164-FR, 170 p., 11 ill., 3 ann., 2 cartes hors-texte.

Synthèse

Sur 4 communes de Meurthe-et-Moselle (Bouillonville, Joeuf, Mousson et Preny), la Direction Départementale des Territoires (DDT) de Meurthe-et-Moselle a missionné le BRGM pour évaluer l'aléa lié aux chutes de blocs et proposer des parades pour réduire le risque qu'induit ce phénomène sur les enjeux.

Ce rapport propose donc une cartographie à l'échelle du 1/5 000 de l'aléa « chutes de blocs » sur la commune de Bouillonville. La démarche adoptée est de type expert et s'appuie sur une méthodologie qui tient compte de la propension des zones de départ potentielles à produire des blocs instables (aléa de départ) et les possibilités de propagation de ces blocs après leur chute (aléa de propagation).

L'évaluation des possibilités de propagation des projectiles rocheux relève quand c'est nécessaire à l'expertise des résultats de quelques simulations trajectographiques simplifiées (logiciel BRGM : Pierre98©), nécessitant des levés de terrain effectués à l'aide d'un clisimètre et d'un distancemètre laser.

L'ensemble des zones touchées par un aléa « chutes de blocs » s'est vu proposé une solution de confortement afin de réduire ou supprimer le risque. En outre, afin de faciliter les choix et les priorités des décideurs pour effectuer les travaux de confortement, il est opéré une identification des principaux secteurs à risque avec classement des priorités d'intervention selon trois niveaux.

La commune de Bouillonville présente des zones d'aléa « chutes de blocs » faible à fort. Sur certaine zone, le risque de destruction de bâtis ou d'accidents graves sur des personnes est réel avec notamment pour le cas le plus préoccupant des colonnes rocheuses instables sur la parcelle 45 qui menacent à court (2 à 20 ans) ou moyen terme (20 à 50 ans) de détruire une partie des habitations.

Lors de la prise en compte du risque chutes de blocs dans les demandes d'autorisations d'urbanisme, la mise en place soit des parades liées à l'aléa de départ soit de celles liées à l'aléa de propagation seront exigées par les services de l'état.

Sommaire

1. Introduction	7
1.1. OBJET DE L'ETUDE	7
1.1.1. Objectif.....	7
1.1.2. Phénomène pris en compte.....	7
1.2. LOCALISATION	8
1.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	8
1.3.1. Lithostratigraphie.....	8
1.3.2. Aspect structural de la corniche.....	9
1.4. HISTORIQUE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN	11
2. Méthodologie sur l'aléa chutes de blocs et évaluation des secteurs à risque	15
2.1. EVALUATION DE L'ALEA.....	16
2.1.1. Evaluation de l'aléa de départ	16
2.1.2. Evaluation de l'aléa de chutes de blocs.....	18
2.1.3. Evaluation de l'aléa final en trois classes	20
2.2. EVALUATION DES ENJEUX ET VULNERABILITE	20
2.3. EVALUATION DU RISQUE, PRIORITE POUR LES SOLUTIONS DE CONFORTEMENT	20
3. Exemple de parades préconisées dans cette étude	23
4. Diagnostic sur l'aléa chutes de blocs et les zones de priorité pour les parades proposées.....	25
5. Conclusion	27
6. Bibliographie	29

Liste des illustrations

Illustration 1 - Coupe géologique schématique au niveau de l'église.	9
Illustration 2 - Agencement spatial de la fracturation le long de la corniche en fer à cheval sur la commune de Bouillonville. Le trait bleu sur les diagrammes de distribution (hémisphère inférieure) représente l'orientation de la corniche d'Ouest en Est avec la projection des fractures (traits noirs).	10
Illustration 3 - Rosace directionnelle de la fracturation sur l'ensemble de la corniche.	11
Illustration 4 - Cartographie les phénomènes historiques avec les dates de chutes de blocs.	13
Illustration 5 - Principe d'évaluation du risque.	15
Illustration 6 - Exemple simplifié de la gradation de l'aléa de propagation.	18
Illustration 7 - Exemple de zonage de l'aléa final en trois classes à partir de l'aléa de départ.	20
Illustration 8 - Principe d'évaluation du risque.	21
Illustration 9 - Matrice pour l'établissement des zones de priorité pour la mise en place des parades.	21
Illustration 10 - Tableau synthétique de parades passives.	23
Illustration 11 - Tableau synthétique de parades actives.	24

Liste des annexes

Annexe 1 : Exemples de parades contre les chutes de blocs.	31
Annexe 2 : Fiches descriptives par zones.	43

Cartes hors-texte

Aléa « chutes de blocs »

Parades et zones de priorité de mise en place

1. Introduction

1.1. OBJET DE L'ETUDE

1.1.1. Objectif

Dans le cadre de la gestion des risques naturels pour le département de Meurthe-et-Moselle (54), la DDT 54 avait missionné le BRGM afin d'identifier, dans une dizaine de bassins de risque, les zones soumises à l'aléa chutes de blocs, à l'échelle du 1/50 000^{ème} sur le territoire départemental (RP-56620-FR).

A partir de cette étude (RP-56620-FR), la DDT 54 a ciblé quatre communes présentant des aléas pouvant entraîner des risques non négligeables sur les bâtis et les personnes. Il s'agit des communes de Bouillonville, Joeuf, Mousson et Preny.

La DDT 54 souhaite faire réaliser des études détaillées au 1/5 000^{ème} de ce phénomène sur ces communes, suivant une démarche de type expert, avec proposition de recommandations visant à diminuer ou supprimer le risque.

1.1.2. Phénomène pris en compte

Les mouvements de terrains pris en compte dans cette étude comprennent les mouvements rocheux : les chutes de pierres et de blocs ainsi que les éboulements et écroulements en masse.

Ne sont pas pris en compte les phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux liés à la sécheresse, les phénomènes de glissements circulaires, glissements plans, glissements pelliculaires, fluage, reptation et solifluxion, les affaissements, les effondrements ou les fontis liés à la présence de cavités naturelles ou anthropiques et enfin les coulées de boue. Néanmoins, au cas où la possibilité de survenance de tels phénomènes, d'ampleur exceptionnelle, serait constatée, le BRGM se doit de les mentionner à la commune et à l'administration.

La conduite du projet réside sur une démarche de type expert. Pour appréhender le risque, aucun essai de laboratoire ou *in situ* n'est prévu dans ce cadre. Aussi, le phénomène de basculement de mur par rupture du sol sous-jacent ou de la base du mur à cause de la médiocrité de ces caractéristiques mécaniques n'est également pas pris en compte. Ce domaine relève des bureaux d'études géotechniques.

1.2. LOCALISATION

La commune de Bouillonville, concernée dans ce rapport, se situe sur le cours du Rupt-de-Mad, à deux kilomètres au Sud-Ouest de Thiaucourt-Regneville. Le village se situe en rive gauche d'un méandre du Rupt-de-Mad, blotti aux pieds d'escarpements taillés dans le plateau calcaire par cette rivière.

1.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

1.3.1. Lithostratigraphie

D'après la carte géologique au 1/50 000^{ème} de Pont-à-Mousson, les terrains rencontrés appartiennent tous au Bajocien supérieur, on trouve de haut en bas (figure 1) :

- l' « Oolithe Miliaire supérieure » ou « Oolithe de Royaumeix » dont les calcaires oolithiques fins forment la barre sommitale de la corniche ;
- l' « Oolithe terreuse à Clypeus Ploti », calcaires oolithiques grossiers avec des interbancs d'argile feuilletée grise ou jaune. Il a été relevé dans ce niveau l'existence d'un petit karst dont le toit s'est partiellement effondré ;
- le « Complexe à bancs gréseux » ou « pseudo bâlin » formé de calcaires bioclastiques oolithiques à passées d'argilites et de calcaires gréseux ;
- l' « Oolithe Miliaire inférieure » ou « Bâlin » assise de calcaires oolithiques fins sur la base de laquelle a été bâti le village. Sa partie supérieure est marquée, dans le secteur de Bouillonville, par des faciès d'aspect sableux. C'est dans l'Oolithe Miliaire inférieure que l'on rencontre le principal réseau karstique fossile de la commune.

COMMUNE DE BOUILLONVILLE (54 470)

Coupe géologique schématique au niveau de l'église

1/5000

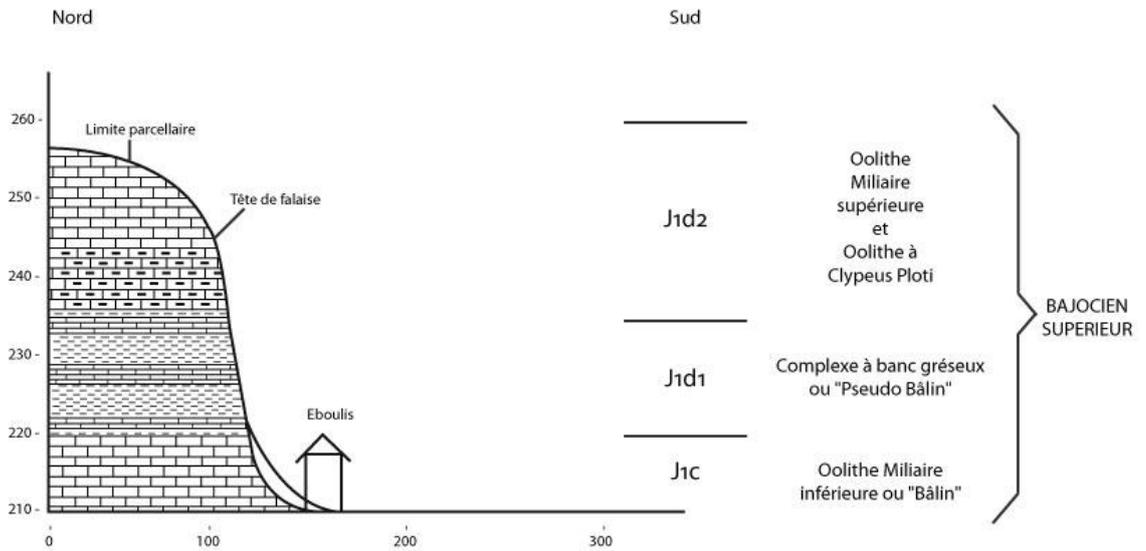


Illustration 1 - Coupe géologique schématique au niveau de l'église.

1.3.2. Aspect structural de la corniche

L'escarpement étudié n'est pas rectiligne, il se présente comme un fer à cheval (cf. figure suivante).

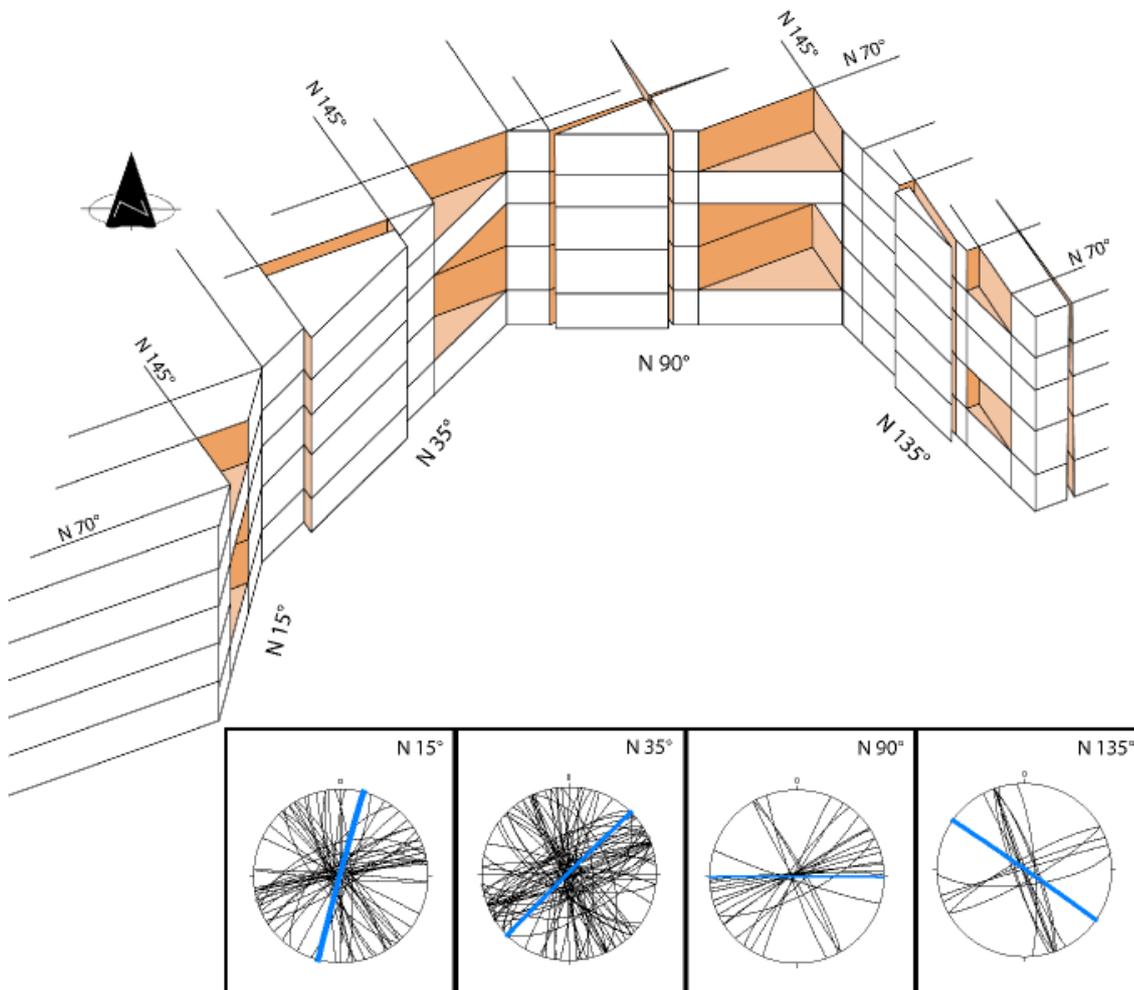


Illustration 2 - Agencement spatial de la fracturation le long de la corniche en fer à cheval sur la commune de Bouillonville. Le trait bleu sur les diagrammes de distribution (hémisphère inférieure) représente l'orientation de la corniche d'Ouest en Est avec la projection des fractures (traits noirs).

La stratigraphie est subhorizontale (0 à 15° vers le NW) sur tout le secteur. La fracturation se développe autant à l'affleurement qu'à l'intérieur du massif. L'observation a pu être faite jusqu'à une dizaine de mètres à l'intérieur du massif, dans les cavités anthropiques qui y sont creusées. La fracturation est principalement verticale et ouverte (en moyenne 15 cm). Elle découpe le massif autant perpendiculairement que parallèlement au front de l'escarpement. Deux familles principales de fractures verticales se dégagent (figure 3) : N70 (+/- 15°) et N145 (+/- 15°).

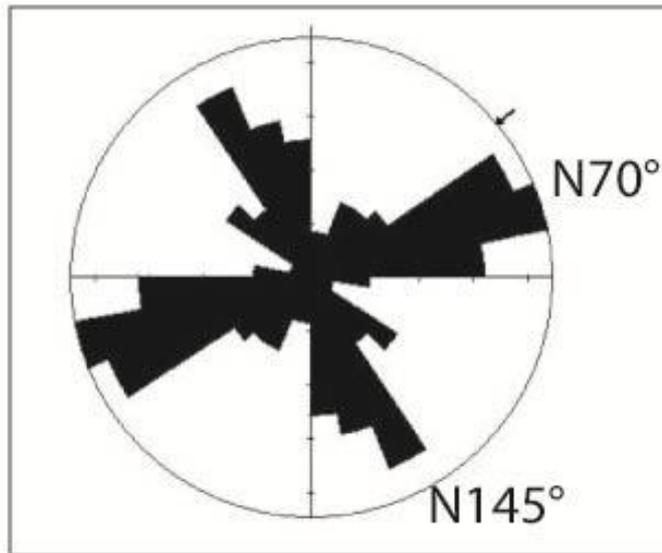


Illustration 3 - Rosace directionnelle de la fracturation sur l'ensemble de la corniche.

Ainsi, suivant l'orientation de la corniche, les fractures sont soit perpendiculaires à l'escarpement, soit elles découpent le massif « parallèlement » au front de la corniche et entraînent la séparation d'écaillles du massif en faisant basculer ou s'effondrer des pans entiers de matériaux (les volumes pouvant atteindre plusieurs mètres cube).

1.4. HISTORIQUE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN

L'inventaire historique a été effectué à partir du rapport BRGM 4S/LOR (B. Pollet et L. Rougieux, 1990) et du recueil des témoignages des habitants du village. De manière générale, les chutes de pierres se produisent pendant l'hiver, vraisemblablement durant les périodes de gel-dégel intenses, l'orientation de l'escarpement plein sud accentuant certainement le phénomène.

Janvier 1940 : une chute significative s'est produite au droit des parcelles 35-36. Les blocs ont traversé la route et ont pénétré dans la grange de la parcelle 278 (la destruction ou non de la porte de la grange n'est pas renseignée). Les blocs ont détruit un muret (localisation précise non renseignée).

Février 1982 : un écoulement (volume supérieur au m³) au droit de la parcelle 46. La porcherie à l'arrière de la parcelle est détruite. 3 porcs sont tués. Au droit des parcelles 44 et 45, des blocs chutent et atteignent la route en passant par le garage ouvert. Un deuxième écoulement (volume supérieur au m³) se produit à la même époque au droit de la parcelle 33.

Février 1988 : les mouvements se sont étendus pratiquement à l'ensemble de l'escarpement puisque l'on enregistre des écroulements au droit des parcelles 33 et 38, où le mur de la façade arrière sera partiellement détruit ; 44, où des blocs détruiront 20 m² de toiture et endommageront la façade arrière ; 45, où les volumes très importants combleront l'arrière-cour après avoir détruit le muret en limite de propriété ; et la parcelle 46, de nouveau affectée.

Hiver 1990 : écroulements touchant les parcelles 35-36. Les blocs se sont arrêtés avant la route. D'autres éboulements se sont également produits : au droit de la parcelle 45, dont l'arrière-cour aurait été remplie ; et au droit de la parcelle 44, dont un pan de mur aurait été emporté.

Décembre/Janvier 2010-2011 : un bloc de 0,5 m³ chute au droit de la parcelle 22. Au droit de la parcelle 44, ce sont une vingtaine de blocs d'un volume moyen de 0,02 m³ qui chutent et se propagent jusqu'au mur de la maison. Au droit de la parcelle 51, il est tombé environ 1 m³ de terre et une trentaine de blocs d'un volume moyen de 0,5 m³. Au droit de la parcelle 310, une vingtaine de blocs de 0,02 m³ en moyenne sont tombés et se sont propagés jusqu'à 3 m du pied du mur. Sur cette même parcelle, 30 tonnes de blocs sont tombés en 4 ans.

On constate également des traces de chutes récentes sur les parcelles 35 et 36, sans pour autant définir précisément la date à laquelle les blocs ont chutés.

Enfin, certains propriétaires (notamment parcelles 59, 58, 52/309 et 51) purgent régulièrement chaque année l'escarpement au-dessus de leurs parcelles.

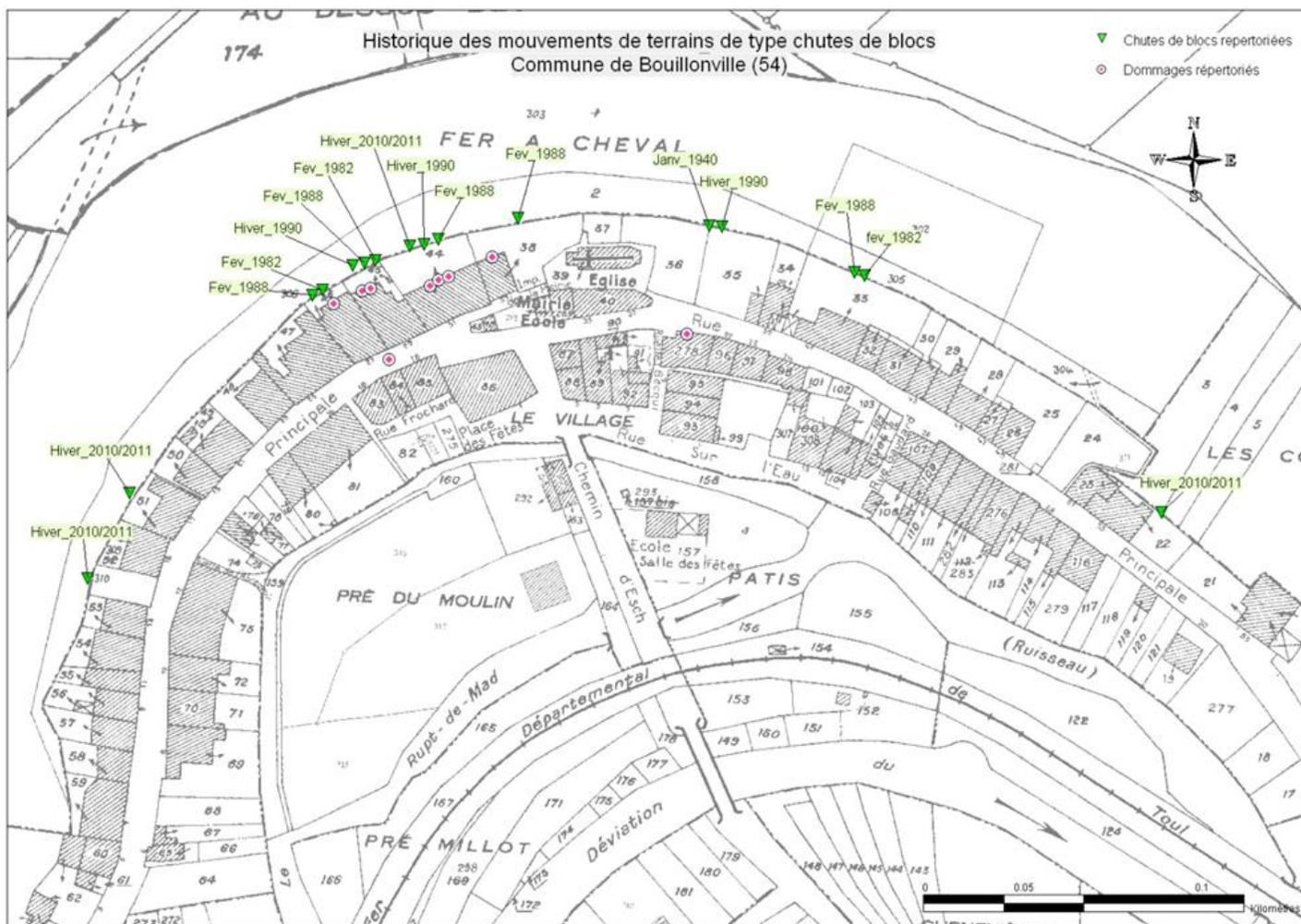


Illustration 4 - Cartographie les phénomènes historiques avec les dates de chutes de blocs.

2. Méthodologie sur l'aléa chutes de blocs et évaluation des secteurs à risque

L'analyse du risque lié aux chutes de blocs a procédé d'une approche de type expert. Une tentative de comparaison de la méthodologie adoptée dans ce rapport avec celles utilisées dans d'autres communes (CETE/2009-D65-132 ; BRGM/RP-56628-FR ; BRGM/RP-51706-FR) du département s'est avérée infructueuse à cause du contexte local propre à chaque commune (géologie, échelle de restitution, importance des enjeux, etc...).

Dans un premier temps, il a été procédé à l'évaluation de l'aléa chutes de blocs qui intègre les notions d'aléa de départ (croisement entre le volume des blocs mobilisables et leur prédisposition à chuter), de distances de propagation et d'énergie acquise par les blocs. Enfin, la vulnérabilité de l'enjeu est estimée à partir de sa capacité à résister à l'impact, son importance et sa fréquence d'exposition. Le croisement entre la vulnérabilité de l'enjeu et l'aléa de chutes de blocs permet d'évaluer le risque afin de hiérarchiser les secteurs nécessitant la mise en place de parades.

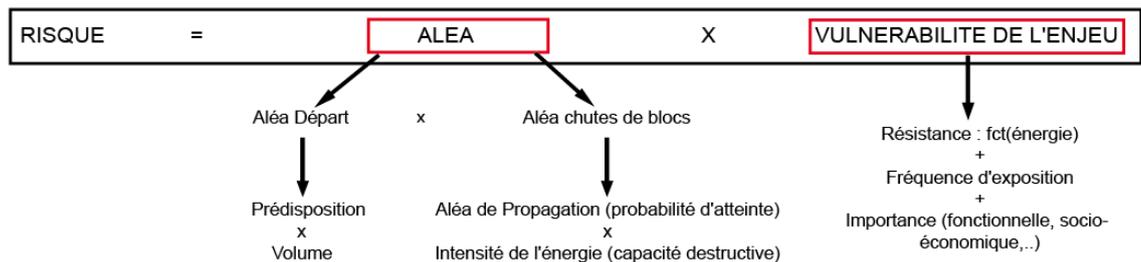


Illustration 5 - Principe d'évaluation du risque.

Remarque :

De par les nombreux paramètres régissant les chutes de blocs et les multiples situations qu'il est possible de rencontrer sur le terrain, il est difficile de définir l'aléa de façon purement déterministe. Les chutes de blocs étant des événements soudains dont l'occurrence est peu prévisible avec précision, il faut bien prendre conscience que la détermination de cet aléa est très dépendante de l'expertise de l'ingénieur géologue ou géotechnicien qui effectue l'étude.

2.1. EVALUATION DE L'ALEA

2.1.1. Evaluation de l'aléa de départ

L'aléa de départ est le croisement entre la prédisposition de l'escarpement (ou mur) à produire des blocs (activité de l'escarpement) et leur volume.

1) Evaluation de la prédisposition à la production de blocs (probabilités de chutes) :

Elle s'effectue sur des critères d'observation qui sont principalement fonction de :

- l'aspect de la zone de départ (altération de la roche : dure, friable, traces d'arrachement récentes, démantèlement du mur) ;
- l'orientation des fractures qui délimitent des écailles, colonnes ou dièdres prêts à basculer, et fissuration pour les murs ;
- de la fréquence (densité) et de la puissance des fractures défavorablement orientées ;
- la profondeur du (des) sous-cavage dans les horizons fragiles (dans notre cas marneux), altérés ou plus fissurés ;
- la présence de végétation dont les racines s'insèrent dans les fractures et favorisent la dislocation voire la chute des blocs en grossissant, ou opèrent une dissolution de la roche par attaque acide (lierre).

La qualification de la prédisposition est généralement en accord avec l'observation du nombre de blocs présents dans la zone de propagation (si ces observations ont pu être faites). L'évaluation de cette prédisposition n'est représentative qu'à un moment donné. En effet, après un éboulement la falaise est temporairement purgée et stabilisée, la probabilité de nouvelles chutes dans le secteur considéré diminue donc. En revanche, une zone où la probabilité était plus faible peut passer à une plus forte probabilité après un changement du contexte local (altération prématurée de la roche, système racinaire qui se développe, etc.).

Nous avons considéré 5 niveaux de prédisposition : Très Elevée (TE), Elevée (E), Moyenne (M), Faible (F), Très Faible (TF), afin d'avoir une gamme de gradation suffisante pour intégrer au mieux les différents cas rencontrés sur le terrain.

Ces 5 classes intègrent la notion d'occurrence du phénomène. On aura donc 5 classes de délais :

- imminent (1 à quelques semaines) ;
- très court terme (quelques mois à 2 ans) ;
- court terme (2 à 20 ans) ;
- moyen terme (20 à 50 ans) ;
- long terme (50 à 100 ans), (modifié d'après CETE/2009-D65-132).

2) Volume des blocs :

Nous avons également considéré 5 classes de volumes, allant des pierres (≤ 1 litre) aux très gros blocs.

Matrice de l'aléa de départ qui synthétise le croisement entre la prédisposition à produire des blocs et leur volume :

Intensité (m³)					
	< 0,001 (Très faible)	0,001 à 0.01 (Faible)	0,01 à 1 (Moyenne)	1 à 10 (Elevée)	> 100 (Très élevée)
Prédisposition					
Très faible	F	F	F	M	M
Faible	F	F	M	M	E
Moyenne	F	M	M	E	E
Elevée	M	M	E	E	E
Très élevée	M	E	E	E	E

2.1.2. Evaluation de l'aléa de chutes de blocs

L'aléa chutes de blocs est le croisement entre l'aléa de départ et l'énergie du bloc (capacité à détruire un enjeu) au cours de sa propagation.

1) Evaluation de l'aléa de propagation (probabilité d'atteinte)

La gradation de la zone de propagation se définit en fonction de la distance parcourue par les blocs et de leur répartition. Ces deux éléments se définissent selon deux méthodes :

La première méthode est une évaluation faite *in situ* par l'expert selon différents critères :

- hauteur de chute supposée des blocs ;
- inventaire et caractéristiques des blocs chutés ;
- morphologie de la zone de propagation (relevé topographique, nature géologique et possibilités de rebonds sur les différentes portions de la zone de propagation).

La seconde méthode procède de simulations trajectographiques simplifiées (logiciel BRGM : Pierre98©). Pour pallier le manque de précision du MNT disponible, sur les secteurs qui feront l'objet d'une analyse trajectographique paramétrique, un levé topographique des talus, à l'aplomb des trajectoires potentielles des blocs, a été effectué à l'aide d'un clisimètre et d'un distancemètre laser.

Un exemple de gradation de l'aléa de propagation est présenté ci-dessous :

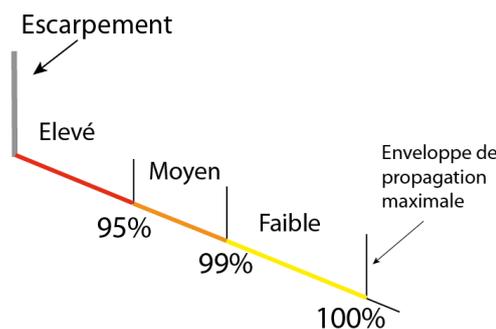


Illustration 6 - Exemple simplifié de la gradation de l'aléa de propagation.

Le pourcentage correspond à la quantité de blocs arrêtés. Les qualificatifs (Elevé, Moyen, Faible) correspondent à la gradation de l'aléa de propagation.

Remarque :

Quand les escarpements dominent des secteurs sub-horizontaux, la propagation des blocs dépend de leurs rebonds éventuels contre l'escarpement lui-même et de la nature de l'espace horizontal. Si ce dernier est plutôt « mou », les blocs seront rapidement stoppés ou s'il est rocheux et que les blocs se fragmentent en le percutant, ils n'iront pas au-delà d'une certaine distance que les logiciels de trajectographie ne savent pas calculer puisqu'il n'y a pas de pente. On bornera cette distance à la hauteur de l'escarpement.

2. Evaluation de l'intensité des chutes de blocs

Elle est calculée à partir du poids des blocs et de leur vitesse de propagation déterminée par le logiciel de trajectographie du BRGM (Pierre98©). L'énergie que peut développer les blocs qui chutent est divisée en trois classes :

Energie < 30 kJ	30 kJ ≤ Energie ≤ 300 kJ	Energie > 300 kJ
faible	moyenne	élevée

3. Evaluation de l'aléa chutes de blocs

Le croisement entre l'aléa de propagation et les niveaux d'intensité selon la matrice de seuillage suivante conduit à l'aléa chutes de blocs :

Aléa de propagation (% de blocs dans la zone)	Niveaux d'Intensité		
	Elevée (95 %)	Moyenne (4 %)	Faible (1 %)
Elevé > 300 kJ	E	E	M
300 kJ < Moyen < 30 kJ	E	M	M
Faible < 30 kJ	M	M	F

2.1.3. Evaluation de l'aléa final en trois classes

Enfin, pour prendre en compte la probabilité d'occurrence du phénomène, l'aléa final est obtenu en décrémentant ou non, au choix de l'expert, l'aléa chutes de blocs à partir de l'aléa de départ comme le montre le schéma ci-après.

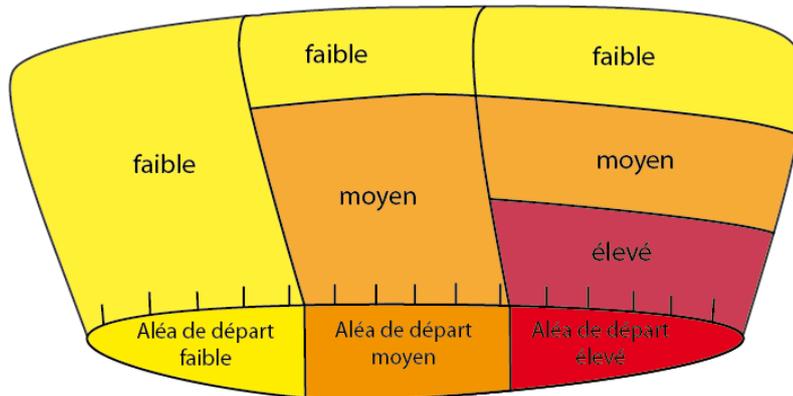


Illustration 7 - Exemple de zonage de l'aléa final en trois classes à partir de l'aléa de départ

2.2. EVALUATION DES ENJEUX ET VULNERABILITE

La vulnérabilité d'un enjeu caractérise sa **capacité de résistance** à un impact **d'intensité donnée**. Elle intègre également des notions d'importance (fonctionnelle, socio-économique...) et de fréquence d'exposition de l'enjeu face à l'aléa.

Dans le cadre de cette étude, l'évaluation de la vulnérabilité des enjeux est opérée au cas par cas par l'expert selon qu'il s'agit de personnes, de bâtiments occupés ou non, de voies de communication ou de surfaces non bâties.

La vulnérabilité des enjeux est divisé de manière simplifiée en trois classes : faible, moyenne et élevée.

2.3. EVALUATION DU RISQUE, PRIORITE POUR LES SOLUTIONS DE CONFORTEMENT

L'objectif est de mettre en évidence les principaux secteurs à risques par confrontation de l'aléa avec les enjeux afin d'établir des priorités d'intervention pour la mise en place des parades.

Le niveau de risque se détermine en croisant l'aléa chutes de blocs et la vulnérabilité des enjeux, elle-même fonction de leur taux de dommages prévisible à l'impact, de la fréquence d'exposition et de leur importance.

L'évaluation du risque peut se définir ainsi :

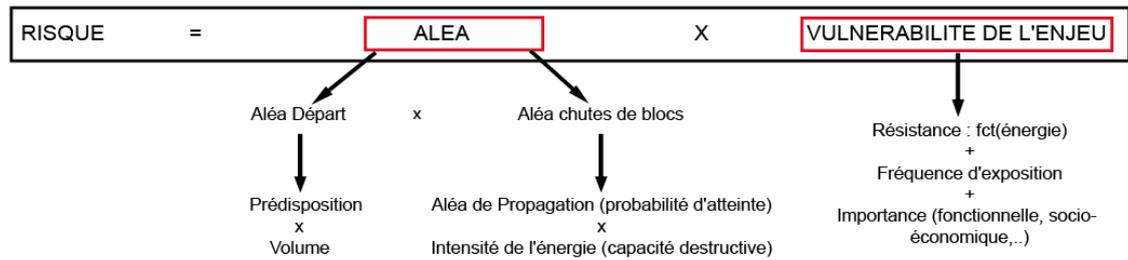


Illustration 8 - Principe d'évaluation du risque.

La priorité de la mise en place de parades suivant le niveau de risque se détermine ainsi :

Vulnérabilité \ Aléa	Vulnérabilité		
	Faible	Moyenne	Elevée
Faible	Faible priorité	Faible priorité	Moyenne priorité
Moyen	Faible priorité	Moyenne priorité	Forte priorité
Elevé	Moyenne priorité	Forte priorité	Forte priorité

Illustration 9 - Matrice pour l'établissement des zones de priorité pour la mise en place des parades

3. Exemple de parades préconisées dans cette étude

Une proposition de parades est donnée pour toutes les zones qui sont concernées par un aléa chutes de blocs et un enjeu. La hiérarchisation des priorités des mises en place des solutions de confortement n'est opérée que pour aider les acteurs à prendre des décisions. Une présentation rapide des types de parades préconisées dans cette étude fait l'objet des tableaux ci-après avec une distinction entre les parades dites passives qui sont utiles lorsque les phénomènes se sont déclenchés et les parades actives qui empêchent les phénomènes de se produire. Des exemples photographiques et schématiques de certaines de ces parades sont visibles en annexe 1. Dans tous les cas, le dimensionnement des parades doit être assuré par un bureau d'études spécialisés et leur mise en place confiées à des entreprises également spécialisées, le plus souvent en travaux acrobatiques. Les propositions fournies dans ce rapport ne sont qu'une aide pour aider à visualiser le type de parades à mettre en œuvre. Les choix définitifs dépendant de rapports coûts/bénéfices ne faisant pas l'objet de cette étude.

Parades passives (une fois le phénomène déclenché)			Capacité	
Merlon			jusqu'à 100 000 kJ	
BARRIERE = ECRAN	FIXE / STATIQUE	écran à structure rigide	échelle de perroquet	100 kJ pour les structures légères, jusqu'à 100 000kJ pour les écrans très massifs
			blocs bétons liaisonnés empilés	
			gabions	
			palplanches	
		barrière fixe (ou écran statique) de grillage ou de filet	grillage double nappe, double torsion	10 kJ
			grillage simple nappe, double torsion	
	dyna	écran déformable (dynamique) de filet	filets en câble métallique	qqs 100 kJ (classe 1 à 3 : norme NF P 95-308)
			filets métalliques type ASM	qqs 1000 kJ
		grillage ou filet pendu	grillage simple simple ou double torsion	Chute fréquente d'éléments < à quelque 100 dm ³ . Peut être associé avec un filet.
			filets métalliques type ASM	Pour des blocs entre quelque 0,1 et 1 m ³
Fosse de réception		Variable selon les dimensions de l'ouvrage, elles mêmes dépendantes de la configuration topographique du site d'implantation (pente, hauteur du talus)		
Déviateur latéral		N'arrête pas les blocs mais les détourne des enjeux à protéger		

Illustration 10 - Tableau synthétique de parades passives

Parades actives (s'oppose à la manifestation du phénomène)		Capacité
Purge	purges douces (manuelles)	Purges d'éléments du dm ³ à qqs m ³
	purges à l'explosif (exceptionnelle)	
Reprofilage et abattage		Variable, en fonction du volume rocheux instable à abattre
soutènement	contrefort	Dépend du volume rocheux instable
	buton en béton	
	buton métallique	
	pilier	
Ancrage	passif (barre scellée sur toute la longueur dans le trou de forage, plaque d'appui et écrou de serrage à l'extrémité libre), exemple : cloutage	Type d'ancrage (actif ou passif) déterminé par les essais de convenance. Masse de blocs retenus en fonction de la profondeur et du type d'ancrage
	actif (barres ou câbles scellés en fond de trou, mise en tension, réglage de la surface d'appui), exemple : tirant	
Béton projeté		technique de protection et non de soutien
Filets et grillages plaqués		Aucune capacité à supporter les éboulements de masse
végétalisation	Peut dans certain cas destabiliser la zone de départ et provoquer le phénomène	
Drainage	de surface ou profond	

Illustration 11 - Tableau synthétique de parades actives

4. Diagnostic sur l'aléa chutes de blocs et les zones de priorité pour les parades proposées

L'étude de l'aléa chutes de blocs est menée pour chaque parcelle cadastrale du village.

Les descriptions de la zone de départ ainsi que de la zone de propagation qui permettent à l'expert de statuer sur l'aléa sont présentées dans les fiches descriptives en annexe 2 de ce rapport. La qualification en trois niveaux de l'aléa chutes de blocs pour chaque parcelle figure sur la carte d'aléa « chutes de blocs » qui est hors texte.

Il ressort de l'analyse de cette carte que le village de Bouillonville est impacté sur 13 parcelles cadastrales par de l'aléa fort. Dans ce cas, l'énergie développée par les blocs peut détruire les murs des bâtiments sur au moins sept parcelles (la zone d'aléa cartographié déborde alors sur les bâtiments). L'occurrence de départ la plus probable sur la commune de Bouillonville est localisée sur la parcelle 45 qui est menacée à court ou moyen terme d'avoir une partie des habitations détruite par des blocs de plus de deux tonnes.

L'aléa moyen concerne un peu plus d'une dizaine de parcelle cadastrale. Si la probabilité de destruction d'un mur est ici réduite, le nombre de blocs qui peuvent atteindre ces zones et leur énergie qu'ils développent lors de leur chute peuvent créer des dommages. En effet, la route principale du village au droit des parcelles 35 et 36 pourrait être partiellement coupée.

L'aléa faible concerne un peu moins d'une dizaine de parcelle cadastrale.

Les parades à mettre en place sont expliquées dans les fiches descriptives en annexe 2 et sont également cartographiées sur la carte des « zones prioritaires pour la mise en place des parades » (carte hors-texte). Ces zones ont été définies en fonction du niveau de risque lié aux chutes de blocs.

Huit parcelles cadastrales sont concernées par une priorité élevée pour la mise en place de parades. Généralement, ces zones sont ciblées là où il y a un risque de destruction de bâtiments. Il s'agit principalement de la parcelle 45, où l'habitation est menacée à court et moyen terme par des blocs de plus de deux tonnes. Par contre, si l'habitation de la parcelle 51 ne présente pas le risque d'être ruinée, la chute fréquente de blocs sur une aire de vie régulièrement fréquentée par les habitants implique une installation assez rapide des parades.

Les zones de priorité moyenne concernent principalement la partie centrale du village, ainsi que les parcelles 24 et 25 où des pierres/petits blocs peuvent atteindre les aires de stationnement et de jeu des habitations.

Les zones de priorité faible sont soit localisées dans les secteurs peu fréquentés par la population comme le talus forestier qui borde la corniche ou soit localisées dans des zones où l'aléa « chutes de blocs » est indiqué comme faible.

5. Conclusion

La Direction Départementale des Territoires (DDT) de Meurthe-et-Moselle a missionné le BRGM pour évaluer l'aléa lié aux chutes de blocs et proposer des parades pour réduire le risque induit par ce phénomène sur les enjeux de la commune de Bouillonville. Ce travail a été effectué suivant une démarche de type expert à l'échelle du 1/5000^{ème}, avec propositions de recommandation visant à diminuer le risque.

Pour chaque secteur concerné par un aléa « chutes de blocs » est proposée une solution de confortement afin de réduire ou supprimer le risque. En outre, afin de faciliter les choix des décisionnaires, il est opéré une identification des principaux secteurs à risque avec classement des priorités d'intervention selon trois niveaux.

La commune de Bouillonville présente des zones d'aléa « chutes de blocs » dont l'intensité est faible à fort. Sur certaines zones, le risque de destruction de bâtis ou d'accidents graves sur des personnes est réel avec notamment pour le cas le plus préoccupant des colonnes rocheuses instables sur la parcelle 45 qui menacent à court (2 à 20 ans) ou moyen terme (20 à 50 ans) de détruire une partie des habitations.

Lors de la prise en compte du risque chutes de blocs dans les demandes d'autorisations d'urbanisme, la mise en place soit des parades liées à l'aléa de départ soit de celles liées à l'aléa de propagation seront exigées par les services de l'état.

6. Bibliographie

Berger F., Dorren L. (2007). Module 4 : Comparaison objective de modèles de simulations trajectographiques en utilisant des données d'expérimentations grandeur nature. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

Berger F., Dorren L. (2007). Module 7 : Résultats d'expériences grandeur nature de lâchers de blocs en forêt et développement de Rockfor^{NET} : un nouvel outil de quantification de l'aléa résiduel probable à l'aval d'une pente boisée. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

BRGM (2008). Aléa chutes de blocs sur le territoire départemental de Meurthe et Moselle (54), Etat des connaissances et cartographie au 1/50 000. Rapport RP-56628-FR.

BRGM (2009). Vion (73), Hiérarchisation des risques d'éboulement et des travaux de sécurisation dans le quartier du Bovéron, Avis du BRGM. Rapport RP-57573-FR.

BRGM (2010). Chutes de blocs au droit de la falaise de la rue Paul Langevin sur la commune de Lamballe(22), Avis du BRGM. Rapport RP-58113-FR.

BRGM (2010). Observations effectuées suite à des chutes de blocs à Condes (52). Rapport RP-58702-FR.

Bourrier F. (2008). Modélisation de l'impact d'un bloc rocheux sur un terrain naturel, application à la trajectographie des chutes de blocs. Rapport de thèse (Doctorat) de l'Institut Polytechnique de Grenoble.

COLLECTIF. Le risque mouvements de terrain en Provence-alpes-côte d'Azur. Document coédité par le BRGM, la Région et le DREAL PACA.

Corominas J. (2007). Module 3 : Caracterización del peligro : rotura, volumen y frecuencia. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

Crosta G., Aglairdi F. (2007). Module 5 : Valutazione della pericolosità da crollo : probabilità, intensità, incertezza dei modelli, definizione di scenari. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

Desvarreux P. (2007). Module 6 : Problèmes posés par le zonage. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

Dorren L., Jaboyedoff M. & Voyat I. (2007). Module 2 : Identification des zones instables : échelles et outils (SIG, LIDAR, observations naturelles), auscultation. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

Falcetta J-L. (1985). Etude cinématique et dynamique de chutes de blocs rocheux. Rapport de thèse (Doctorat) de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon

Hoek E. (2007). Rock engineering - Course notes. <http://www.rocscience.com>.

Labiouse V. (2007). Module 4 : Etudes de propagation. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

Labiouse V., Jaboyedoff M. (2007). Module 6 : Considérations sur le zonage en Suisse. Université Européenne d'Eté sur les risques naturels : Eboulements, chutes de blocs.

LCPC (2004) COLLECTION ENVIRONNEMENT. Les risques naturels. Guide technique. Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux, ISSN 1151-1516, 88 p.

Martin R. (BRGM), Florentin J. (ASGA), Bour R. (LRPC), Bouneaud M. (DDE 54) (2002) Guide méthodologique pour la cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur les communes de la Communauté Urbaine du Grand Nancy". Rapport BRGM/RP-51706-FR, 49 p., 7 fig., 1 an.

MATE (1999). Plans de prévention des risques naturels (PPR), Risques de mouvements de terrain, guide méthodologique. Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement. Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement. Paris : La documentation française.

Pollet B. et Rougieux L. (1990) Rapport BRGM 4S/LOR n°90/121 par: Etude des risques d'écroulements de rochers au lieu-dit « Fer à Cheval » sur la commune de Bouillonville (54), Compte-rendu de reconnaissances et élaboration d'une carte d'aléas

Site internet :

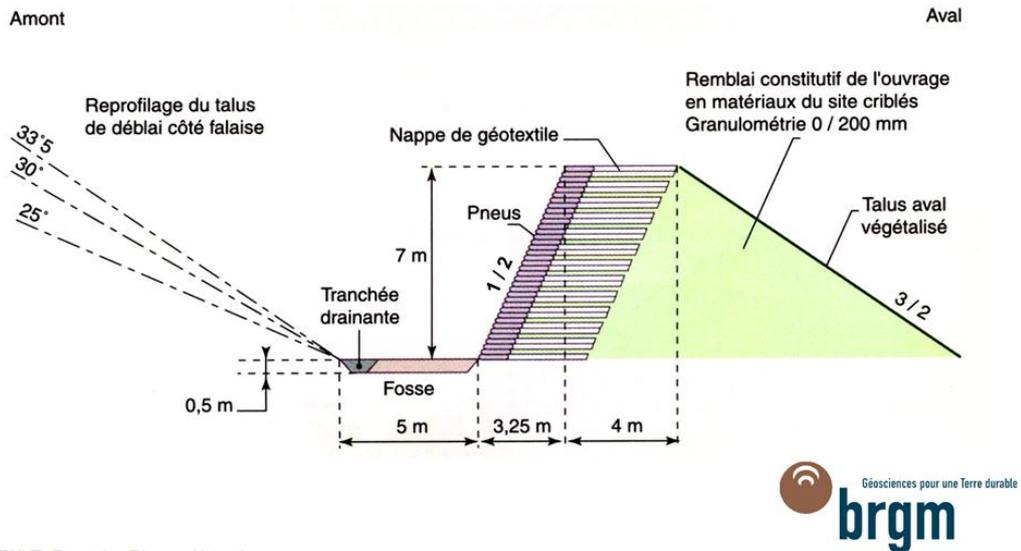
Base de Données Mouvements de Terrains (www.bdmvt.net)

Annexe 1 :

Exemples de parades contre les chutes de blocs

Merlon

> Description



Merlon

> Description



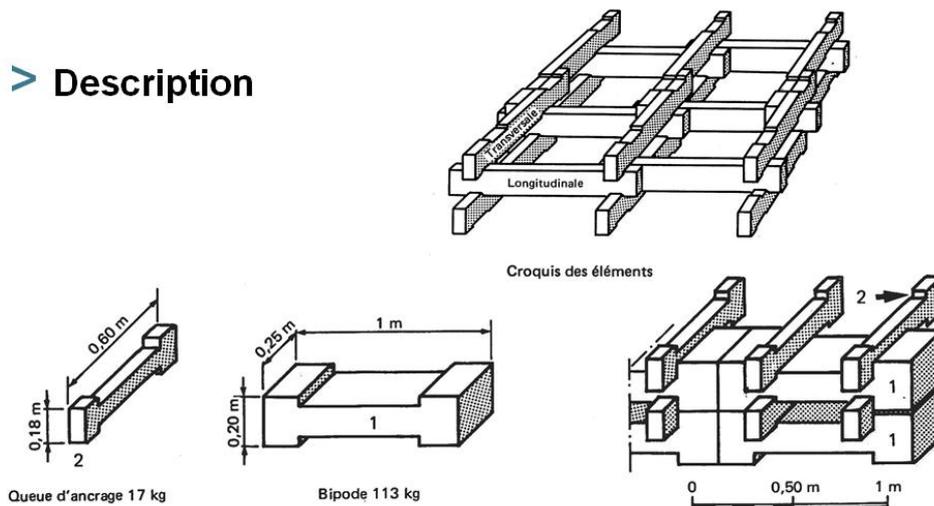
Écran à structure rigide

> Description



Écran à structure rigide

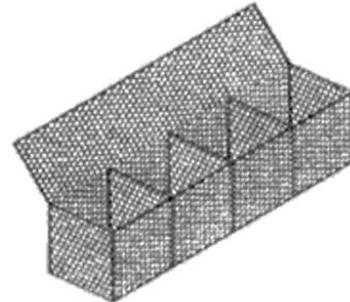
> Description



Écran à structure rigide

GABIONS

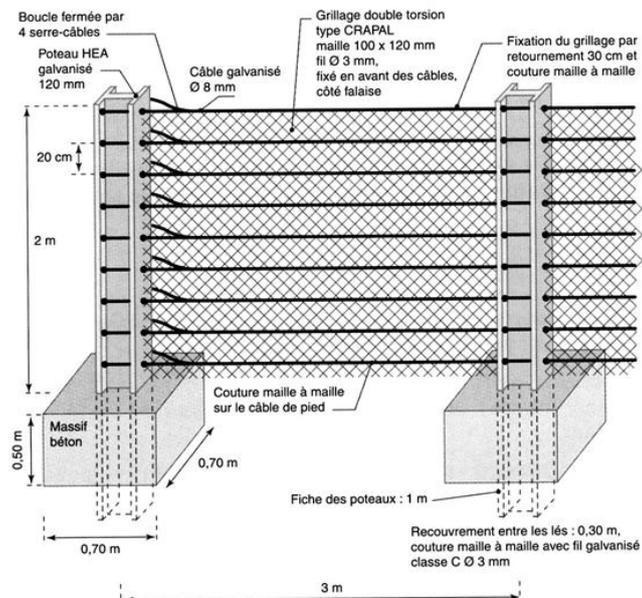
> Description



(également utilisables en soutènement -glissements)

Barrière fixe de grillage ou de filet

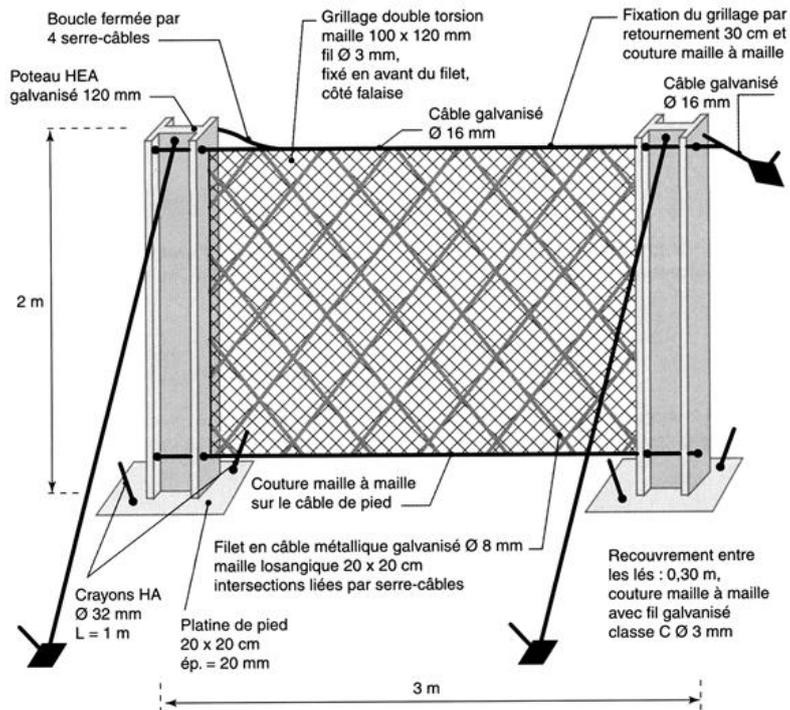
> Description (écran statique grillagé)



ARN/RMVT Formation Risques Naturels

Barrière fixe de grillage ou de filet

> Description (écran statique de filet)



Écran déformable de filet

> Description



Écran déformable de filet

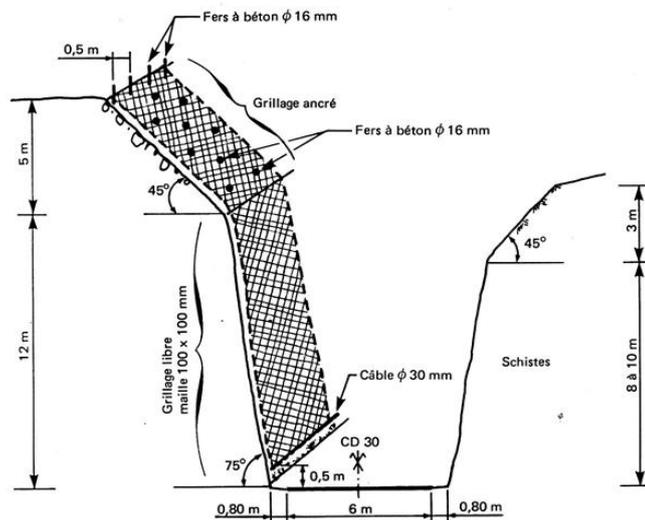
> Norme NF P 95-308

Tableau 1 : Classification des écrans de filets

	Classe									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Écran	Qualification									
	Hauteur utile minimale (m)	1,50	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	3,50	4,00	5,00
	Dimension minimale du bandeau (m)	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	0,70	0,80	0,80	1,00
	Longueur maximale d'un module fonctionnel (m)	10	10	10	10	10	10	10	15	20
	Capacité nominale (kJ)	12,5	50	200	500	1 000	1 500	2 000	3 000	5 000
Impact type	Masse M (1 000 kg)	0,25	0,5	1	2	3	4	5	7	10
	Diamètre d'une sphère équivalente de masse M et de masse volumique égale à 2 500 kg/m ³ (m)	0,58	0,73	0,91	1,15	1,32	1,45	1,56	1,66	1,97
	Vitesse de translation minimale (m/s)	10,0	14,2	20,0	22,4	25,9	27,4	28,3	29,3	31,7

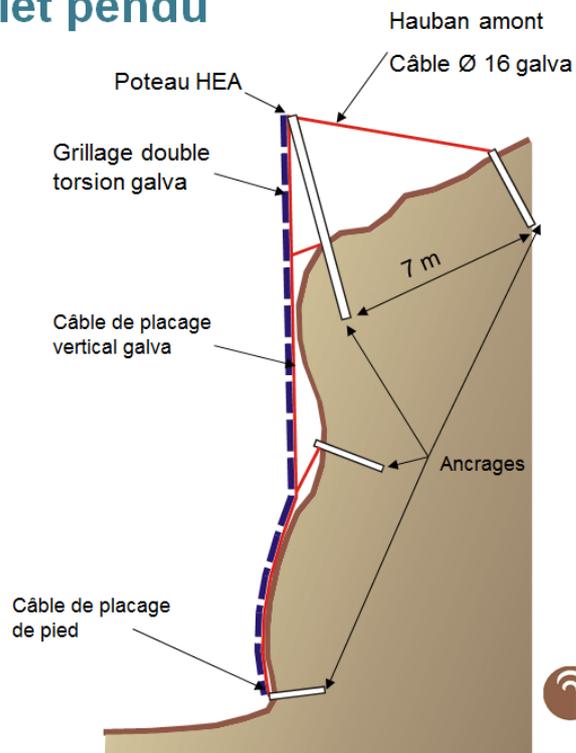
Grillage ou filet pendu

> Description



Grillage ou filet pendu

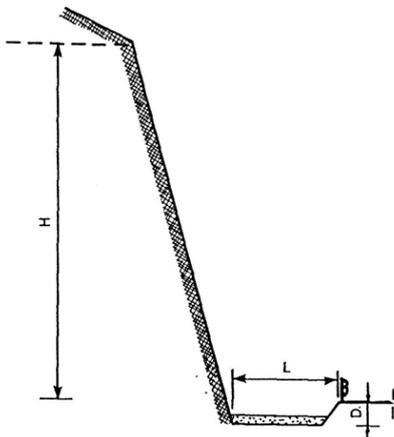
> Description



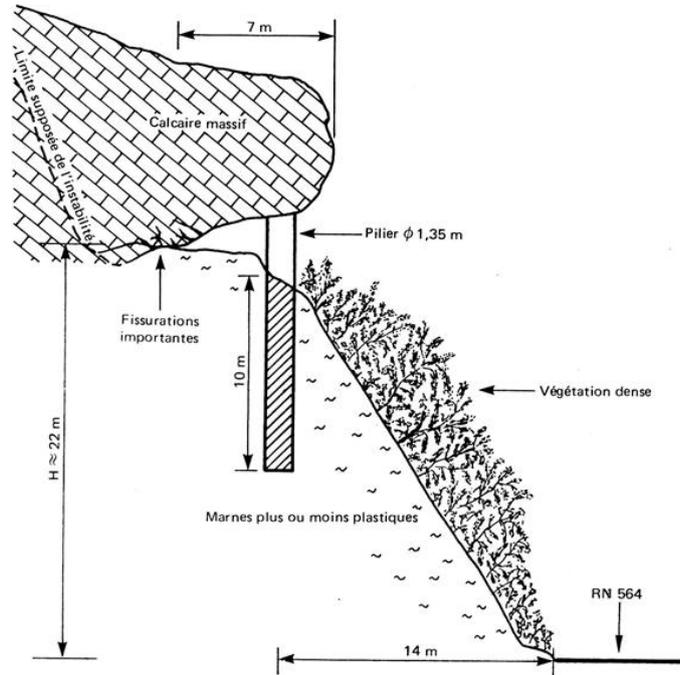
BRGM/PT - Exemple de mise en place

Fosse de réception

> Domaine d'utilisation

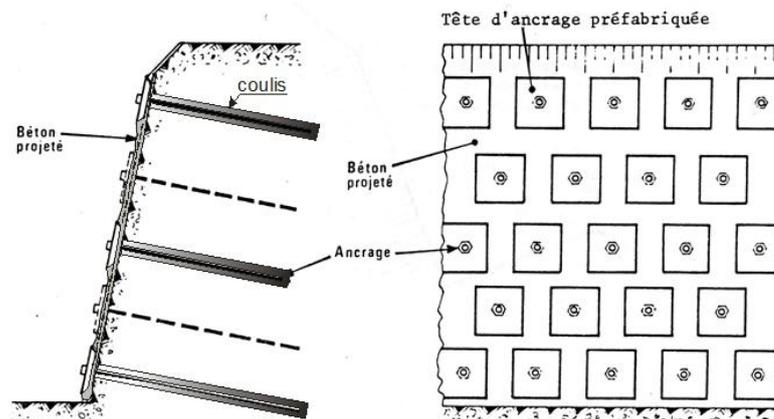


Soutènement



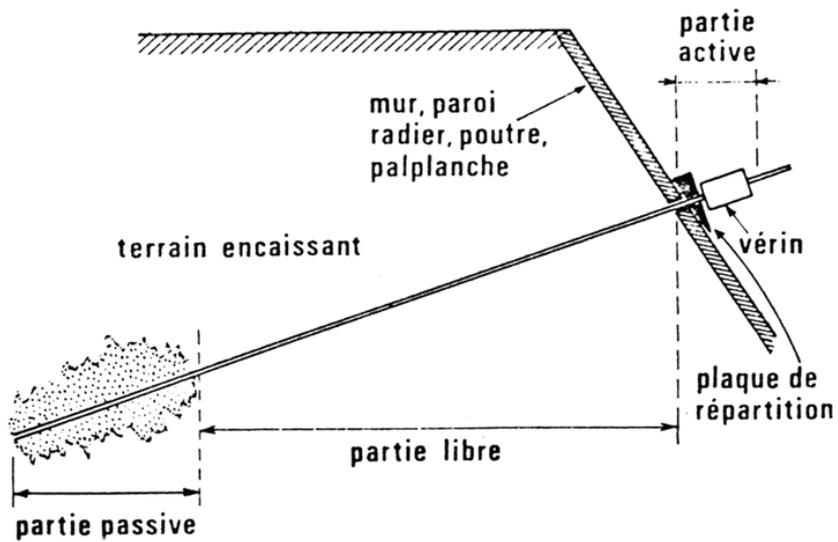
Ancrage

> Description (tirant passif)

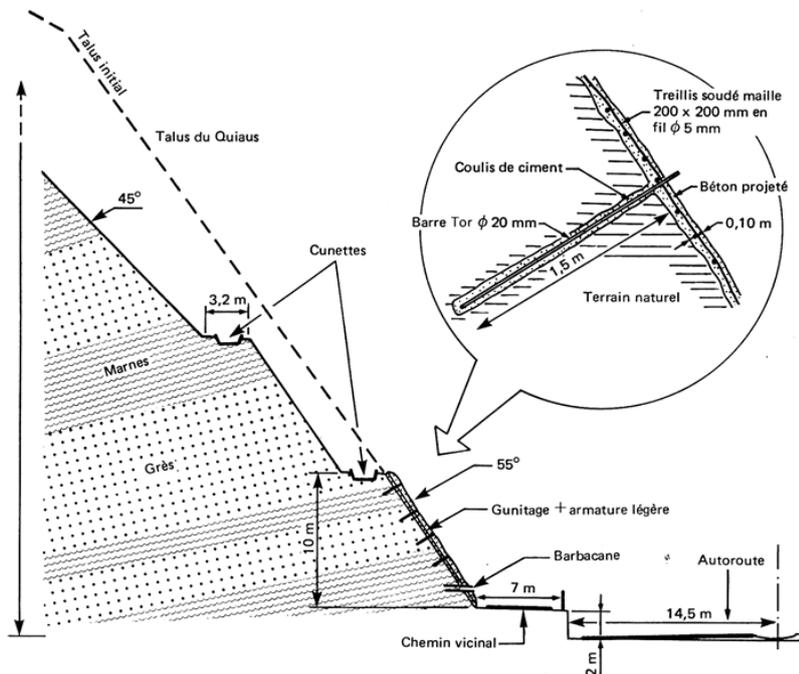


Ancrage

> Description (tirant actif)



Béton projeté

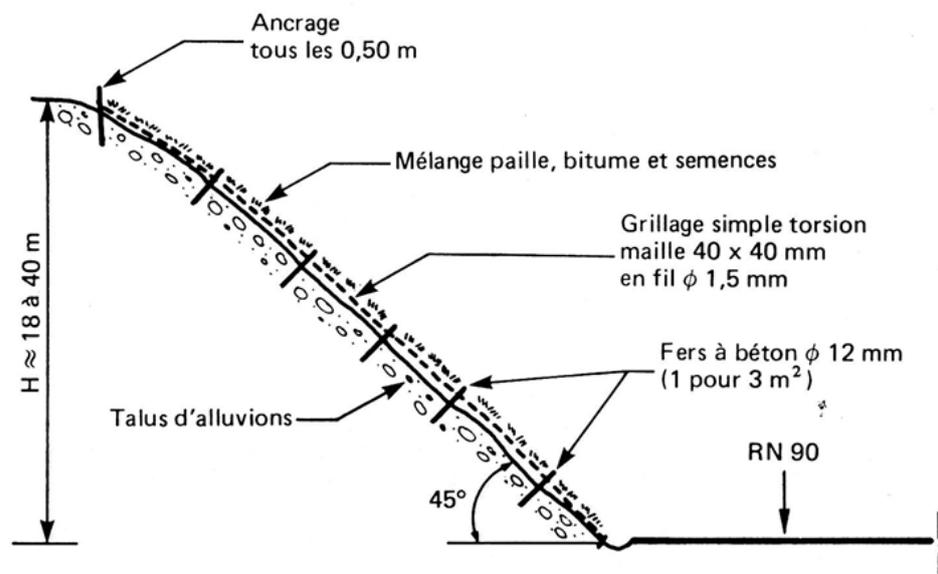


Filets et grillages plaqués

> Description



Végétalisation



Annexe 2 :

Fiches descriptives par zones

Aléa de départ : parcelle 21

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : affleurement H = 5 m / L = 5 m ; restanque H = 1,2 m / L ≈ 30 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... :

Deux zones de départ :

- un affleurement à l'ouest de la maison (photo 1) qui présente un bloc en surplomb à 4,5 m, présence de fractures (perpendiculaires) ouvertes (densité : 1/1,5 m) et de petites fractures sous le couvert végétal dans la partie haute de l'escarpement.
- un muret de restanque au-dessus de la maison (photo 2), qui se démantèle.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : Affleurement : 0,03 m³ maximum ; restanque : 0,01 m³

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie sommitale de l'affleurement, partout pour le muret

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique pour le muret et quelconque pour l'affleurement

Végétation :

Arbres, lierre, ronces



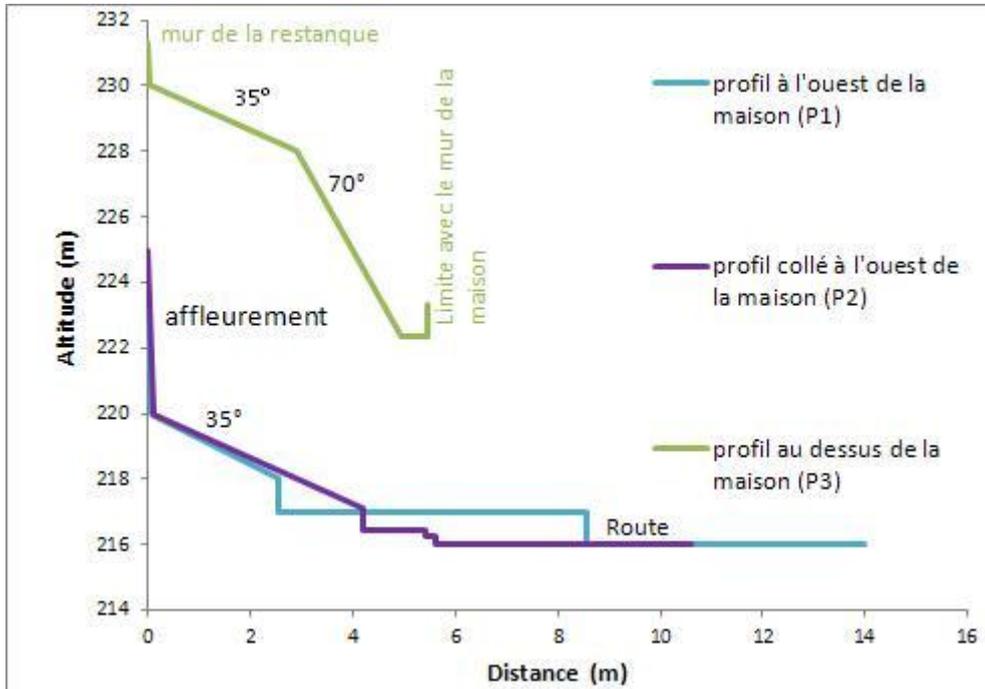
Photo 1 : Affleurement accolé à l'ouest de la maison



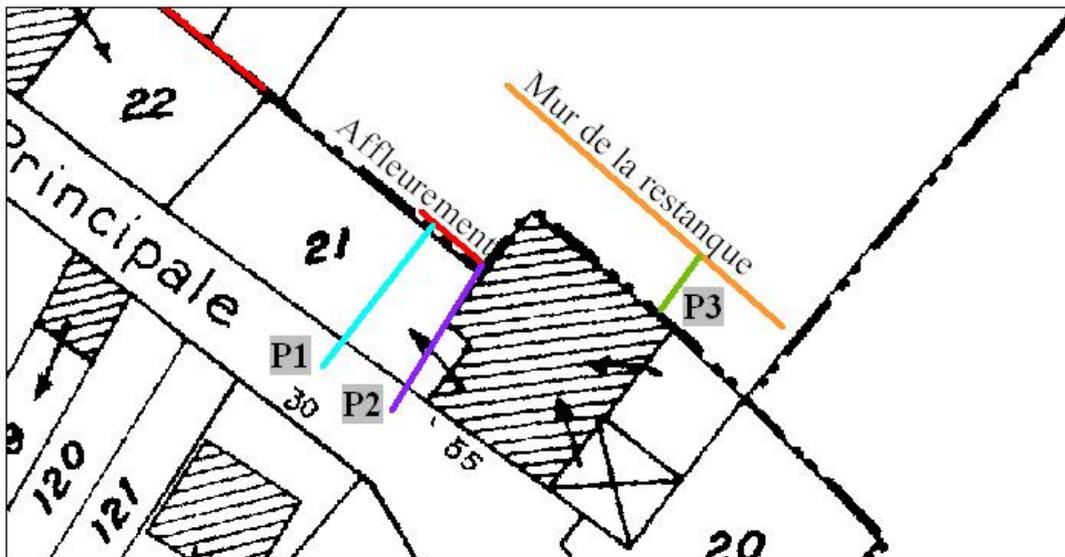
Photo 2 : Restanque au-dessus de la maison

Aléa de propagation : parcelle 21

**Morphologie de la zone de réception/propagation
(pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :**



Localisation des profils :



Géologie de la zone de propagation :

Pour le profil P2 collé à la maison : béton ; pour le profil P1 à l'ouest de la maison : éboulis, terre végétalisée ; pour le profil P3 au-dessus de la maison : éboulis très végétalisés.

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

La végétation ne permet pas de voir des blocs chutés récemment

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison, jardin, bois au-dessus de la maison, route

Distance enjeux/zone de départ : 9 m pour la route, 6 m pour la maison.

Parades :

Affleurement accolé à l'ouest de la maison :

Dévégétalisation, purge.

En pied d'escarpement les simulations avec Pierre98© (bloc de 100 kg qui tombe du haut de l'escarpement) donnent des vitesses de 7 m/s avec une énergie de 3 kJ. Si l'affleurement continue à être instable après la purge, prévoir la pose d'un grillage plaqué.

Muret au-dessus de la maison :

Au vue du risque faible et des simulations avec Pierre98© (énergies attendue : < 3 kJ), vitesse moyenne 6 m/s, Pierre98©), il est seulement préconisé une dévégétalisation avec la rénovation du muret.

Aléa de départ : parcelle 22

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 6 m / L = 31 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : il s'agit d'un escarpement de calcaire bajocien, qui présente peu d'altération. Il est affecté par de nombreuses fractures (1,5/m) présentant deux orientations privilégiées : N160 80 E ou W et N60 80 N ou S. Il se délite aussi selon le plan de stratification N30 15W. La forte densité de fracture au sommet génère de plus petits blocs (voir photo 1). La fracturation favorise le décrochement d'écailles (photo 2). Présence de sous-cavages qui peuvent atteindre une profondeur de 50 cm.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : partie sommitale : 0,01 m³ ; écailles de 0,5 m³ et une colonne rocheuse d'environ 4 m³ (photo 3)

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie haute de la corniche et localement présence d'écailles (photo 2).

Géométrie/forme : variable selon l'altération et la localisation : en plaque pour les blocs provenant du sommet et plat pour les écailles qui se décrochent de la paroi.

Végétation :

Lierre et arbre au sommet



Photo 1 : Fracturation sous le couvert végétal



Photo 2 : Fracturation qui décroche les écailles

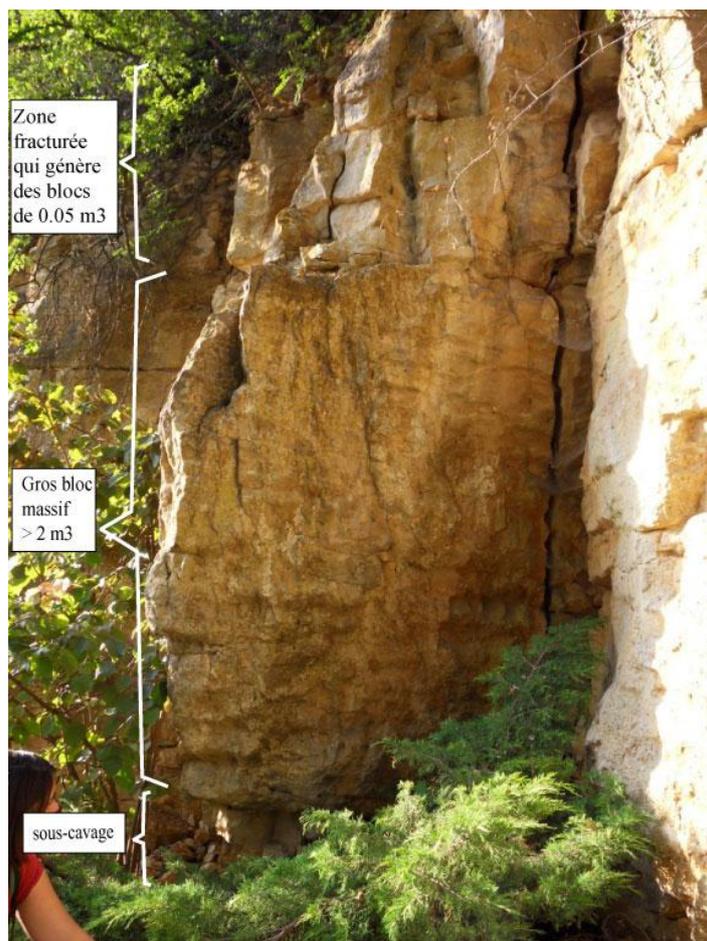


Photo 3 : Colonne rocheuse

Aléa de propagation : parcelle 22

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

La zone de propagation est plate (photo 4).

Géologie de la zone de propagation :

Terre pour la partie jardin, et béton derrière la maison.

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Décembre/janvier 2010-2011 chute d'un bloc de 0,5 m³ pour la première fois en 25 ans.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin, terrasse d'été et maison.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour le jardin, 2-3 m pour la maison.

Parades :

Partie sommitale :

Dévégétalisation et purge douce.

Partie Est :

Dévégétalisation, purge. Ancrage de l'écaille (photo 2) si non purgée. Pour la colonne rocheuse (photo 3) mise en place d'un soutènement.

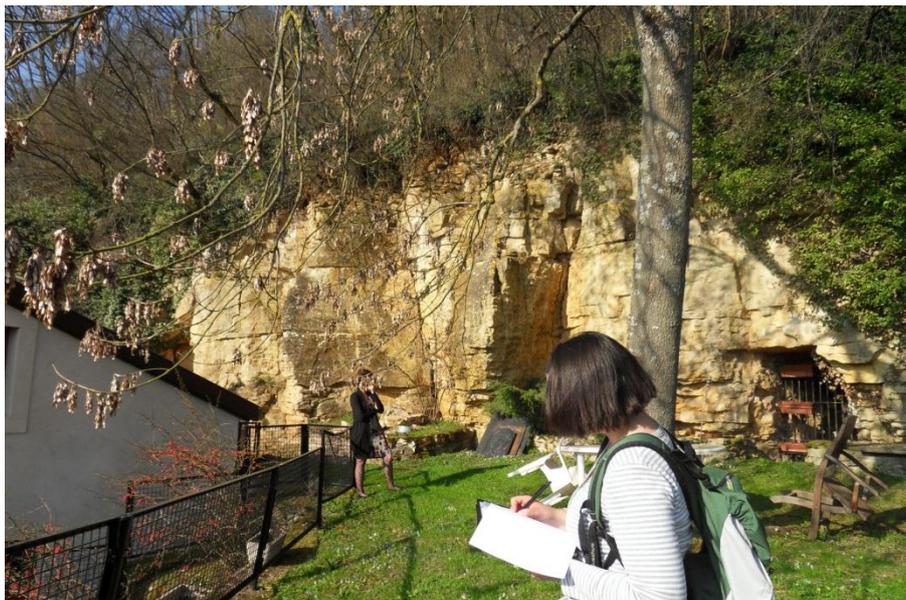


Photo 4 : Vue d'ensemble de la corniche et de la zone de propagation

Aléa de départ : parcelle 24

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H variable de 0 à 2,5 m sur toute la longueur de la parcelle

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : il s'agit d'un mur de restanque visible par intermittence (photo1). En effet celui-ci est démantelé, effondré (photos 2 et 3).

«Blocs» dans la zone de départ :

volume/taille : 0,01 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : au niveau du mur de la restanque

géométrie/forme : parallélépipédique

Végétation :

Lierre, mousse et arbre



Photo 1 : Vue du muret



Photo 2 : Gros plan sur le démantèlement du mur



Photo 3 : Gros plan sur un pan de mur effondré

Aléa de propagation : parcelle 24

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

La pente est régulière à 36° sur environ 20 m et arrive directement au niveau du toit des maisons. Le couvert végétal est très présent : lierre, arbres et arbustes (photo 4).

Géologie de la zone de propagation :

Éboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

80 % des blocs tombés sont restés en pied de mur, certains se sont propagés jusqu'à la toiture sans toutefois laisser de traces d'impacts.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison, route

Distance enjeux/zone de départ : 17 m pour la maison, 30 m pour la route

Parades :

Dévégétalisation et reconstruction du mur ou pose d'une barrière fixe (grillage ou végétale) de protection deux mètres en aval du mur.

Les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses en pied de muret allant de 1 à 6 m/s soit des énergies < 1 kJ, au niveau du mur de la toiture les vitesses vont de 3 à 9 m/s soit des énergies < 2 kJ.



Photo 4 : Vue sur la zone de propagation au-dessus de la maison

Aléa de départ : parcelle 25

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 2,3 m / L = 20 m + 2 murets (photo 1) (muret supérieur : H = 1,5 m et L ≈ 20 m, muret inférieur H = 60 cm et L ≈ 10 m)

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la partie supérieure directement sous le couvert végétal présente une forte altération et des sous-cavages (de 10 cm à 50 cm). A la base de l'escarpement on entrevoit des sous-cavages partiellement cachés par les éboulis et le couvert végétal (photos 2 et 3). La fracturation a deux orientations principales : N150, subverticale et N70, subverticale.

Le muret situé à quelques mètres en contrebas de l'escarpement est plutôt en bon état mais on note la présence d'une fissure ouverte due aux racines d'un arbre juste au-dessus (photo 4).

Le muret juste haut dessus de la maison semble être un bon état, mais le couvert végétal empêche une observation précise (photo 5).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum pour l'affleurement et 0,03 m³ pour le muret

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de la corniche et au niveau du muret

géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Lierre et arbres



Photo 1 : Vue sur le muret et de la corniche



Photo 2 : Sous-cavages et altération sous le couvert végétal

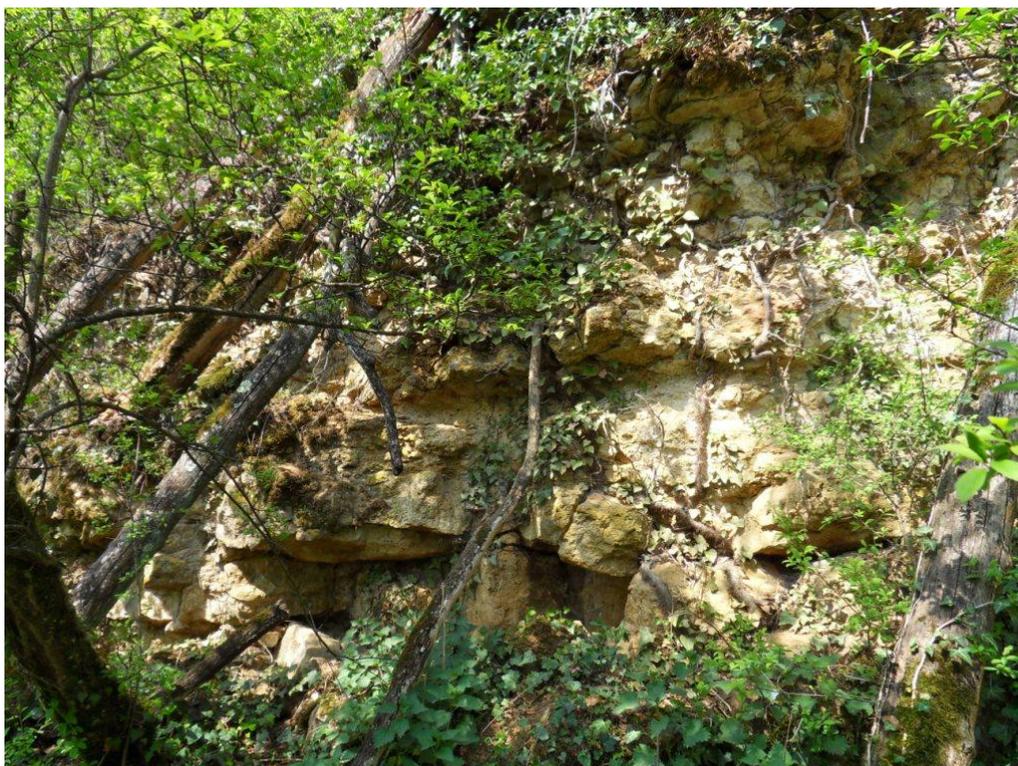


Photo 3 : Sous-cavages et démantèlement

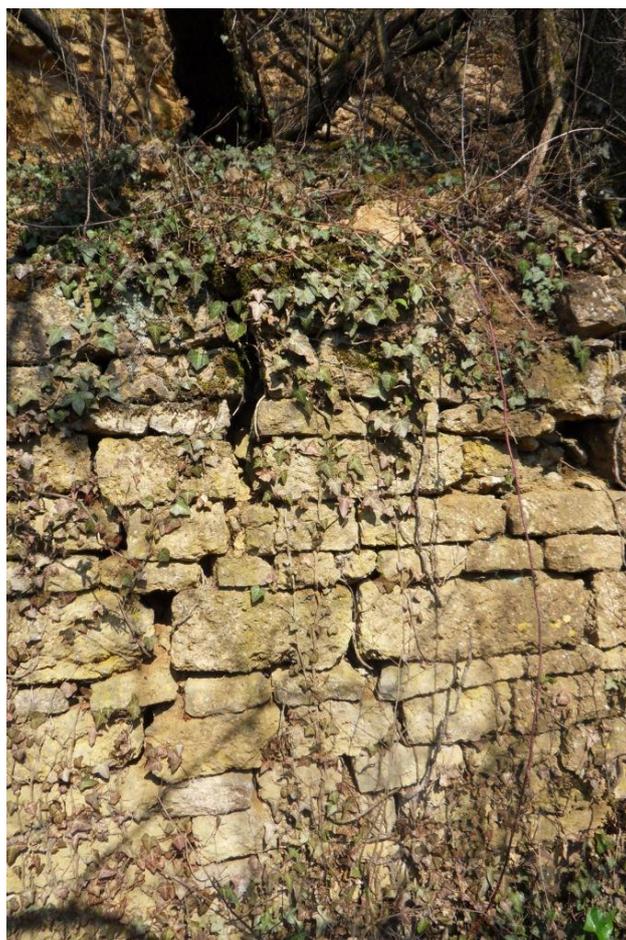


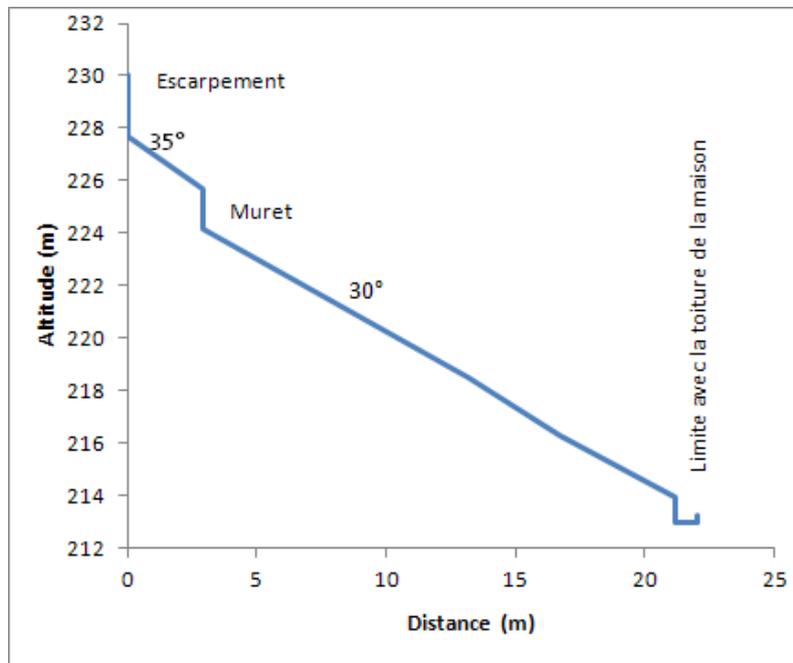
Photo 4 : Fissure ouverte sur le muret



Photo 5 : Enjeu et mur au-dessus de l'enjeu

Aléa de propagation : parcelle 25

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



Géologie de la zone de propagation :

Eboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Environ une centaine de blocs répartis jusqu'au muret, une dizaine visible sur la pente en contre-bas du muret.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison, jardin et route

Distance enjeux/zone de départ : 22 m pour la maison, 30 m pour la route.

Parades :

Dévégétalisation, purge des blocs sur l'affleurement, restauration du mur.

Pose d'une barrière fixe (grillage double torsion ou végétale) sur toute la longueur du muret et de l'affleurement à 1,5 m en contrebas du muret et de 1 m de hauteur (les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses < 10 m/s avec des énergies < 11 kJ.).

Aléa de départ : parcelle 28 et 27

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 2 m de mur sur 2,6 m d'affleurement / L = 16,5 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'affleurement se situe dans la partie inférieure des calcaires du Bajocien supérieur (photo 1). La zone est très fracturée 1/50 cm, on note la présence de sous-cavages d'une profondeur maximale de 70 cm. Sur la parcelle 27, l'escarpement présente un sous-cavage de 1 m (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,3 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de l'escarpement et sur les bords du mur bâti sur l'escarpement.

Géométrie/forme : en plaque, quelconque

Végétation :

Lierre, arbuste



Photo 1 : Vue sur l'affleurement naturel sous le mur



Photo 2 : Sous cavage (parcelle 27)

Aléa de propagation : parcelle 28 et 27

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

La zone de propagation est horizontale, il s'agit de l'arrière-cour de la maison.

Géologie de la zone de propagation :

Béton + jardin

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Ils sont en grande quantité (>100) et regroupés au pied de l'escarpement (déplacés par le propriétaire).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin, terrasse

Distance enjeux/zone de départ : immédiate

Parades :

Dévégétalisation, purge et mise en place de soutènement des parties en surplomb.

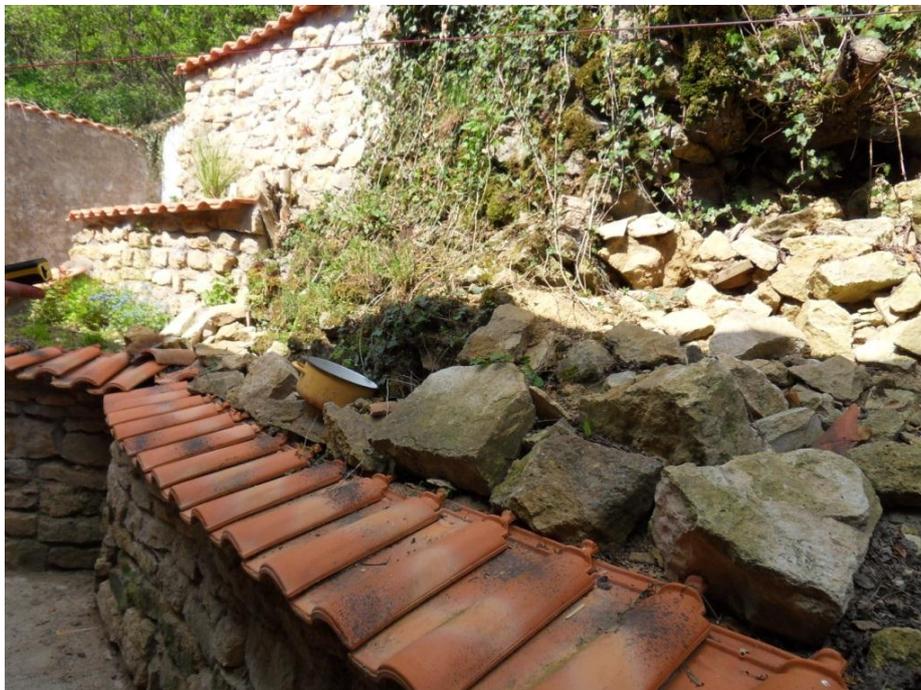


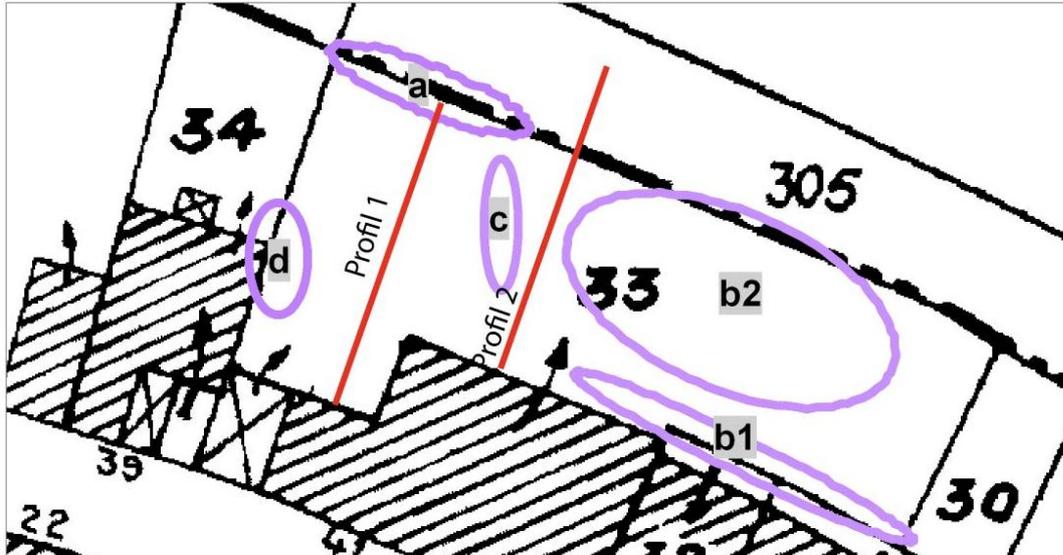
Photo 3 : Zone NW de la parcelle 28

Aléa de départ : parcelle 33

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 4 m / L = 10 m (pour la corniche supérieure)

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : quatre zones potentielles de départ de chutes de blocs.



- a) L'escarpement (a) (photo 1), à 10 m à l'arrière du garage, se situe dans les calcaires du Bajocien supérieur dans le faciès à oolites à clypeus ploti. Il se délite d'une part selon la stratigraphie (N30 15NW), d'autre part selon une fracturation ouverte verticale (N60 et N160), il présente de nombreux sous-cavages. L'état d'altération de cet escarpement est très avancé (présence de blocs très instables et l'assise de l'escarpement est très fracturée, démantelée), la densité de fracturation est d'environ 2/m.
- b) Derrière les parcelles 31 et 32, l'escarpement (b1) a une hauteur de 2 m et parfois il est entièrement caché par les éboulis. Des blocs démantelés (photo 2) glissent sur la forte pente du talus d'éboulis (b2) qui surmonte (b1).
- c) Au sud-est de l'escarpement (a), un affleurement NS (c) (H = 6 m et L = 4 m) (photo 3) présente une fracturation ouverte qui forme une grotte, un sous-cavage de 2 m de profondeur. La densité de fracturation est de 1/m (N150 70E). Le toit du sous-cavage est prêt à s'effondrer ; dans la partie Est, une écaille se détache de 50 cm du massif.
- d) A l'arrière du garage collé au mur ouest, un affleurement de 3 m de hauteur (d) (photos 4) présente des sous-cavages de 50 cm, une délamination selon la stratigraphie et un décollement par rapport au mur adossé.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille :

- a) peuvent atteindre une taille $> 1 \text{ m}^3$
- b) peuvent atteindre une taille de $0,01 \text{ m}^3$
- c) peuvent atteindre une taille de 1 m^3
- d) peuvent atteindre une taille de $0,15 \text{ m}^3$

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la longueur et la hauteur des affleurements.

Géométrie/forme : parallélépipédique

Végétation :

Au sommet des arbres et du lierre



Photo 1 : Corniche supérieure (a) avec blocs chutés et basculés sur le replat au pied de l'escarpement

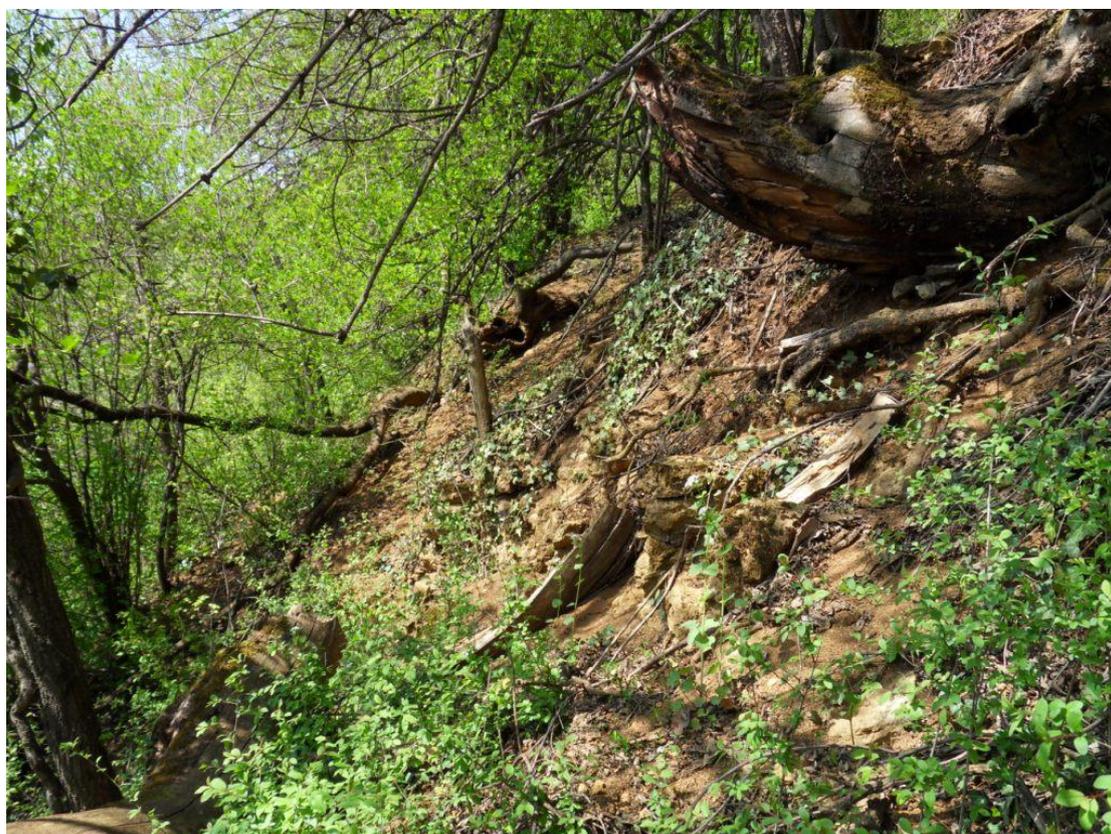


Photo 2 : Zone (b) de forte pente avec affleurement du bajocien



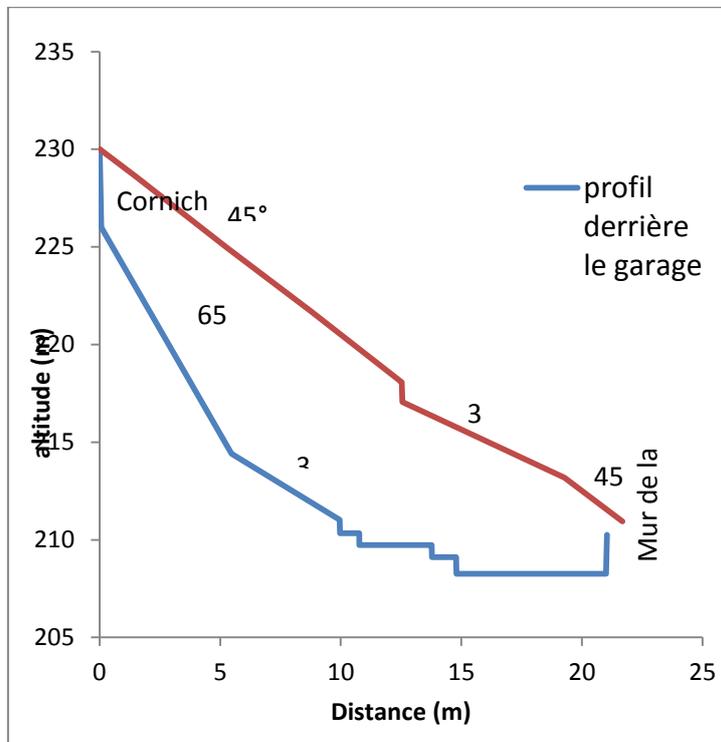
Photo 3 : Affleurement c



Photo 4 : Affleurement (d) derrière le garage mur ouest

Aléa de propagation : parcelle 33

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



Derrière les parcelles 31-32 on observe un couloir préférentiel de propagation de blocs.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis très végétalisés

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs récents dans la pente mais sur 1 m au pied de l'affleurement (photo 1) au niveau du replat et sur le replat dans le jardin juste derrière la maison. On trouve trois blocs d'un volume supérieur à 1 m³ dans le jardin qui n'ont pas été déplacés (photo 5). Plus d'une centaine de blocs se sont arrêtés sur la dernière pente à 37° (photo 6).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison et jardin

Distance enjeux/zone de départ : 10-15 m

Parades :

Dévégétalisation et purge des blocs instables sur tous les affleurements.

Zone a :

Mise en place en pied de pente d'un écran statique (écran de filet de classe 4 suivant la norme NF P 95-308). Les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses de 10 – 15 m/s en pied de talus soit des énergies de 300 kJ. Ou bien mise en place d'un merlon.

Zone b1 :

Réfection du muret ou pose d'un grillage pendu avec hauban amont afin de récupérer les petits blocs de la zone b2 et d'éviter la propagation des blocs dans les maisons inoccupées qui présentent des ouvertures abandonnées au niveau des cônes d'éboulis.

Zone b2 :

Végétalisation afin de tenir le talus et ralentir le glissement des zones gréseuses sableuses et des blocs qui se démantèlent. Les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses de 7 – 10 m/s et des énergies inférieures à 2 kJ.

Zone c :

Dévégétalisation, purge ou pose de gabions (1 m de haut) pour protéger la baie vitrée à l'arrière de la maison.

Zone d :

Dévégétalisation, purge, selon l'état, mise en place d'un soutènement à la base pour combler le sous cavage.



Photo 5 : Blocs tombés dans le jardin



Photo 6 : Répartition des blocs sur le pied de pente

Aléa de départ : parcelle 34

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 3 m / L = 10 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : on se situe dans la partie supérieure des calcaires du Bajocien à oolithe à clypeus ploti (photo 1). La fracturation ne se développe que sur la hauteur d'un banc. On observe un délitage selon la stratigraphie et la base du massif est plus saine que la partie supérieure. On peut noter cependant la présence de sous-cavages de 1 m maximum.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : entre 0,02 et 0,05 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : au-dessus du premier mètre de corniche

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Végétation abondante sur la partie sommitale et lierre sur toute la hauteur de l'escarpement.



Photo 1 : Escarpement

Aléa de propagation : parcelle 34

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Pente régulière très végétalisée jusqu'à la maison en contrebas d'environ 35° sur 15 m.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis de pente

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

La végétation étant très dense, il est impossible de recenser les blocs chutés, mais aucune observation de blocs récemment tombés n'a pu être faite.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison de particuliers en contrebas

Distance enjeux/zone de départ : 15 m

Parades :

Dévégétalisation, purge et :

Pose d'une barrière fixe (végétale ou grillage double torsion) en pied de talus juste au – dessus de la maison (les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses < 4 m/s et des énergies < 2 kJ).

Aléa de départ : parcelle 35

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = varie entre 3 m et 6,5 m / L = 26 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'escarpement se situe au niveau des calcaires du Bajocien supérieur à oolithes à clypeus ploti. Il est très altéré dans sa partie supérieure sur une hauteur de 1 m sous le couvert végétal. Il présente un délitage selon la stratigraphie et une fracturation verticale d'orientation globale N85 ou N150. Cette dernière découpe dans le massif : des écailles qui peuvent faire la hauteur du massif (photo 1), ou découpe de dièdres qui sont sous-cavés. La densité de fracturation varie entre 1/2 m et 1/0.5 m respectivement pour les N85 et les N150. On observe de nombreux sous-cavages d'un maximum de 50 cm de profondeur.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : de 0,02 à 8 m³ maximum, les plus gros blocs sont susceptibles de se fragmenter en blocs (<1 m³).

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie haute de la corniche et les blocs sous-cavés.

Géométrie/forme : les blocs sont soit parallélépipédiques pour ceux découpés par les dièdres soit en forme de plaque quand il s'agit du basculement d'une écaille.

Végétation :

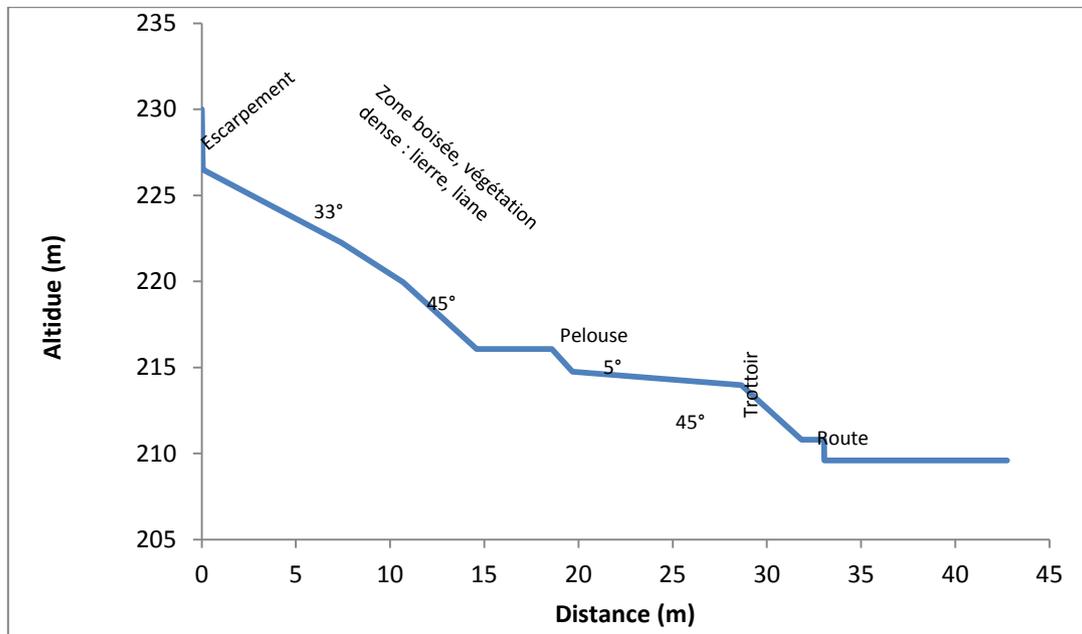
Forte végétation sur le sommet de la corniche et lierre qui se développe dans la fracturation.



Photo 1 : Ecaille séparée de la corniche par une fracture ouverte

Aléa de propagation : parcelle 35

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/ obstacles /végétation) :



Géologie de la zone de propagation :

Eboulis grossier et pelouse

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Blocs tombés très nombreux (talus d'éboulis) et cachés par la végétation. On notera cependant la présence de blocs récemment tombés jusqu'au replat de la pelouse. Les blocs qui ont atteint la route en 1940 ont été évacués.



Photo 2 : Parcelle 35

Enjeux :

Type de bâtiments/route : route principale du village

Distance enjeux/zone de départ : 35 m

Parades :

Dévégétalisation, purge et pose d'une barrière en filet de câbles métalliques en pied de talus (limite forêt/pelouse). Les simulations avec Pierre98© donnent des vitesses d'environ 7 m/s et des énergies en pied de talus de 70 kJ.

Aléa de départ : parcelle 36

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : $H_{\max} = 5,3 \text{ m} / L = 30 \text{ m}$

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'escarpement se situe dans le niveau à oolithe clypeus ploti du calcaire bajocien supérieur, il est très altéré avec des fractures verticales non rectilignes (photo 1 et 2). La stratification est N30 15NW à horizontale. Les nombreux sous-cavages peuvent aller jusqu'à 2 m de profondeur (photo 3). On note aussi la présence de l'entrée d'une galerie en pied d'escarpement. Cette galerie s'étend sur 5 m en profondeur, 6 m vers l'ouest et 14 m vers l'Est.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : de 0,01 à 4 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de la corniche.

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Arbres et lierre au sommet de l'escarpement. Le lierre se développe dans les fractures vers le pied de la corniche (photo 4).



Photo 1 : Eclisse (3 m³) formée d'éléments unitaires de 2 × 1 m³ + 2 × 0,5 m³

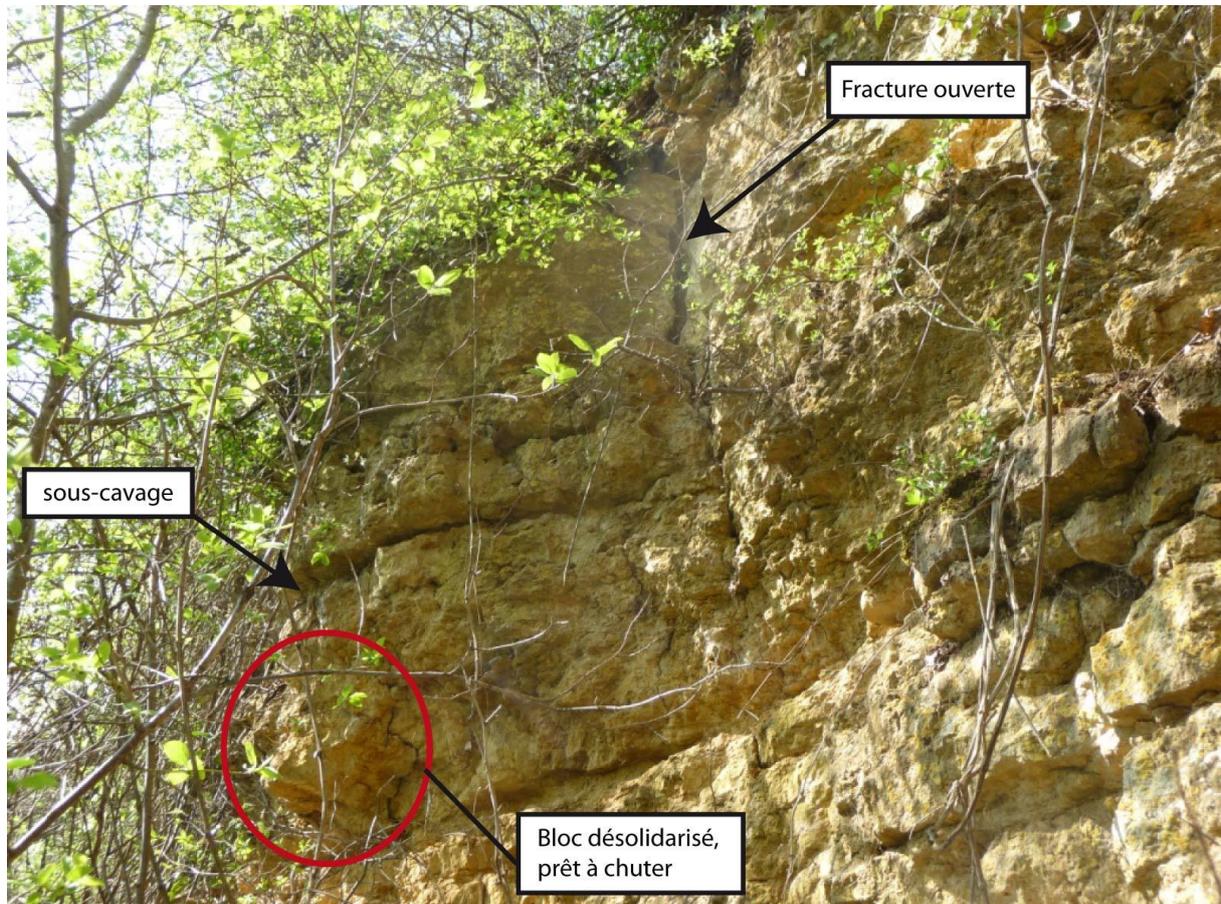


Photo 2 : Eclisse avec fracture ouverte et début de formation de sous-cavage. Un bloc au niveau sous-cavage est prêt à se détacher.



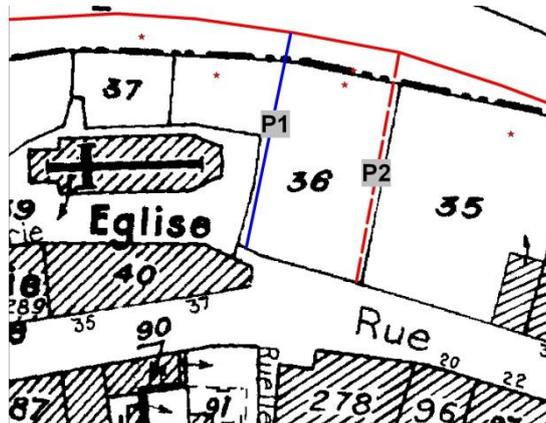
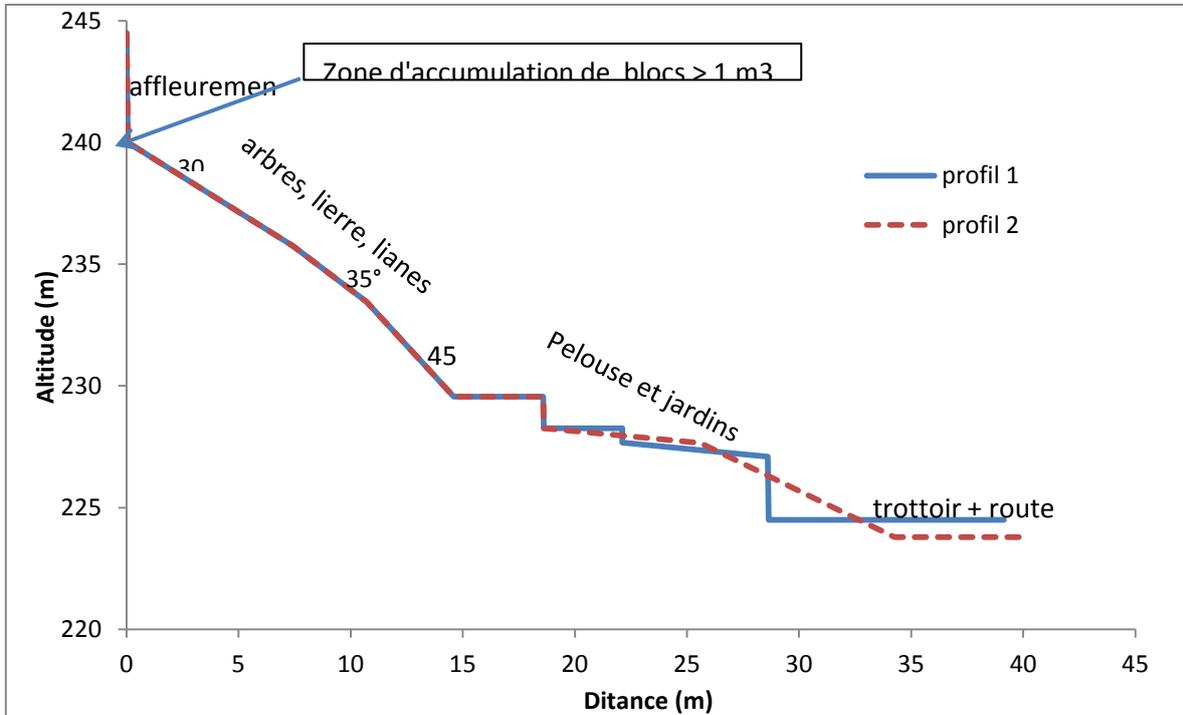
Photo 3 : Vue sur l'escarpement avec ses sous-cavages



Photo 4 : Présence de racines dans les fractures

Aléa de propagation : parcelle 36

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



On notera la présence d'un couloir préférentiel de propagation au droit de l'escalier qui mène au jardin sur la droite de l'église.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis de pente chaotique avec de gros blocs ($\approx 1 \text{ m}^3$) bien visibles malgré la végétation abondante (photo 5).

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Un bloc est recensé sur le replat à 5° au niveau du profil P2, de nombreux blocs sont visibles en pied tout le long de l'escarpement (voir profil : zone d'accumulation de blocs d'un volume supérieur à 1 m³ et photo 5). Présence de blocs fraîchement tombés sur toute la portion de talus recouvert par la forêt.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : une partie de l'église, le jardin mitoyen à l'église avec son escalier d'accès et la route en contrebas (photo 6), arrêt de bus.

Distance enjeux/zone de départ : avec la route : 30 m, avec l'église 12 m

Parades :

Dévégétalisation, purge, et pose d'une barrière fixe en filets de câbles dans le prolongement de celle mise en place sur la parcelle 35 (les simulations avec Pierre98© nous donnent une vitesse en pied de talus de 5 à 9 m/s pour une énergie maximale de 200kJ (bloc de 2 m³). La mise en place d'un merlon est également possible.

Si aucune parade n'est mise en place, il faudra envisager de protéger l'arrêt de bus en construisant un muret en béton ou en posant une barrière fixe grillagée au-dessus.

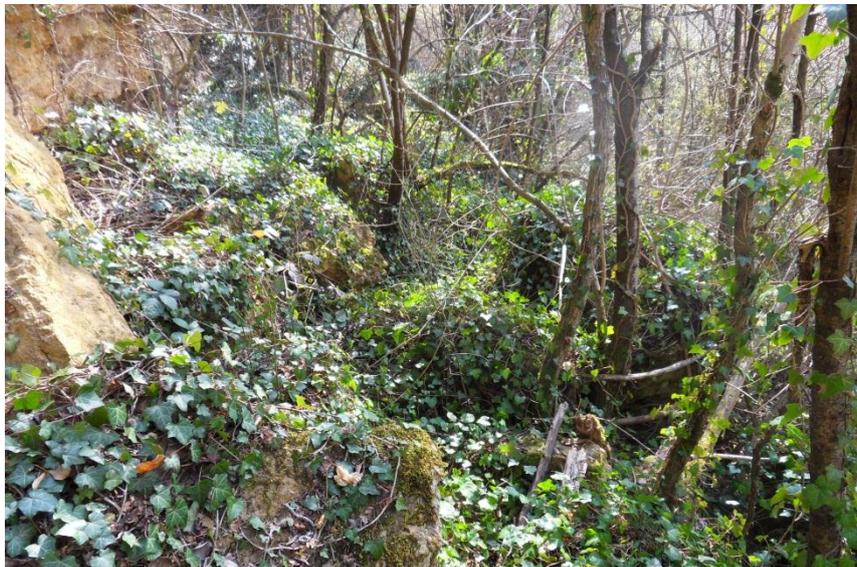


Photo 5 : Vue sur la zone de propagation formée de gros blocs éboulés de l'escarpement



Photo 6 : Vue d'ensemble de la parcelle 36 (à gauche) et 35 (à droite), localisation des profils sur la parcelle 36. Panneau bleu : arrêt de bus.

Aléa de départ : parcelle 37

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : $H_{\max} = 5 \text{ m} / L = 15 \text{ m}$

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la corniche se délite horizontalement selon la stratification (N30 15NW), présence de fractures ouvertes verticales (jusqu'à 50 cm) quasi parallèles au front de taille de la corniche (formation d'écaille) (photo 1). Présence de nombreux sous-cavages (photo 2) de 40 cm maximum. La roche est très altérée dans la partie supérieure de la corniche, elle se démantèle facilement.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : de 0,02 à 0,05 m³ maximum pour les blocs isolés et jusqu'à plus de 1 m³ pour les écailles. De par l'altération du calcaire sur cette zone, les écailles sont susceptibles de se fragmenter en chutant.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie haute de la corniche.

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Des arbres se développent sur la partie sommitale et du lierre descend sur la paroi.



Photo : 1 Fracture ouverte qui découpe une écaille (3 m de haut) dans la corniche (partie ouest photo de gauche ; partie est photo de droite)



Photo 2 : Sous-cavage de 40 cm

Aléa de propagation : parcelle 37

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

La pente est régulière (50°) et très végétalisée (lièrres, lianes et arbres jusqu'à l'église) (photo 3). Un passage derrière l'église est possible grâce à la présence contre le talus d'un muret vertical de 2 mètres de haut. Ce passage joue le rôle de fosse de réception.

Géologie de la zone de propagation :

Talus d'éboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Le nombre de blocs observables (non masqués par la végétation) sur la pente est supérieur à 100. La répartition spatiale de ces blocs se fait jusqu'au mur de l'église (photo 4).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : l'église

Distance enjeux/zone de départ : 15 m

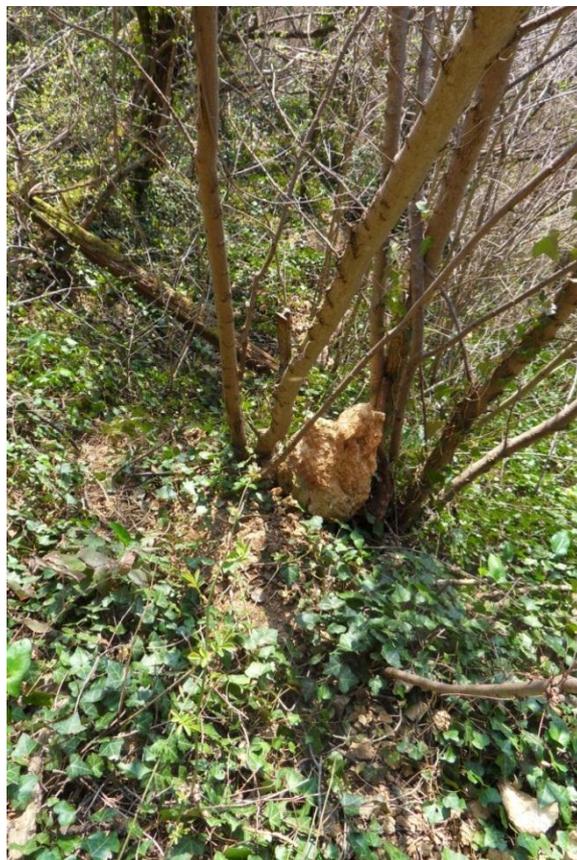


Photo 3 : Zone de propagation végétalisée



Photo 4 : Blocs qui se sont propagés jusqu'au passage derrière l'église

Parades :

Dévégétalisation, purge et selon état pose d'une barrière fixe de type grillage et câble métallique au niveau du muret derrière l'église (les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses < 17 m/s et des énergies qui vont jusqu'à 200 kJ en pied de talus derrière l'église).

Aléa de départ : parcelle 38

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : L = 40 m, H en moyenne 8 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : (photos 1 à 5) l'escarpement se situe dans le niveau à oolithe clypeus ploti du calcaire bajocien supérieur, il présente une altération bien avancée. Il est très démantelé et découpé sur toute sa hauteur par des fractures ouvertes sub-verticales, qui décollent des écailles dans le massif. On note la présence de sous-cavages (jusqu'à 1 m de profondeur) sur toute la longueur de la corniche.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : de 0.01 à > 4 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de la corniche

Géométrie/forme : variable selon l'altération de la zone

Végétation :

Arbres, lierre, lianes



Photo 1 : Bloc qui se détache



Photo 2 : Ecaille



Photo 3 : Sous-cavage (30 cm)



Photo 4 : Bloc prêt à chuter

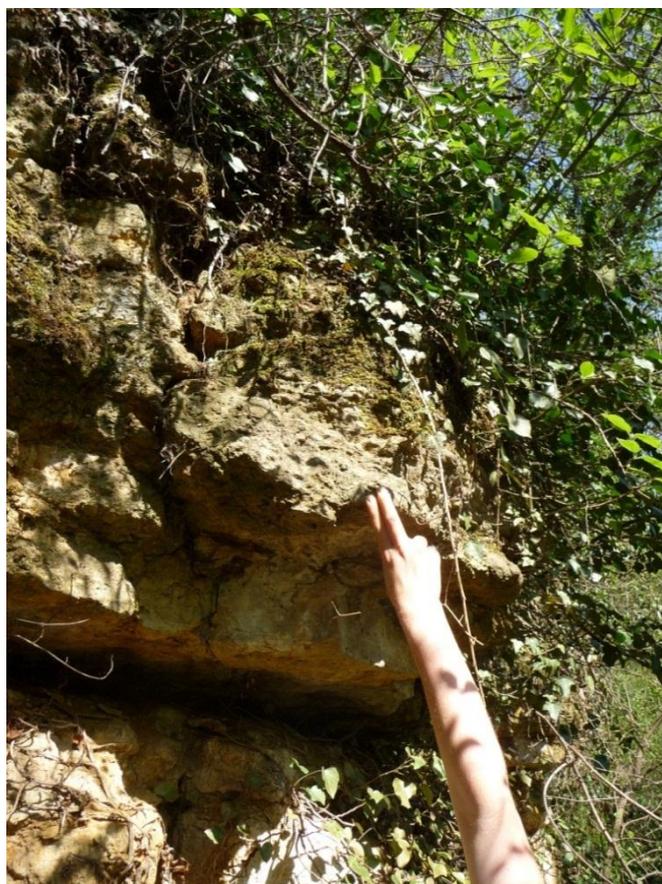


Photo 5 : Bloc prêt à chuter avec sous-cavage

Aléa de propagation : parcelle 38

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

La pente est régulière (50°) et très végétalisée (lierre, lianes et arbres jusqu'en bas de la parcelle).



Photo 6 : Zone de propagation

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Impossible à évaluer au vue de la végétation.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison de particulier et impasse d'accès à l'église

Distance enjeux/zone de départ : 15 m pour la maison et 25 m pour l'impasse

Parades :

Dévégétalisation, purge et pose d'une barrière fixe de type grillage et filet (écran de filet de classe 4 suivant la norme NF P 95-308).

Les simulations avec Pierre98© nous donnent des vitesses pouvant atteindre 20 m/s et des énergies pouvant aller jusqu'à 500 kJ pour un bloc de 1 m³).

Aléa de départ : parcelle 44

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : partie inférieure de la parcelle L = 7 m et H = 4 m, partie supérieure de la parcelle H = 2 m L = 8 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : deux zones peuvent générer des blocs :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle (photo 1): Cet affleurement est constitué des calcaires bajociens supérieurs. Il génère beaucoup de blocs. Certains blocs sont en équilibre instable. A noter que dans cette partie de la parcelle, seule la partie supérieure de l'escarpement est visible, tout le reste est sous le cône d'éboulis.
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : (photo 2) l'affleurement est en bon état général. Présence d'un surplomb de 30 cm et la fracturation a une densité de 1 tous les 2 mètres.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle : les blocs générés ont un volume compris entre 0,06 et 0,08 m³
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : les blocs pouvant être générés ont un volume > 1 m³

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de l'affleurement supérieur.

Géométrie/forme :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle : quelconque
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : quelconque

Végétation :

Végétation dense avec des arbres en partie sommitale de l'escarpement et au niveau de la formation marneuse, présence de lierre, ronces.



Photo 1 : Escarpement de la partie supérieure de la parcelle



Photo 2 : Escarpement de la partie inférieure de la parcelle

Aléa de propagation : parcelle 44

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle : à partir du pied de l'affleurement, une pente de 37° sur 13 m, puis un muret vertical et un replat jusqu'à la maison ou pente régulière de 35 ° sur 25 m jusqu'à la maison (photo 3).
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : faible pente (15 °) jusqu'à la maison (15 m) (photo 4).

Géologie de la zone de propagation :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle : la pente est constituée d'éboulis et est fortement végétalisée (ronces, lierre, arbres)
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : éboulis et terre meubles

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Hiver 2010-2011 : chute d'une cinquantaine de blocs, selon les dires des propriétaires (ces blocs ont été évacués depuis). Les blocs visibles ont un volume maximal de 0,02 m³ et se sont propagés jusqu'à la maison. Toujours selon les propriétaires, le dernier éboulement de masse s'est produit il y a une vingtaine d'années. Eboulement qui aurait rempli la cour derrière la maison de la parcelle 45 et emporté un pan de mur de la maison de la parcelle 44. Il y a 30 ans, lors d'un événement similaire, les blocs se sont propagés jusqu'à la route en traversant le garage qui était ouvert (limite parcelle 44 et 45).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : le jardin, la maison et la route

Distance enjeux/zone de départ :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle : immédiat pour le jardin, 15 m pour la maison, 35 m pour la route
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : 10 m pour la maison

Parades :

- ✓ Dans la partie supérieure de la parcelle : dévégétalisation, purge et selon l'état pose d'une barrière fixe grillagée en contrebas de l'escarpement.
- ✓ Dans la partie inférieure de la parcelle : dévégétalisation, purge et selon l'état de l'affleurement pose d'une barrière pour protéger la porte de la maison qui donne sur le jardin.



Photo 3 : Zone de propagation de la partie supérieure de la parcelle

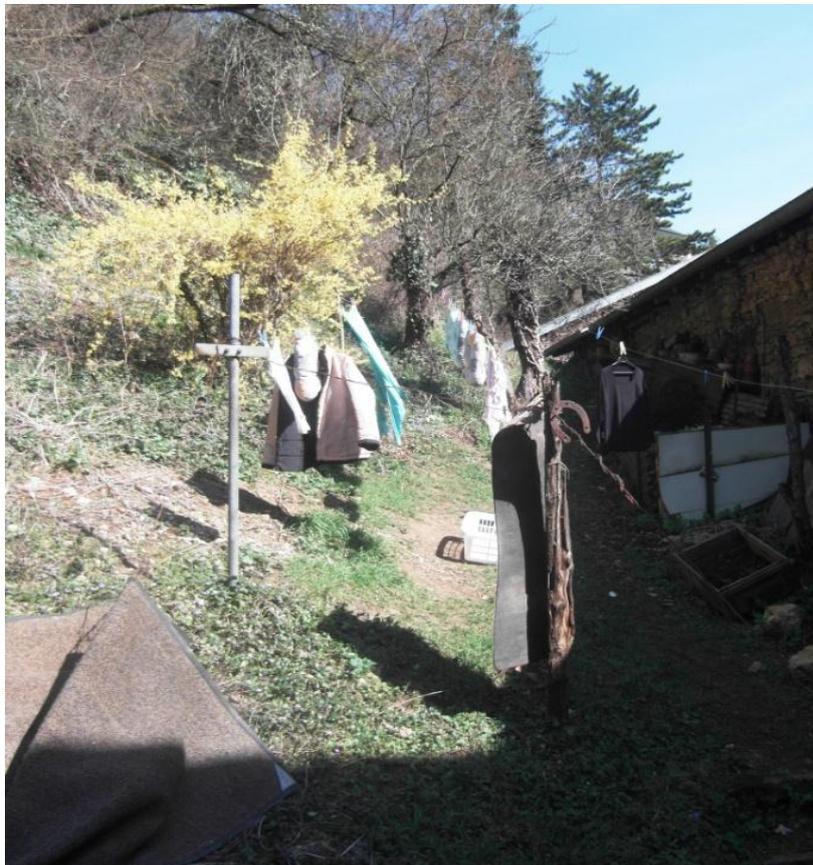


Photo 4 : Enjeux et partie basse de la zone de propagation

Aléa de départ : parcelle 45

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : $H_{\max} = 6 \text{ m} / 15 \text{ m}$ de long

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'escarpement est constitué de calcaires bajociens. Il présente un démantèlement horizontal selon la stratification (N30 15NW). Présence de fractures verticales ouvertes (jusqu'à 20 cm), sous-cavages d'une profondeur maximale de 50 cm, état d'altération avancé. Au sommet de l'escarpement, des colonnes rocheuses d'environ 5 m^3 sont découpées par la fracturation (photo 1) et leur assise se découpe en petit blocs de $0,08 \text{ m}^3$.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : colonnes rocheuses : $\approx 5 \text{ m}^3$ se disloquant en blocs de 1 m^3 lors de la chute

Localisation des blocs susceptibles de tomber : les éléments susceptibles de chuter se situent, pour les plus gros, en partie haute de la corniche et pour les blocs de moindre volume, sur toute la hauteur de l'affleurement.

Géométrie/forme : les gros blocs parallélépipédiques, mais les petits blocs chutés visibles n'ont pas de formes particulières.

Végétation :

Arbres en partie sommitale et au pied de l'affleurement, certaines parties sont colonisées par le lierre

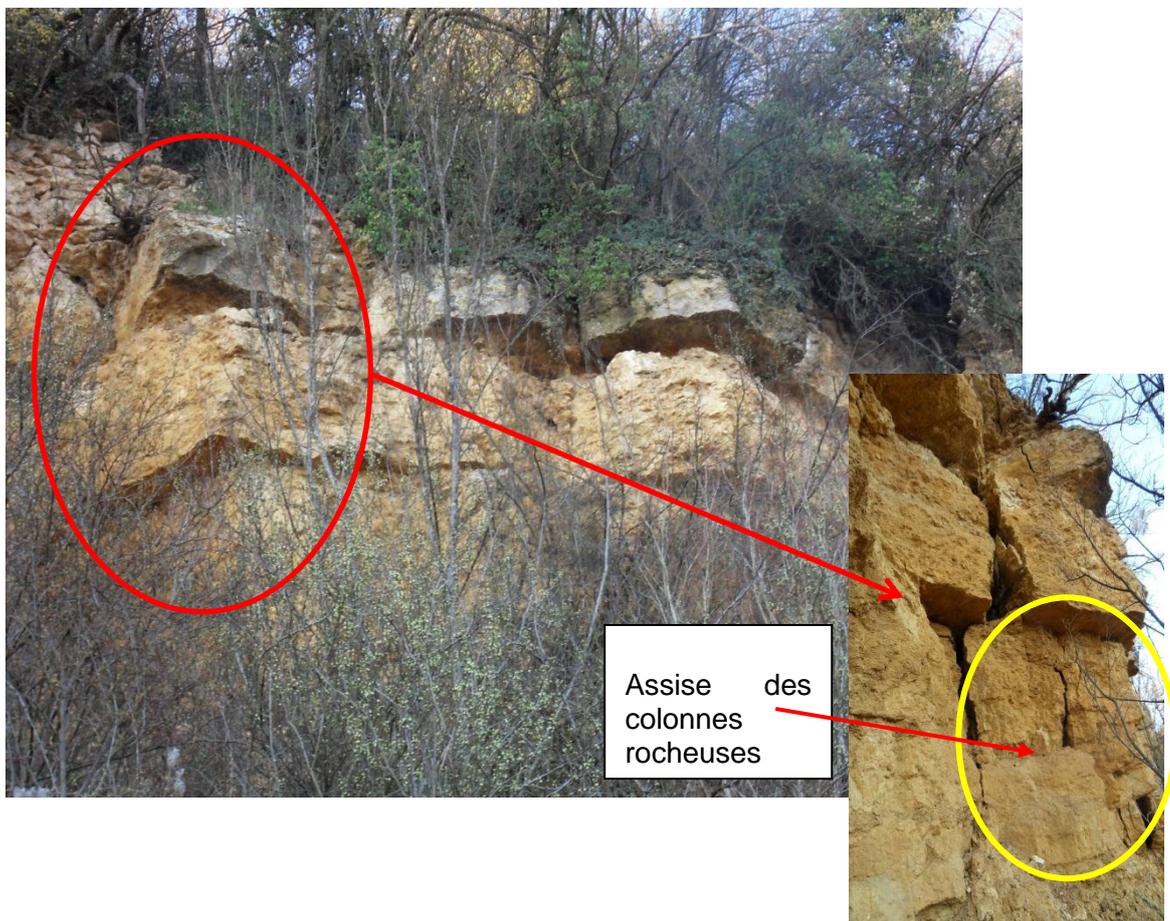


Photo 1 : Gros plan sur les dièdres qui menacent en sommet de corniche

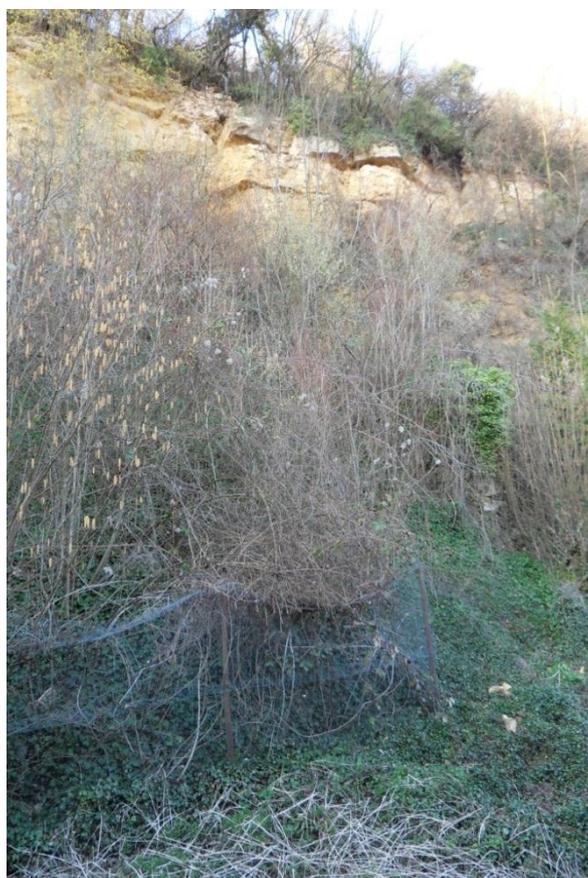


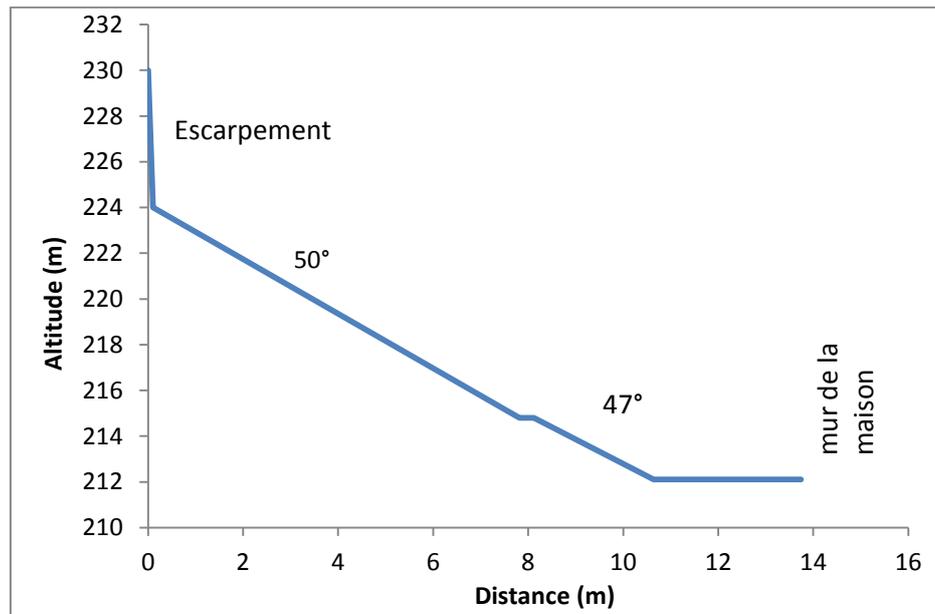
Photo 2 : Partie supérieure de la zone de propagation



Photo 3 : Zone de propagation

Aléa de propagation : parcelle 45

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis. Cette pente est fortement végétalisée (arbres, lierre) (photo 2). Le replat avant la maison est aménagé en terrasse bétonnée (photo 3).

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs chutés visibles (plus d'une cinquantaine) ont un volume maximal de 0,08 m³ et vont jusqu'à la maison. Ces petits blocs que l'on voit sur la photo 3 indiquent : soit que les blocs se fragmentent en tombant, soit que ces blocs proviennent d'un autre horizon (assise de la colonne rocheuse (photo 1)).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : la cour arrière et la maison

Distance enjeux/zone de départ : 15 m pour la terrasse, 18 m pour la maison

Parades :

Parades pour les blocs instables autres que les colonnes rocheuses

Purge

Parades pour les colonnes rocheuses

Trois solutions possibles selon les conditions d'accès qui déterminent la faisabilité des travaux. Nous n'imposons aucune préférence quant aux choix de la solution qu'il faut adoptée. Il s'agit juste d'une liste pour aider les propriétaires à la décision qui s'appuiera également sur le coût d'un devis qu'un bureau d'études spécialisé lui fournira pour chaque parade.

1. emmaillotage de la colonne par câbles métalliques avec grillage plaqué au niveau de l'assise (condition d'accès difficile) ;
2. pose d'une barrière fixe de grillage et de filet à câbles métalliques en pied de pente (écran de filet de classe 4 suivant la norme NF P 95-308). Les simulations avec Pierre98© donnent des vitesses d'environ 13 m/s avec une énergie de 210 kJ, pour un bloc de 2,5 tonnes tombant du haut de l'escarpement ;
3. réalisation d'un merlon qui vient s'appuyer contre les murs de la maison avec condamnation de la cour et de la partie ouest de la parcelle 44.

A défaut de construction de parades, un système de surveillance de la corniche pourrait être mis en place. Dans un premier temps, un extensomètre peut être installé avec une centrale d'acquisition et un modem qui envoie les données de manière quotidienne à un expert. Dans un second temps et selon les résultats, un dispositif d'alerte avec des valeurs seuils pourraient être établi par l'expert.

Aléa de départ : parcelle 47 et 46

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : $H_{\text{total}} = 18$ m dont 7 m de corniche inférieure (la principale) / $L = 22$ m (+ 16 m de la parcelle 46)

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : contexte de calcaires du Bajocien supérieur.

Partie inférieure, un premier escarpement massif affecté par d'importantes fractures qui se développent sur toute la hauteur (6-7 m) (photo 1). De nombreux sous-cavages sont observables, ils peuvent atteindre un volume de presque 10 m^3 (photo 2). La fracturation du massif se fait selon deux orientations principales : $N50^\circ$ à 80° avec un pendage de 70° à 90° E ou W et $N110$ à 175 avec un pendage de 80° à 89° SE. Ces fractures peuvent avoir une ouverture jusqu'à 30 cm. Le calcaire se délite en plaquettes dans la partie basse de l'escarpement selon le plan de stratification $N30 \ 15W$.

Cet escarpement est surmonté par le complexe à bancs gréseux de calcaires bioclastiques oolithiques à passées d'argilites et de calcaires gréseux. Beaucoup plus altéré et friable que l'affleurement qu'il surmonte. Dans cette partie de l'escarpement il est impossible de mesurer la taille des blocs et une orientation de la fracturation tellement le massif est démantelé (photo 3).

Sur cette formation sableuse on trouve un autre escarpement plus petit (3-4 m) qui présente une fracturation identique à celle de l'escarpement inférieur. L'altération est cependant beaucoup plus avancée (photo 4).

Parcelle 46 : l'effondrement de toute la partie supérieure de l'escarpement a recouvert sous un cône d'éboulis les deux formations sous-jacentes. Le cône est fait d'éboulis très grossiers et est intégralement végétalisé. Il ne reste de visible que l'affleurement supérieur (photo 5-6)

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : partie inférieure : 5 m^3 ; formation sableuse : $\leq 1 \text{ m}^3$ très apte à la fragmentation ; partie supérieure : 1 m^3

Localisation des blocs susceptibles de tomber : essentiellement sur la partie supérieure de l'escarpement et au sommet de l'escarpement inférieur (photo 7).

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Lierre et arbustes au sommet

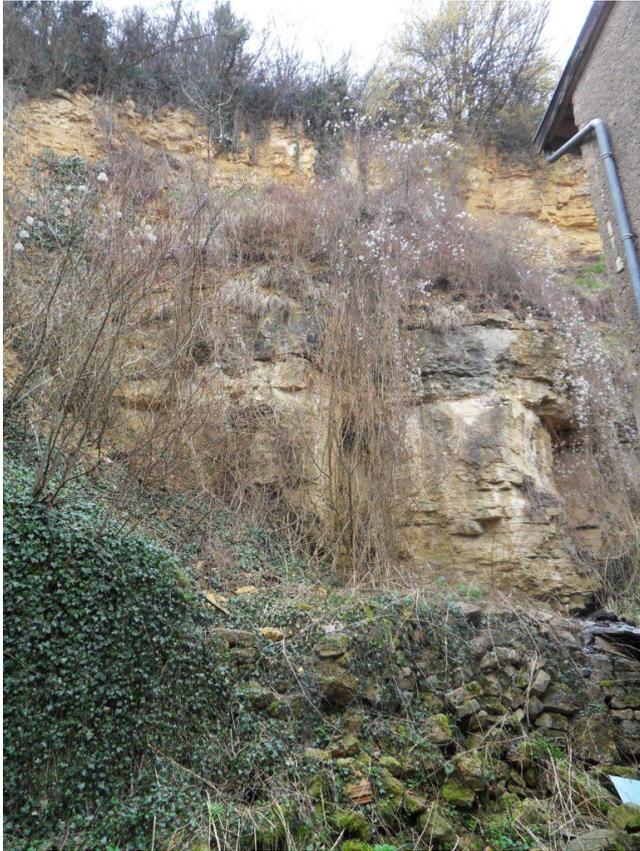


Photo 1 : Ensemble de l'escarpement parcelle 47

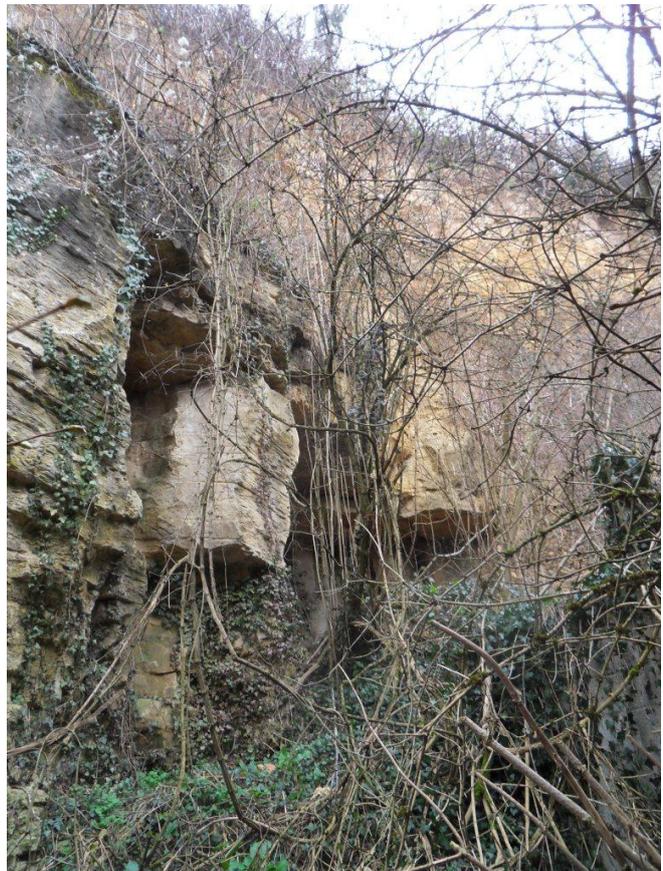


Photo 2 : Gros plan sur la partie basse de l'escarpement (côté ouest)

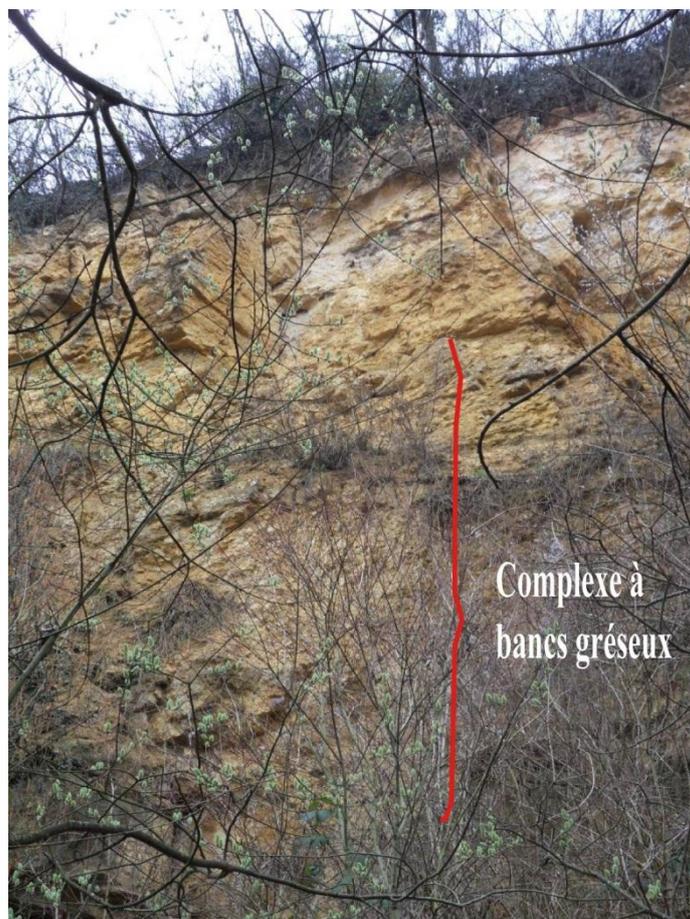


Photo 3 : Complexe à bancs gréseux



Photo 4 : Escarpement supérieur très altéré



Photo 5 : Escarpement supérieur, fracturation verticale



Photo 6 : Escarpement supérieur



Photo 7 : Gros plan sur une zone instable au sommet de l'escarpement inférieur

Aléa de propagation : parcelle 47 et 46

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Plate ou quasi plate dans la partie ouest. Dans la partie Est et sur la parcelle 46, un talus de 20 m avec une pente de 66°. La zone est très végétalisée : lierre, arbres, ronces, lianes.

Géologie de la zone de propagation :

Éboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Des centaines de blocs d'un volume moyen de 0,08 m³, ils se répartissent jusqu'au mur des maisons qui font front à l'escarpement. Dans la partie Est de la parcelle et sur la parcelle 46 le pied du talus s'arrête au niveau du mur des maisons, les éboulements de l'escarpement remplissent l'espace entre la maison et l'affleurement : les arrière-cours des maisons ont disparu (écroulement de 1982 qui a détruit la porcherie. Cf. historique des écroulements).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin et maison

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour la partie à l'Est et relativement protégé par un replat pour la partie ouest mais les blocs peuvent l'atteindre

Parades :

Il est proposé de continuer le merlon ou la barrière de filet de câbles métalliques de la parcelle 45 jusqu'à la parcelle 46 et jusqu'au droit du talus d'éboulis qui déborde sur la parcelle 47. (Dimensionnement et limite d'extension ouest du merlon à définir par un bureau d'étude spécialisé).

Sur la partie ouest de la parcelle 47, un écran à structure rigide constitué d'un mur en gabions sur 1 mètre de hauteur empêcherait les blocs de la corniche supérieure de se propager jusqu'au mur de la maison.

Aléa de départ : parcelle 48

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : présence de deux escarpements : l'escarpement supérieur fait 3,5 m, puis un talus raide de 3 m et enfin un escarpement inférieur de 6 m de haut (photo 1).

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'escarpement inférieur et supérieur sont en bon état, seules quelques fractures majeures les affectent. On observe deux orientations préférentielles de la fracturation : N95, 80SW ou NE et N165 52SW à 90.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la gauche de l'entrée d'une cavité à 3 m de haut un bloc de 1 m³ menace de tomber devant l'entrée (photo 2). Sinon sur toute la partie supérieure de l'affleurement.

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Sur la partie haute et le milieu : lierre et arbres. Dans la partie basse : lierre.



Photo 1 : Ensemble de l'escarpement et de la zone de propagation

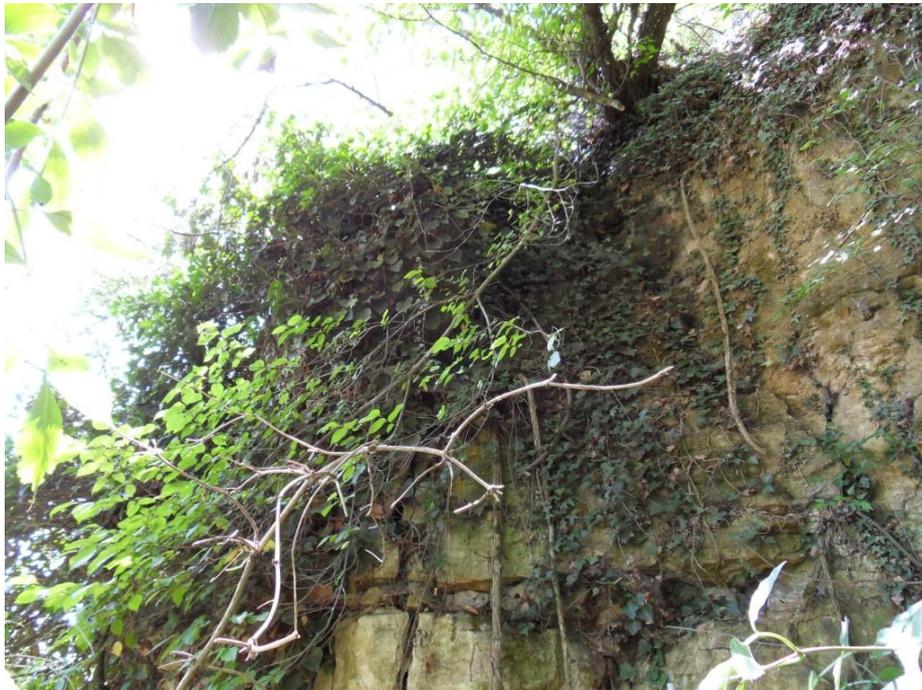
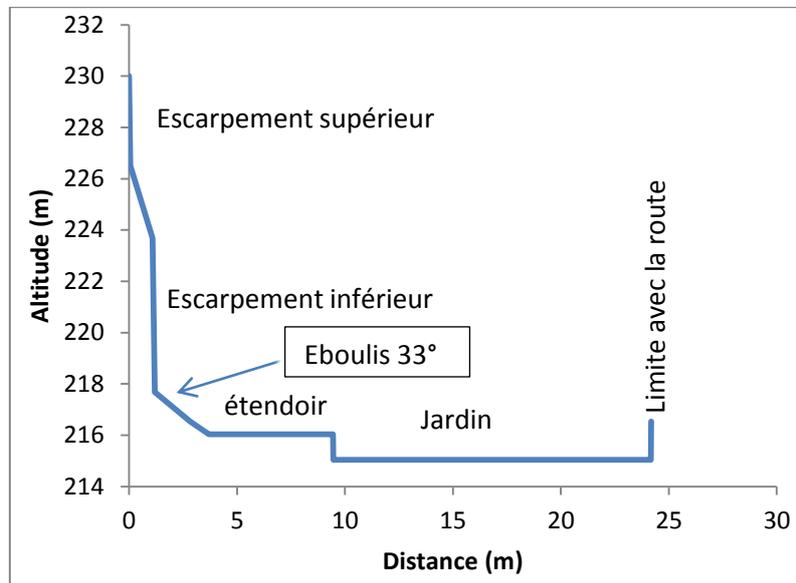


Photo 2 : Bloc d'environ 1 m³ sous le couvert végétal à l'entrée de la cavité

Aléa de propagation : parcelle 48

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



Géologie de la zone de propagation :

Petit éboulis de pente et terre

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs sont régulièrement évacués par le propriétaire. Pour ceux que l'on a pu observer : ils ont un volume moyen de 0,01 m³ pour une répartition spatiale qui va jusqu'à 5 m en pied d'affleurement (photo 3).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : maison et jardin

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour le jardin, 5 m pour la maison

Parades :

Dévégétalisation, purge sur toute la hauteur d'escarpement.

Mise en place d'un filet et grillage pendu sur poteaux ancrés et hauban amont au sommet de l'escarpement inférieur pour réceptionner les blocs générés par l'escarpement supérieur.

Ancrage du bloc de 1 m³ (photo 2).



Photo 3 : Blocs chuté en pied d’affleurement au niveau de l’entrée de la grotte

Aléa de départ : parcelle 49

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 6,5 m / L = 17 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'escarpement se situe dans les calcaires du Bajocien. L'altération et la micro-fracturation du massif affectent essentiellement le pied de l'escarpement sur 1,5 m de hauteur (photo 1). On observe de grosses fractures ouvertes verticales, parallèles au front de l'affleurement jusqu'à 12 m de profondeur dans le massif c'est à dire jusqu'au fond de la cavité creusée derrière la maison. Un gros sous-cavage à l'entrée de la cavité menace de s'effondrer à moyen terme (photo 2). La densité de fracturation du massif est de 1/1,5 m en moyenne et s'étend jusqu'au fond de la cavité (12 m) (photo 3).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : > 1 m³

Localisation des blocs susceptibles de tomber : Au niveau de la partie supérieure

Géométrie/forme : parallélépipédique

Végétation :

Le lierre est dense sur les parties latérales et sur le sommet de l'affleurement, des arbres sont présents sur le dessus de l'affleurement.



Photo 1 : vue d'ensemble de la parcelle avec l'entrée de la grotte



Photo 2 : Gros plan sur les fractures du sous-cavage de l'entrée de la grotte



Photo 3 : Fracture ouverte au fond de la cavité

Aléa de propagation : parcelle 49

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Terrain plat, le pied de l'affleurement est dans l'arrière-cour de la maison (photo 1).

Géologie de la zone de propagation :

Terre, remblais

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Aucun, pas de chutes récentes et pas de traces d'anciennes chutes.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin, maison, cave dans la cavité

Distance enjeux/zone de départ : immédiat

Parades :

Dévégétalisation, purge, contrefort en béton armé au niveau du surplomb à l'entrée de la cavité.

Aléa de départ : parcelle 50

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 6 m / L = 7,2 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : L'altération du massif (calcaires du Bajocien) est bien avancée en pied sur 1,5 m de haut, la fracturation est dense et la zone est très humide. La densité de fracturation est de 1/m pour la fracturation principale (N30 87E ; N80 89S ; N45 85S ; N116 89S ; N158 80NE) qui se développe sur toute la hauteur de l'escarpement (photo 1-2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 2 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie haute de l'affleurement et particulièrement un bloc de 2 m³ (photo 2) en condition d'équilibre limite (sous-cavage de 1 m avec fissure à l'arrière : photo 4) et qui est probablement retenu par le mur.

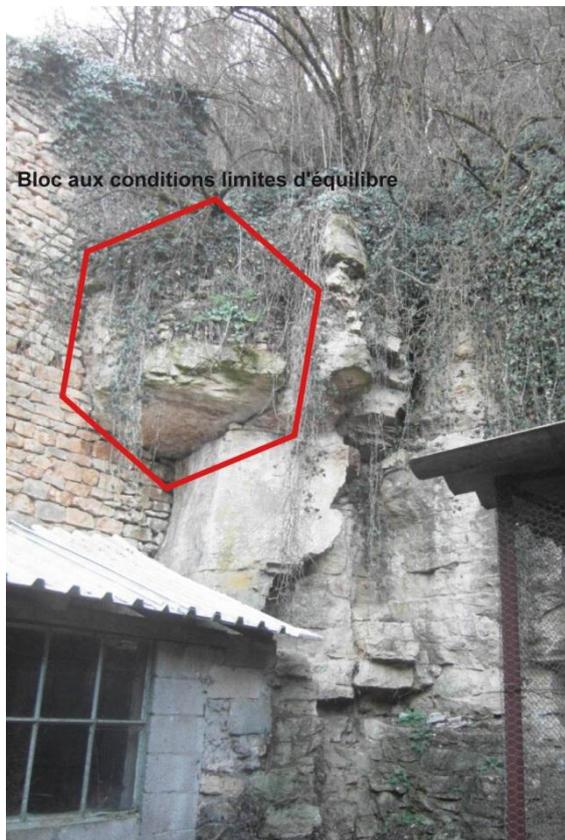
Géométrie/forme : parallélépipède

Végétation :

Sur le sommet, présence de lierre et d'arbres



Photo 1 : Ensemble de l'escarpement



**Photo 2 : A gauche : escarpement au-dessus des lapinières.
Le bloc présente les mêmes conditions d'équilibre limite de l'autre côté du mur.
A droite : escarpement au-dessus du poulailler.**



Photo 3 : Gros plan sur la fracturation de l'escarpement à l'arrière des lapinières

Aléa de propagation : parcelle 50

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Terrain plat, il s'agit de la cour arrière d'une maison de particulier, bétonnée au sol.

Géologie de la zone de propagation :

Béton

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Pas d'observation possible car les blocs sont évacués au fur et à mesure de leur chute par les propriétaires.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : lapinière, poulailler, maison

Distance enjeux/zone de départ : immédiat

Parades :

Dévégétalisation, purge, contrefort sous le bloc au-dessus des lapinières.

Aléa de départ : parcelle 51

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 6,5 à 9 m / L = 13 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : Dans la partie inférieure des calcaires du Bajocien (6,5 m), l'affleurement présente de nombreux sous-cavages plus ou moins étendus (1 m maximum). Il est affecté par une forte densité de fractures majeures (N80 84SE ; N150 81SW) de 0,5/m (photo 1-3). La partie supérieure est dans le complexe à banc gréseux, très altéré et sableux (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 2 m³ maximum et de 0,4 à 0,8 m³ au niveau du mur mitoyen.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie supérieure de l'affleurement, l'escarpement traverse un étage beaucoup plus friable qui est très altéré, recouvert de végétation et qui se démantèle en matériau sableux, ce qui génère des chutes de terre et de blocs.

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Lierre et arbres



Photo 1 : Panorama de l'escarpement

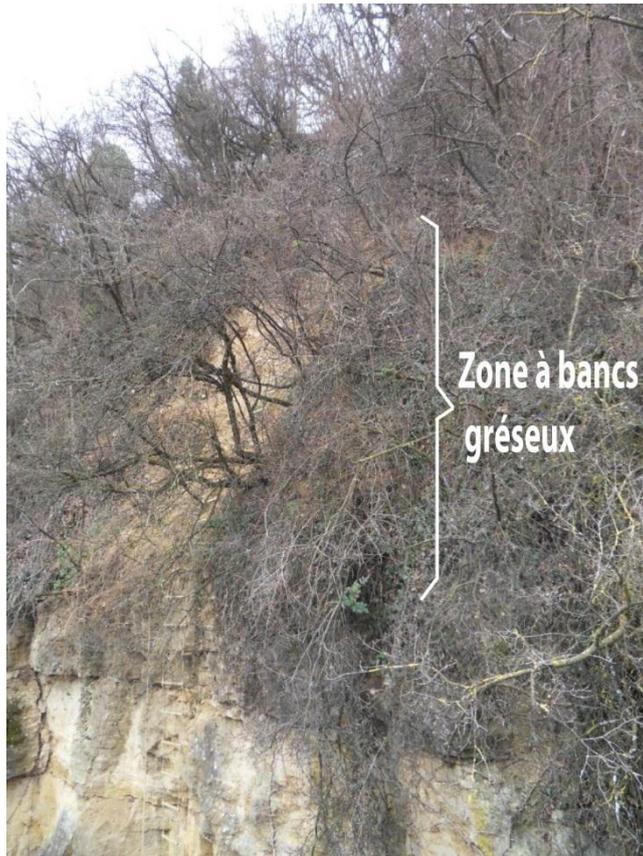


Photo 2 : Partie supérieure de l'escarpement



Photo 3 : Gros plan sur la fracture ouverte dans l'angle SW du jardin qui délimite une écaille d'environ 0,5 m³ sous un bloc en surplomb.



Photo 4 : Vue sur le jardin et les blocs tombés l'hiver 2010-2011

Aléa de propagation : parcelle 51

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Il s'agit du jardin derrière la maison (6 m de large sur 13 m de long). Terrain plat

Géologie de la zone de propagation :

Terre compacte.

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs tombés se répartissent sur toute la surface de la terrasse/jardin (L = 13 m, l = 6 m). Hiver 2010-2011 il est tombé environ 1 m³ de terre et une trentaine de blocs d'une taille moyenne de 0,05 m³. Chaque année des blocs tombent malgré les purges réalisées par les propriétaires.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin et maison

Distance enjeux/zone de départ : immédiat

Parades :

Dévégétalisation, purge.

Grillage pendu sur poteaux et haubans (avaloir) amont sur toute la hauteur de la partie inférieure de l'escarpement.

Contreforts au niveau de l'écaille et du bloc en surplomb de la photo 3.

Aléa de départ : parcelle 52/309

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 6,5 m / L = 8 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... :

L'escarpement est scindé en deux unités :

Dans sa partie supérieure, il s'agit du complexe à bancs gréseux du Bajocien. Il se présente en talus de forte pente.

Dans sa partie inférieure, l'affleurement (photo 1) correspond aux formations des calcaires inférieurs du Bajocien. Une famille de fractures de plus de 3 m de long (N150 90) fermées ou légèrement ouvertes jusqu'à 3 cm découpe le massif. Une grosse fracture (N56 80SE) ouverte jusqu'à 50 cm au-dessus du four (photo 2). A la base de l'affleurement on observe une fracturation plus dense (3/m) (photo 3). Les fractures délimitent des colonnes rocheuses en équilibre, plus ou moins stables suivant la présence de surplombs (photo 2). Ces derniers peuvent avoir une profondeur de 1 m.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,6 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber :

Un bloc (photo 3) menace à 3 m de hauteur avec un volume de 0,15 m³ et un bloc de 0,05 m³ à 5,3 m (photo 3).

Sur tout le talus qui surmonte l'escarpement inférieur.

Géométrie/forme : parallélépipédique

Végétation :

Terre et arbustes au sommet, tout au fond de la cour, on peut observer un arbre qui s'enracine sur toute la hauteur de la corniche dans une fracture ouverte (jusqu'à 50 cm) (N56 78SE).



Photo 1 : panorama de la parcelle avec visualisation des surplombs



Photo 2 : Fracturation au-dessus du four et colonne rocheuse sur la gauche

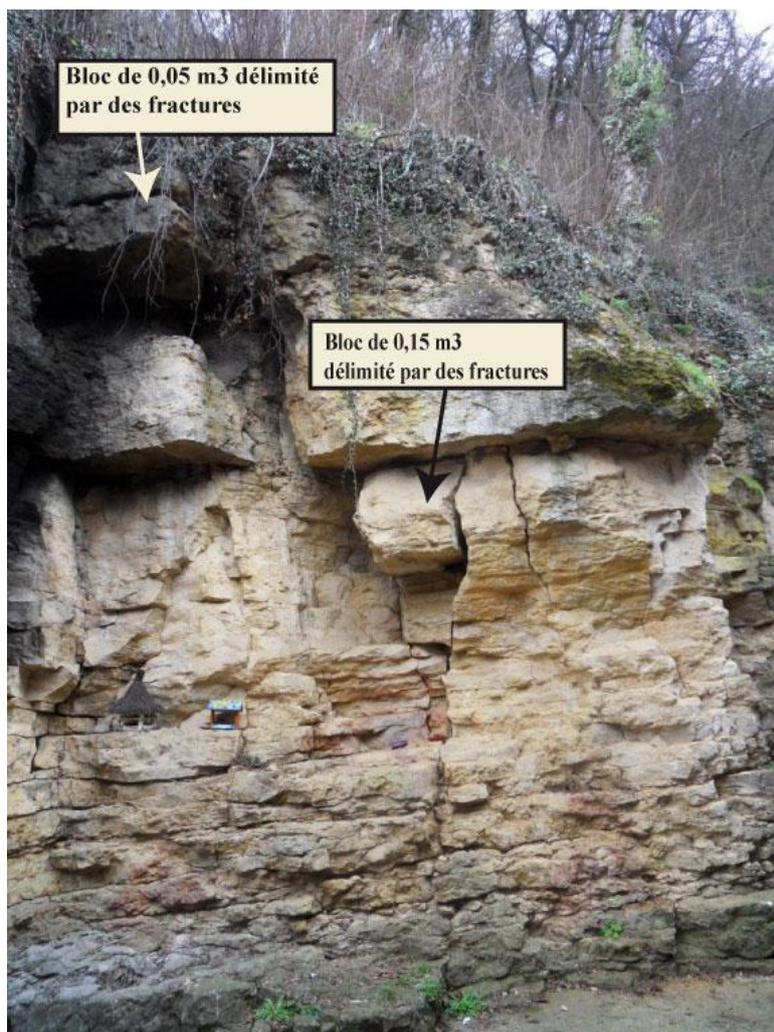


Photo 3 : blocs instables au droit des surplombs

Aléa de propagation : parcelle 52/309

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Arrière-cour plate sur 5 m jusqu'au mur de la maison.

Géologie de la zone de propagation :

Béton

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

À fin 2011, rien n'est tombé depuis 4 ans, mais le propriétaire purge régulièrement. Une chute de bloc début 2012.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : cabanon, four, terrasse d'été, maison

Distance enjeux/zone de départ : immédiate

Parades :

- Au niveau de l'escarpement supérieur

Un débroussaillage et une purge pourraient suffire. Sinon prévoir la pose d'une barrière grillagée à la base.

- Pour l'escarpement inférieur

Couper l'arbre derrière le cabanon et détruire les racines qui se développent dans une fracture.

Mise en place de soutènement (contreforts) au niveau de la colonne rocheuse (photo 2) et sous les blocs en surplomb (photo 3).

Aléa de départ : parcelle 310

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 5,5 m / L = 10 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'affleurement est constitué de calcaires du Bajocien qui ont un pendage (N30 15W) (photo 1).

Pour la partie inférieure : la zone présente des sous-cavages de 1 m et des volumes de 2 m³ en surplomb. La roche est très altérée sur des couloirs (mise en place de thalwegs). Le délitage se fait selon la stratigraphie, et verticalement avec des fractures ouvertes. Densité de fractures : 1/m. Présence d'une colonne rocheuse instable (photo 2).

La partie supérieure est dans le complexe à banc gréseux, elle est très altérée et sableuse.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 4 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de la corniche

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Lierre sur le sommet à la rupture de pente, arbustes et herbes.



Photo 1 : Ensemble de la parcelle



Photo 2 : Colonne rocheuse instable

Aléa de propagation : parcelle 310

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Terrain plat recouvert de graviers

Géologie de la zone de propagation :

Graviers

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

30 t de blocs sont tombées depuis 4 ans; en un mois en 2011, 20 blocs de 0,02 m³ en moyenne. Les blocs se sont propagés jusqu'à 3 m du pied de l'affleurement.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : parking à ciel ouvert.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat

Parades :

Purge sur toute la zone de départ.

- Au niveau de l'escarpement supérieur.

Pose d'une barrière grillagée à la base excepté au droit du talweg où la quantité de matériel qui tombe est tellement importante (30 t en 4 ans) que la mise en place d'une parade imposerait une purge dans des conditions difficiles d'accès. Nous préconisons de laisser tomber les blocs au droit du talweg et de les évacuer depuis la cour.

- Pour l'escarpement inférieur

Mise en place de soutènement au niveau de la colonne rocheuse (photo 2).

Aléa de départ : parcelle 53

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 6 m / L = 15 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : L'affleurement est constitué de calcaires bajociens. Présence de sous-cavages de 30 cm. Fracturation : une fracture tous les 2 m.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,07 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : partie haute (au-dessus de 3 m)

Géométrie/forme : quelconque

Végétation :

Présence d'arbres en partie sommitale de l'escarpement et de lierre sur toute la hauteur de l'affleurement.

Remarque : Pas de ruissellement visible mais zone humide (de par son taux d'ensoleillement faible).



Photo 1 : panorama de l'escarpement

Aléa de propagation : parcelle 53

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Au pied de la corniche, un replat de 4 m puis la maison.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Des blocs (une cinquantaine) sont visibles au pied de l'affleurement et jusqu'à la maison. Leur volume est de 0,02 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : la maison.

Distance enjeux/zone de départ : 4 m

Parades :

Purge, dévégétalisation, mise en place si nécessaire après la purge d'un grillage pendu si la maison vient à être habitée.

Aléa de départ : parcelle 54-55

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 2 à 6 m / L_{max} = 5 m (dimensions supposées)

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'affleurement est constitué de calcaires bajociens. La végétation trop présente rend toute observation précise impossible. Le peu de corniche visible laisse supposer des surplombs dont la profondeur est estimée en moyenne à 30 cm. La densité de fracturation estimée est de 1/30 cm. Présence de blocs glissés sur les colluvions.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,02 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : impossible à localiser. Il semble que la présence massive de lierre forme un "grillage plaqué naturel" retenant temporairement les blocs susceptibles de chuter.

Végétation :

Arbres en partie sommitale de l'affleurement et lierre sur l'ensemble



Photo 1 : Vue d'ensemble de la parcelle



Photo 2 : Densité de la végétation devant l’affleurement



Photo 3 : Zoom sur les seules parties visibles



Photo 4 : Enjeux

Aléa de propagation : parcelle 54-55

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

Au pied de la corniche, une pente de 40° sur 3 à 5 mètres, puis la maison.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Des blocs (une cinquantaine) de 0,02 m³ sont visibles au pied de l'affleurement (photo 3) et jusqu'à la maison. Il est possible que des blocs aient été déplacés, des traces récentes d'entretien de l'arrière de la propriété étant visibles (arbres coupés...).

Enjeux :

Type de bâtiments/route : la maison.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat

Parades :

Deux options :

1. Dans un premier temps, il conviendrait de dévégétaliser afin de végétaliser selon la méthode présentée en annexe.
2. Boucher les ouvertures de type porte/fenêtre et/ou réduire la section des « fenestrons » qu'il faudrait placer en hauteur.

Aléa de départ : parcelles 57-56 partie sup

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : L = 8 m / H = 2 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'affleurement est constitué de calcaires bajociens (bancs gréseux) (photo 1). Il est fortement démantelé horizontalement selon la stratification (N30 15W). La roche présente un état d'altération avancé (effritement) ainsi qu'un sous-cavage maximal de 50 cm (photo 2). Une fracture verticale, tous les 30 cm en moyenne avec une orientation N95.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,05 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur tout l'affleurement

Géométrie/forme : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'un important couvert végétal sur la partie supérieure de l'affleurement.



Photo 1 : Aspect général de l'affleurement



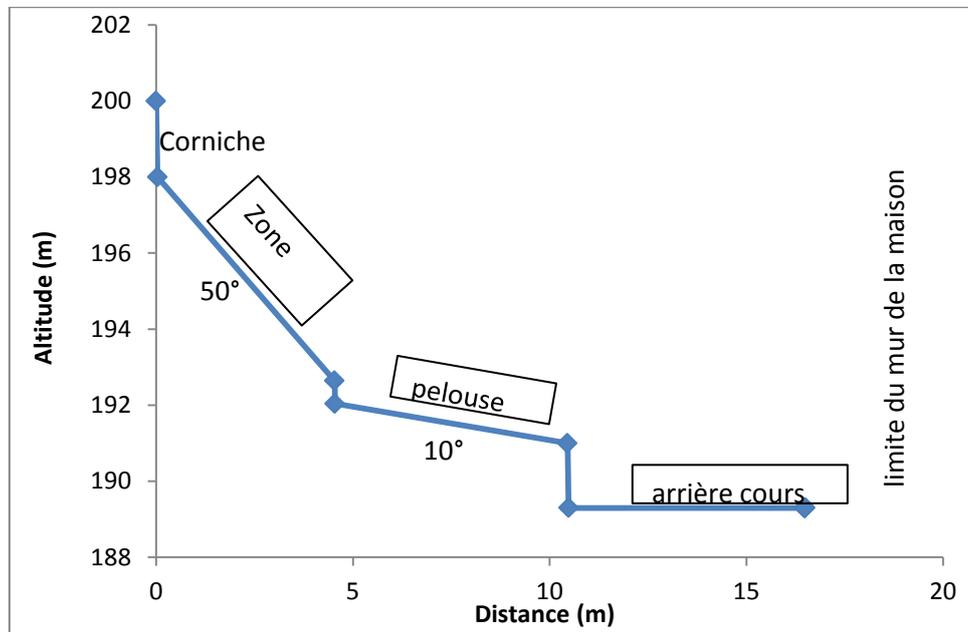
Photo 2 : Sous-cavages



Photo 3 : Zone de propagation et enjeu

Aléa de propagation : parcelles 57-56 partie sup

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



Géologie de la zone de propagation :

Terre et pelouse

Inventaire Blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Au pied de la corniche, une matrice sableuse. Quelques blocs d'un volume maximal de 0,05 m³ au pied de la première pente. Pour ce qui est du jardin, aucun bloc n'est visible, mais les propriétaires évacuent certainement les blocs.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : le jardin et la maison (photo 3)

Distance enjeux/zone de départ : immédiat en ce qui concerne le jardin, 15 m pour la maison.

Parades :

Purge et mise en place d'une barrière fixe grillagée en pied de talus. Les simulations (blocs de 100 kg qui chutent du haut de l'escarpement) avec Pierre98© nous donnent des vitesses ≤ 10 m/s en pied de talus avec une énergie de 6 kJ).

Aléa de départ : parcelle 57 angle SW

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 3 m / L = 12 m

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'affleurement est situé à l'angle sud-ouest de la parcelle 57 (photo 1), il est constitué de calcaires bajociens. La stratification est orientée N30 15W. On note une micro-fracturation verticale tous les 20 cm, ainsi que des fractures ouvertes sur 10 cm maximum. De nombreux blocs sont en surplomb. Présence d'une cavité (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : un bloc en surplomb de 1 m³

Localisation des blocs susceptibles de tomber : Sur tout l'affleurement et en particulier le bloc en surplomb sur la photo 3.

Géométrie/forme : cubique

Végétation :

Présence d'arbres en partie sommitale de l'affleurement et lierre courant sur l'affleurement.



Photo 1 : Ensemble du coin SW

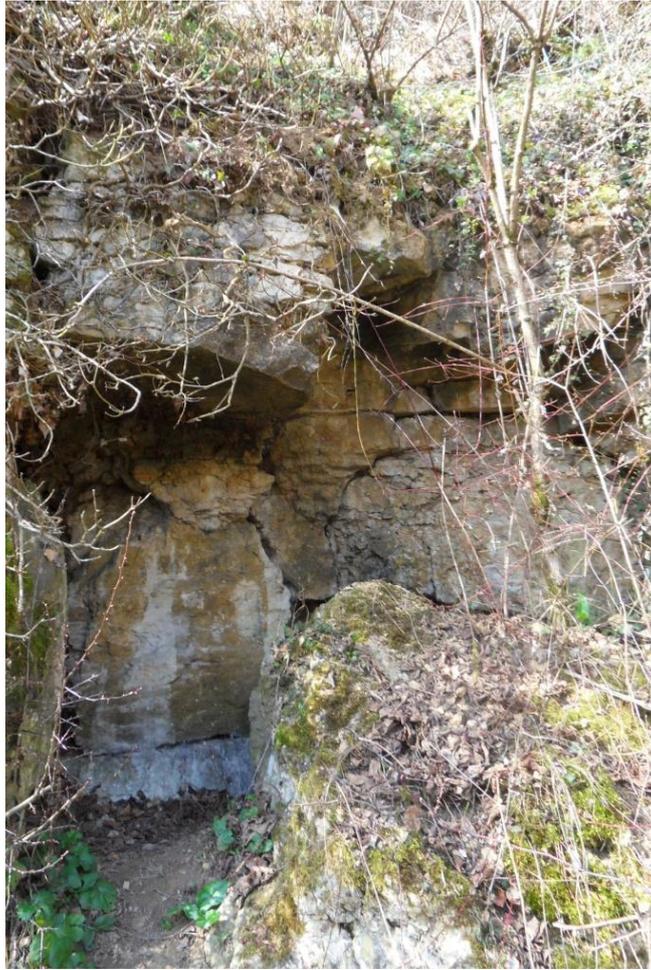


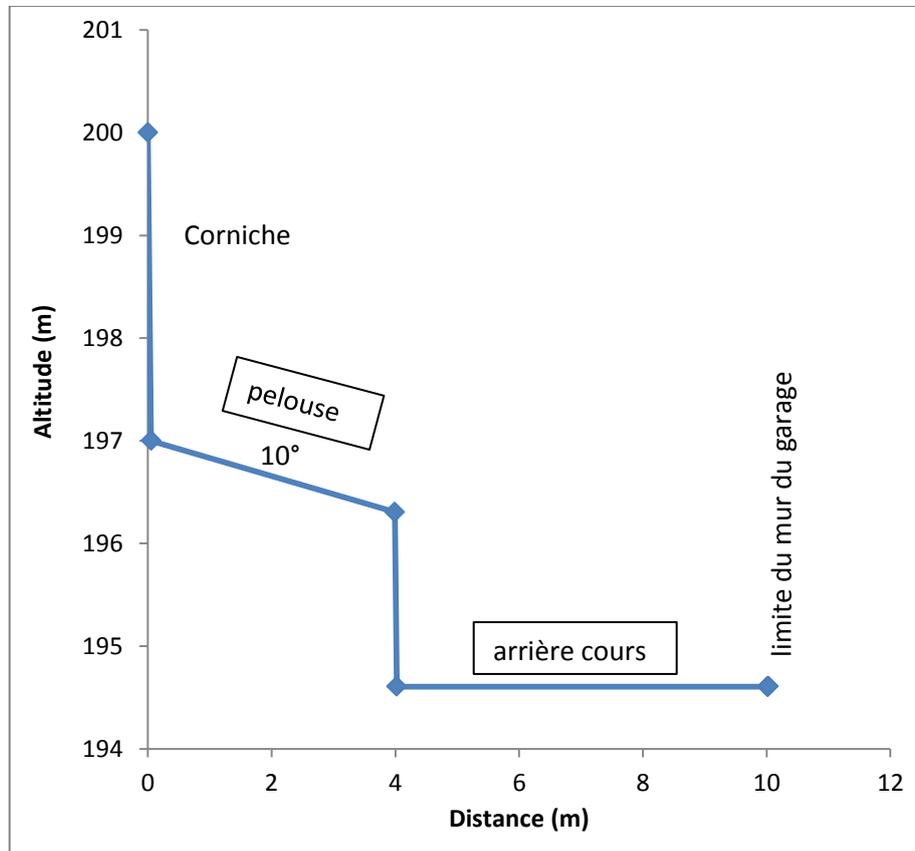
Photo 2 : Entrée de la cavité



Photo 3 : Gros plan d'un bloc en surplomb (1 m³)

Aléa de propagation : parcelle 57 angle SW

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :



Géologie de la zone de propagation :

Terre et pelouse

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Aucun bloc n'est visible, mais les propriétaires évacuent probablement les blocs tombés.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : le jardin et le garage.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat en ce qui concerne le jardin, 10 m pour le garage

Parades :

Purge, dévégétalisation, mise en place d'un pilier de soutènement au droit du bloc en surplomb (photo 3) pour permettre l'accès à la cavité.

Aléa de départ : parcelle 59-58

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : $H_{\max} = 3,5 \text{ m} / L = 10 \text{ m}$

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : l'affleurement (photo 1) est constitué de calcaires du Bajocien. Il est complètement démantelé et présente quelques sous-cavages qui ne sont pas plus profonds que 50 cm. L'affleurement se délite selon la stratification (N30 15W) et verticalement à raison en moyenne d'une fracture tous les 30 cm. Ces dernières peuvent affecter plusieurs bancs mais ne sont pas très développées (elles n'excèdent pas 1 m de long).

Remarque : Seule la partie nord de l'affleurement est concernée, dans la partie sud il s'agit d'une zone d'érosion régressive (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,6 m³ maximum

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur tout l'affleurement rocheux

Géométrie/forme : parallélépipédique.

Végétation :

Herbe et lierre sur les parties qui semblent stabiliser l'affleurement.

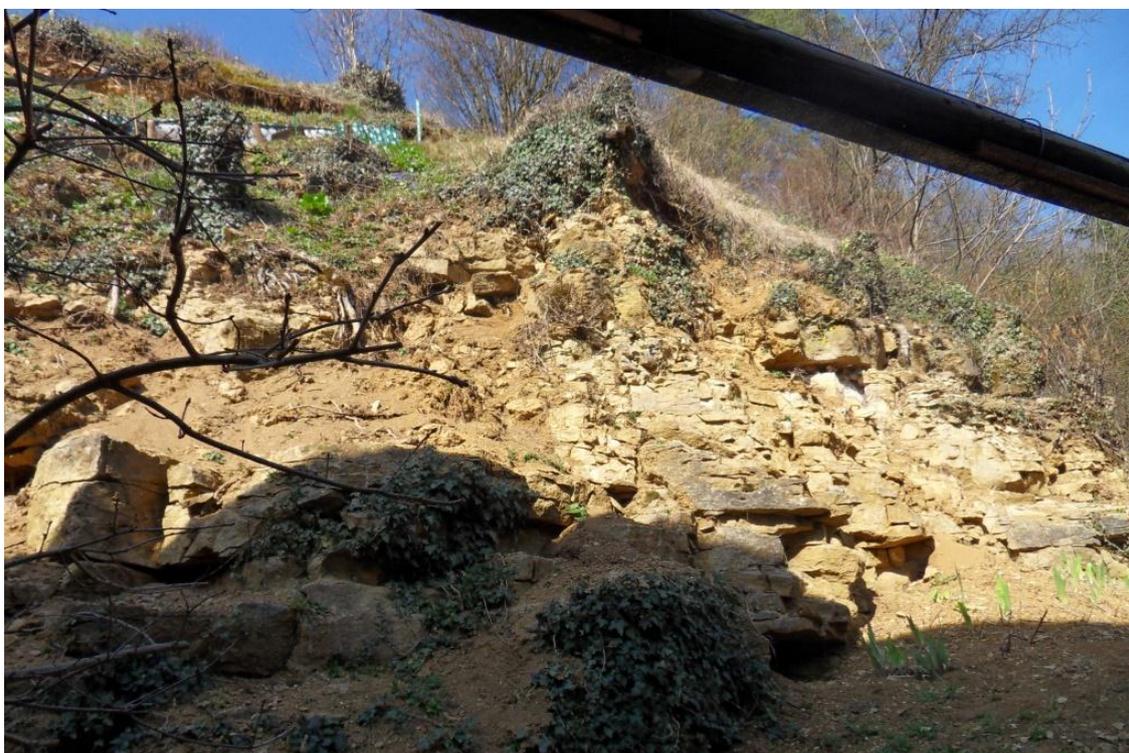


Photo 1 : Vue sur l'ensemble de l'affleurement



Photo 2 : Partie au Sud concernée par l'érosion régressive



Photo 1 : Vue sur les enjeux et sur une partie des blocs déjà tombés

Aléa de propagation : parcelle 59

Morphologie de la zone de réception/propagation (pente/régularité/replat/couloir/obstacles/végétation) :

La Morphologie de la zone de réception/propagation est variable le long de l'affleurement : la partie en face de la porte du garage (partie nord) est constituée d'un talus d'éboulis très rocheux de 25° de pente sur 2 m environ puis d'un replat de 3 m jusqu'au mur du garage (photo 3). La partie au Sud est composée par un talus d'éboulis d'environ 35°.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis et terre sableuse

Inventaire blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Le nombre de blocs chutés est supérieur à 100, la répartition spatiale est difficile à évaluer car les blocs sont évacués ou déplacés par les propriétaires mais d'après leurs dires les blocs peuvent arriver jusqu'au mur de la maison.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : la maison et le jardin

Distance enjeux/zone de départ : immédiat

Parades :

Sur la partie sud (érosion régressive) : pose d'une géogrille (jute coco + grillage) à végétaliser sur le talus.

Sur la partie nord (affleurement) : purge légère et grillage pendu lesté.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Lorraine

1, avenue du Parc de Brabois

54500 – Vandœuvre-lès-Nancy - France
Tél. : 03 83 44 81 49