



Commune de Val-de-Travers

Projet de protection contre les chutes de pierres Avant-projet

Secteur du Camping - Belle Roche à Fleurier

RAPPORT TECHNIQUE

Auteur du projet		Date	Auteur	Contr.	Remarques
 <p>M F R GEOLOGIE - GEOTECHNIQUE SA 50, rue de la Charrière 2300 La Chaux-de-Fonds Tél. 032 968 95 40 Fax 032 341 48 15 E-mail: chaux.de.fonds@mfr.ch</p>	18.10.10	ML	CR		
	Révisé				
Date du projet	Octobre 2010				
Révisé le					
Plan no		Affaire no			
Format		08 1494			

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXES	3
LISTE DES TABLEAUX.....	2
REFERENCES	4
MANDAT ET OBJET DU RAPPORT.....	5
1 RESUME DES ETAPES PRECEDENTES.....	6
2 EVALUATION DES RISQUES POUR LES CHUTES DE PIERRES	9
3 VARIANTE CHOISIE	13
4 MESURES PLANIFIEES	18
5 PREUVES DES PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES.....	24
6 ESTIMATION DES COUTS	25
7 CONFLITS ET LEUR SOLUTION.....	30
8 BENEFICIAIRES ET LEUR PARTICIPATION.....	30
9 CALENDRIER.....	30
10 ORGANISATION DE L'ENTRETIEN ET CONCEPT DE MAINTIEN EN ETAT	31

ANNEXES

- 11.1 Situation générale (1/25000)
Situation des dommages potentiels (1/2000)
Liste des propriétaires
- 11.2 Carte des intensités avant et après mesures (1/2000)
Tableau des dommages potentiels
Cartes des dangers avant et après mesures (1/2000)
- 11.3 Carte des mesures de protection (1/1000)
- 11.4 Profil normal des mesures planifiées
Résultats des calculs trajectographiques
Plan des mesures (1/500)
Profils en travers des barrières (1/40)
Mesures de surveillance
- 11.5 Décisions gouvernementales
- 11.6 Formulaire de l'OFEV
- 11.7 Output EconoMe

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 :	
<i>Inventaire des barrières</i>	p 19
Tableau n°2 :	
<i>Budget prévisionnel (variante n°1)</i>	p 27
Tableau n°3 :	
<i>Budget prévisionnel (variante n°2)</i>	p 28

REFERENCES

- [01] « *EconoMe 2.0 – manuel d'utilisation* ».
- [02] « *Formules de calcul du risque généré par les dangers naturels* », M. Bründl, B. Krummenacher, C. Rheinberger, C. Winkler, 2008.
- [03] « *Manuel RPT dans le domaine de l'environnement – partie 5 : explications spécifiques à la convention-programme dans le domaine des ouvrages de protection et des données de base sur les dangers* » OFEV, 2008
- [04] « *Carte des dangers liés aux mouvements de terrain et à l'eau – Fleurier, Saint Sulpice, Buttes, La côte aux fées* », MFR Géologie – Géotechnique SA, 2004
- [05] « *Recommandations pour la prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire* », OFAT / OFEE / OFEFP, 1997
- [06] « *Commune de Val-de-Travers – Projet de protection contre les chutes de pierres – Etude préliminaire* », MFR Géologie – Géotechnique SA, 2010
- [07] « *Commune de Val-de-Travers – Projet de protection contre les chutes de pierres – Choix de la variante* », MFR Géologie – Géotechnique SA, 2010
- [08] « *Commune de Val-de-Travers – Projet de protection contre les chutes de pierres – Cartes des intensités* », MFR Géologie – Géotechnique SA, 2010

MANDAT ET OBJET DU RAPPORT

Ce mandat nous a été attribué le 06.07.2010 par la commune du Val-de-Travers (NE) sur la base de notre offre d'honoraires du 25.06.2010. Il concerne la réalisation d'un avant-projet de protection contre les chutes de pierres dans le secteur du camping et de Belle Roche à Fleurier. Il fait suite à la réalisation de la carte des dangers des communes de Fleurier, Saint Sulpice, Buttes et de la Côte aux Fées en novembre 2004 et d'un projet préliminaire de protection contre les chutes de pierres sur le même secteur, réalisé en mars 2010.

Le secteur faisant l'objet de cette étude est délimité sur le plan constituant l'annexe n°11.1.1. Il comprend une vingtaine d'habitations, la route communale et le camping situés entre l'Areuse (rive gauche) et le pied du versant dans le secteur Belle Roche à Fleurier (NE). Ces objets sont référencés et identifiés par des numéros indiqués sur le plan constituant l'annexe n°11.1.2. Ces numéros ont été attribués pour la réalisation de l'étude préliminaire et ont été conservés pour cette phase du projet.

Sur l'ensemble des plans, le périmètre cartographié en vert correspond au périmètre A et à la zone d'infrastructures permanentes.

Ce rapport a été établi sur la base du cahier des charges établi par la commune et le canton le 18.06.2010.

Pour cette étude, les prestations suivantes ont été réalisées

- calculs trajectographiques bidimensionnels pour dimensionnement, implantation et optimisation des mesures de protection sur le logiciel Rocfall ;
- établissement des cartes d'intensité après mesures ;
- réalisation des plans des mesures ;
- estimation des coûts ;
- calcul intégral des risques grâce au logiciel EconoMe ;
- révision de la carte des dangers du secteur avant mesures et réalisation de la carte des dangers après mesures.

1 RESUME DES ETAPES PRECEDENTES

1.1 ETUDE PRELIMINAIRE

Dans le cadre de cette étude, les prestations suivantes ont été effectuées :

- reconnaissances du secteur dont une partie en conditions acrobatiques en avril et juin 2009 ;
- calculs trajectographiques tridimensionnels de l'ensemble de la zone sur le logiciel PIR3D ;
- réalisation des cartes d'intensité avant mesures ;
- préparation des données rentrant en compte pour la réalisation des calculs des risques sur le logiciel EconoMe 2.0 ;
- entrée des données dans EconoMe 2.0 et réalisation des calculs jusqu'à l'étape n°6 (estimation des risques individuels avant mesures de protection)
- estimation du potentiel de danger (recensement des objets exposés au risque de chutes de pierres dans la zone du camping et de Belle Roche)
- établissement d'un projet de protection

Les résultats principaux de cette étude sont les suivants :

Le cadastre des évènements, réalisé pour la carte des dangers ne recense pas d'évènements dans le périmètre des habitations. Cependant, les falaises constituent des zones de départ actives comme en témoignent les nombreuses zones d'éboulis non végétalisées dans le versant. Des blocs avec des propagations plus défavorables peuvent atteindre le périmètre des habitations pour des périodes de retour de 100 ou 300 ans. Cette étude indique et détaille les mécanismes d'instabilités majeures identifiés lors des reconnaissances et la géologie globale du site.

Les scénarios de risques évalués, découlant de l'analyse de l'activité des falaises, sont les suivants :

Scénario 30 ans	: 0.25 m ³
Scénario 100 ans	: 1.00 m ³
Scénario 300 ans	: 5.00 m ³

Les justifications ayant conduit au choix de ces volumes sont repris dans le paragraphe correspondant du présent rapport.

L'étude préliminaire met en évidence un déficit de protection des objets dans ce secteur et notamment du camping pour les chutes de pierres et de blocs en termes d'intensité (selon les objectifs globaux selon ARE et al. 2005) et en termes de risques individuels de décès.

En effet, 8 objets sont exposés à des chutes de pierres et de blocs avec une intensité élevée pour le scénario 100 ans et 19 objets pour le scénario 300 ans. 8 objets présentent un risque individuel de décès élevé (soit supérieur à 1.10^{-5})

Le détail de réalisation des cartes d'intensité avant mesures et les paramètres pour les calculs des risques seront rappelés dans ce rapport, dans les paragraphes correspondants. Pour une meilleure lisibilité du projet, les cartes d'intensité avant mesures sont de nouveau transmises.

L'étude préliminaire démontre donc la nécessité de la mise en œuvre d'un projet de protection pour ce secteur. L'ensemble des variantes possibles y est mentionné. En conclusion du rapport, deux variantes de protection sont proposées :

- (1) Mise en œuvre de protections linéaires sous forme de merlons de 3.0 à 4.0 m de hauteur et de barrières de filets d'énergie de 1000 à 2000 kJ sur un linéaire total de 480.0 m couplée à des mesures de surveillance des zones pouvant produire des éboulements de grande ampleur.
- (2) Délocalisation du camping. Les mesures linéaires et les surveillances proposées ne sont pas réalisées dans la zone du camping et celui-ci est délocalisé. Le linéaire de protection à mettre en œuvre n'est alors plus que de 295.0 m

1.2 DECISIONS INTERMEDIARES PRISES

L'étude préliminaire a donné lieu à une prise de position de l'autorité subventionnante (OFEV - M. B.Loup) en date du 29.04.2010. Ce document est transmis en annexe 11.5.

En réponse à cette prise de position, les points principaux suivants sont à noter :

- *selon remarque 2.2.3* : les facteurs de protection des objets mentionnés ont été diminués afin de prendre en compte la remarque formulée. Les facteurs de protection appliqués sont détaillés dans les tableaux des potentiels de dommage en annexe 11.2.4 ;
- *selon remarque 2.2.6* : les coûts concernant les surveillances en amont du camping ont été supprimés pour l'estimation du coût de la variante n°2 correspondant à la délocalisation du camping.

En préambule à la réalisation de l'avant-projet, le choix de la variante a donné lieu à une séance le 06.09.2010 en présence de M. B.Loup (OFEV), M. C. Denervaud (Canton de Neuchâtel), M. P.A.Rumley (Commune de Val-de-Travers) et du bureau MFR.

Suite à cette séance, sur la demande de M. P.A. Rumley, un document de synthèse provisoire a été remis à la Commune pour présentation au conseil communal et en copie au Canton et à la Confédération. Il s'agit d'une lettre ayant pour objet la synthèse des informations présentées en séance et datant du 09.09.2010 (référence n° 7). Elle contient pour chacune des variantes :

- la carte de situation des mesures de protection ;
- l'estimation des coûts ;
- les cartes des intensités provisoires après mesures pour les scénarios 30, 100 et 300 ans ;
- le résumé des résultats du calcul intégral des risques réalisé avec le logiciel EconoMe 2.0 et le tableau des risques individuels de décès des objets du secteur.

Cette lettre compare les coûts et les risques pour chacune des deux variantes.

Sur la base de ce document, le conseil communal s'est prononcé en faveur de la variante n°1 et de la conservation du camping à son emplacement actuel. Le mail du 21.09.2010, mentionnant cette décision, est joint en annexe 11.5.

Cette décision a été suivie de la prise de position de M. C.Denervaud pour le canton de Neuchâtel, transmise par mail le 21.09.2010. Cet envoi est également joint en annexe 11.5.

Ce mail formule également des remarques sur les documents transmis. Suite à ces remarques, des modifications ont été apportées aux cartes d'intensité après mesures afin de prendre en compte l'effet des mesures pour le scénario 300 ans. Les résultats obtenus sont détaillés dans les paragraphes correspondants du présent rapport. En raison de cette révision, les documents transmis le 09.09.2010 sont à considérer comme obsolètes. Le présent rapport reprend les comparaisons des variantes sur la base des données corrigées et définitives.

Une première version des cartes d'intensité après mesures révisées a été transmise le 27.09.2010 (référence n°8).

2 EVALUATION DES RISQUES POUR LES CHUTES DE PIERRES

2.1 SCENARIOS EVALUES

Les scénarios évalués correspondent au risque de chutes d'un bloc d'un volume donné dans le périmètre des habitations pour une période de retour donnée.

Le choix des scénarios a été réalisé dans le cadre de l'étude préliminaire. Le paragraphe suivant synthétise les éléments de justification fournis dans le rapport correspondant.

Ces scénarios sont les suivants :

Scénario 30 ans	: 0.25 m³
Scénario 100 ans	: 1.00 m³
Scénario 300 ans	: 5.00 m³

Le choix des volumes attribué à ces scénarios se base sur les éléments suivants :

Scénario 30 ans : les chutes de pierres et de blocs dans le périmètre des habitations sont peu fréquentes. Aucun événement n'a été signalé et aucun témoin muet n'a été observé en dehors des zones d'éboulis. Ainsi, pour ce scénario, le périmètre A n'est que peu exposé. Nous avons choisi de caractériser ce scénario par un volume couramment représenté dans les éboulis et donc caractéristique de l'activité intense des falaises du fait de leur altération et de leur érosion soit 0.25 m³. Les limites de propagation considérées pour ce scénario sont celles des éboulis relevées sur le terrain. Elles recoupent le périmètre A en deux endroits : dans la zone de l'objet n°1 et en amont des objets n°4 et 5.

Scénario 100 ans : nous avons considéré pour ce scénario, un volume de 1.00 m³. Il s'agit en effet d'un volume représenté dans les éboulis. De plus, d'après notre expérience, il s'agit d'un volume couramment répertorié dans le Jura, pour des blocs éboulés provenant du Kimméridgien. Ce scénario permet de prendre en compte un éboulement d'un bloc d'un volume courant avec une trajectoire plus défavorable qui pourrait parvenir dans le périmètre des habitations. Selon les calculs trajectographiques, réalisés dans le cadre de l'étude préliminaire, dont les résultats sont détaillés dans le rapport correspondant, cela concernerait 10 à 20 % des blocs suivant les zones sources.

Scénario 300 ans : ce scénario permet de prendre en compte la chute, dans le périmètre des habitations, d'un bloc résiduel issu d'un éboulement important (rupture d'un compartiment dans les lames verticales en amont du camping ou glissement de la partie Ouest de la dalle dans la partie supérieure du secteur Belle Roche. Ces mécanismes sont détaillés dans l'étude préliminaire.). Ces éboulements ont des risques d'occurrence faibles. Compte tenu des caractéristiques du massif rocheux (épaisseur des strates, fracturation, ...) et d'après notre expérience pour des éboulements similaires dans le Jura, un volume de 5.00 m³ peut être considéré. Les limites de propagation considérées correspondent à l'extension maximale des trajectoires selon les calculs réalisés dans le cadre de l'étude préliminaire.

Pour rappel, il est à noter que les événements pris en compte dans les scénarios 100 et 300 ans ainsi que des événements avec une période de retour plus faible peuvent se produire dans les 30 prochaines années.

2.2 EVALUATION INTEGRALE DES RISQUES

L'évaluation intégrale des risques pour le processus des chutes de pierres et de blocs pour le secteur étudié, a été réalisée grâce au logiciel EconoMe 2.0.

La référence du projet est la suivante :

- Numéro : 13-102-2048
- Nom : Projet de protection – Fleurier – Secteur du camping et de Belle Roche

Les paragraphes suivants détaillent les expositions et les risques sur le secteur avant la pose des mesures de protection. Cette étape de travail a déjà été réalisée dans le cadre de l'étude préliminaire. Les paragraphes suivants synthétisent donc les résultats obtenus. La méthodologie est détaillée dans le rapport réalisé pour l'étude préliminaire.

2.2.1 Réalisation des cartes d'intensité avant pose des mesures de protection.

Les classes d'intensité sont définies en fonction de l'énergie des blocs. Ces classes sont les suivantes :

- intensité faible : 0 à 30 kJ
- intensité moyenne : 30 à 300 kJ
- intensité forte : > 300 kJ

Trois cartes d'intensité avant la mise en place des mesures de protection ont été réalisées pour les trois scénarios établis. Ces cartes constituent les annexes n°11.2.11 à 11.2.13.

L'analyse de ces cartes amène les commentaires suivants :

- les limites de propagation des blocs, choisies sur la base des calculs trajectographiques et des observations réalisées sur le site et utilisées pour la cartographie des intensités sont les suivantes :
 - o scénario 30 ans : limite des zones de dépôts relevées sur le site
 - o scénario 100 ans : zone d'arrêt principale des blocs d'après les calculs trajectographiques (correspondant à l'arrêt de 90% des blocs)
 - o scénario 300 ans : zone de propagation maximale des blocs selon les calculs trajectographiques
- pour le scénario 30 ans : seule deux zones de la carte sont exposées à une intensité moyenne pour les chutes de pierres et de blocs. Aucun objet du périmètre n'est exposé. Ces zones correspondent à des zones d'éboulis en amont de l'objet n°1 et des objets n°4 et 5 ;
- pour le scénario 100 ans : une partie du camping, de la route cantonale, ainsi que les objets n°3, 4, 5, 6, 7, 15, 16 et 24 sont exposés à une intensité élevée pour les chutes de pierres et de blocs. L'objet n°1 est exposé à une intensité moyenne. Les objets situés en sud de la route, au vu des hypothèses prises pour la propagation des blocs ne sont pas exposés ;
- pour le scénario 300 ans : l'ensemble du secteur sauf les objets n°9, 10 et 11 d'une part, n°21, 22 et 23 d'autre part, est exposé à une intensité élevée pour les chutes de

pierres et de blocs. Les objets mentionnés ne sont pas exposés car situés en dehors des zones de propagation des combes canalisant les chutes de pierres dans le versant et protégés des falaises en amont par une épaisseur importante de forêt protectrice.

En conclusion de ces cartes, un inventaire des objets présents sur le secteur ainsi que leur intensité d'exposition selon les scénarios pour les chutes de pierres et de blocs a été réalisé durant l'étude préliminaire. Ce tableau constitue l'annexe n°11.2.4. Les numérotations des objets ont été conservées de l'étude préliminaire. Un plan de situation de ces objets constitue l'annexe n°11.1.2.

Ainsi,

- pour le scénario 30 ans : aucun objet n'est exposé ;
- pour le scénario 100 ans :
 - o 8 habitations sont exposées à une intensité élevée et 2 à une intensité moyenne ;
 - o 40 % de la surface du camping sont exposés à une intensité élevée ;
 - o 30 % de la route communale sont classés en zone d'intensité élevée et 30 % en zone d'intensité moyenne ;
- pour le scénario 300 ans :
 - o 19 habitations sont exposées à une intensité élevée ;
 - o 100 % de la surface du camping sont exposés à une intensité élevée ;
 - o 100 % de la route communale sont classés en zone d'intensité élevée.

Les modifications apportées à ce tableau durant l'avant-projet portent uniquement sur les facteurs de protection des objets avant mesures suite aux remarques formulées dans la prise de position de l'OFEV. Ces facteurs permettent de pondérer l'exposition de certains objets en partie abrités par des objets situés en amont. Ce facteur est de 1 (entièrement protégé) pour les objets n°2 et n°19 protégés, respectivement, par les objets n°1 et n°24. Ce facteur est évalué à 0.5 pour les objets n°8, 12, 13 et 14 protégés partiellement par les objets en amont.

2.2.2 Calcul des risques sur le logiciel EconoMe

Pour chaque objet du secteur, est défini :

- son exposition à une classe d'intensité donnée pour un scénario donné comme définit précédemment pondérée par un facteur de protection
- la durée de présence humaine. Ce paramètre s'estime à l'aide de plusieurs facteurs :
 - o pour l'aspect quantitatif :
 - pour les bâtiments : on considère le nombre de logements dans chacun
 - pour la route : on estime le trafic journalier. La valeur fournie dans le tableau en annexe 11.2.3 est une valeur fondée sur nos estimations

- pour le camping : on estime une fréquentation par jour pour les 6 mois d'ouverture
 - ces valeurs sont ensuite pondérées par une probabilité de présence traduite par le taux d'occupation. Il s'agit de l'occupation moyenne dans la journée pour les bâtiments et le camping et du taux d'occupation des véhicules pour la route. Les valeurs considérées sont les valeurs de base du logiciel sauf pour le camping pour lequel cette valeur est divisée par deux de manière à prendre en compte le fait qu'il n'est ouvert que 6 mois de l'année ;
- la valeur de base de l'objet : les valeurs considérées sont les valeurs de base du logiciel.

Le logiciel EconoMe 2.0 calcule alors le montant des dommages pour les biens et les personnes, occasionnés par jour par les chutes de pierres et de blocs ainsi que le risque individuel de décès pour les habitants du secteur ou les usagers de la route et du camping.

L'ensemble des résultats obtenus constitue l'annexe 11.6.

Dans ces résultats, une page synthétise l'ensemble des risques individuels de décès calculés pour les différents objets de la zone. Dans ce tableau, les objets sont classés par ordre décroissant de l'objet le plus exposé au moins exposé.

Ainsi, 12 objets présentent un risque individuel supérieur au seuil de risque tolérable pour une prise de risque involontaire fixé à 1.10^{-5} . Il s'agit du camping (n°25) et de plusieurs maisons familiales situés immédiatement au pied du versant (n°1A et B, 3, 5, 6, 15 et 16). Les objets n°8, 12, 13 et 14 partiellement protégés présentent également un risque élevé mais proche de la valeur seuil.

Les 3 logements collectifs (objets n°17, 20 et 24) sont moins exposés que les maisons familiales car les valeurs de vulnérabilité et de létalité qui permettent de calculer une probabilité de décès en cas d'impact d'un bloc sont plus faibles. Le risque pour ces objets (n°17, 20 et 24) est donc inférieur à la valeur seuil mentionnée précédemment malgré une exposition à une intensité élevée en cas de chutes de pierres et de blocs.

Le risque pour les usagers de la route est faible.

3 VARIANTE CHOISIE

La carte de situation des mesures de protection constitue l'annexe n°11.3. Cette carte indique également les numéros de ces mesures. Ces numéros ont été conservés par rapport à l'étude préliminaire.

Comme mentionné au début de ce rapport, deux variantes sont encore en discussion pour le choix de la mesure de protection. Le détail de ces mesures fait l'objet du paragraphe 4 du présent rapport.

De manière générale, les mesures de protection proposées consistent en la mise en œuvre de mesures de protection linéaires soit sous forme de merlons soit sous forme de barrières de filets, couplées à des mesures de surveillance des zones pouvant générer des éboulements importants.

Dans le cas de la variante n°2, ces mesures (n°3A, 3B et 4) ne sont pas mises en œuvre dans la zone du camping et celui-ci est délocalisé.

Le conseil communal de Val-de-Travers s'est prononcé pour le choix de la variante n°1 sur la base des documents transmis le 09.09.2010. En raison des modifications apportées au projet après cette transmission, les éléments de comparaison entre les deux variantes sont repris, pour information, dans le présent rapport.

3.1 PREUVE DE LA REDUCTION DES RISQUES (ECONOME)

3.1.1 Réalisation des cartes d'intensité après pose des mesures de protection

De nouvelles cartes d'intensité sont réalisées en prenant en compte les mesures de protection envisagées pour les deux variantes de projet. Ces cartes constituent les annexes n°11.2.21 à 11.2.23 pour la variante n°1 et n°11.2.31 à 11.2.33 pour la variante n°2.

Ces cartes amènent les commentaires suivants :

L'emplacement des mesures de protection envisagées est indiqué sur ces cartes de manière à justifier les découpages des intensités. Un tracé plus précis des mesures est disponible sur la carte en annexe 11.3.

Scénario 30 ans : le périmètre n'est pas exposé

Scénario 100 ans :

Variante n°1 : après réalisation des mesures de protection sur l'ensemble de la zone, le périmètre n'est plus exposé aux risques de chutes de pierres sauf en deux endroits de la route communale hors des mesures de protection ;

Variante n°2 : dans la zone du camping, où les mesures ne sont pas réalisées, l'exposition est identique à celle avant mesures. Une partie de la zone est ainsi exposée à une intensité élevée de chutes de pierres et de blocs mais le camping n'est plus exposé car délocalisé ;

Scénario 300 ans :

Variante n°1 : après réalisation des mesures de protection sur l'ensemble de la zone, certains secteurs présentent un risque résiduel de chutes de pierres et de blocs dû au fait que les mesures de protection ne sont que partiellement efficaces pour ce scénario, l'objectif de protection ayant été fixé au scénario 100 ans lors de la réalisation de l'étude préliminaire. Cette exposition résiduelle correspond au risque de chutes d'un bloc parvenant avec une énergie supérieure à la capacité de la barrière et la franchissant donc pour parvenir dans le périmètre des habitations.

Cependant, le taux de protection est important puisqu'environ 90% des blocs parvenant dans les barrières y seront stoppés. Ces pourcentages sont détaillés sous la forme de facteur de protection pour chaque objet du périmètre dans le tableau en annexe 11.2.3.

Pour ces expositions résiduelles, les limites de propagation des blocs ont été réduites par rapport à la carte avant mesures afin de prendre en compte l'effet des mesures qui freineront en grande partie ces blocs d'énergie plus importante. Les limites dessinées se basent sur les résultats des calculs trajectographiques réalisés pour le dimensionnement des mesures de protection et détaillés dans le paragraphe n°4 et en annexe 11.4.1.

Ainsi, la façade amont des objets n°1 et 3 est exposé à une intensité résiduelle moyenne pour les chutes de pierres et de blocs ainsi que les objets n°4 à 7. Dans la zone de la barrière n°6/7 : en raison de l'épaisseur importante de la forêt protectrice, du faible nombre de blocs parvenant jusqu'à la barrière et des résultats trajectographiques montrant qu'après passage dans la barrière, les blocs avec des énergies plus élevées que sa capacité, ne parviennent pas au pied du versant, le périmètre n'est pas exposé. Le camping n'est pas exposé. La route communale est exposée en partie à une intensité résiduelle moyenne dans la zone des mesures de protection n°4, 5A et 5B et à une intensité élevée hors zone d'influence des mesures de protection.

Variante n°2 : dans la zone du camping, où les mesures ne sont pas réalisées, l'exposition est identique à celle avant mesures. Cette zone est ainsi exposée à une intensité élevée de chutes de pierres et de blocs mais le camping n'est plus exposé car délocalisé ;

L'ensemble de ces données est résumée dans l'inventaire des objets et de leur exposition en annexe n°11.2.3. Ce tableau détaille également les facteurs de protection attribués aux mesures.

Ainsi,

- pour le scénario 30 ans : aucun objet n'est exposé ;
- pour le scénario 100 ans :
 - o pour la variante n° 1 : 5 % de la route sont classés en zone d'intensité élevée et 10 % en zone d'intensité moyenne ;
 - o pour la variante n° 2 : 20 % de la route communale sont classés en zone d'intensité élevée et 15 % en zone d'intensité moyenne ;
- pour le scénario 300 ans :
 - o 7 bâtiments sont exposées à une intensité résiduelle moyenne ;

- pour la variante n° 1 : 40 % de la route sont classés en zone d'intensité élevée contre 55 % pour la variante n°2 ;

3.1.2 Preuve de la réduction des risques EconoMe

Ces nouvelles données d'exposition sont entrées dans le logiciel EconoMe qui recalcule les montants des dommages pour les biens et les personnes ainsi que les risques individuels de décès des occupants des objets exposés.

Ces calculs sont réalisés pour les deux variantes. Le détail des résultats constitue l'annexe 11.6.

Seules 5 habitations ainsi que la route présentent encore un risque individuel de décès non nul pour les deux variantes. Cependant, la valeur de ce risque est très inférieure au seuil de risque tolérable pour une prise de risque involontaire fixé à 1.10^{-5} . Il s'agit des objets n°1A et B, 3, 5 et 6.

Les deux variantes de protection diffèrent uniquement par la valeur du risque au niveau de la route communale qui est plus élevé pour la variante n°2.

3.2 JUSTIFICATION DE LA VARIANTE CHOISIE

Sur la base des documents transmis en date du 09.09.2010 (référence n°7), le conseil communal s'est prononcé en faveur de la variante n°1 et de la conservation du camping à son emplacement actuel. Le mail du 21.09.2010, mentionnant cette décision, est joint en annexe 11.5.

La justification mentionnée pour le choix de cette variante est le désir de conserver le camping à son emplacement actuel.

La réduction des risques est équivalente pour les deux variantes car dans les deux cas le camping n'est plus exposé. Pour la variante n°1, la réduction des risques au niveau de la route communale est plus importante.

En termes de zones de danger, dans le cas de la variante n°2, la zone de l'actuel camping passera en zone de danger élevé pour les chutes de pierres et de blocs et sera considérée alors comme inconstructible.

Cependant, en termes de coût, la variante n°1 est plus coûteuse et aura un rapport coût efficacité moins important (voir paragraphe correspondant).

3.3 EVALUATION DU DANGER

Cartes des dangers avant mesures :

Les cartes d'intensité présentées pour le scénario 300 ans avant la pose des mesures montrent une situation plus défavorable que la carte des dangers établie en 2004. Une révision de cette carte est donc proposée en annexe n°11.2.41 de ce rapport.

Les différences s'expliquent par l'augmentation du volume pris en compte pour le scénario 300 ans. En effet, dans le cadre de la réalisation de ce projet, un volume de 5.00 m³ a été considéré pour ce scénario alors que la carte des dangers a été réalisée pour un volume de 1.00 m³. Le choix d'augmenter ce volume découle des reconnaissances plus détaillées, réalisées dans l'optique du projet de protection, en conditions acrobatiques, qui ont permis d'identifier des masses instables de volume plus important.

Cette différence se traduit sur la carte des dangers de la façon suivante : l'extension maximale des zones de danger est conservée mais du fait de l'augmentation des intensités du à l'accroissement du volume considéré, l'ensemble de la zone est classée en zone rouge de danger (danger élevé) sauf pour 5 objets, Il s'agit des objets n° 9, 10 et 11 situés hors des zones de propagation des combes canalisant les chutes de pierres dans le versant et protégés des falaises en amont par une épaisseur importante de forêt protectrice et des objets n° 2 et 19 abrités par des objets importants en amont.

Carte des dangers après mesures :

Cette carte constitue l'annexe n°11.2.52. Elle a été établie pour la variante de protection n°1. Dans le cas de la variante n°2, les zones de danger dans le secteur du camping seront identiques à la carte avant mesures.

Le détail de cette carte ainsi que les justifications pour le choix des zones sont détaillés ci-après par secteur :

- dans la zone à l'Ouest de l'objet n°1 et la zone en amont des objets n°9, 10 et 11, aucune mesure de protection n'est prévue. Ces zones sont exposées à une intensité élevée de chutes de pierres pour le scénario 300 ans. Selon les recommandations pour la prise en compte des dangers dans le cadre de l'aménagement du territoire, cette classe d'intensité correspond à une zone de danger élevée (zone rouge). Les limites de cette zone correspondent à la zone maximale de propagation des blocs selon les calculs trajectographiques ;
- dans la zone des objets n°1, 2 et 3 : selon la carte des intensités établie pour le scénario 300 ans après pose des mesures, l'amont des objets n°1 et 3 est exposé à une intensité résiduelle moyenne. Cette exposition est traduite par une classe de danger moyenne (zone bleue). La route communale au sud de ces objets est classée en zone de danger faible (zone jaune). Ce zonage permet de prendre en compte des trajectoires défavorables des blocs. Les chutes de pierres dans cette zone pourraient donc avoir une intensité moyenne mais des probabilités très faibles. Les limites de cette zone sont basées sur les limites de propagation principales des blocs (zone d'arrêt de 90% des blocs) selon les calculs trajectographiques. L'objet n°2 se situe dans une zone de danger résiduel dont les limites correspondent à la zone de propagation maximale des blocs afin de prendre en compte un éventuel cas de surcharge des mesures de protection ;
- dans la zone du camping :
 - o le secteur protégé par les digues n°3A et 3B est considéré en zone de danger résiduel afin de prendre en compte un éventuel cas de surcharge des mesures de protection ;