

PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

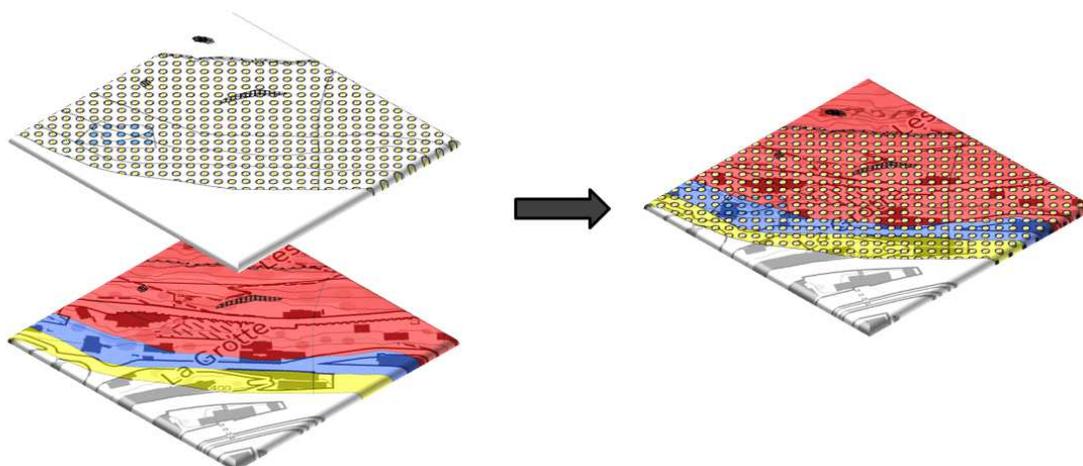
## Objectifs

- Signaler la présence d'un ouvrage de protection sur la carte de danger.
- Délimiter le territoire sécurisé par l'ouvrage de protection.
- Marquer l'effet de l'ouvrage et la réduction du danger à l'aval.
- Visualiser le degré du danger initial avant la réalisation de l'ouvrage.

## Principes

La construction d'ouvrages de protection permet dans certaines situations de requalifier le degré et la classe de danger dans un secteur de territoire. On parle alors de danger « résiduel » ou de danger « restant ».

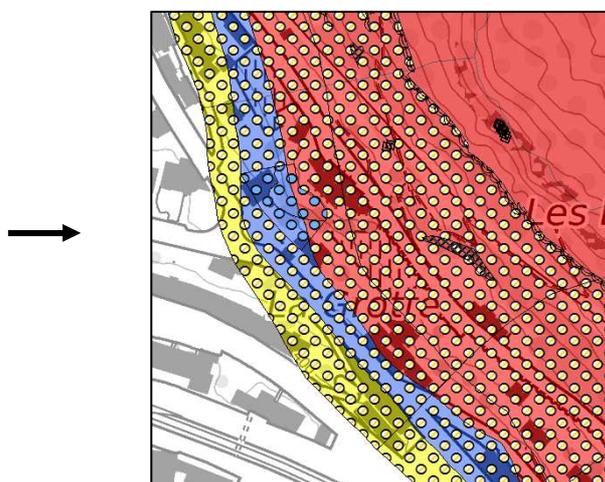
Une nouvelle « Carte Avec Mesure » (CAM) a été développée pour permettre de visualiser à la fois le danger initial et le nouvel état avec l'effet de la mesure. Cette couche est couplée à la Carte des Dangers Naturels (CDN) et ne peut être lue qu'en la superposant à celle-ci.



La CAM ne peut être élaborée qu'une fois la nouvelle mesure matériellement mise en place. Son effet sur le danger doit être analysé et répondre aux critères définis dans les conditions-cadres (cf. chapitre ci-dessous). Les ouvrages projetés – donc non construits – ne peuvent pas être reportés sur une telle carte.



Montreux, Falaises de Glion . Projet d'ouvrage de protection (2014)



PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

Cependant, il est essentiel de garder en mémoire le niveau de danger qui prévalait avant l'installation des mesures de protection. En effet, si l'effet de la mesure n'est plus avéré, le danger doit être reclassé à son niveau initial. Les raisons d'un reclassement sont diverses, en particulier :

- un manque avéré d'entretien,
- la détérioration de la qualité de l'ouvrage (vieillesse),
- une défaillance de l'ouvrage à la suite d'un événement,
- un dégât majeur suite à un accident ou un événement climatique particulier (tempête, etc.).

Les ouvrages de protection anciens, dont l'état et l'efficacité sont mal connus, ou dont l'effet n'est pas ou plus quantifiable, ne peuvent pas faire l'objet d'une requalification de la classe de danger. Il est cependant possible de les reporter sur la CAM, avec un degré de danger « avec mesure » rapporté comme « indéterminé » (Cas 3 des exemples).

Le danger qui demeure malgré les mesures engagées (cas de « surcharge » d'un ouvrage de protection) doit être documenté et faire l'objet d'une réévaluation régulière. Ce danger avec mesure ne peut donc en aucun cas être nul.

L'effet des mesures réalisées sur la parcelle ou sur les constructions elles-mêmes<sup>4</sup> ne peuvent pas être reportés sur une couche CAM. Ces aménagements sont considérés comme des mesures de "protection individuelle à l'objet", qui diminuent la vulnérabilité des constructions et améliorent la sécurité des personnes, mais qui ne réduisent pas l'intensité de l'aléa ni le degré de danger.

## Conditions-cadres

1. L'ouvrage de protection doit être pérenne et son effet doit être efficace et permanent<sup>4</sup>.
2. L'effet de l'ouvrage doit être démontré<sup>4</sup> par une expertise incluant des modélisations pour les trois scénarios de fréquence standards ( $T_{30}$ ,  $T_{100}$  et  $T_{300}$  ans).
3. La construction de l'ouvrage de protection doit être réalisée complètement et faire l'objet d'un rapport de fin de travaux<sup>1</sup>.
4. Toute modification des produits cartes de danger, y compris l'établissement d'une carte CAM, doit faire l'objet d'une demande circonstanciée<sup>2,3</sup> à l'Unité des dangers naturels, préalablement entérinée par la commune (maître de l'ouvrage des produits CDN).

## Ouvrages de protection

Sont considérés comme des ouvrages de protection pouvant faire l'objet d'une couche CAM:

Aléa	Ouvrages	Conditions particulières
Chutes de pierres et blocs (CPB)	Parois ancrées, renforcements type contrefort	Norme SIA 267/2013 Géotechnique
	Filets pare-pierres subverticaux	Selon norme ISO et conditions de la directive fédérale <sup>5</sup>
	Digues, fossés, redans, remodelage topographique	Au cas par cas après études détaillées, y.c. modélisations
Glissements permanents (GPP)	Drainages profonds (puits, forage, galerie)	Après période d'observation de 5 ans au minimum

 Toutes les mesures non spécifiées dans le tableau ne peuvent pas faire l'objet d'une couche CAM.

<sup>1</sup> fiche CDN-VD MAJ-01

<sup>2</sup> fiche CDN-VD MAJ-04

<sup>3</sup> fiche CDN-VD MAJ-05

<sup>4</sup> fiche CDN VD MAJ-07

<sup>5</sup> Directive OFEV

Processus de mise à jour des produits CDN-VD

Demande de modification des produits CDN-VD (formulaire)

Validation des produits CDN-VD (formulaire)

Effet des mesures de protection

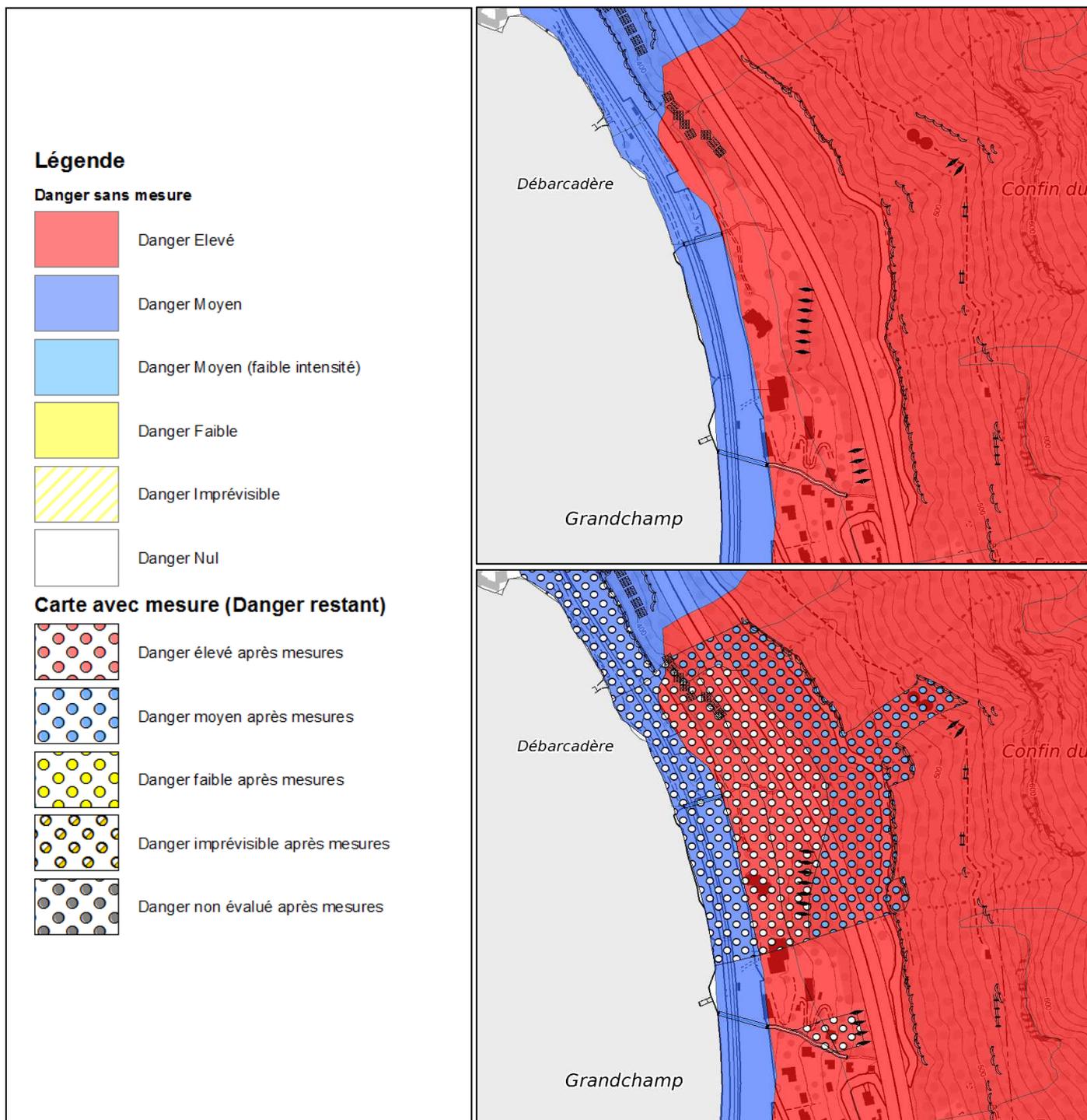
Directive sur l'homologation de filets de protection contre les chutes de pierres, 2001 + complément 2006

PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
<b>CARTE AVEC MESURES (CAM)</b>	<b>ALL-14</b>

## Lecture de la carte

En superposant la CAM à la carte de danger initiale, deux classes de danger sont ainsi visibles :

- La couleur de fond représente le degré de danger initial, c'est-à-dire sans l'effet de la mesure de protection.
- La couleur à l'intérieur des disques représente le degré de danger avec la prise en compte de l'effet de la mesure de protection.



Veytaux, Carte de danger avec mesure (2016)

PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

## Dans la Géodatabase CDN-VD

Nom	CDN_CE_CAM					
Alias	Carte des dangers avec mesures					
Type de données	Classe d'entités					
Topologie	N'accepte pas les chevauchements (voir remarque ci-dessous)					
Symbologie	Sur les attributs DeclTyp + DegreDNRed					
	Nom	Alias	Type	Longueur	Description	Domaine
1	OBJECTID	OBJECTID	OID	4		
2	SHAPE	SHAPE	-	-	Géométrie de l'objet	
3	GlobalID	GlobalID	-	38	Identifiant d'objet unique (GUID)	
4	cam_FkSCE	SceCode	Texte	50	Code du Scénario (Identifiant unique), d'après la table des scénarios.	
5	cam_LvMPObjet	MPObjet	Texte	50	Mesure de protection cartographiée induisant une réduction du danger	LV34
6	cam_LvDeclType	DeclType	Texte	50	Type de déclassement du danger	LV44
7	cam_LvClassDNRed	ClassDNRed	Texte	2	Classe de danger réduite par la mesure de protection	LV06
8	cam_LvDegreDNRed	DegreDNRed	Texte	2	degré de danger réduit par la mesure de protection	LV45
9	cam_LvProjetNom	ProjetNom	Entier court	2	Nom du projet	LV17
10	cam_LvBureau	Bureau	Entier court	2	Nom du bureau ayant déterminé l'objet	LV16
11	cam_DateCreation	DateCrea	Date	jj.mm.aaaa	Date de création de l'objet	
12	cam_DateModif	DateModif	Date	jj.mm.aaaa	Date de modification de l'objet. <b>Attention ce champ sera utilisé pour sélectionner les données à contrôler par le checker.</b>	
	cam_Remarques	Remarques	Texte	Mémo	Remarque ou commentaire	

La CAM est établie de la même manière que la carte de danger naturel :

- Prise en compte d'au minimum 3 scénarii avec l'effet de la mesure, engendrant ainsi les cartes d'intensités « avec mesures », pour les temps de retour standards (au minimum  $T_r$  30ans,  $T_r$  100ans et  $T_r$  300ans)
- Elaboration de la CAM par croisement des CIN, pour un périmètre de scénarios (PSE) donné, sur le même principe que celui des cartes de dangers.

La CAM étant construite pour chaque PSE donné, elle est reliée à la Table de Scénario (TB\_SCE) par une jointure de table sur le champ SceCode.

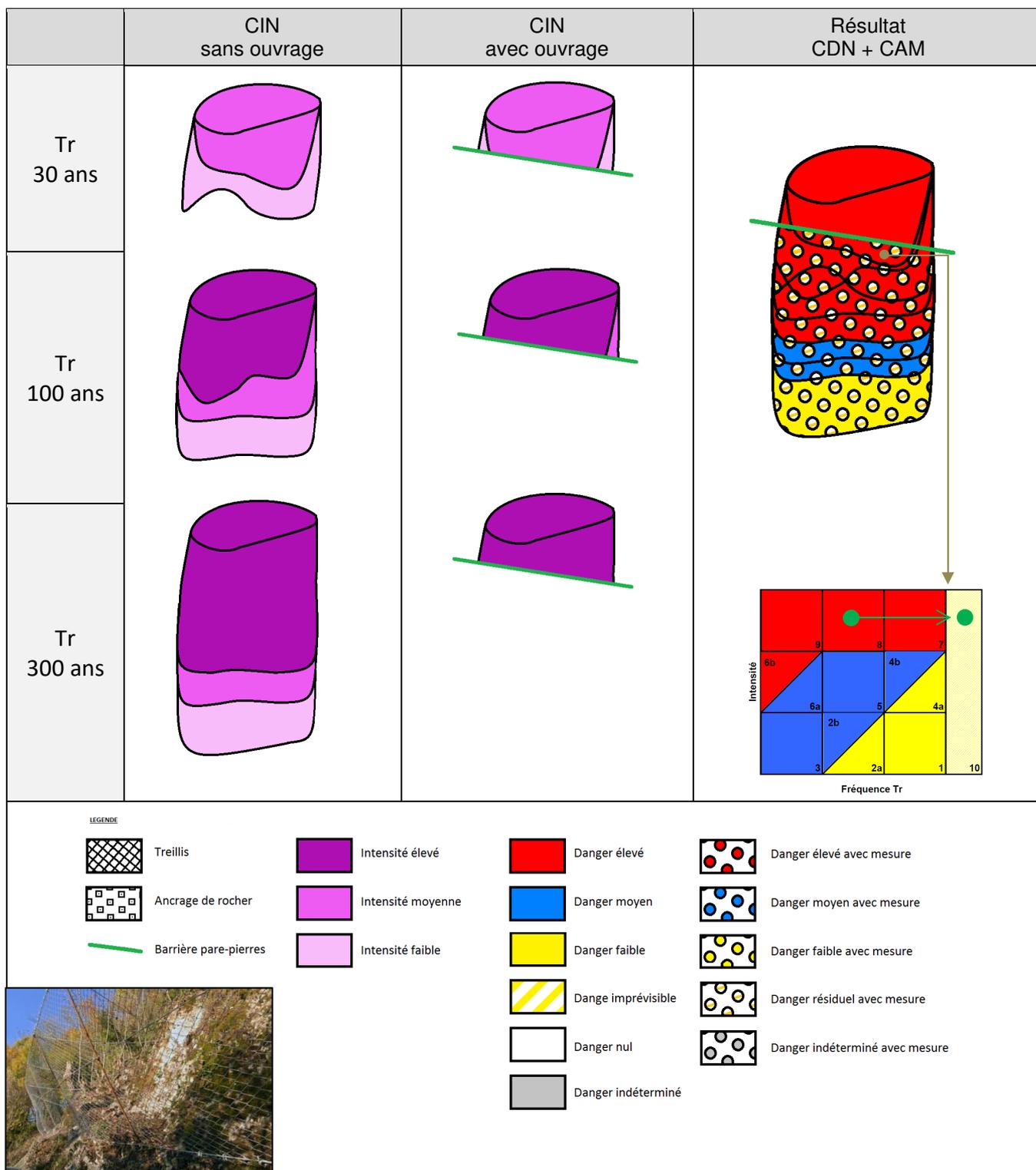
### Listes de valeurs (CdCh\_C\_sig\_V9)

Description	LV44_DeclType
Type	Type de déclassement
Type de champ	Texte
Code	Description
E	Évalué
NE	Non Évalué
FO	Forêt

Description	LV45_DegreDNRed
Type	Degré de danger réduit
Type de champ	Texte
Code	Description
RR	(RR) Danger élevé après mesures
RB	(RB) Danger moyen après mesures
RJ	(RJ) Danger faible après mesures
RH	(RH) Danger imprévisible après mesures
RX	(RX) Danger non évalué après mesures
BB	(BB) Danger moyen après mesures
BJ	(BJ) Danger faible après mesures
BH	(BH) Danger imprévisible après mesures
BX	(BX) Danger non évalué après mesures
JJ	(JJ) Danger faible après mesures
JH	(JH) Danger imprévisible après mesures
JX	(JX) Danger non évalué après mesures
HH	(HH) Danger imprévisible après mesures
HX	(HX) Danger non évalué après mesures

## Exemples

**Cas 1** Filet pare-pierres implanté dans la zone de transit. Le filet a été dimensionné pour arrêter des blocs dont le volume correspond à un temps de retour jusqu'à 300 ans. La zone en aval est donc totalement sécurisée pour tous les temps de retour étudiés.



PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

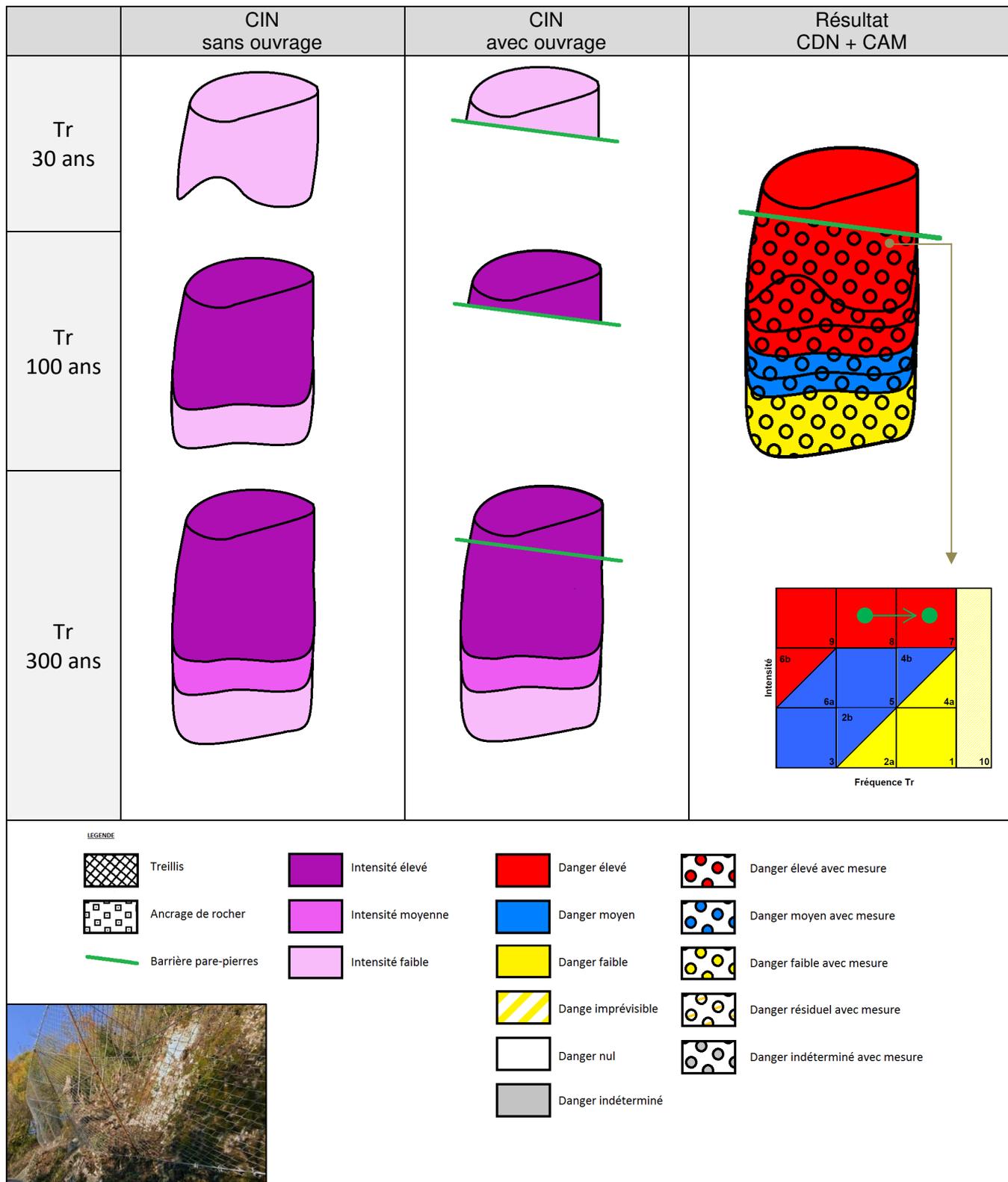
**Cas 2** Paroi rocheuse confortée à l'aide d'un treillis plaqué et cloué. Le treillis est dimensionné pour empêcher la chute des petits blocs et les clous permettent de retenir les plus gros blocs. La paroi est donc totalement sécurisée pour tous les temps de retour étudiés.

	CIN sans ouvrage	CIN avec ouvrage	Résultat CDN + CAM																								
Tr 30 ans																											
Tr 100 ans																											
Tr 300 ans																											
<p>LEGENDE</p> <table border="0"> <tr> <td> Treillis</td> <td> Intensité élevé</td> <td> Danger élevé</td> <td> Danger élevé avec mesure</td> </tr> <tr> <td> Ancrage de rocher</td> <td> Intensité moyenne</td> <td> Danger moyen</td> <td> Danger moyen avec mesure</td> </tr> <tr> <td> Barrière pare-pierres</td> <td> Intensité faible</td> <td> Danger faible</td> <td> Danger faible avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> Danger imprévisible</td> <td> Danger résiduel avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> Danger nul</td> <td> Danger indéterminé avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> Danger indéterminé</td> <td></td> </tr> </table>				Treillis	Intensité élevé	Danger élevé	Danger élevé avec mesure	Ancrage de rocher	Intensité moyenne	Danger moyen	Danger moyen avec mesure	Barrière pare-pierres	Intensité faible	Danger faible	Danger faible avec mesure			Danger imprévisible	Danger résiduel avec mesure			Danger nul	Danger indéterminé avec mesure			Danger indéterminé	
Treillis	Intensité élevé	Danger élevé	Danger élevé avec mesure																								
Ancrage de rocher	Intensité moyenne	Danger moyen	Danger moyen avec mesure																								
Barrière pare-pierres	Intensité faible	Danger faible	Danger faible avec mesure																								
		Danger imprévisible	Danger résiduel avec mesure																								
		Danger nul	Danger indéterminé avec mesure																								
		Danger indéterminé																									

PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

**Cas 3** Filet pare-pierres implanté dans la zone de transit. Le filet a été dimensionné pour arrêter des blocs dont le volume correspond à un temps de retour inférieur ou égal à 100 ans.

Le secteur à l'aval des filets est ainsi totalement sécurisé pour les temps de retour 30 et 100 ans, mais les intensités avant et après mesures sont identiques pour le temps de retour de 300 ans. Les disques conservent le degré de danger de la CDN, malgré la présence du filet. Seule la classe de danger diminue.



PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
<b>CARTE AVEC MESURES (CAM)</b>	<b>ALL-14</b>

**Cas 4** Filet pare-pierres existant, mais aucune étude sur son état et efficacité n'est disponible. Aucun déclassement de la carte de danger ne peut alors être admis. Cependant, il est possible de mentionner sa présence du filet sur la CAM, avec du danger indéterminé.

	CIN sans ouvrage	CIN avec ouvrage	Résultat CDN + CAM																								
Tr 30 ans																											
Tr 100 ans		Pas de CIN																									
Tr 300 ans																											
<p><b>LEGENDE</b></p> <table border="0"> <tr> <td> Treillis</td> <td> Intensité élevée</td> <td> Danger élevé</td> <td> Danger élevé avec mesure</td> </tr> <tr> <td> Ancre de rocher</td> <td> Intensité moyenne</td> <td> Danger moyen</td> <td> Danger moyen avec mesure</td> </tr> <tr> <td> Barrière pare-pierres</td> <td> Intensité faible</td> <td> Danger faible</td> <td> Danger faible avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> Danger imprévisible</td> <td> Danger résiduel avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> Danger nul</td> <td> Danger indéterminé avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> Danger indéterminé</td> <td></td> </tr> </table>				Treillis	Intensité élevée	Danger élevé	Danger élevé avec mesure	Ancre de rocher	Intensité moyenne	Danger moyen	Danger moyen avec mesure	Barrière pare-pierres	Intensité faible	Danger faible	Danger faible avec mesure			Danger imprévisible	Danger résiduel avec mesure			Danger nul	Danger indéterminé avec mesure			Danger indéterminé	
Treillis	Intensité élevée	Danger élevé	Danger élevé avec mesure																								
Ancre de rocher	Intensité moyenne	Danger moyen	Danger moyen avec mesure																								
Barrière pare-pierres	Intensité faible	Danger faible	Danger faible avec mesure																								
		Danger imprévisible	Danger résiduel avec mesure																								
		Danger nul	Danger indéterminé avec mesure																								
		Danger indéterminé																									

PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

**Cas 5** La paroi rocheuse est sécurisée uniquement par des clous ou des ancrages. Les clous sont dimensionnés pour retenir les plus gros blocs, mais n'empêchent pas les petits blocs de passer, au contraire d'un treillis plaqué.

Il n'est donc pas possible d'exclure totalement la chute de pierres de petite taille se détachant entre les clous. Ce phénomène étant considéré comme peu fréquent, il se retrouve sur la carte d'intensité pour le temps de retour 300 ans.

	CIN sans ouvrage	CIN avec ouvrage	Résultat CDN + CAM
Tr 30 ans			
Tr 100 ans			
Tr 300 ans			

LEGENDE



Treillis



Intensité élevée



Danger élevé



Danger élevé avec mesure



Ancrage de rocher



Intensité moyenne



Danger moyen



Danger moyen avec mesure



Barrière pare-pierres



Intensité faible



Danger faible



Danger faible avec mesure



Danger imprévisible



Danger résiduel avec mesure



Danger nul



Danger indéterminé avec mesure



Danger indéterminé



PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

**Cas 6** Filet pare-pierres implanté dans la zone de transit. Le filet a été dimensionné pour arrêter des blocs dont le volume correspond à un temps de retour jusqu'à 300 ans.

Un scénario de remobilisation de blocs (scénario n°2) est identifié, en plus du scénario dominant (scénario n°1). Le filet de protection n'a aucun effet sur ce scénario.

	CIN sans ouvrage Scénario n°1	CIN sans ouvrage Scénario n°2	CIN avec ouvrage Scénario n°1	CIN avec ouvrage Scénario n°2	Résultat CDN + CAM
Tr 30 ans					
Tr 100 ans					
Tr 300 ans					

LEGENDE



Treillis



Ancrage de rocher



Barrière pare-pierres



Intensité élevée



Intensité moyenne



Intensité faible



Danger élevé



Danger moyen



Danger faible



Danger imprévisible



Danger nul



Danger indéterminé



Danger élevé avec mesure



Danger moyen avec mesure



Danger faible avec mesure



Danger résiduel avec mesure



Danger indéterminé avec mesure

PROJET DE RÉALISATION DES CARTES DE DANGERS NATURELS - MÉTHODOLOGIE CDN-VD	FICHE
CARTE AVEC MESURES (CAM)	ALL-14

Cas 7 Le cas est similaire au cas n° 1, avec une deuxième paroi rocheuse n°2 non sécurisée présente en aval de la première.

La paroi n° 1 est totalement sécurisée. Le danger restant est donc celui provenant de la paroi n°2 et le danger final est moyen.

	CIN sans ouvrage	CIN avec ouvrage	Résultat CDN + CAM																																															
Tr 30 ans																																																		
Tr 100 ans																																																		
Tr 300 ans																																																		
<p><b>LEGENDE</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Treillis</td> <td></td> <td>Intensité élevé</td> <td></td> <td>Danger élevé</td> <td></td> <td>Danger élevé avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ancrage de rocher</td> <td></td> <td>Intensité moyenne</td> <td></td> <td>Danger moyen</td> <td></td> <td>Danger moyen avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Barrière pare-pierres</td> <td></td> <td>Intensité faible</td> <td></td> <td>Danger faible</td> <td></td> <td>Danger faible avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Dange imprévisible</td> <td></td> <td>Danger résiduel avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Danger nul</td> <td></td> <td>Danger indéterminé avec mesure</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Danger indéterminé</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Treillis		Intensité élevé		Danger élevé		Danger élevé avec mesure		Ancrage de rocher		Intensité moyenne		Danger moyen		Danger moyen avec mesure		Barrière pare-pierres		Intensité faible		Danger faible		Danger faible avec mesure						Dange imprévisible		Danger résiduel avec mesure						Danger nul		Danger indéterminé avec mesure						Danger indéterminé	
	Treillis		Intensité élevé		Danger élevé		Danger élevé avec mesure																																											
	Ancrage de rocher		Intensité moyenne		Danger moyen		Danger moyen avec mesure																																											
	Barrière pare-pierres		Intensité faible		Danger faible		Danger faible avec mesure																																											
					Dange imprévisible		Danger résiduel avec mesure																																											
					Danger nul		Danger indéterminé avec mesure																																											
					Danger indéterminé																																													