

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

Rapport final

BRGM/RP-60166-FR
septembre 2012

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

Rapport final

BRGM/RP-60166-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, Preny

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 Preny (Meurthe-et-Moselle) Rapport BRGM/RP-60166-FR, 180 p., 8 fig., 2 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 Preny. La démarche adoptée est de type expert et s'appuie sur une méthodologie qui tient compte de la propension de certains affleurements rocheux à produire des blocs instables (aléa de départ) et des 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 de 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 concernées 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 en matière de travaux de confortement, nous avons identifié les principaux secteurs à risque, avec classement des priorités d'intervention selon trois niveaux.

La commune de Preny présente des zones d'aléa « chutes de blocs » faible à moyen. Les secteurs d'aléa fort sont absents sur la partie étudiée de la commune.

L'étude de l'aléa chutes de blocs concerne ici principalement l'analyse des murs en ruine de l'ancien château de Preny. De manière générale, ces murs sont couverts de végétation (arbres et surtout lierre). Si cette végétation évite aux blocs de chuter, à court terme, il n'en est pas de même à moyen et long terme car cette dernière, en s'insinuant dans leurs joints et en grossissant finissent par les faire chuter. Il est donc conseillé sur l'ensemble des murs du château d'enlever la végétation, puis de purger les blocs instables et de restaurer les maçonneries.

Le type de parade dont la mise en place est localisée dans les zones de priorité moyenne consiste principalement à encercler le mur par une barrière fixe grillagée (à maille double torsion) de 1 m de hauteur afin de contenir la propagation des blocs chutés dont la taille dépasse rarement 0,1 m³.

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 et contexte.....	7
1.1.2. Phénomène pris en compte.....	7
2. Méthodologie sur l'aléa chutes de blocs et évaluation des secteurs à risque	Erreur ! Signet
2.1. EVALUATION DE L'ALEA.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2.1.1. Evaluation de l'aléa de départ	Erreur ! Signet non défini.
2.1.2. Evaluation de l'aléa de chutes de blocs.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1.3. Evaluation de l'aléa final en trois classes	Erreur ! Signet non défini.
2.2. EVALUATION DES ENJEUX ET VULNERABILITE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2.3. EVALUATION DU RISQUE, PRIORITE POUR LES SOLUTIONS DE CONFORTEMENT	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
3. Exemple de parades préconisées dans cette étude	17
4. Diagnostic par zone et parades proposées.....	19
5. Conclusion	21
6. Bibliographie	23

Liste des illustrations

Illustration 1 - Principe d'évaluation du risque.	Erreur ! Signet non défini.
Illustration 2 - Exemple simplifié de la gradation de l'aléa de propagation.	Erreur ! Signet non défini.
Illustration 3 - Exemple de zonage de l'aléa final en trois classes à partir de l'aléa de départ.	Erreur ! Signet non défini.
Illustration 4 - Principe d'évaluation du risque.	Erreur ! Signet non défini.
Illustration 5 - Matrice pour l'établissement des zones de priorité pour la mise en place des parades.	Erreur ! Signet non défini.
Illustration 6 – Tableau synthétique de parades passives	17
Illustration 7 - Tableau synthétique de parades actives.....	18
Illustration 8 - Localisation des zones examinées sur la commune de Preny.	20

Liste des annexes

Annexe 1 : Exemples de parades contre les chutes de blocs.....	25
Annexe 2 : Fiches descriptives par zones	37

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 et contexte

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 DDT54 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 DDT54 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.

La commune de Preny, qui concerne ce rapport, se situe à 13 kilomètres au nord-est de Pont-à-Mousson. Bien que cette commune soit édifiée sur les calcaires du Bajocien, l'étude de l'aléa chutes de blocs concerne ici principalement l'analyse des murs en ruine de l'ancien château de Preny. Les affleurements de calcaires bajociens sont en effet anecdotiques sur le secteur étudié.

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.

L'historique des chutes de blocs n'a pas pu être réalisé faute d'événements majeurs et marquants.

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.

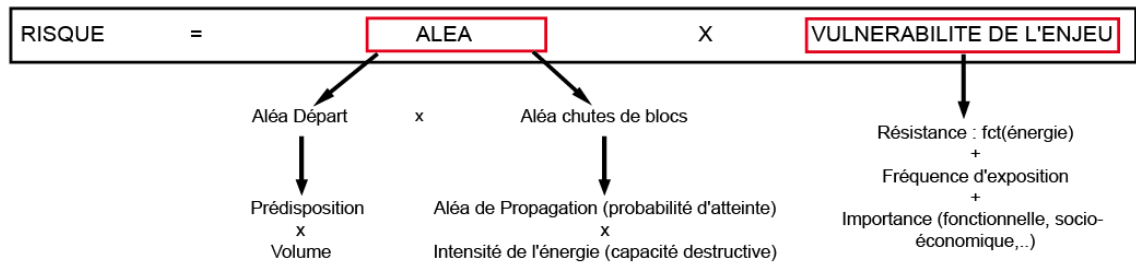


Illustration 1 - Principe d'évaluation du risque.

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 :

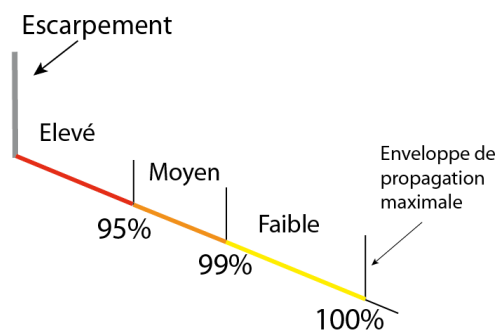


Illustration 2 - Exemple simplifié de la gradation de l'aléa de propagation.

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.

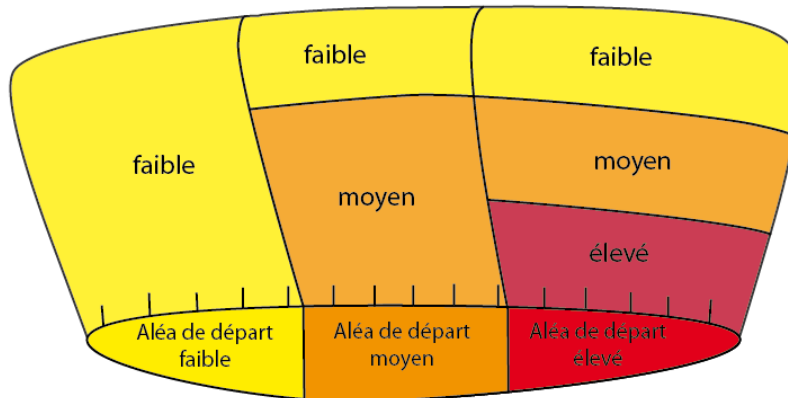


Illustration 3 - Exemple de zonage de l'aléa final en trois classes à partir de l'aléa de départ

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 :

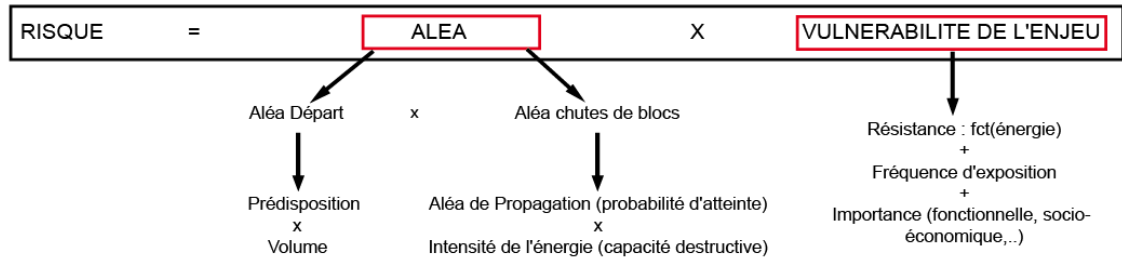


Illustration 4 - Principe d'évaluation du risque.

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

3. Exemple de parades préconisées dans cette étude

Des parades sont proposées pour toutes les zones à enjeu concernées par un aléa chutes de blocs. Une hiérarchisation des secteurs à protéger contre cet aléa a également été établie, mais à titre indicatif ; les priorités d'actions devant *in fine* résulter d'une décision des acteurs locaux. 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 n'empêchent pas le phénomène de se produire mais protègent les enjeux contre les impacts, et les parades actives qui empêchent les phénomènes de se produire. Des exemples photographiques et schématiques de certaines de ces parades font l'objet de l'annexe 1. Dans tous les cas, leur choix définitif dépend de leurs rapports coûts/bénéfices, sachant que leur dimensionnement final (projet d'exécution) doit être assuré par un bureau d'études spécialisé et leur mise en place confiées à des entreprises également spécialisées, le plus souvent en travaux acrobatiques.

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 cable metallique	qqs 100 kJ (classe 1 à 3 : norme NF P 95-308)
			filets métalliques type ASM	qqs 1000 kJ
			filets en cable métallique	qqs 1000 kJ
			filets métalliques type ASM	
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 6 - 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 7 - Tableau synthétique de parades actives

4. Diagnostic par zone et parades proposées

Le territoire étudié est divisé en zones (illustration 8) qui ont été analysées en détail est décrites dans des fiches qui sont présentes en annexe 2.

Concernant l'aléa chutes de blocs, la commune de Preny ne présente pas d'aléa fort (cf. carte Aléa chutes de blocs hors texte). En outre, l'aléa moyen n'implique que des chutes de blocs qui pour la plupart ont des volumes inférieurs à $0,1 \text{ m}^3$ (# 250 kg). La gradation entre un aléa moyen et faible étant essentiellement due à l'état de démantèlement du mur et de sa probable dégradation future.

Du point de vue du risque, aucun bâtiment n'est menacé à court terme d'être ruiné par les chutes de blocs. A moyen ou long terme, les maisons des parcelles 590, 1343, 1342, 1341 et 1199 peuvent être ruinées par un bloc en surplomb de la tour de la parcelle 1226. Sinon, le risque concerne essentiellement les personnes. Par corolaire, les zones de priorité moyenne pour la mise en place des parades affectent essentiellement le sentier touristique de la parcelle 1221 et le chemin avec les escaliers qui relie la rue Côte Jacques et la rue des Remparts. Enfin, les jardins qui présentent des fortes pentes au Nord et à l'Est du secteur étudié sont également mis en priorité moyenne.

Le type de parade principalement proposé est la dévégétalisation. Elle concerne l'ensemble des murs présents car la végétation est la principale cause de leur détérioration. Il faut donc éradiquer complètement toute végétation. Une purge manuelle, ainsi que des travaux de maçonnerie sont également proposés sur la presque totalité des murs. En outre, il est essentiellement préconisé l'installation de barrières fixes grillagées à maille double torsion de 1 m de hauteur et à 3 m de la base des murs. Enfin, la tour de la parcelle 1226 (zone 9, illustration 8) peut à plus ou moins long terme être génératrice de chutes de blocs dépassant le mètre cube au niveau d'un important surplomb. Aussi, il est préconisé soit d'installer un écran rigide de type mur maçonné soit de conforter par du soutènement le surplomb.

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 Prény. Ce travail a été effectué suivant une démarche de type expert à l'échelle du 1/5000^{ème}, conduisant à des propositions d'actions visant à diminuer le risque.

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

La commune de Prény présente des zones d'aléa « chutes de blocs » de niveaux faibles à moyens. Les secteurs d'aléa fort sont absents sur la partie étudiée de la commune.

L'étude de l'aléa chutes de blocs concerne ici principalement l'analyse des murs en ruine de l'ancien château de Prény. De manière générale, ces murs sont couverts de végétation (arbres et surtout lierre). Si cette végétation évite aux blocs de chuter, à court terme, il n'en est pas de même à moyen et long terme car cette dernière, en s'insinuant dans leurs joints et en grossissant finissent par les faire chuter. Il est donc conseillé sur l'ensemble des murs du château d'enlever la végétation, puis de purger les blocs instables et de restaurer les maçonneries.

Le type de parade dont la mise en place est localisée dans les zones de priorité moyenne consiste principalement à encercler le mur par une barrière fixe grillagée (maille double torsion) de 1 m de hauteur afin de contenir la propagation des blocs chutés dont la taille dépasse rarement 0,1 m³.

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., Agliardi 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.

Site internet :

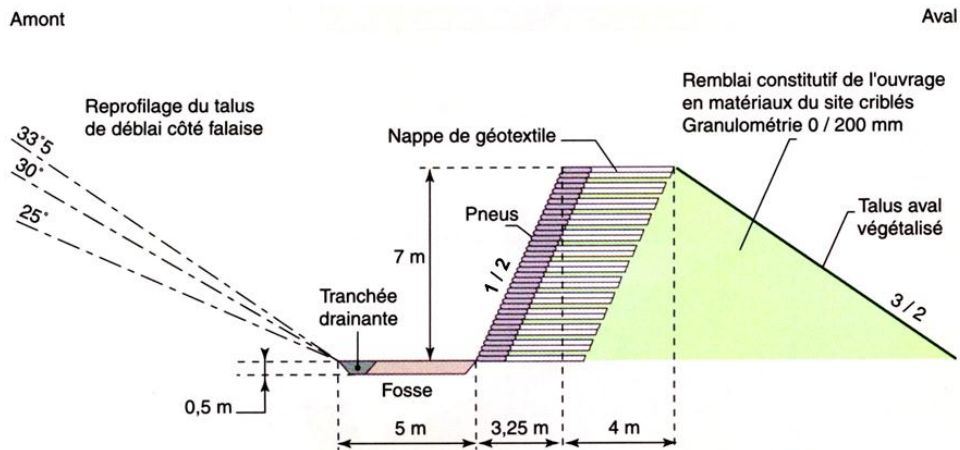
Base de Données Mouvements de Terrains (www.bdmvt.net)

Annexe 1 :

Exemples de parades contre les chutes de blocs

Merlon

> Description



Merlon

> Description



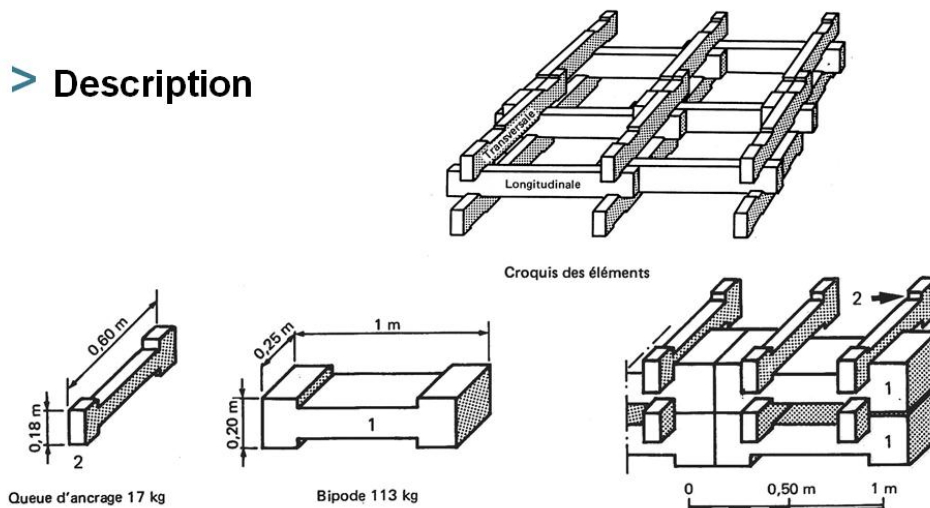
Écran à structure rigide

> Description



Écran à structure rigide

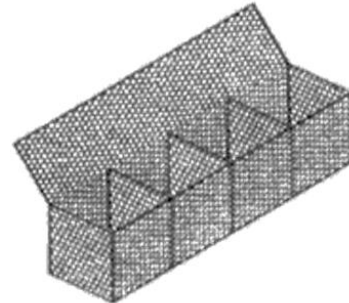
> Description



Écran à structure rigide

GABIONS

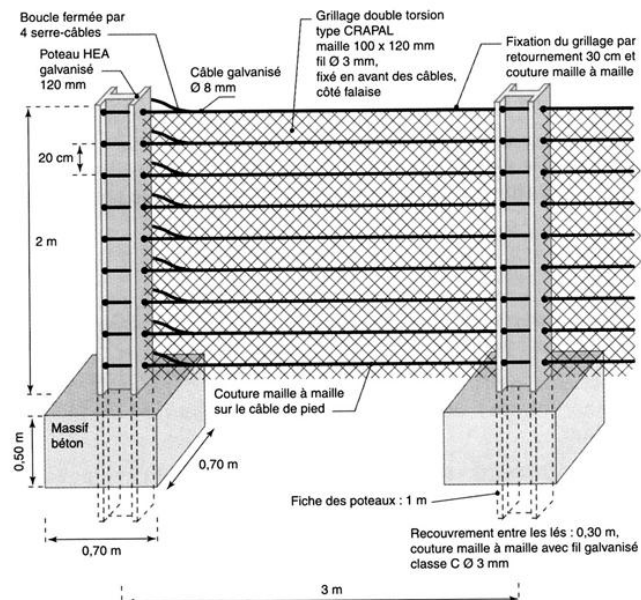
> Description



(également utilisables en soutènement -glissements)

Barrière fixe de grillage ou de filet

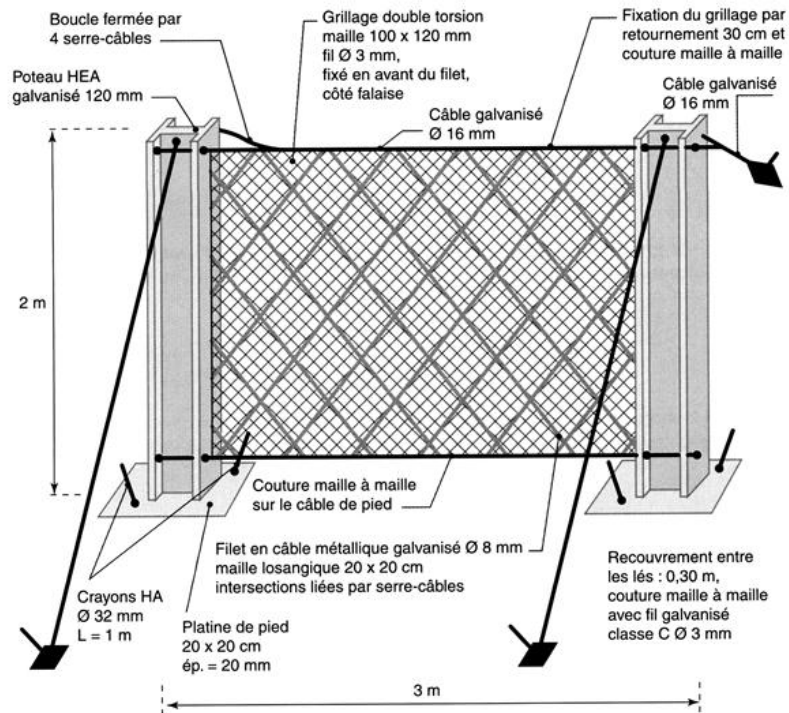
> Description (écran statique grillagé)



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

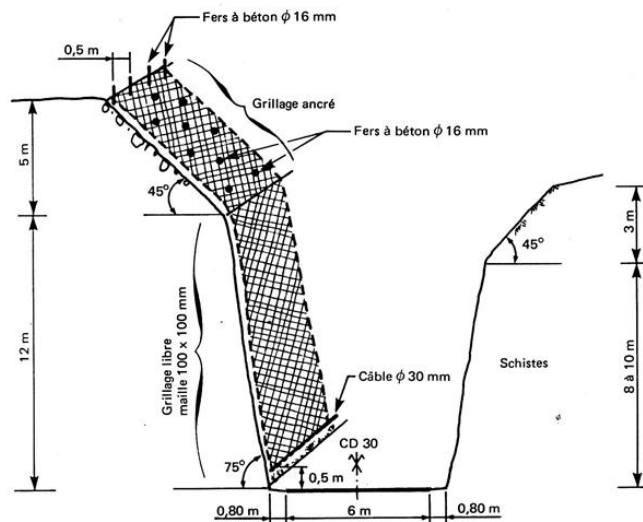
> Norme NF P 95-308

Tableau 1 : Classification des écrans de filets

	Classe	Qualification								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Écran	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

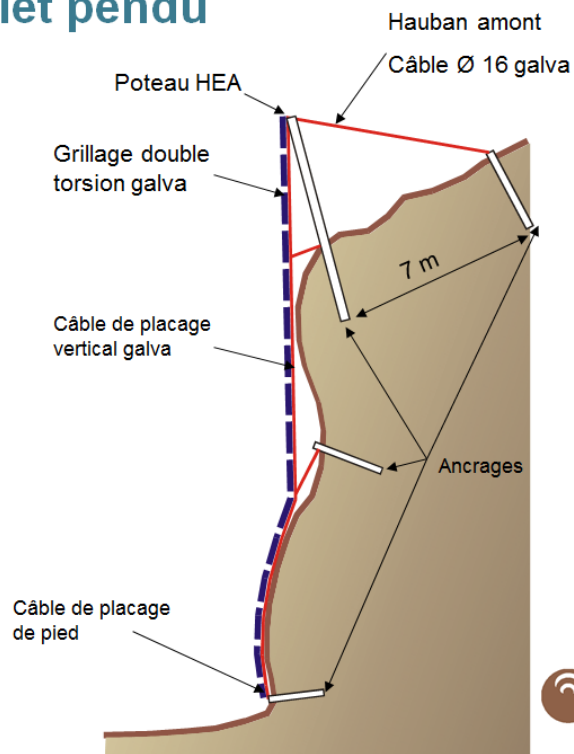
Grillage ou filet pendu

> Description



Grillage ou filet pendu

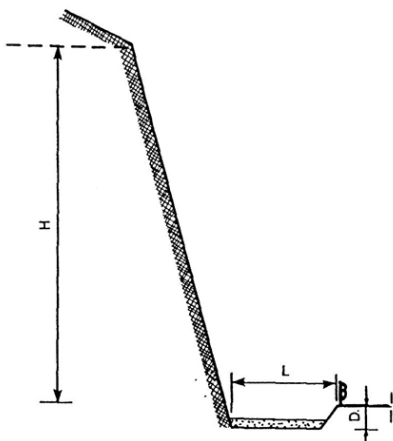
> Description



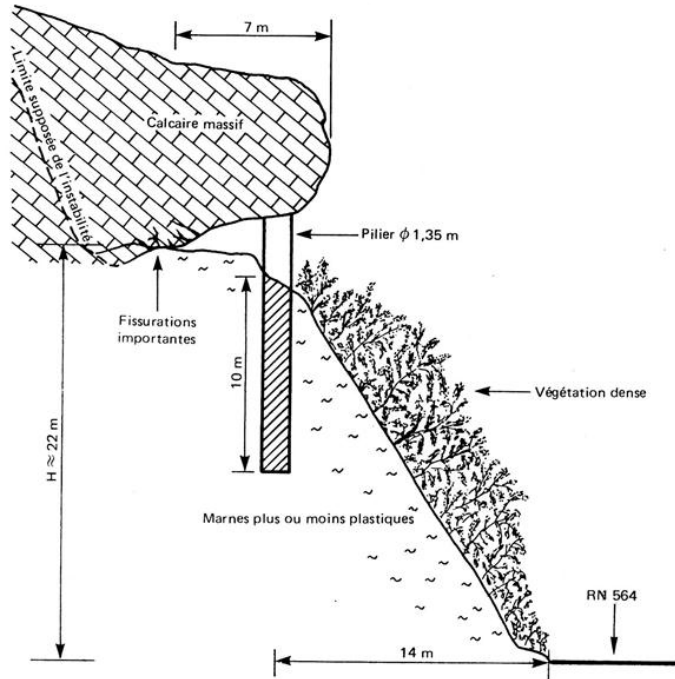
BRGM/PT - Escalier Pierre Métrich

Fosse de réception

> Domaine d'utilisation

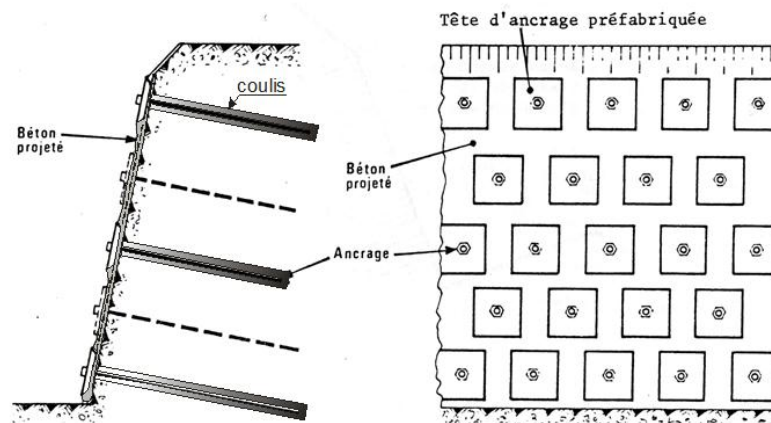


Soutènement



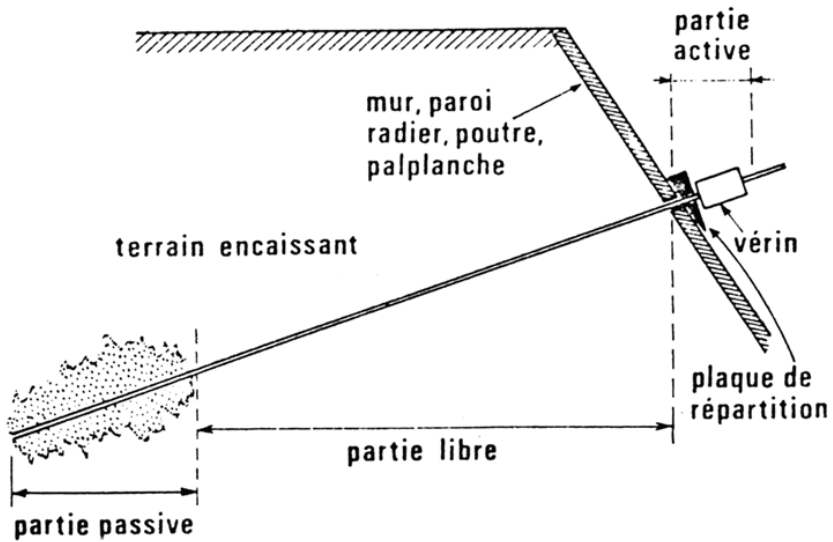
Ancrage

> Description (tirant passif)

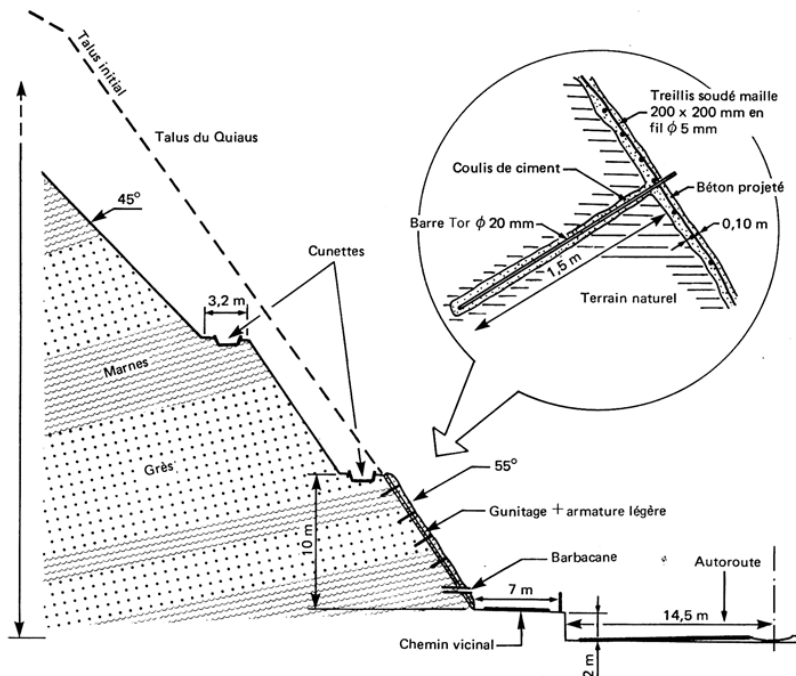


Ancrage

> Description (tirant actif)



Béton projeté

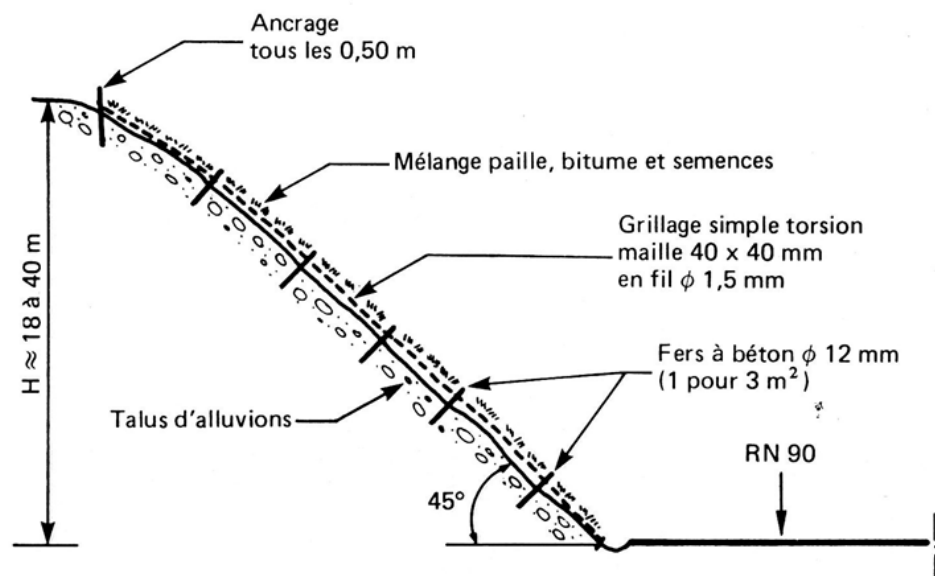


Filets et grillages plaqués

> Description



Végétalisation



Annexe 2 :
Fiches descriptives par zones

Aléa de départ : zone 1 inférieure

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 3 \text{ m}$ / $L = 15 \text{ m}$ parallèle aux escaliers puis 7 m perpendiculaire aux escaliers.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : bon état général (photos 1 et 2). Démantèlement naissant des blocs consécutif à l'altération du ciment entre les blocs (photo 3).

« Blocs » dans la zone de départ :

Volume/taille : $0,2 \text{ m}^3$ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : pas de blocs susceptibles de chuter.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Une partie du muret a vraisemblablement été restaurée et dévégétalisée récemment (photo 4). Pour la partie non remise en état, présence de mousse et d'herbe, ce qui rend difficile toute observation précise de l'état d'altération des blocs.



Photo 1 : Mur longeant les escaliers qui descendent au Calvaire et vue sur l'enjeu (chemin de passage).



Photo 2 : Vue d'ensemble sur le mur perpendiculaire aux escaliers avec la végétation qui couvre l'ensemble.



Photo 3 : Gros plan sur le ciment rongé entre les blocs et la végétation envahissant le mur.

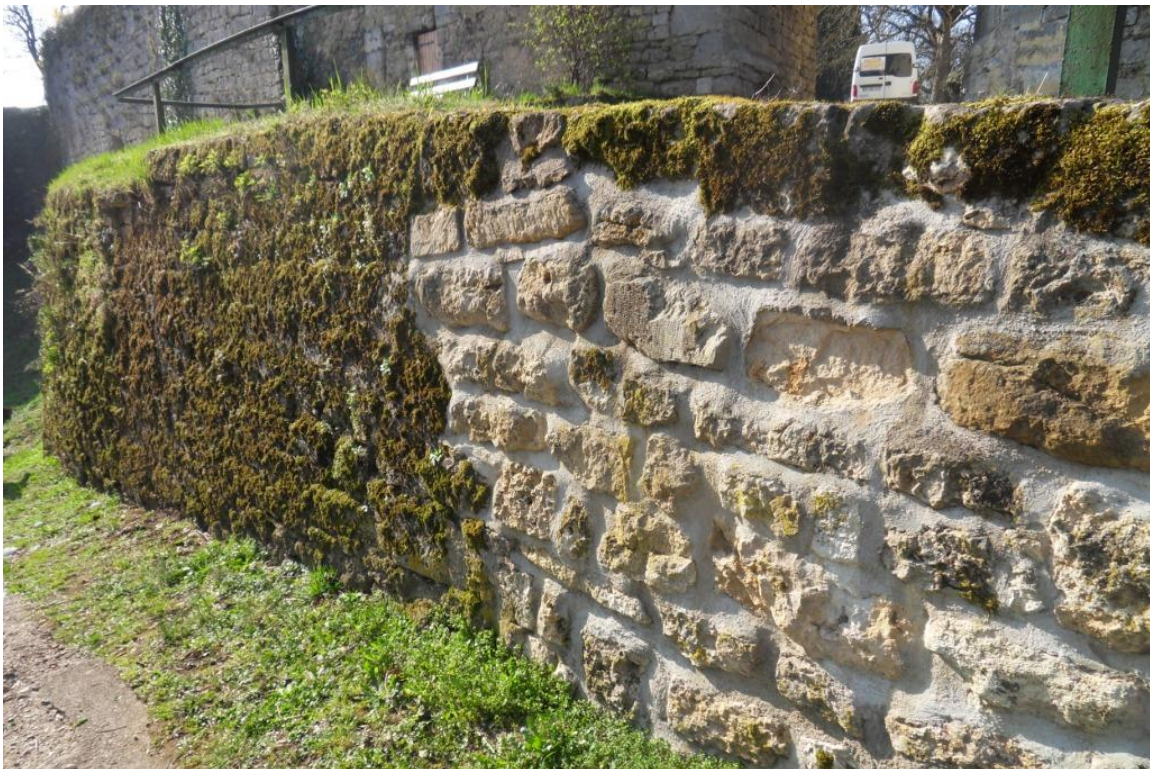


Photo 4 : Partie restaurée du mur.

Aléa de propagation : zone 1 inférieure

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

Le long des escaliers, une pente de 5° sur 1 m puis les escaliers (photo 1). Pour la partie perpendiculaire aux escaliers, pente variable de 0 à 30°.

Géologie de la zone de propagation :

La zone de propagation est constituée de remblai enherbé.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs chutés.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : escaliers descendant jusqu'au Calvaire et maisons situées en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : 1 m avec les escaliers ; 35 m avec les maisons.

Parades :

Nettoyer le parement du mur pour s'assurer de son état de manière objective.

Aléa de départ : zone 1 supérieure

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 6 m / L = 9 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : bon état général du mur (photo 1). Quelques zones où le ciment est partiellement rongé et où les blocs sont donc disjoints.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,2 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : partie haute du mur.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Peu de végétation sur cette partie du mur, quelques touffes d'herbes clairsemées en partie haute et présence de lierre à la jointure avec la zone 2.



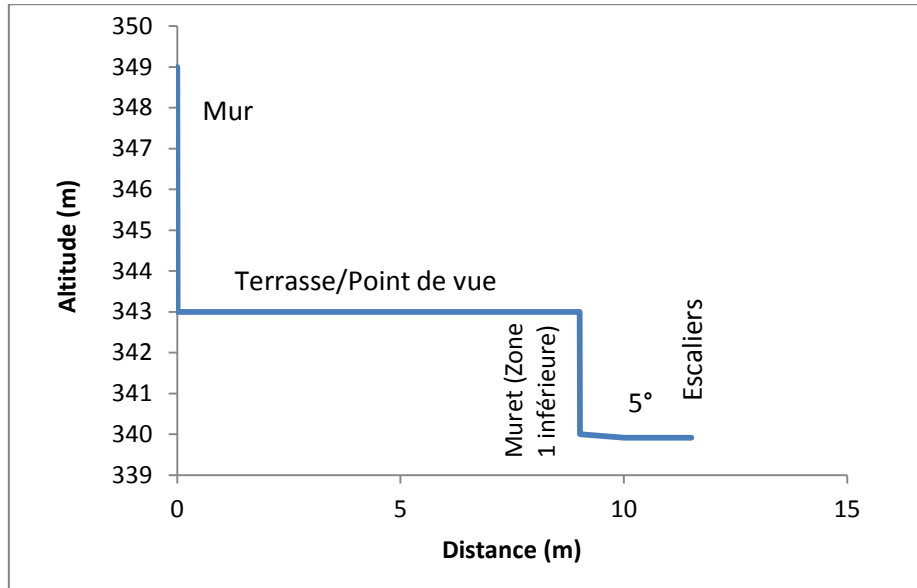
Photo 1 : Vue de la zone 1 supérieure.



Photo 2 : Vue sur l'enjeu au pied de la zone 1 supérieure.

Aléa de propagation : zone 1 supérieure

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



Géologie de la zone de propagation :

Zone plate, en remblai, avec présence d'herbe. Le secteur du point de vue est pavé.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs chutés. Il est possible qu'ils aient été évacués.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : aménagement du point de vue (un banc), escaliers.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat avec le point de vue.

Parades :

Nettoyer le mur de la végétation qui s'y est localement développée, puis surveillance et entretien courant.

Aléa de départ : zone 2

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 11 m / L = 22 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : le mur est en bon état général (photo 1). On observe tout de même la présence de 3 zones démantelées avec des parties de mur manquantes où le ciment a totalement disparu provoquant ainsi la chute de certains blocs désolidarisés (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,2 m³ maximum.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence de quelques arbrisseaux au sommet du mur, du lierre grim pant au centre du mur et dans l'angle Est et enfin quelques touffes d'herbe clairsemées entre les blocs.

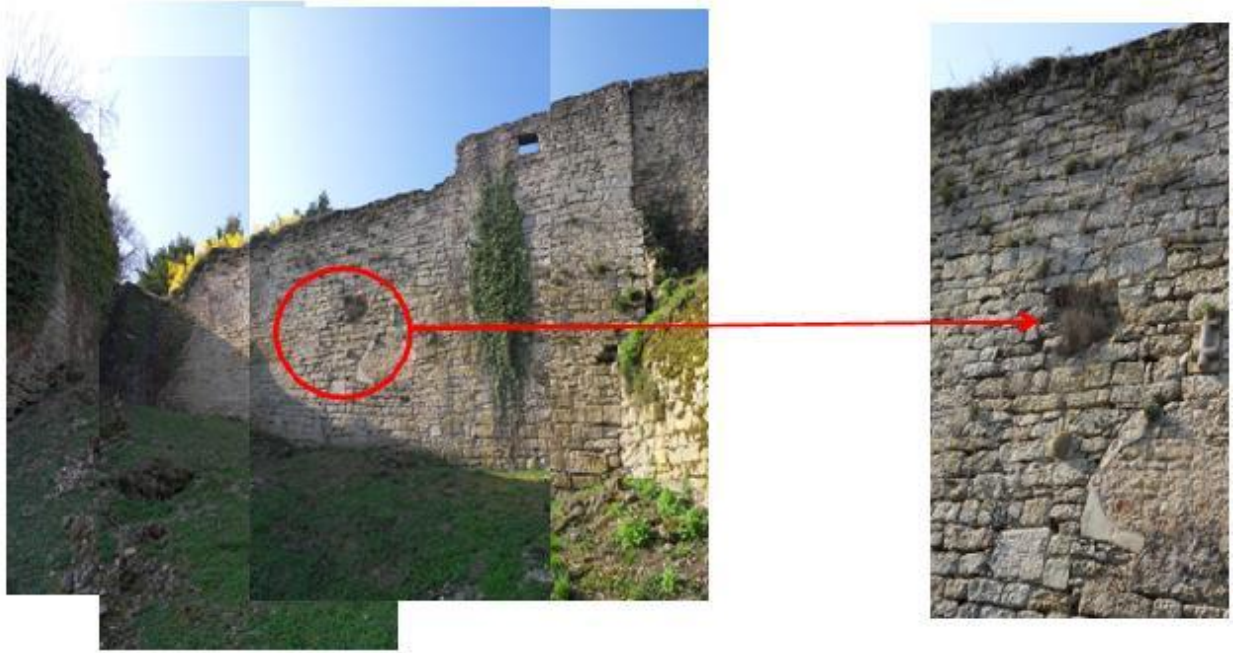


Photo 1 : Vue générale du mur et zoom sur une partie sous-cavée.

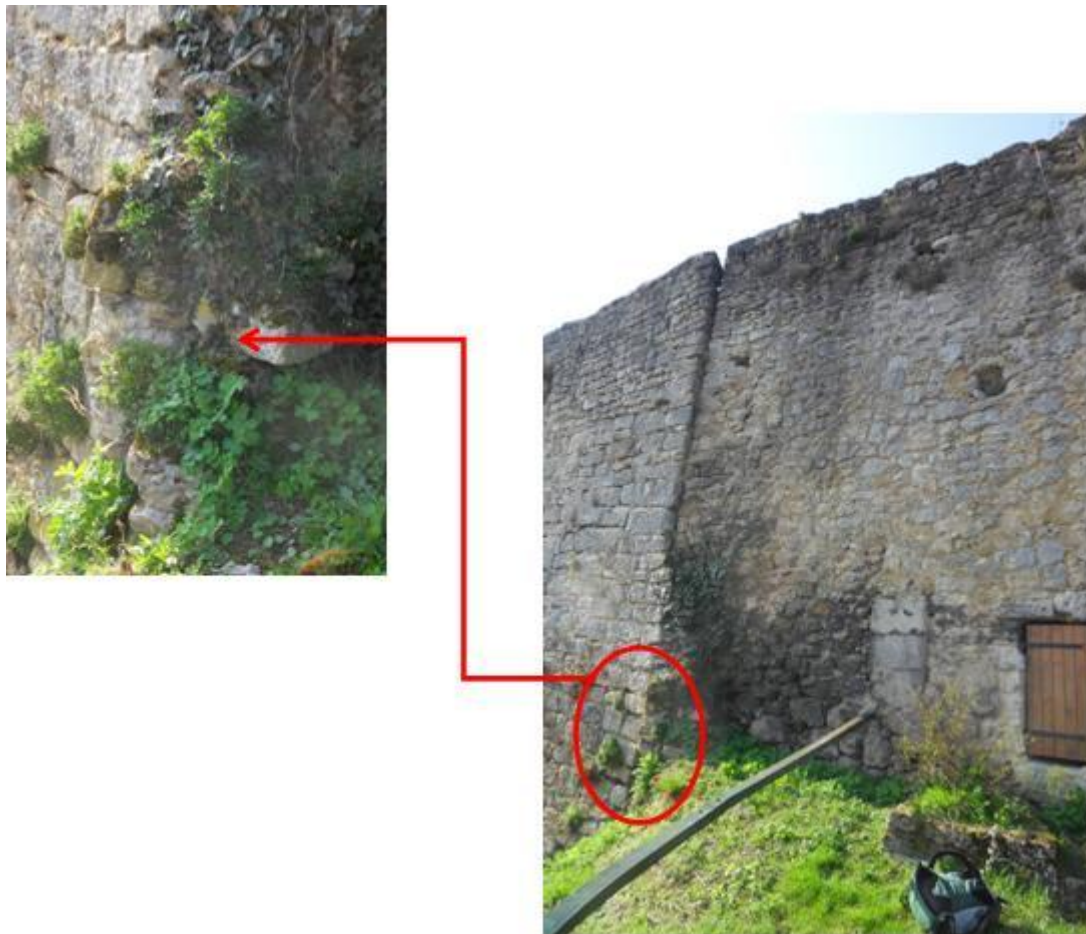


Photo 2 : Vue sur la jointure avec la zone 2 et zoom sur les blocs instables au niveau de cette jointure.



Photo 3 : Partie supérieure de la zone de propagation.

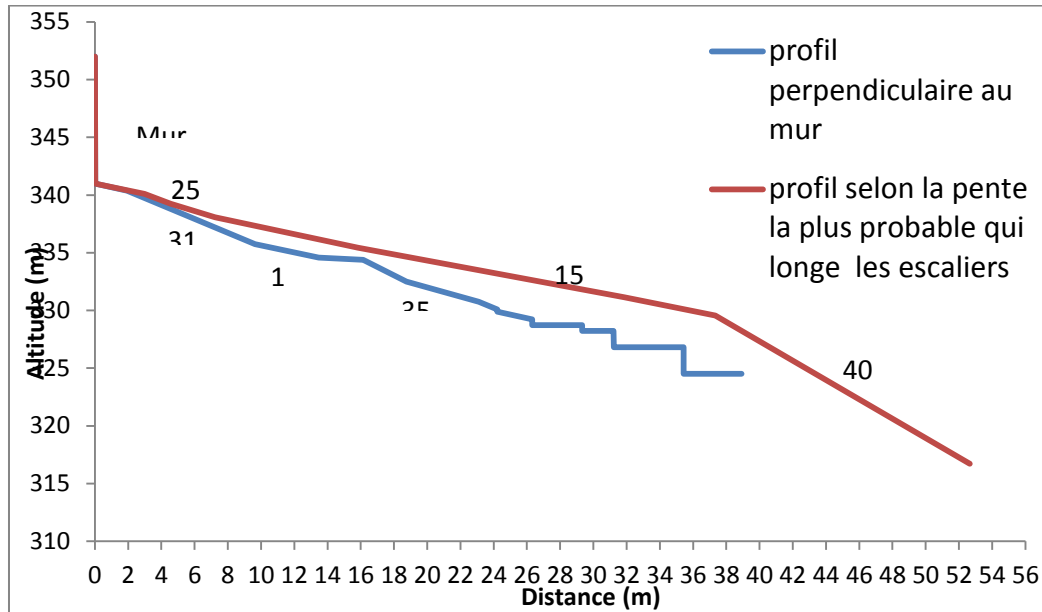


Photo 4 : Blocs chutés..

Aléa de propagation : zone 2

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

La topographie en pied de mur entraîne les blocs vers les escaliers de façon oblique. Deux profils ont été réalisés, selon deux trajectoires possibles des blocs.



Géologie de la zone de propagation :

Eboulis enherbés.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe des blocs chutés (photo 4) semblant provenir de cette partie du mur.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : escaliers descendant au calvaire, et maisons situées en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : les escaliers se situent entre 7 et 25 m du mur, les maisons, à 70 m.

Parades :

Dévégétalisation du mur, purge manuelle des blocs instables, maçonnerie de restauration, barrière fixe grillagée à maille double torsion à placer côté amont des escaliers.

Aléa de départ : zone 3

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 11$ m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : le sommet de la tour est fortement altéré et démantelé (photo 1). On observe des sous-cavages dans sa partie haute, ainsi qu'à sa base (photo 2). On note l'altération voire l'érosion totale du ciment dans certaines parties basses de la tour. L'état actuel de cette partie des ruines et la végétation très développée empêchent une observation précise d'une grande partie de la tour (photo 3 et 4).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,2 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : en majorité au niveau des sous-cavages et sur la partie haute.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

On note la présence d'arbustes et de lierre enracinés au sommet mais couvrant la tour sur toute sa hauteur (photo 3 et 4).



Photo 1 : Partie ouest de la tour : blocs instables au sommet de la tour.



Photo 2 : Photo de gauche : gros plan sur un sous-cavage (Est de la tour). Photo de droite : angle SE de la tour à la limite de la zone 4.

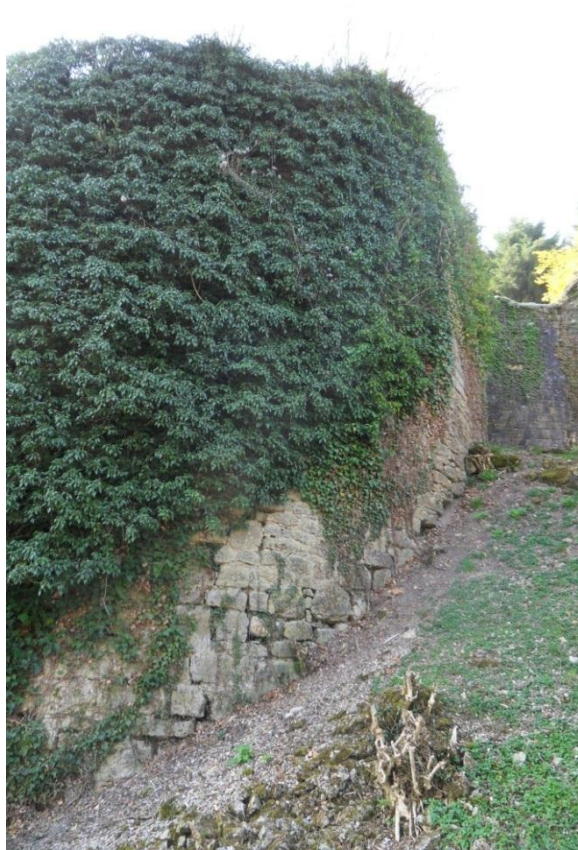


Photo 3 : Partie Est de la tour.

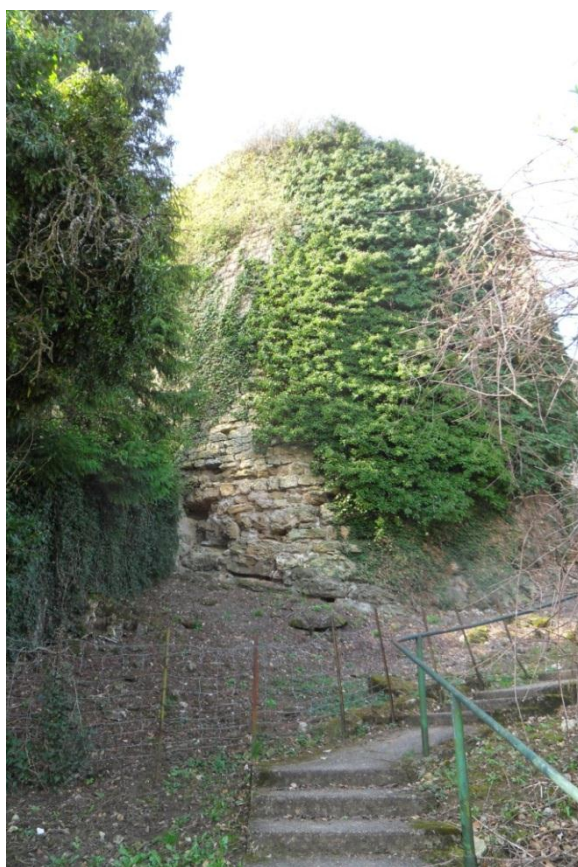


Photo 4 : Partie nord de la tour.

Aléa de propagation : zone 3

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

La pente située au pied de la tour est de 45°.



Photo 6 : Zone de propagation en direction du NE au pied de la tour.

Géologie de la zone de propagation :

Eboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs chutés ont un volume maximal de 0,1 m³ et se répartissent pour l'essentiel sur 2 zones d'accumulation situées derrière la clôture grillagée, au pied de la tour, et dans la pente au niveau de la jointure entre la zone 2 et la tour. Leur nombre est supérieur à 50.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : escaliers descendant au calvaire et maisons situées en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : de 3 à 10 m pour l'escalier, plus de 20 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation suivie d'un diagnostic plus précis, purge manuelle des éléments instables. Pour le sous-cavage de la partie Est, réfection de la maçonnerie et renforcement par comblement des sous-cavages. On note la présence d'une clôture grillagée située en contrebas de la tour ayant pour fonction de retenir les blocs qui tombent et protéger le chemin. Il conviendrait donc de renforcer cette clôture et de la prolonger jusqu'au départ de l'escalier, comme préconisé le long de la zone 2.

Aléa de départ : zone 4

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 6 m / L = 22 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : bon état général du mur (photo 1). Quelques rares zones aux blocs déjointoyés et fissures par endroit. La partie sommitale est cachée par la végétation (lierre).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,2 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : partie haute du mur.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbustes et de lierre se développant à partir du sommet et descendant le long du mur. Mousse sur tout le mur.



Photo 1 : Vue représentative de l'état du mur.

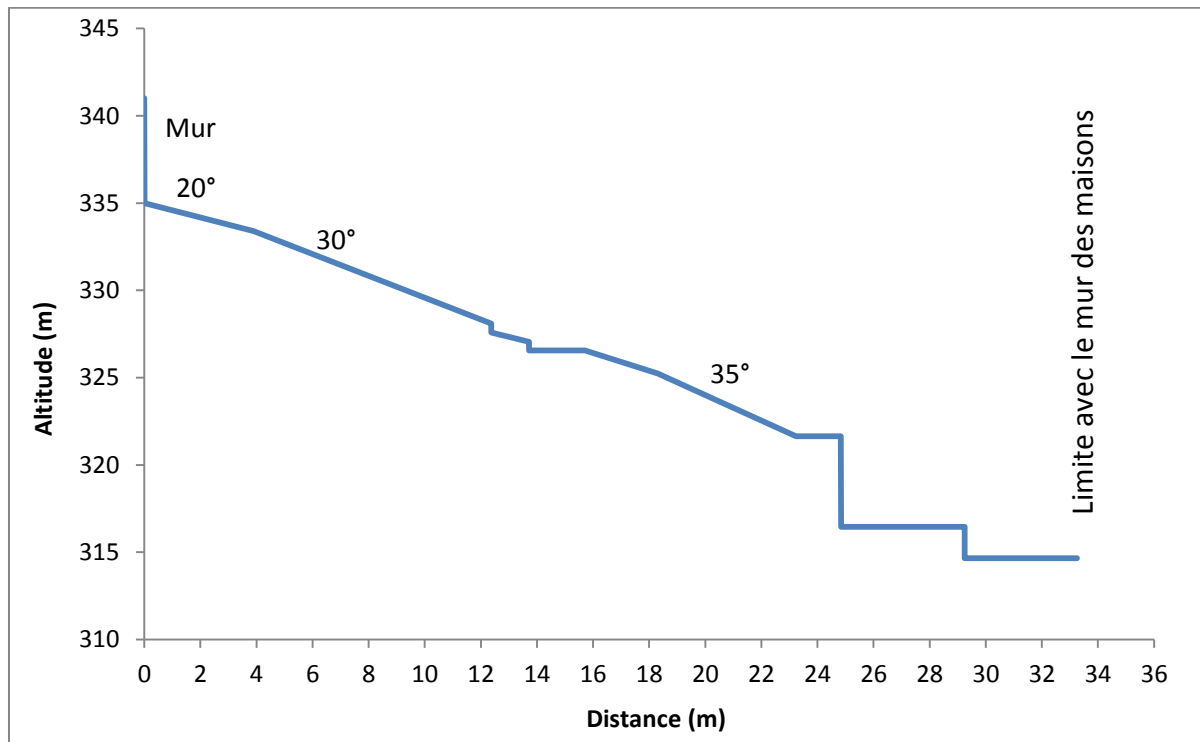


Photo 2 : Couloir préférentiel de propagation.

Aléa de propagation : zone 4

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

On observe des couloirs préférentiels de propagation des matériaux (photo 2).



Géologie de la zone de propagation :

Eboulis et remblai.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Pas de blocs chutés récemment.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et maisons situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour les jardins, 33 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation afin de procéder à une expertise plus précise de l'état du mur, purge manuelle des blocs instables, rejointoiement des blocs et traitement des fissures.

Aléa de départ : zone 5

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 11$ m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la tour est fortement démantelée (photo 1), le parement extérieur du mur est manquant. On observe des ouvertures non entretenues (photo 2-3). La partie supérieure est complètement démantelée. Les blocs sont fortement altérés par la présence du lierre.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

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

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbustes au sommet et de lierre sur tout le mur.



Photo 1 : Gros plan sur le démantèlement de la tour.



Photo 2 : Jointure entre la tour et la zone 6.



Photo 3 : Jointure entre la tour et la zone 4 (vue sur l'ouverture).



Photo 4 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 5

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

Une pente de 35 à 40° végétalisée (ronces, lierre, quelques gros arbres) (photo 4).

Géologie de la zone de propagation :

Remblai et éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Le couvert végétal ne permet pas l'observation de blocs récemment tombés.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et maisons situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour les jardins, 22 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle et maçonnerie.

Barrière fixe de 1 m de hauteur grillagée à maille double torsion, à 3 m du parement.

Aléa de départ : zone 6

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 6 m ; L = 25 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la présence massive de lierre empêche d'avoir une bonne visibilité et donc un diagnostic précis de l'état du mur (photo 1). On peut voir un volumineux sous-cavage (la « peau » la plus extérieure a disparu) dans la partie sud, de 2,2 m de haut, sur 9 m de long et 0,5 m de profondeur (photos 2-3). On peut également voir que les blocs sont disjoints.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : dans la partie haute du mur.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence de lierre sur tout le mur et d'arbustes au sommet.



Photo 1 : Vue sur la partie végétalisée du mur.

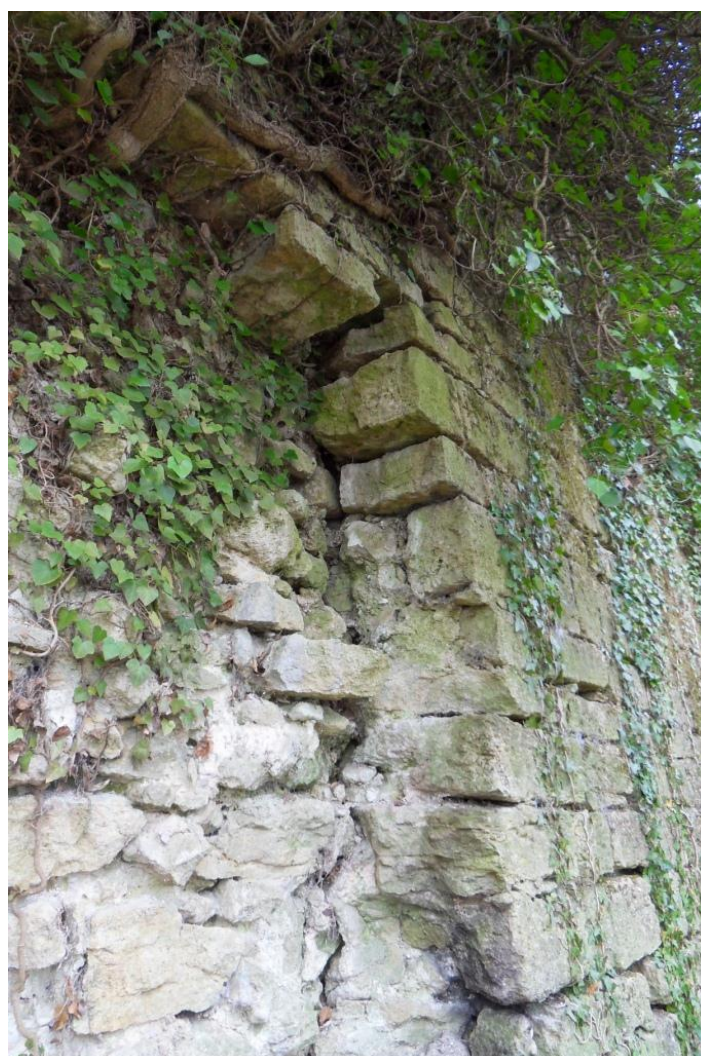


Photo 2 : Gros plan sur le « sous-cavage ».



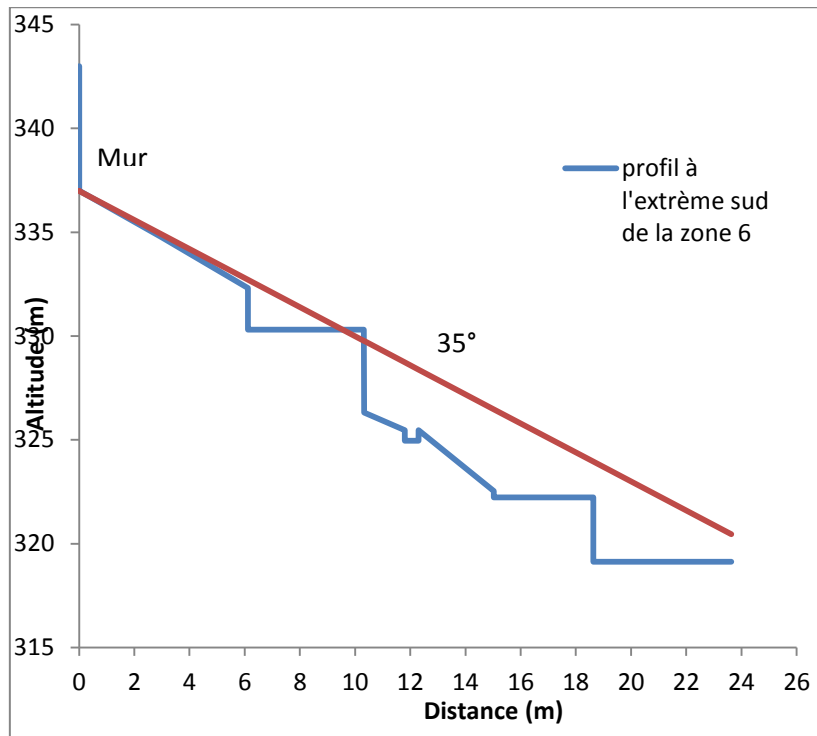
Photo 3 : Vue d'ensemble du « sous-cavage » de la partie sud.



Photo 4 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 6

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



Géologie de la zone de propagation :

Eboulis et remblai.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe des blocs répartis sur toute la pente. Leur taille est variable et atteint un volume maximum de 0,1 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin, arrière-cour, terrasse, maison.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour les jardins, 25 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle et travaux de maçonnerie.

Barrière fixe, de 1 m de hauteur, grillagée à maille double torsion à 3 m du parement.

Aléa de départ : zone 7

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 4,5 m / L = 19 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : mur fortement démantelé, notamment au niveau de la jointure avec la Tour des Moines (photo 2). Un affleurement de calcaire bajocien en place est visible quelque mètre plus bas. Il présente un délitage suivant la stratification, ainsi qu'une fracture ouverte sur 40 cm maximum (photo 3).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum pour les blocs issus du mur, quelques dm³ pour les blocs issus de l'affleurement.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : à l'angle du mur et de la tour et au niveau des affleurements de calcaire bajocien.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique pour les blocs issus du mur ; polyédriques pour ceux issus des affleurements.

Végétation :

Présence massive de lierre et d'arbres et d'arbustes.

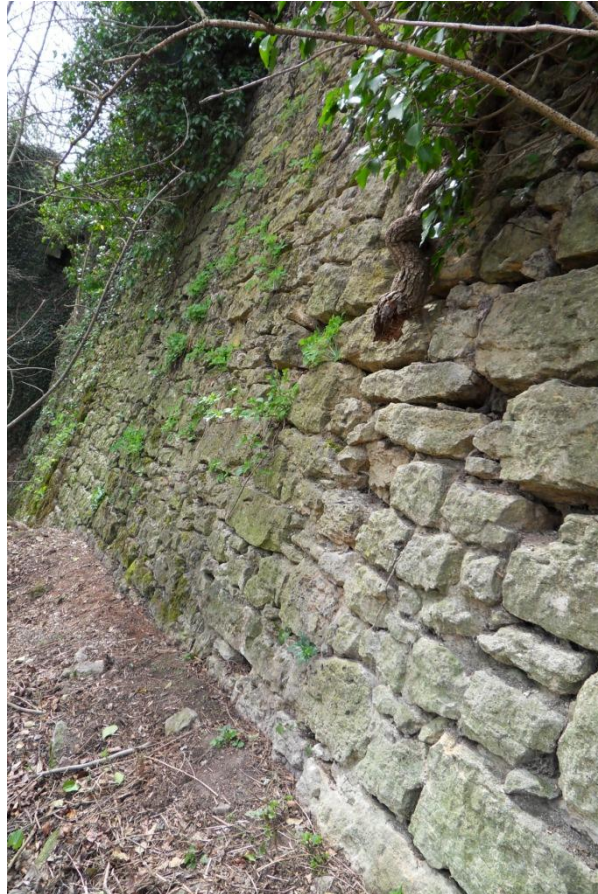


Photo 1 : Partie nord de la zone.



Photo 2 : Vue sur l'angle sud de la zone avec la Tour des Moines.



Photo 3 : Affleurement de calcaire bajocien.



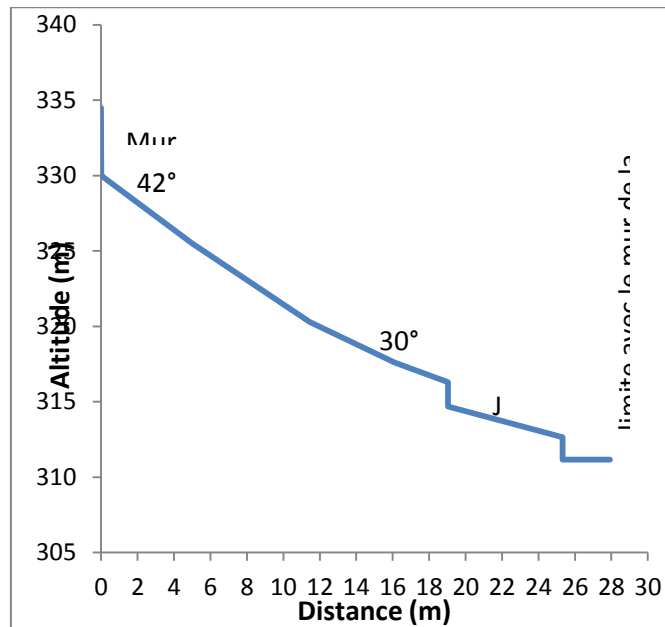
Photo 4 : Élément de barrière métallique retenant des blocs et sur le point d'être contournée.



Photo 5 : Zone de propagation avec en arrière plan les enjeux.

Aléa de propagation : zone 7

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



Géologie de la zone de propagation :

Remblai et éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On en compte une dizaine. Et on les retrouve sur toute la pente.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardin et maison (photo 5).

Distance enjeux/zone de départ : 19 m pour le jardin et 28 m en moyenne pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle et travaux de maçonnerie.

Installation d'une barrière fixe, de 1 m de hauteur, grillagée à maille double torsion, tout le long et à 3 m du parement, pour notamment remplacer la barrière métallique de la photo 4. Evacuer les blocs qui sont actuellement retenus par cette dernière.

Grillage plaqué sur l'affleurement.

Aléa de départ : zone 8

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 14$ m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la tour est éventrée sur toute sa hauteur (photo 1 et 2). On observe un démantèlement avancé (photo 3) et des sous-cavages mettant des blocs en surplomb.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

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

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence de lierre implanté sur la partie haute et descendant le long du mur.



Photo 1 : Vue d'ensemble de la zone 8 (face nord de la Tour des Moines).



Photo 2 : Gros plan sur le démantèlement de la jonction entre le mur et la tour.



Photo 3 : Gros plan sur le démantèlement.

Aléa de propagation : zone 8

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

La pente varie entre 30 et 42°.

Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe peu de blocs chutés récemment. Les blocs au sol ont un volume maximal de 0,1 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et une terrasse en aval de la face nord de la tour.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour les jardins, 25 m en moyenne pour les habitations.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle, confortement des sous-cavages (béton projeté et/ou maçonnerie).

Installation d'une barrière fixe de 1 m de hauteur en grillage à maille double torsion tout le long et à 3 m du parement.

Aléa de départ : zone 9 nord

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H_{\max} : 6 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la partie haute de cette zone présente un surplomb (photo 1-2) de 1 m de profondeur. Il n'y a pas de fissures qui rendent instable la partie en surplomb mais la présence de végétation fragilise la stabilité à long terme. Dans la partie basse, à l'extrême Est, la tour se démantèle est montre des blocs instables en surplomb (photo 3).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum, sauf pour la partie haute de la tour au niveau du surplomb qui peut générer des plus gros blocs (volume totale de 2 m³ qui est supposé se fragmenter en blocs d'environ 0,5 m³ en cas de chute) à long terme.

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

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbres au sommet et de lierre courant sur tout le mur.



Photo 1 : Vue d'ensemble sur le surplomb.



Photo 2 : Gros plan sur le surplomb.



Photo 3 : Gros plan du sous cavage avec des blocs prêts à tomber.

Aléa de propagation : zone 9 nord

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

Une pente de 35° assez régulière et végétalisée (lierre, arbres, ronces) (photo 4).

Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs chutés visibles ont une forme parallélépipédique et ont un volume maximal de 0,02 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins, terrasses, maisons et route.

Distance enjeux/zone de départ : en moyenne 10 m pour les jardins et terrasses, 15 m pour les maisons, 25 m pour la route.

Parades :

Dévégétalisation (arbre au-dessus du surplomb), purge manuelle, et maçonnerie.

Mise en place d'une barrière fixe, de 1 m de haut, grillagée à maille double torsion à 3 m du parement.

Après avoir coupé les arbres et purgé les blocs manifestement instables, examen détaillé du surplomb (photo 1 et 2) par un expert en maçonnerie pour connaître son état de stabilité et les mesures à adopter (réduction partielle ou totale, soutènement). Si le surplomb reste en l'état sans diagnostic par l'expert en maçonnerie et dévégétalisation : mise en place d'un écran à structure rigide de type mur maçonné de capacité 250 kJ qui remplace la barrière fixe grillagée.

On note également la présence d'un témoin (buton B97) en ciment posé sur la tour côté sud. Il est conseillé de surveiller annuellement le témoin en place pour détecter un éventuel basculement du mur (phénomène contractuellement non pris en compte dans le cadre de cette étude).



Photo 4 : Zone de propagation.

Aléa de départ : zone 9 ouest

Zone de départ :

Hauteur /largeur (m) : H = 2,5 m / L = 3 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : le muret est totalement recouvert de végétation (lierre) (photo 1 et 2), ce qui rend impossible toute description précise de son état. Le peu de mur visible montre un état d'altération avancé des blocs.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum (blocs visibles).

Localisation des blocs susceptibles de tomber : la végétation ne permet pas de définir avec précision de zones génératrices de blocs instables.

Géométrie/forme des blocs : supposée parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbustes au sommet et présence massive de lierre.



Photo 1 : Zone est côté zone sud.



Photo 2 : Zone est côté zone nord.

Aléa de propagation : zone 9 est

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

La pente varie entre 30 et 35°. Elle est fortement végétalisée (arbres, lierre, ronces...). Présence d'un muret vertical de 2 m de haut.

Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs chutés observables ont une forme parallélépipédique.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins, terrasses et maisons situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : en moyenne 10 m pour les jardins et terrasses, 15 m pour les maisons.

Parades :

Les modélisations trajectométriques montre des vitesses de l'ordre de 7 m/s pour des blocs de 100 à 200 kg soit environ 5 kJ. On ne peut néanmoins pas écarter la possibilité de chute de plus gros blocs (1100 kg) qui développeraient des énergies d'environ 25 kJ.

Dévégétalisation, purge manuelle et maçonnerie.

Mise en place d'une barrière grillagée (double nappe de grillage maille double torsion) de 1 m de hauteur à 3 m du parement.

Aléa de départ : zone 9 sud et 9 sud Ex

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 12$ m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : côté intérieur de la tour, le mur est fortement végétalisé (photo 1). Les blocs sont très altérés et des zones de faiblesses dans la structure même de la tour sont visibles (fenêtres). Les blocs sont disjoints. Le mur est coupé en deux (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : $0,1 \text{ m}^3$ maximum.

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

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbres au sommet du mur et de lierre implanté au sommet qui descend le long du mur.



Photo 1 : Vue d'ensemble de la partie W de cette zone.

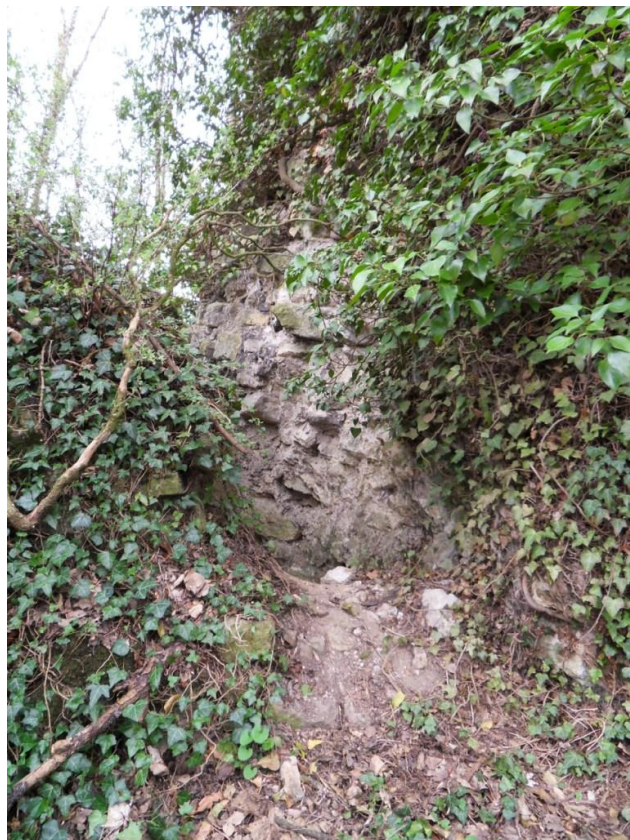


Photo 2 : Gros plan sur la séparation des parties W et E de la Tour des Moines.

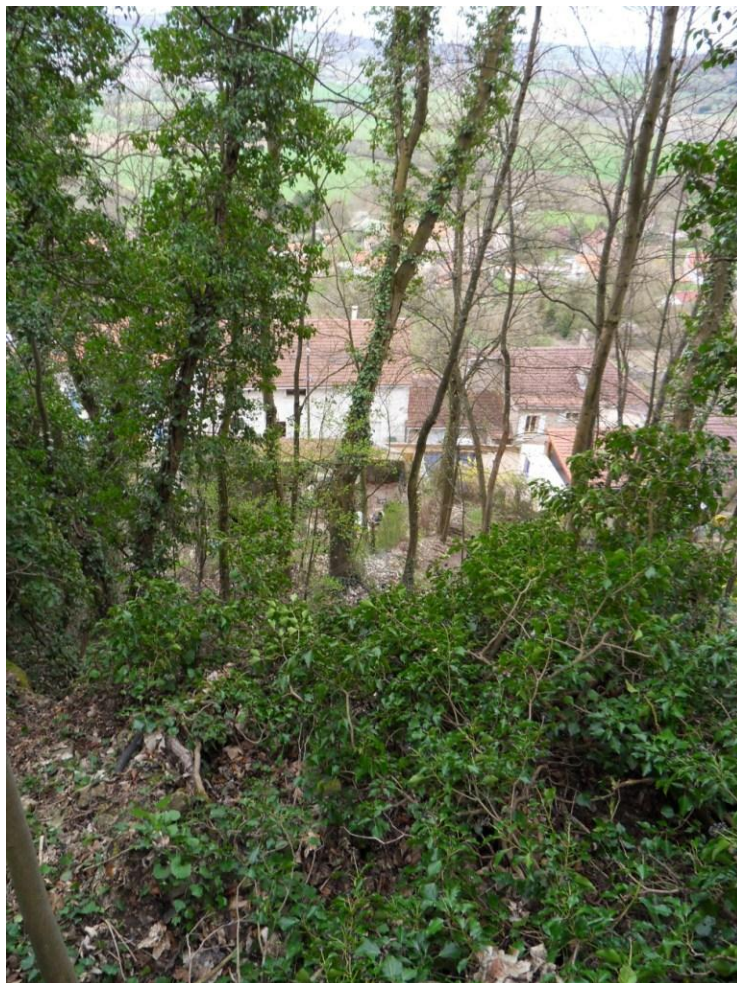


Photo 3 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 9 sud

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

La pente de 30° est régulière jusqu'aux habitations (photo 3).

Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs visibles au sol ont un volume maximal de 0,05 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins, terrasses et maisons situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : 12 m pour les jardins, 30 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle et travaux de maçonnerie.

Installation d'une barrière fixe de 1 m de hauteur en grillage à maille double torsion tout le long et à 3 m du parement.

Aléa de départ : zone 10

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 10 m / L = 11 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la présence massive de lierre empêche toute observation précise du mur (photo 1). Il conviendrait de dévégétaliser la zone afin de faire un diagnostic plus précis de l'état du mur. Sur les parties visibles, on observe des blocs disjoints et en surplomb (photo 2), notamment à la jointure du mur avec la Tour des Moines (photo 3).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie basse. Pas d'observation possible de la partie haute recouverte par la végétation.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbres sur le sommet et de lierre implanté au sommet qui descend sur toute la hauteur du mur.



Photo 1 : Vue d'ensemble sur la zone 10.

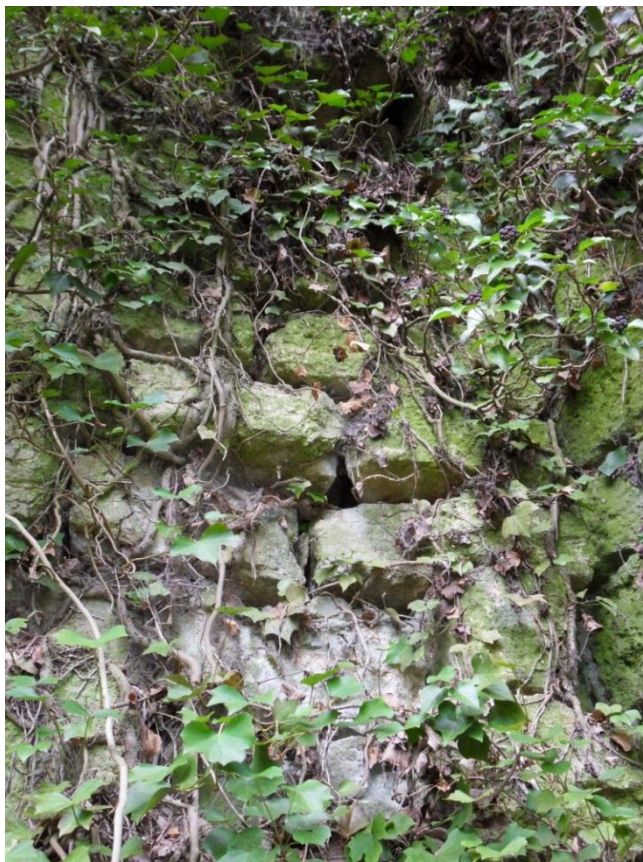


Photo 2 : Gros plan sur le démantèlement du mur dans l'angle avec la Tour des Moines.

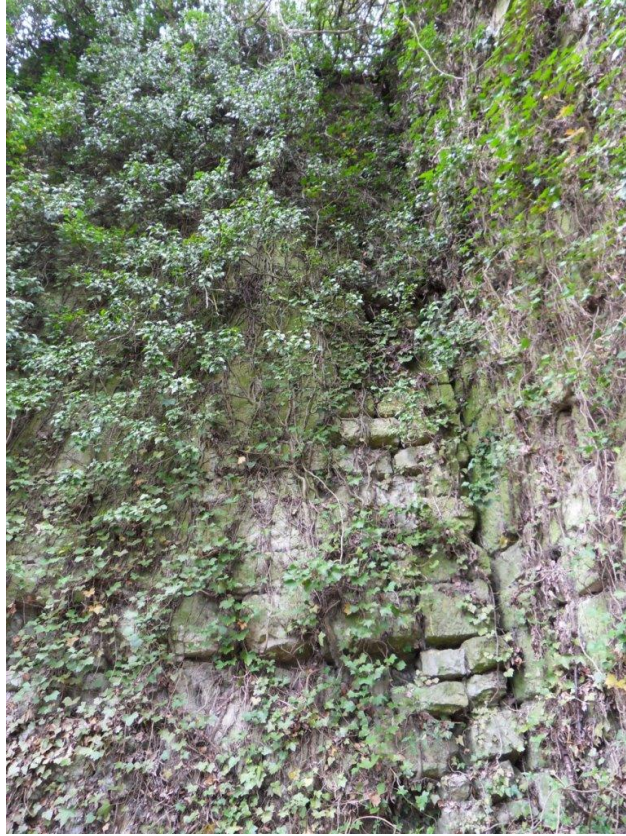


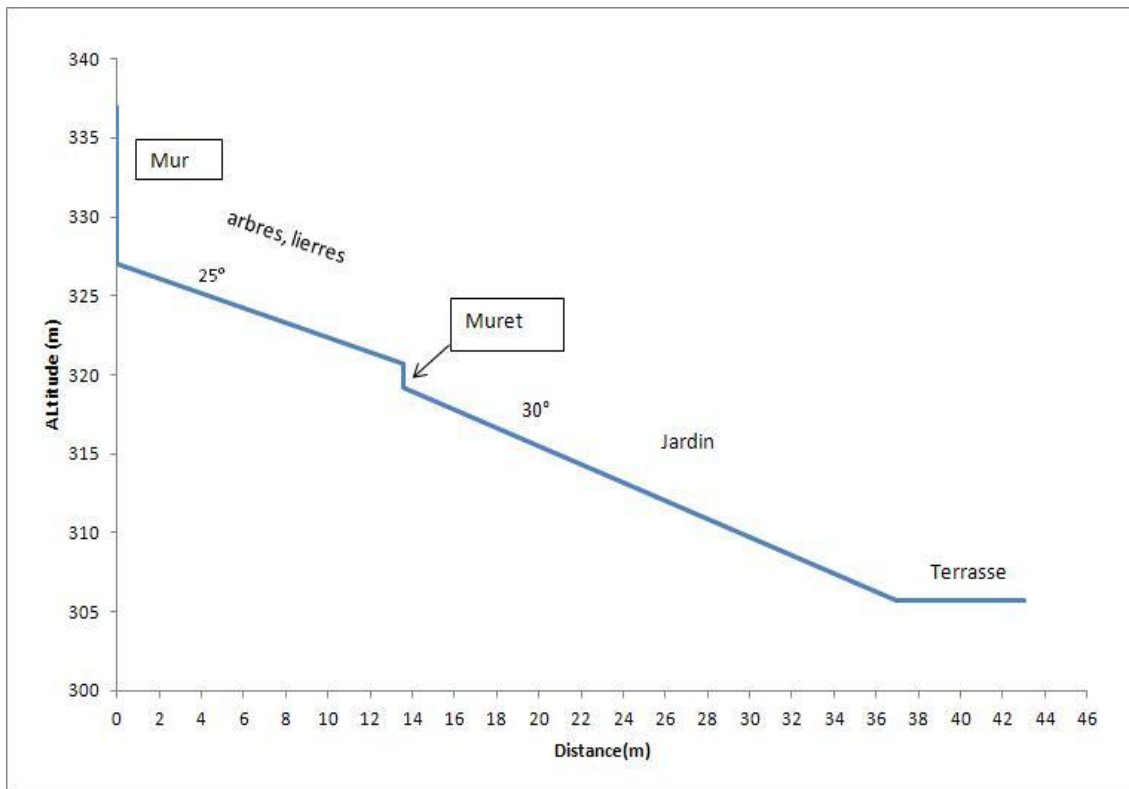
Photo 3 : Gros plan sur l'angle entre le mur et la Tour des Moines.



Photo 4 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 10

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



Géologie de la zone de propagation :

Eboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Les blocs chutés sont de forme parallélépipédique et ont un volume maximal de $0,1 \text{ m}^3$. Ils se situent en pied de mur et sont étalés sur 5 m.

Selon les dires du propriétaire situé en contrebas, un seul bloc est arrivé jusqu'à la maison depuis 1986 et faisait environ $0,1 \text{ m}^3$.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et maisons.

Distance enjeux/zone de départ : 14 m en moyenne pour les jardins, 37 m en moyenne pour les terrasses aménagées et 40 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle et maçonnerie.

Installation d'une barrière fixe de 1 m de hauteur en grillage à maille double torsion tout le long et à 3 m du parement.

Aléa de départ : zone 11 (La Courtine aux Boulets de Canons)

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 7,5 m / L = 17 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : en général, le mur est en bon état. On note la présence de quelques sous-cavages d'une profondeur maximale de 0,7 m et d'une longueur maximale de 1,2 m (photos 1-2). D'autres sous-cavages sont visibles mais de moindre importance (profondeur maximale de 0,2 m).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : partie haute du mur.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbres au sommet du mur et présence massive de lierre sur la quasi-totalité du mur.



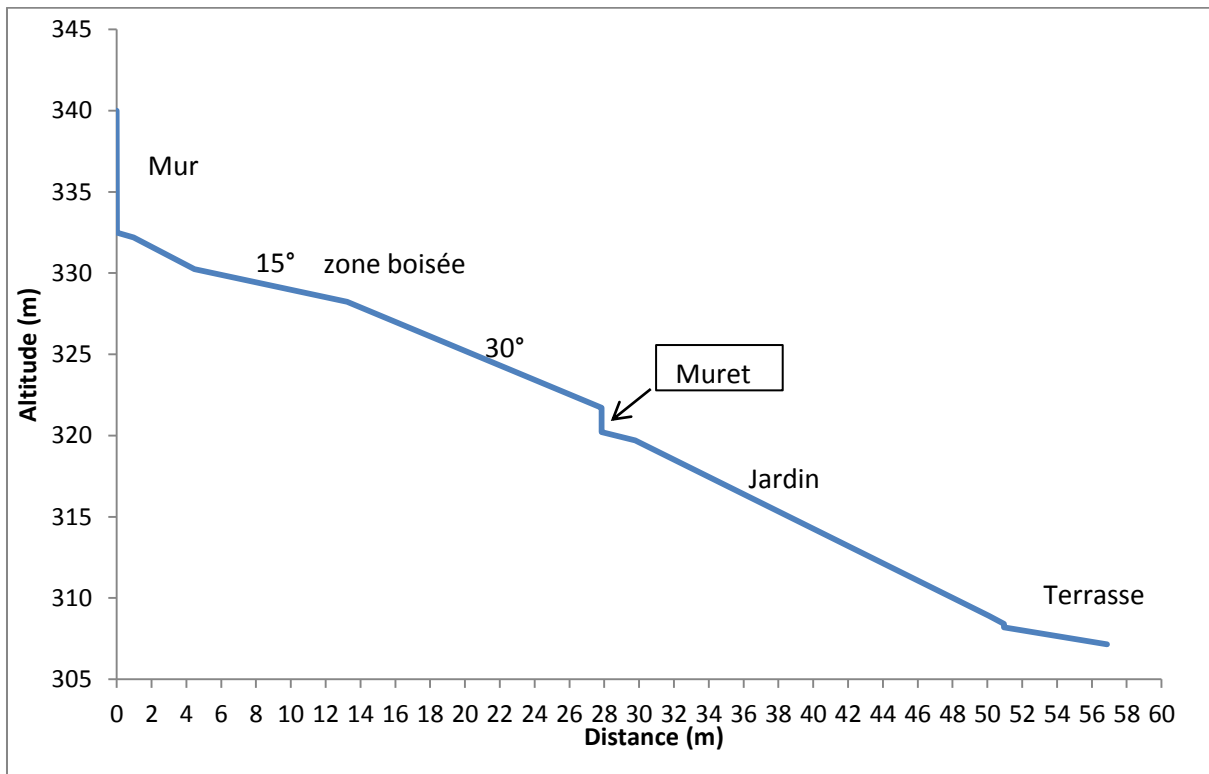
Photo 1 : Partie ouest de la zone 11.



Photo 2 : Partie centrale de la zone 11.

Aléa de départ : zone 11 (La Courtine aux Boulets de Canons)

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



Géologie de la zone de propagation :

En pied de mur, un cône d'éboulis (ou remblai).

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Des blocs sont visibles sur le cône d'éboulis mais impossible de déterminer s'ils proviennent du mur ou s'il s'agit de remblai.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et maisons situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : 28 m en moyenne pour les jardins et 55 m en moyenne pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation du mur, purge manuelle et travaux de maçonnerie (refaire les joints et combler les sous-cavages).

Aléa de départ : zone 12

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 5,6 m / Rayon de la tour = 7 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la partie extérieure de la tour est démantelée, on observe des sous-cavages d'une profondeur moyenne de 0,3 m (maximum : 0,5 m (photo 1)). A la base, du côté ouest, une ouverture (souple avec barreaux) qui montre que la partie basse de la tour est creuse (photo 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,08 m³ maximum.

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

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbres au sommet et présence massive de lierre sur toute la hauteur de la tour.



Photo 1 : Vue d'ensemble sur la partie démantelée de la tour.



Photo 2 : Gros plan sur la partie ouest de la tour (la plus démantelée).



Photo 3 : Zone de propagation avec en arrière plan la contrepenne de la fosse de reception naturelle.

Aléa de propagation : zone 12

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

Au pied de la tour, un cône d'éboulis d'environ 4 m de longueur, puis un replat et un talus de 1,2 m de hauteur. La morphologie de cette zone de propagation est telle qu'elle constitue une fosse de réception naturelle pour les blocs susceptibles de chuter (photo 3).

Géologie de la zone de propagation :

Le talus est constitué d'éboulis au pied de la tour et de remblai.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Le cône d'éboulis au pied de la tour s'étend sur un rayon de 4 m. On n'observe pas de blocs chutés récemment.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : sentier au pied des murs.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat.

Parades :

Dévégétalisation du mur, travaux de maçonnerie (refaire les joints).

Aléa de départ : zone 13

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H : de 3 à 5 m / L = 50 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : les blocs du mur sont disjoints. La végétation (lierre) ne permet pas de voir précisément les zones génératrices de blocs susceptibles de chuter (photo 1). A un endroit (photo 2 et 3), la partie supérieure du mur est « gonflée » par l'action des racines qui se sont insinuées dans les joints, entre les blocs. Cette partie à une longueur de 2 m et se situe à 5 m de hauteur et menace de chuter. La base du mur est sous cavée de façon discontinue.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : en partie haute du mur et au niveau des sous-cavages.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence d'arbres au sommet et de lierre qui descend sur toute la hauteur du mur à certains endroits.



Photo 1 : Vue d'ensemble sur la zone.



Photo 2 : Gros plan du sommet du mur « gonflé » par l'action de la végétation.

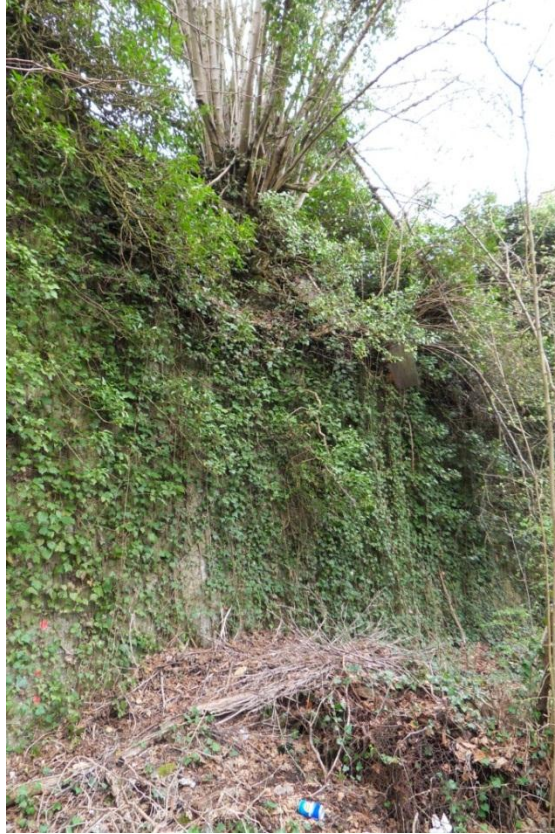


Photo 3 : Vue générale de la zone où le mur est « gonflé » par la végétation.



Photo 4 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 13

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

Cette zone est peu végétalisée (quelques arbres, lierre au sol) (photo 4). Le terrain est plat.

Géologie de la zone de propagation :

Terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe plus d'une dizaine de blocs chutés dans cette zone.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : passage entre le mur et le bunker désaffecté. On remarque des traces de passages fréquents le long du mur ainsi que des aménagements anthropiques.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat.

Parades :

Dévégétalisation du mur, purge et travaux de maçonnerie.

Aléa de départ : zone 14

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H : 2 m / Diamètre = 4 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : les blocs du mur extérieur de la tour sont disjoints. Certains blocs sont en surplomb. L'intérieur de la tour est en bon état, ainsi que l'escalier montant au reste du château. Au-dessus de la tour, un mur de 1,5 m de hauteur dont l'état de végétalisation ne permet pas l'identification précise de zones génératrices de blocs instables.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,05 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur toute la hauteur de la tour et en particulier au-dessus de l'arche (photo 2).

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

La partie haute de la tour est enherbée. Présence d'arbres au sommet et de lierre qui descend le long du mur.

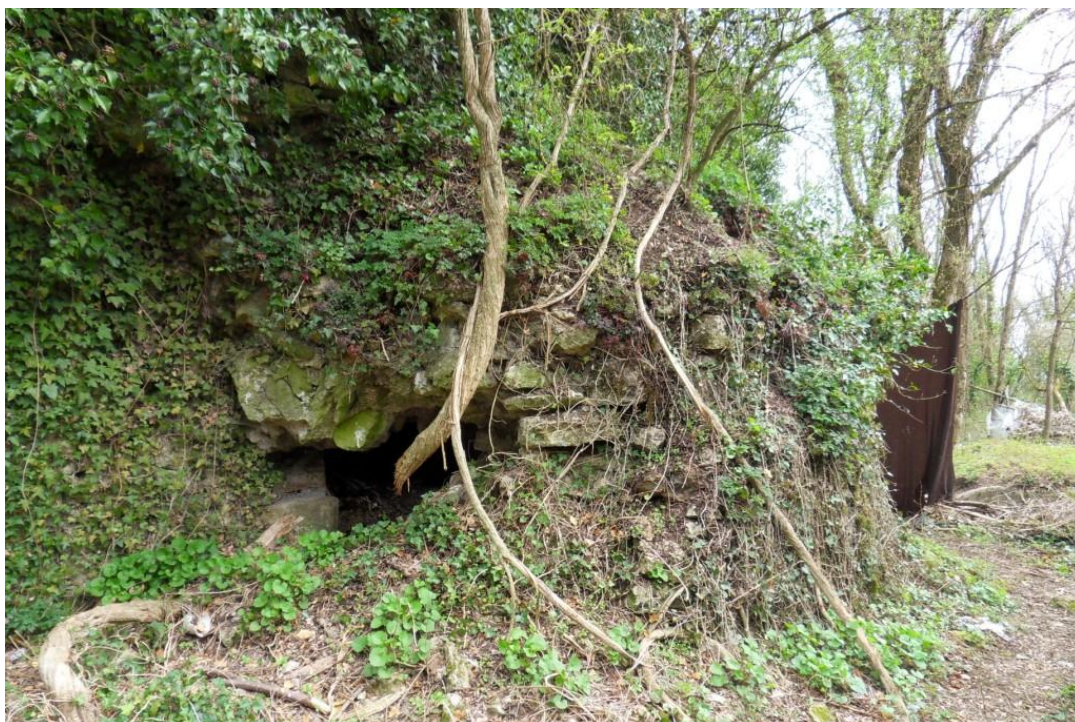


Photo 1 : Partie ouest de la tour.



Photo 2 : Partie Est de la tour et vue sur l'arche.



Photo 3 : Partie sud de la tour.

Aléa de propagation : zone 14

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

Le terrain est plat, la zone de propagation se limite au pied de la tour.

Géologie de la zone de propagation :

La zone de propagation est constituée de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs chutés récemment. Les blocs chutés sont recouverts par la terre.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : passage entre la tour et les bunkers désaffectés.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat.

Parades :

Dévégétalisation du mur, purge et travaux de maçonnerie.

Aléa de départ : zone 15 a

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 6 m / L = 46 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la base du mur est saine, mais colonisée par le lierre (photo 1 et 2). On observe des sous-cavages (photo 7). Sur la partie haute, on observe quelques zones démantelées et les blocs déjointoyés basculent (photo 3, 5 et 6). La présence massive de lierre empêche toute observation précise de l'état du mur (photo 8).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : entre 0,03 et 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur la partie haute et au-dessus des sous-cavages.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Arbres au sommet et lierre descendant le long du mur.



Photo 1 : Vue d'ensemble sur le mur.



Photo 2 : Zone qui présente des blocs prêts à basculer au sommet du mur.



Photo 3 : Zoom sur des blocs prêts à basculer.



Photo 4 : Zoom sur le ciment érodé entre les blocs.



Photo 5 : Blocs déjointoyés.



Photo 6 : Gros plan sur un bloc qui peut basculer.



Photo 7 : Sous-cavage en partie masqué par la végétation.



Photo 8 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 15 a

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

La zone de propagation est plate (photo 8). Cette zone est peu végétalisée (quelques arbres, lierre au sol).

Géologie de la zone de propagation :

La zone de propagation est constituée de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs qui ont chuté récemment au sol.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : sentier.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat.

Parades :

Dévégétalisation des murs, purge manuelle et travaux de maçonnerie.

Signaler le risque de chutes de blocs le long du sentier.

Aléa de départ : zone 15 b

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 0,9 m / L = 9 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : ce mur est le prolongement final de la zone 15 a. Cette partie du mur est saine et ne présente aucun signe de démantèlement ou d'instabilité (photo 1). Seuls les joints présentent des signes d'érosion.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,05 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : on ne distingue aucun bloc susceptible de chuter.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Pelouse au-dessus du mur et présence de mousse au niveau des joints entre les blocs.



Photo 1 : Vue générale du mur.

Aléa de propagation : zone 15 b

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

La zone de propagation à une pente de 15° sur 1,5 m puis un replat actuellement utilisé pour le stockage de bois.

Géologie de la zone de propagation :

La zone de propagation est constituée de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs au sol.

Parades :

Eventuellement, refaire les joints entre les blocs.

Aléa de départ : zone 16 S et N

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 3 m / L = 30 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : ce mur est complètement colonisé par le lierre (photos 1 et 2). Les blocs semblent disjoints. Dans la partie nord, bien que le ciment soit érodé, les blocs conservent un agencement stable (photo 3). Cette partie du mur est globalement stable.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : on ne distingue aucun bloc susceptible de chuter.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence de mousse au niveau des joints entre les blocs et lierre courant sur toute la hauteur du mur.



Photo 1 : Vue sur le mur en direction du sud.



Photo 2 : Partie sud du mur, vue en direction du nord.



Photo 3 : Partie nord du mur.



Photo 4 : Zone de propagation et blocs tombés en pied de mur.

Aléa de propagation : zone 16 S et N

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

La zone de propagation présente un replat de 1 m puis une pente de 10° sur 2 m et à nouveau un replat.

Géologie de la zone de propagation :

La zone de propagation est constituée de terre et d'éboulis.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe une trentaine de blocs chutés ayant un volume maximal de 0,08 m³. Ils se situent dans la pente prolongeant le replat en pied de mur (photo 4).

Enjeux :

Pas d'enjeux particuliers.

Parades :

Dévégétaliser et éventuellement, refaire les joints entre les blocs.

Aléa de départ : zone 17 extérieure

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H comprise entre 4 et 14 m / L = 50 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la partie haute du mur est démantelée et le parement extérieur du mur a disparu. La base est sous cavée en certains endroits sur 1 m de haut et 0,8 m de profondeur. Dans son ensemble, bon état général (photos 1, 2 et 3). La tour nord est une des zones génératrices de blocs instables, certains blocs sont en surplomb (photos 4 et 5).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur l'extérieur de la tour nord, et sur la partie haute du mur sur toute sa longueur.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Quelques arbres dans la partie supérieure du mur, présence de lierre implanté au sommet qui descend sur toute la hauteur du mur.



Photo 1 : Vue d'ensemble de la zone 17 extérieure.



Photo 2 : Partie centrale de la zone.



Photo 3 : Partie sud de la zone.



Photo 4 : Gros plan sur la tour nord.



Photo 5 : Zoom sur la tour nord.

Aléa de propagation : zone 17 extérieure

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

Eboulis au pied des murs, sur 3 à 6 m, avec une pente de 35 à 45°, puis un replat sur environ 20 m.

Géologie de la zone de propagation :

Au pied des murs, la zone de propagation est constituée d'éboulis. Le replat est constitué de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

Mis à part l'éboulis étalé au pied des murs, on n'observe pas de blocs récemment tombés.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : la zone de replat de 20 m qui est susceptible d'accueillir du public et/ou des voitures.

Distance enjeux/zone de départ : 3 à 6 m.

Parades :

Dévégétalisation des murs, maçonnerie et purge manuelle.

Barrière fixe grillagée à maille double torsion de 1 m de hauteur en pied de talus.

Aléa de départ : zone 17 intérieure

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H de 5 m (nord) à 12 m (sud) / L = 40 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : (photo 1)

Sur l'ensemble du mur, on observe de nombreuses parties manquantes sur le parement extérieur du mur qui génèrent des sous-cavages. La partie supérieure commence à être démantelée par la végétation. Les blocs, au niveau des ouvertures, sont parfois disjoints.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : entre 0,02 et 0,1 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : partout sur ce pan de mur. Les zones de sous-cavages et des ouvertures étant les plus sensibles.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence de quelques arbres et touffes d'herbe sur la partie sommitale du mur.



Photo 1 : Panorama de la zone 17.



Photo 2 : Aperçu représentatif de la zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 17 intérieure

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

La zone située au pied du mur est plate (photo 2).

Géologie de la zone de propagation :

La zone de propagation est constituée de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs chutés, mais la zone est aménagée en parcours de visite des ruines du château (photo 2), il est donc probable que les blocs chutés soient évacués.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : le sentier qui longe le mur aménagé en parcours de visite.

Distance enjeux/zone de départ : 2 m.

Parades :

Dévégétalisation, purge manuelle et travaux de maçonnerie.

Remplacer la chaîne sensée délimiter un périmètre de sécurité au pied du mur par une barrière grillagée à maille double torsion.

Aléa de départ : zone 18 P1

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 4 \text{ m} / L = 22 \text{ m}$.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : mur fortement végétalisé (lierre) (photo 1). On observe des zones effondrées.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : $0,05 \text{ m}^3$ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : sur tout le mur.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence massive de lierre et arbres au sommet.



Photo 1 : Vue d'ensemble sur le mur.

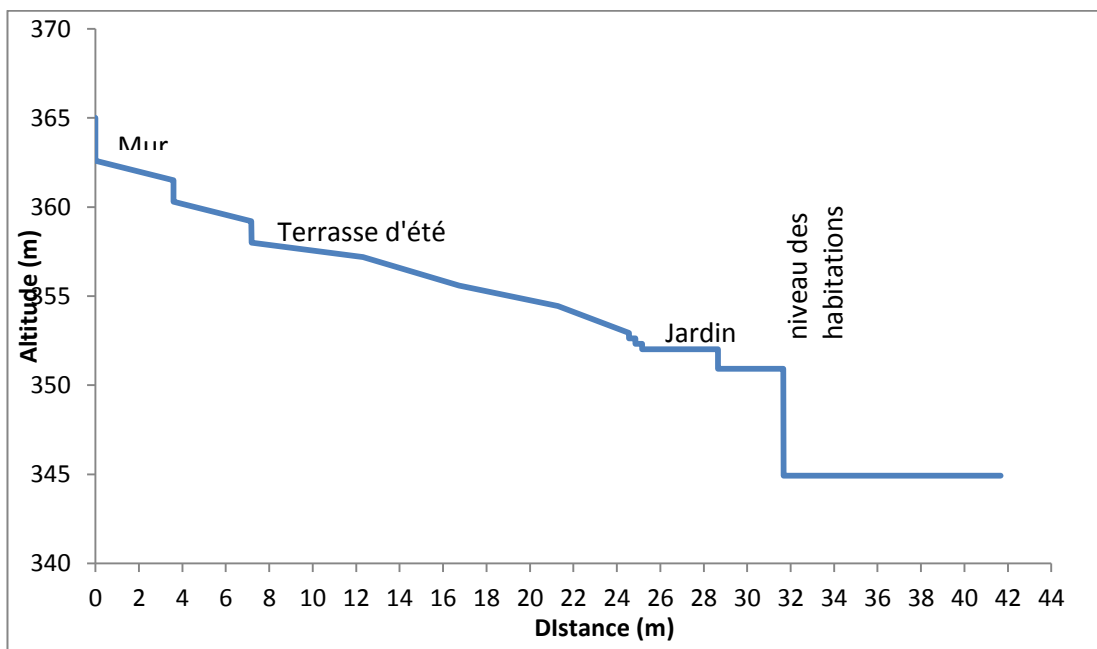


Photo 2 : Zone de propagation et enjeux en contrebas.

Aléa de propagation : zone 18 P1

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

La morphologie de la pente est variable (photo 2). On observe des replats et la pente oscille entre 15 et 30°. Un profil a été réalisé le long de la parcelle 562 là où l'on observe des couloirs de propagation préférentiels des blocs.



Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis dans sa partie haute et de terre dans sa partie basse.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe une vingtaine de blocs au sol ayant un volume maximal de 0,04 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins, une terrasse aménagée et des habitations.

Distance enjeux/zone de départ : 13 m pour la terrasse, 27 m pour les jardins.

Parades :

Dévégétalisation du mur, purge manuelle et travaux de maçonnerie.

Barrière fixe grillagée à maille double torsion, de 1 m de hauteur et à 3 m du mur.

Aléa de départ : zone 18 P2

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = 4 m, la tour est en ruine.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : on observe des sous-cavages côté pente. La présence massive de lierre empêche toute observation précise de l'état du mur (photo 1). On observe une ouverture (fissure ?) derrière la tour sur 1,5 m maximum.

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,05 m³ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : au niveau de l'ouverture derrière la tour.

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence massive de lierre sur toute la hauteur de la tour, quelques arbres au sommet.



Photo 1 : Vue générale sur la partie Est de la tour.

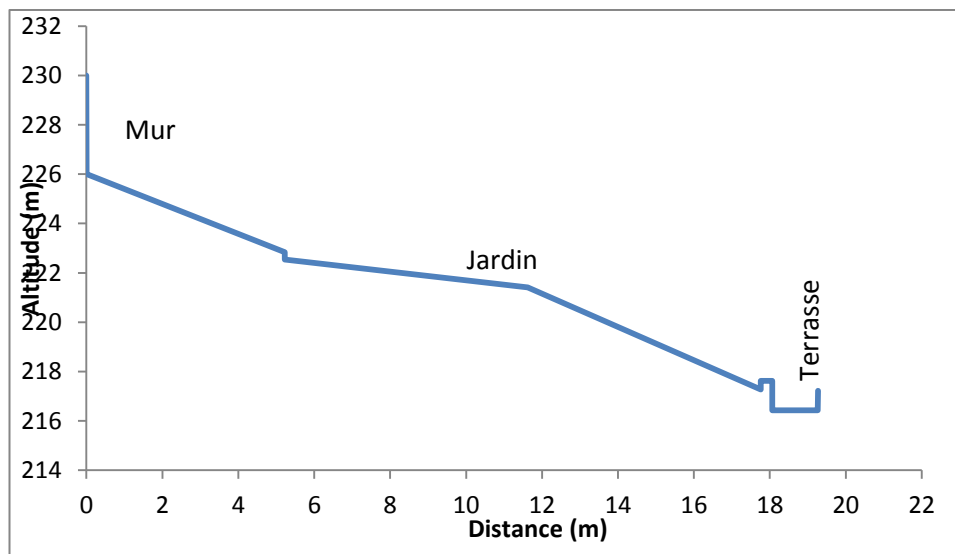


Photo 2 : Zone de propagation.

Aléa de propagation : zone 18 P2

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

La pente est irrégulière car elle a certainement été profilée pour la mise en place d'une terrasse aménagée (photo 2).



Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis au pied de la tour puis de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On n'observe pas de blocs au sol. Il est possible qu'ils soient évacués par les propriétaires.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et maisons situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour les jardins, 20 m pour les maisons.

Parades :

Dévégétalisation de la tour, purge manuelle et maçonnerie.

Barrière fixe grillagée à maille double torsion, de 1 m de hauteur et à 3 m du mur.

Aléa de départ : zone 18 P3

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : H = de 1 à 2,5 m / L = 10 m.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : on observe des sous-cavages à la base du mur. Le démantèlement est assez avancé et il génère des blocs instables (photos 1 et 2).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : 0,04 m³ maximum.

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

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence massive de lierre et arbres au sommet.



Photo 1 : Vue générale de la zone 18 P3.



Photo 2 : Gros plan sur les dégradations du mur.

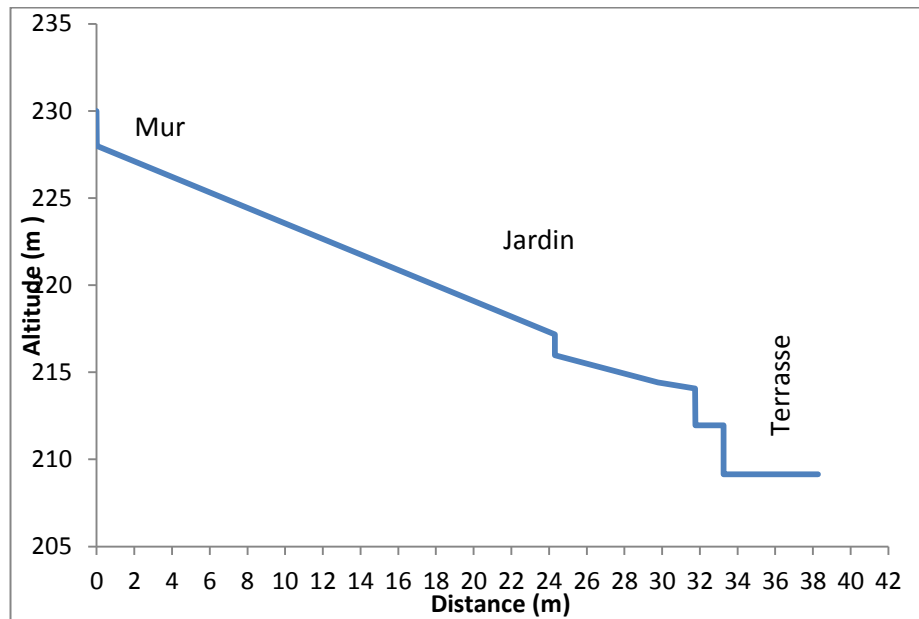


Photo 3 : Zone de propagation et pierres/blocs chutés.

Aléa de propagation : zone 18 P3

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

Pente régulière de 25 à 30° puis aménagements type cabanon et terrasse.



Géologie de la zone de propagation :

La pente est constituée d'éboulis au pied du mur puis de terre.

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe une cinquantaine de blocs au sol, situés au pied du mur et jusqu'à plus de 2 m du mur. Leur volume maximal est de 0,04 m³.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et une école situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour les jardins, 32 m pour l'école.

Parades :

Dévégétalisation de la tour, purge manuelle et maçonnerie.

Barrière fixe grillagée à maille double torsion, de 1 m de hauteur et à 3 m du mur.

Aléa de départ : zone 18 P4

Zone de départ :

Hauteur/largeur (m) : $H_{\max} = 3 \text{ m} / L = 31 \text{ m}$.

Aspect/aplombs/sous-cavage/fissure/fracturation... : la partie Est du muret est totalement effondrée (photo 1). La partie de muret encore en place est en bon état général (photos 2 et 3).

«Blocs» dans la zone de départ :

Volume/taille : $0,05 \text{ m}^3$ maximum.

Localisation des blocs susceptibles de tomber : au niveau de la rupture avec le pan de mur effondré (photo 4).

Géométrie/forme des blocs : parallélépipédique.

Végétation :

Présence de mousse sur les blocs et lierre implanté au sommet.



Photo 1 : Partie est du mur.



Photo 2 : Partie centrale du mur.



Photo 3 : Partie ouest du mur.



Photo 4 : Zone instable du mur.

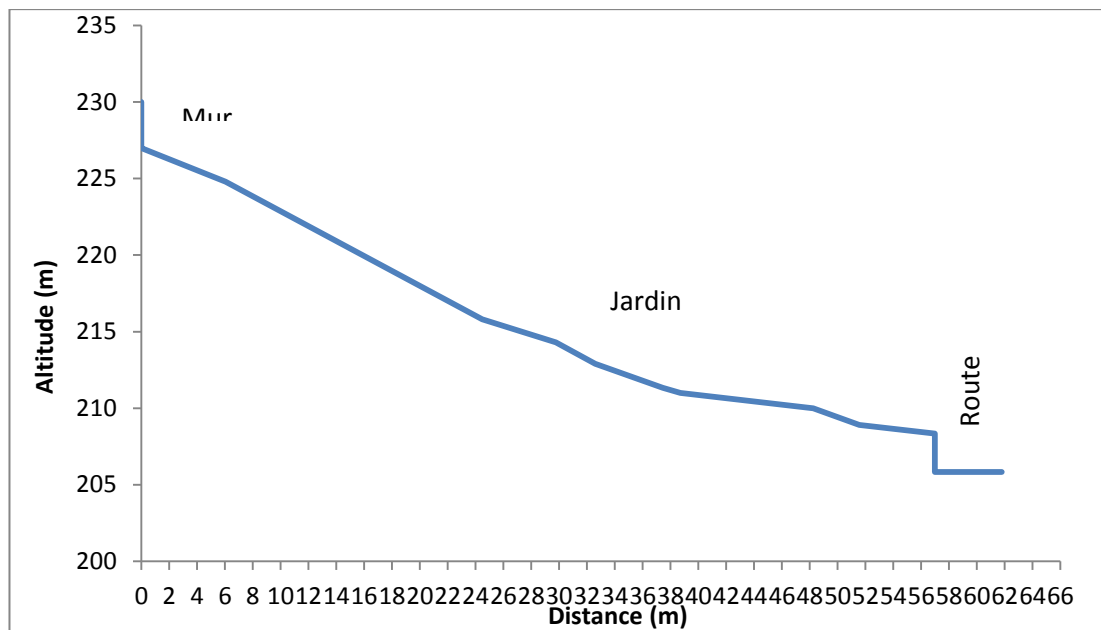


Photo 5 : Zone de propagation (où par ailleurs se développent des loupes de glissements de terrain).

Aléa de propagation : zone 18 P4

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

La pente est irrégulière à cause des glissements de terrain superficiels qui l'affectent.



Géologie de la zone de propagation :

En pied de mur, la pente est constituée d'éboulis, le reste est en terre (photo 5).

Inventaire des blocs chutés (nombre/répartition spatiale) :

On observe les blocs de la partie effondrée du muret. Pour la partie en bon état général, on n'observe pas de blocs. Il est possible qu'ils aient été déplacés.

Enjeux :

Type de bâtiments/route : jardins et route situés en contrebas.

Distance enjeux/zone de départ : immédiat pour le jardin, environ 60 m pour la route.

Parades :

Dévégétalisation de la tour, purge manuelle et travaux de maçonnerie.



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

Direction régionale Lorraine
1, avenue du Parc de Brabois
54500 – Vandoeuvre-lès-Nancy - France
Tél. : 03 83 44 81 49