

L'INTERET D'UN DIAGNOSTIC HISTORIQUE APPROFONDI : LA SECURISATION D'UN EBOULEMENT A MONTBAZON (37)

Interest of a thorough historical expertise : the mitigation case of a collapsed cliff in Montbazon (37)

Gildas NOURY¹, Anthony REY¹

¹ BRGM, Orléans, France.

RÉSUMÉ – Suite à des éboulements ayant affecté un quartier de la ville de Montbazon (37) en 2019, le BRGM a effectué un diagnostic de l'évènement : pour la sécurisation provisoire du site, pour traiter le dossier « catastrophe naturelle », pour comprendre les causes de l'évènement de manière à optimiser les travaux de sécurisation définitive. Cette analyse montre l'influence de caves situées en pied de coteau dans la stabilité du secteur.

ABSTRACT – Following cliff collapses that affected a district of the city of Montbazon (37) in 2019, the BRGM carried out an expertise of the event: to secure the site, to deal with the “natural disaster” compensation claim, to understand the causes of the event and to propose adequate final works. This analysis shows the influence of cellars caved in the cliff on the stability of the sector.

1. Introduction

En décembre 2019 à Montbazon (37), une série d'éboulements rocheux a affecté un promontoire sur lequel est installé une forteresse médiévale et une rue située en contrebas. La Direction Départementale des Territoires de l'Indre-et-Loire (DDT37) a dans un premier temps sollicité le BRGM pour fournir un diagnostic en urgence de manière à sécuriser les biens et les personnes et pour traiter la demande de reconnaissance en état de catastrophe naturelle émise par la commune.

Dans un second temps, la DDT37 a sollicité le BRGM pour : a) compléter le diagnostic initial afin de mieux comprendre les causes de l'éboulement de décembre 2019 et b) fournir une première évaluation technique et financière pour la sécurisation du secteur sinistré en fonction de deux scénarii :

- Scénario 1 : avec acquisition des maisons dans le cadre d'une procédure d'acquisition amiable des biens suivie de leur démolition ;
- Scénario 2 : sans acquisition des maisons dans la perspective de maintenir et sécuriser les enjeux présents au droit du site d'éboulement.

Le diagnostic s'appuie sur une analyse des informations disponibles et sur une série d'observations visuelles effectuées lors de plusieurs visites du site.

Pour des raisons administratives, l'évaluation financière des travaux n'est pas présentée.

2. Contextes géologique géographique et historique

2.1. Généralités

Le promontoire rocheux (Figure 1) sur lequel s'est construite la forteresse de Montbazon s'est vraisemblablement formé au Quaternaire par l'incision du plateau calcaire tourangeau par l'Indre et par un de ses petits affluents. A cet endroit, la roche (craie à nombreux silex) est naturellement fragilisée (appel au vide généré par le bord du coteau, discontinuités verticales du massif rocheux, karstification de la craie, etc.).



Figure 1. Localisation de la zone étudiée

A ces contraintes environnantes s'ajoutent les actions liées à l'homme ou à la végétation :

- Les racines des végétaux poussant sur la falaise contribuent à sa déstructuration.
- Des travaux de confortements et de gestion des eaux ont été entrepris dans le passé, mais, même si leur efficacité est difficilement estimable (lacune d'informations sur leurs conception, réalisation et entretien), elle paraît limitée à des rôles ponctuels (la plupart des travaux ont été effectués par parcelle).
- Le coteau est sous-cavé par un voire par deux niveaux de caves petites à moyennes (Figure 2). Ces dernières ont actuellement un rôle de stockage et ont pu dans le passé avoir servi pour l'extraction de matériaux de construction. Elles se concentrent au niveau de la rue des Moulins, de la rue Nationale et de la rue du Château suivant les expertises menées par Cavités 37.



Figure 2. Caves aménagées dans le coteau

Le secteur affecté par l'éboulement de 2019 est constitué en haut du promontoire médiéval (rempart en pierres maçonnées) et en bas d'une série de 7 habitations (avec cours et dépendances à l'arrière) et d'une ruelle permettant d'atteindre certaines caves.

2.2. Historique des mouvements de terrain proches

Plusieurs mouvements de terrain de type chute de pierres et de blocs et éboulements ont affecté dans le passé les coteaux du promontoire (une douzaine entre 1977 et 2020 – Figure 3) et les cavités le sous-cavant (Bilien et Pasquet, 1991 et témoignages).

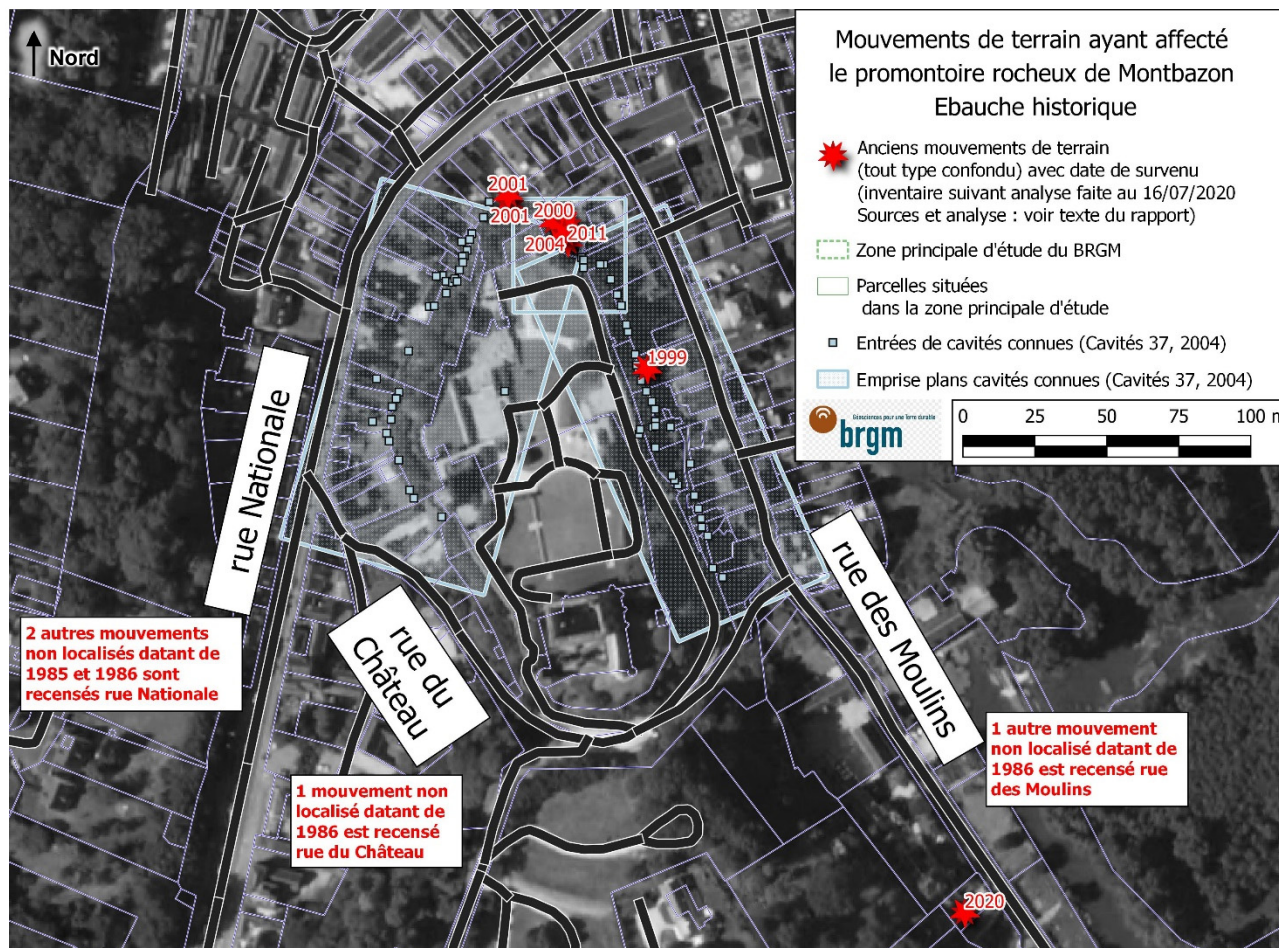


Figure 3. Mouvements de terrain connus à juillet 2020

Parmi ces mouvements de terrain anciens, le plus important est certainement celui s'étant produit en février 2001 juste au nord de celui éboulé en 2019. Suite aux fortes pluies ayant touché l'ensemble du territoire métropolitain, environ 1000 m³ de matériaux s'étaient alors mobilisés. Ils avaient entraîné dans leur chute une tour médiévale, endommagé plusieurs bâtiments et imposé la coupure provisoire de la Rue Nationale. Les expertises menées à la suite de cet évènement indiquent qu'il pourrait s'être initié par l'effondrement souterrain d'une cave située à l'aplomb de la tour. Les travaux de sécurisation avaient à l'époque consisté à la démolition de la tour (Figure 4 à gauche), à l'évacuation des matériaux et à la réalisation de 24 micropieux depuis le haut du promontoire (au niveau de l'éboulement et sur d'autres secteurs - (Figure 4 à droite).

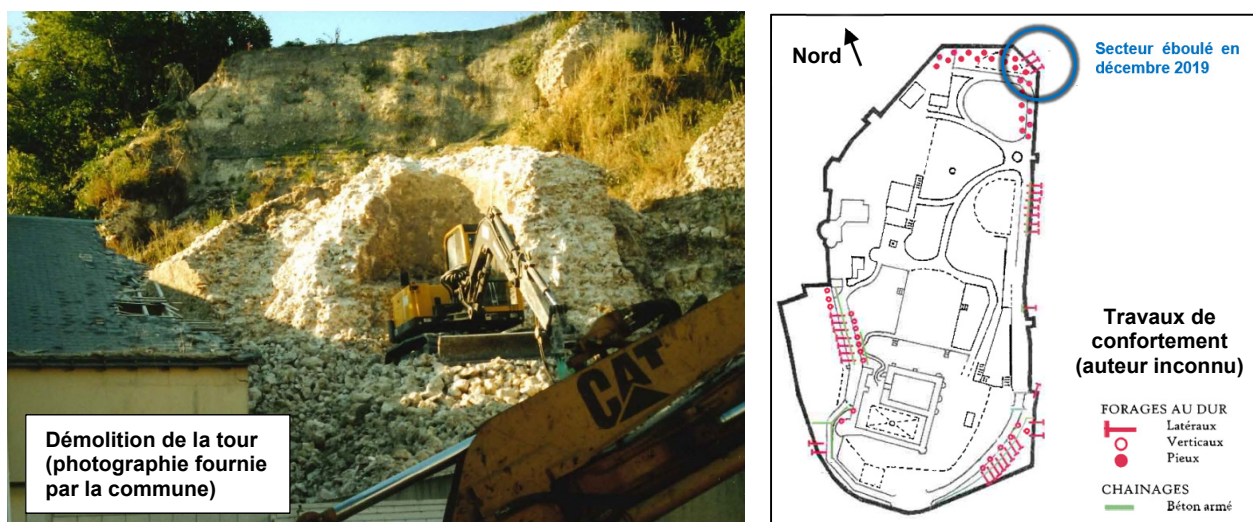


Figure 4. Travaux de sécurisation de l'éboulement de 2001

Suite à ces travaux, une série d'expertises avaient été menées au niveau des propriétés entourant le promontoire, avec des recommandations en vue de conforter certaines instabilités ponctuelles (possibles chutes de pierres et de blocs venant du versant ou en souterrain, dans les caves).

3. Diagnostic de l'éboulement de décembre 2019

3.1. Déroulement supposé

Les jours précédant l'évènement, la station météorologique de Tours enregistre plusieurs jours de pluie, et en particulier : 11,3 mm le 12/12 et 7,9 mm le 14/12, sans toutefois présenter un caractère exceptionnel en terme d'intensité journalière. La conjonction d'un été sec et d'une forte pluviométrie sur les 2 mois précédant l'éboulement (30% de plus que la normale) est en revanche remarquable.

Les observations faites par les experts présents sur place au moment des éboulements ont été complétées par des témoignages recueillis par nos soins. L'ensemble permet de retracer le déroulement de l'éboulement :

- Le 13 décembre, dans l'après-midi, quelques pierres et blocs tombent du pied du coteau dans une cour.
- Le 14 décembre à 4h du matin, un mouvement de plus grande ampleur intéresse cette fois les matériaux rocheux situés plus haut sur le coteau ainsi qu'une partie du rempart de la forteresse et de la plateforme située à l'arrière de 5 habitations.
- Le même jour, vers 19h30, les terrains rocheux et non rocheux situés en tête de coteau tombent à leur tour.

Une photographie prise le 14 décembre à 11h (Figure 5) montre qu'une des caves situées à l'aplomb de l'éboulement était alors encombrée de très nombreux blocs alors qu'elle était vide peu de temps auparavant. L'effondrement précoce de cette cave aurait pu déclencher l'éboulement des terrains situés au-dessus. Cette hypothèse permet d'expliquer la différence entre le volume éboulé (450 à 500 m³) et le volume d'éboulis reposant en pied de coteau (350 à 400 m³) : les 150 m³ « manquants » se trouveraient actuellement dans la (ou les) caves effondrées (vide initial estimé à 200 m³).



Figure 5. Cave effondrée à l'aplomb de l'éboulement de 2019 (photographie prise par un sinistré)

3.2. Configuration post-éboulement

La cicatrice de l'éboulement est un arc de cercle de 25 m de long environ. L'épaisseur des matériaux mobilisés atteint 15 m.

Au niveau de la cicatrice, l'éboulement a mis à nu les éléments suivants (Figure 6) :

- Plusieurs éléments sont en position instable au-dessus du vide : une portion fracturée du rempart médiéval représentant environ 25 m³, des blocs, pierres et un dièdre d'une dizaine de mètres cubes environ. Leur chute affecterait encore davantage les maisons en contrebas, voire éventuellement les autres maisons situées à proximité immédiate.
- Une série de plusieurs centaines de mètres cubes d'écaillles rocheuses est en partie détachée du massif en partie nord ; son éboulement paraît toutefois ne pas devoir se produire avant plusieurs mois/années.
- Deux tubes visibles au niveau de la cicatrice sont certainement des micropieux réalisés lors des travaux de confortement ayant suivi l'éboulement de 2001. Vu leur état, ces structures sont dorénavant inopérantes.

Les éboulis occupent quant à eux le pied de coteau jusqu'aux habitations et poussent sur certains des murs, avec à la clé un risque de rupture et de ruine pour ces bâtiments. Certaines dépendances et bâtiments ont été sérieusement sinistrés.

Les caves présentes en pied de coteau au droit de l'éboulement ne sont plus visitables et certaines se sont certainement effondrées comme on l'a vu précédemment.

L'inspection des abords de l'éboulement (caves, coteau, souterrain de la forteresse) n'a pas révélé d'instabilités inquiétantes à court terme.

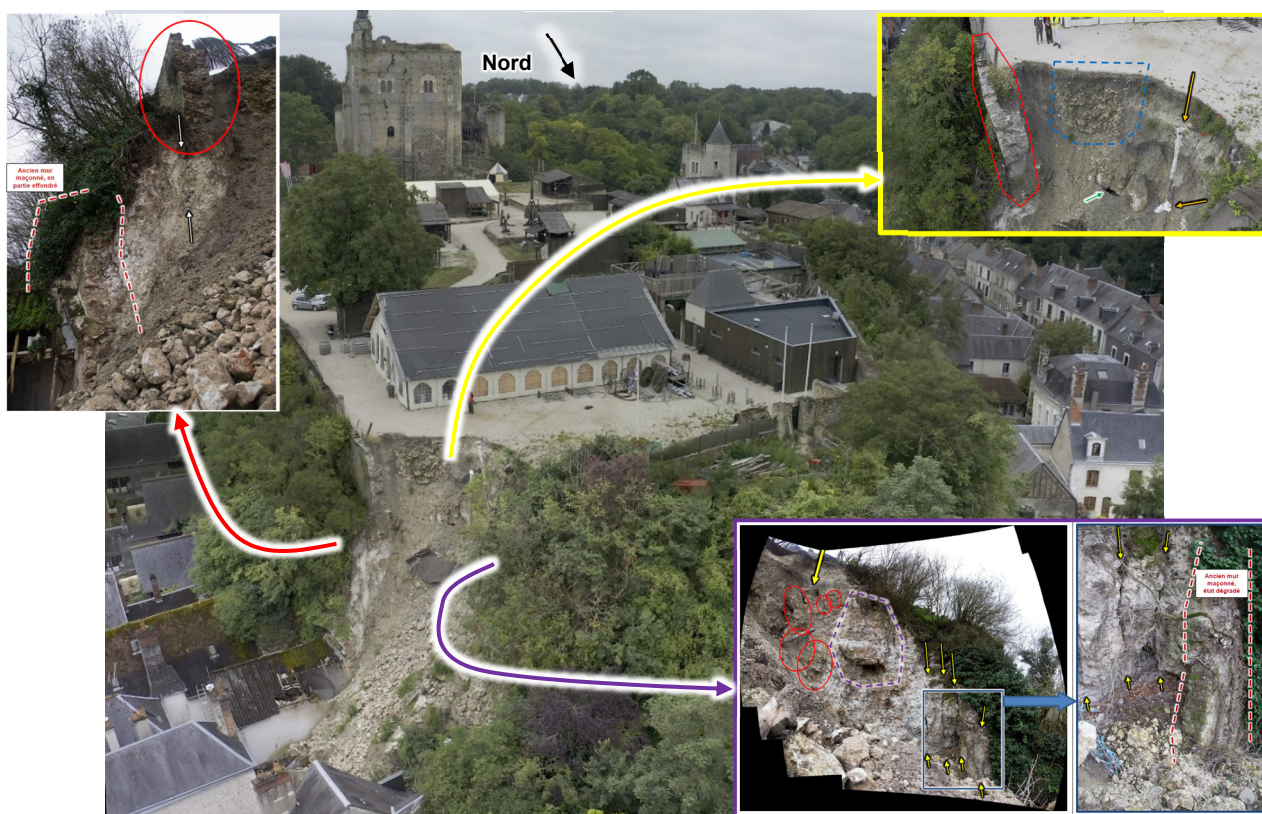


Figure 6. Vues de l'éboulement de 2019 (prise de vue par Visadrone)

4. Recommandations techniques pour une sécurisation pérenne du secteur

4.1. Concernant l'éboulement de 2019

A l'issue du diagnostic, les risques résiduels sont limités étant donné que les parcelles concernées ont été rapidement soumises à un arrêté de péril (habitations évacuées). Certains travaux urgents ont toutefois été conseillés pour ne pas aggraver la situation : dérivation des eaux de pluies arrivant au niveau de la cicatrice, purges des éléments instables, etc.

La sécurisation définitive du secteur est rendue complexe pour des raisons juridiques, financières et techniques. Une action judiciaire est en effet en cours à l'heure de la rédaction de cet article. Les coûts estimés des travaux sont par ailleurs importants. La reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle a toutefois permis de faire avancer les démarches en vue de l'indemnisation des sinistrés et de la sécurisation du site. Pour cette dernière, les recommandations (simplifiées) suivantes ont été proposées (sans calcul géotechnique à ce stade) :

- Travaux préalables. La phase de préparation consiste notamment à protéger les biens qui seraient conservés et à mettre en place des mesures de protection des ouvriers (travail en fonction de la météo, surveillance en continu du coteau, etc.).
- Scenario 1. Dans ce scénario, les biens sont acquis (par exemple par l'Etat) et sont démolis. Les travaux suivants ont alors pour objectif de conforter le haut de la falaise et de sécuriser son pied de manière optimisée (Figure 6 et texte suivant). Après que la cicatrice de l'éboulement a été talutée en tête et purgée des éléments les plus instables, un revêtement grillagé est ancré en tête, pendu et lesté en pied. L'évacuation des éboulis peut alors se faire mais, étant donné que les accès actuels sont très restreints, elle implique la création d'un nouvel accès par démolition d'un ou plusieurs bâtiments. Des cavités endommagées seront à ce moment vraisemblablement mises à jour au niveau du coteau : elles nécessiteront un

confortement qui pourra être envisagé par accès direct. Une fois qu'auront été démolis les bâtiments, il restera alors à neutraliser la zone située entre la rue et le coteau et, si possible, de protéger encore la rue en aménageant un petit merlon.

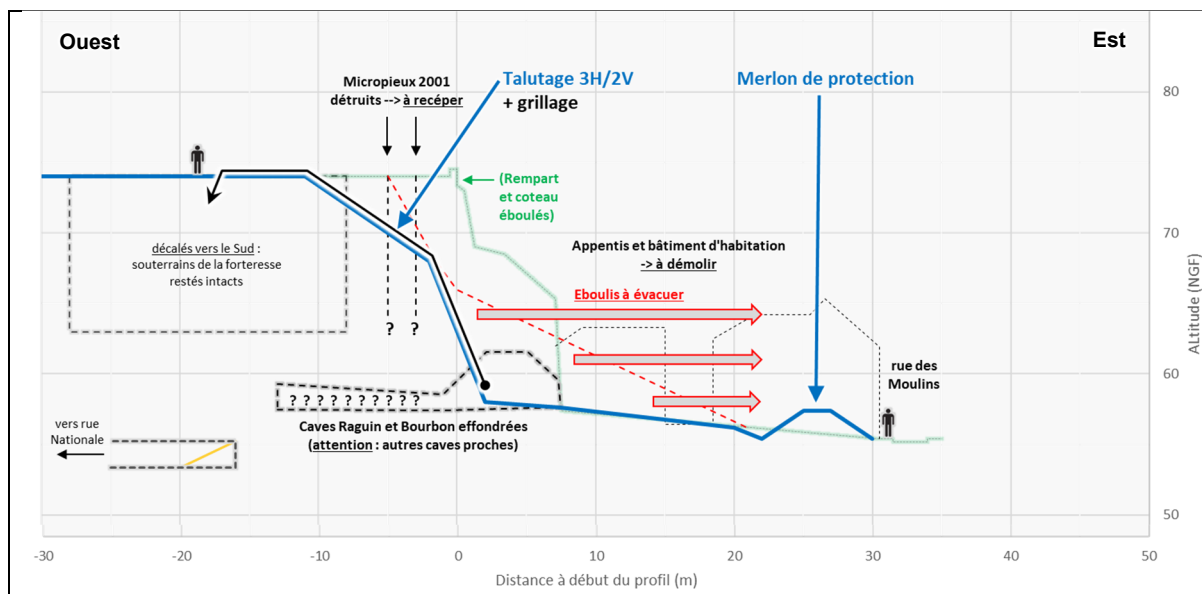


Figure 6. Scenario 1 – Coupe schématique de principe des travaux de sécurisation

- **Scenario 2.** Dans ce scenario, les biens ne sont pas acquis, ils sont conservés et remis en état. Cette différence avec le scenario 1 implique : 1) un comblement préalable des éventuels vides encore présents dans le coteau (par injections depuis le promontoire) ; 2) un confortement renforcé du coteau (par paroi clouée) ; et 3) la création d'un nouvel accès (pour l'évacuation des éboulis) limité à la démolition d'un ou deux bâtiments actuellement abandonnés.

Le dossier étant toujours en cours d'instruction à l'heure de la rédaction de cet article, les coûts estimés pour ces travaux ne sont pas fournis ici. On peut simplement noter que le surcoût du scenario 2 par rapport au scenario 1 a été estimé à environ 60%, hors coûts d'acquisition et de démolition des biens et hors coûts d'évacuation des gravats.

4.2 Concernant l'ensemble du coteau

En considérant l'ensemble du promontoire comme une zone homogène, les mouvements de terrain l'ayant affecté indiquent une activité de l'ordre de 0,3 événements / an, ce qui correspond à un degré d'activité moyen selon la méthode « MEZAP » (C2ROP, 2020).

Concernant cette fois le versant dans son ensemble, à savoir en y intégrant les caves, mais en ne considérant pas les ouvrages de confortement existant, l'aléa y serait très fort suivant le guide de caractérisation et d'évaluation de l'aléa « versant rocheux sous-cavé » (Cherkaoui et Herbaux, 2018). Suivant ce document, et en laissant le lecteur s'y référer pour les notations employées, l'aléa peut en effet être évalué au droit du secteur sinistré en 2019 de la manière suivante :

- Concernant la configuration du versant sous-cavé :
 - Distance D entre la cavité et le front de falaise = 0 (entrée en cavage).
 - Hauteur de la cavité $H_c = 2$ m.
 - Hauteur entre plancher cavité et sommet du front $H_m = 21$ m.
 - Hauteur maximale du front $H_f = 21$ m.
 - L'activité du front rocheux est considérée comme frais à actif.
 - Les facteurs aggravants sont considérés à un niveau 3/3.
 - L'état des cavités est considéré comme instable, voire très instable.

- Avec un rapport $H_c/H_f = 2/21$, le volume estimé des vides est considéré comme faible. Vu l'état de stabilité des cavités, cela aboutit à une influence faible à moyenne de la cavité sur la prédisposition à la rupture. Avec en complément une activité du massif frais à actif, un niveau de facteurs aggravants à 3/3, la prédisposition à la rupture est évaluée comme très sensible.
- Avec un rapport $H_c/H_m = 2/21$, le volume estimé de matériaux mobilisables est considéré comme important. Concernant toujours les éléments instables observables sur le front : leur hauteur atteint 20 m et leurs volumes maximaux sont ceux de gros blocs voire de masses. Vu ces aspects, l'intensité est considérée comme élevée.
- L'aléa résultant (prédisposition très sensible X intensité élevée) est très fort.

De la sorte, une série de recommandations a été faite pour améliorer de manière globale la gestion du risque :

- Identifier les zones a priori les plus à risques, les surveiller.
- Vérifier et si besoin améliorer la gestion des eaux.
- Evaluer de manière approfondie les aléas et prévoir les travaux de sécurisation nécessaires, avec des confortements plus ou moins importants en fonction de l'état des cavités.
- Vérifier et si besoin compléter l'information des riverains concernés vis-à-vis des risques et de leurs obligations de travaux et d'entretien.

5. Conclusions

Comme l'a montré l'analyse historique globale de la commune, l'éboulement de 2019 n'est pas le premier à avoir affecté le promontoire de Montbazon. Sa configuration géologique rend bien sûr ce secteur naturellement sensible aux phénomènes de chutes de pierres et de blocs et aux éboulements, mais d'autres facteurs aggravent la situation. Les caves situées en pied de coteau fragilisent notamment le massif rocheux comme le laisse supposer l'effondrement d'un de ces souterrains qui a précédé l'important éboulement de février 2001.

Le recueil des témoignages des sinistrés de l'éboulement de décembre 2019 a également permis d'orienter le diagnostic dans ce sens : une des caves présente à cet endroit se serait effondrée au début de l'évènement.

Ces informations se sont révélées ici primordiales. Elles ont non seulement servi à bien orienter les travaux du secteur sinistré mais elles permettent également de mieux cibler les diagnostics à venir pour la mise à jour de l'aléa sur l'ensemble du promontoire.

6. Références bibliographiques

Bilien E., Pasquet R. (1991) – Cartographie des risques prévisibles de mouvements de terrain en Indre-et-Loire, étude générale. Rapport BRGM/R 32367 CEN 4S/91.
C2ROP (2020) – Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux – Etat de l'art.
Cherkaoui A., Herbaut M. (2018) – Aléa versant rocheux sous-cavé, caractérisation et évaluation. Guide Cerema Ineris, référence Ineris 17-164712-08773A