



Cartographie du danger Chutes de pierres et blocs

Exemple de la commune de Veytaux

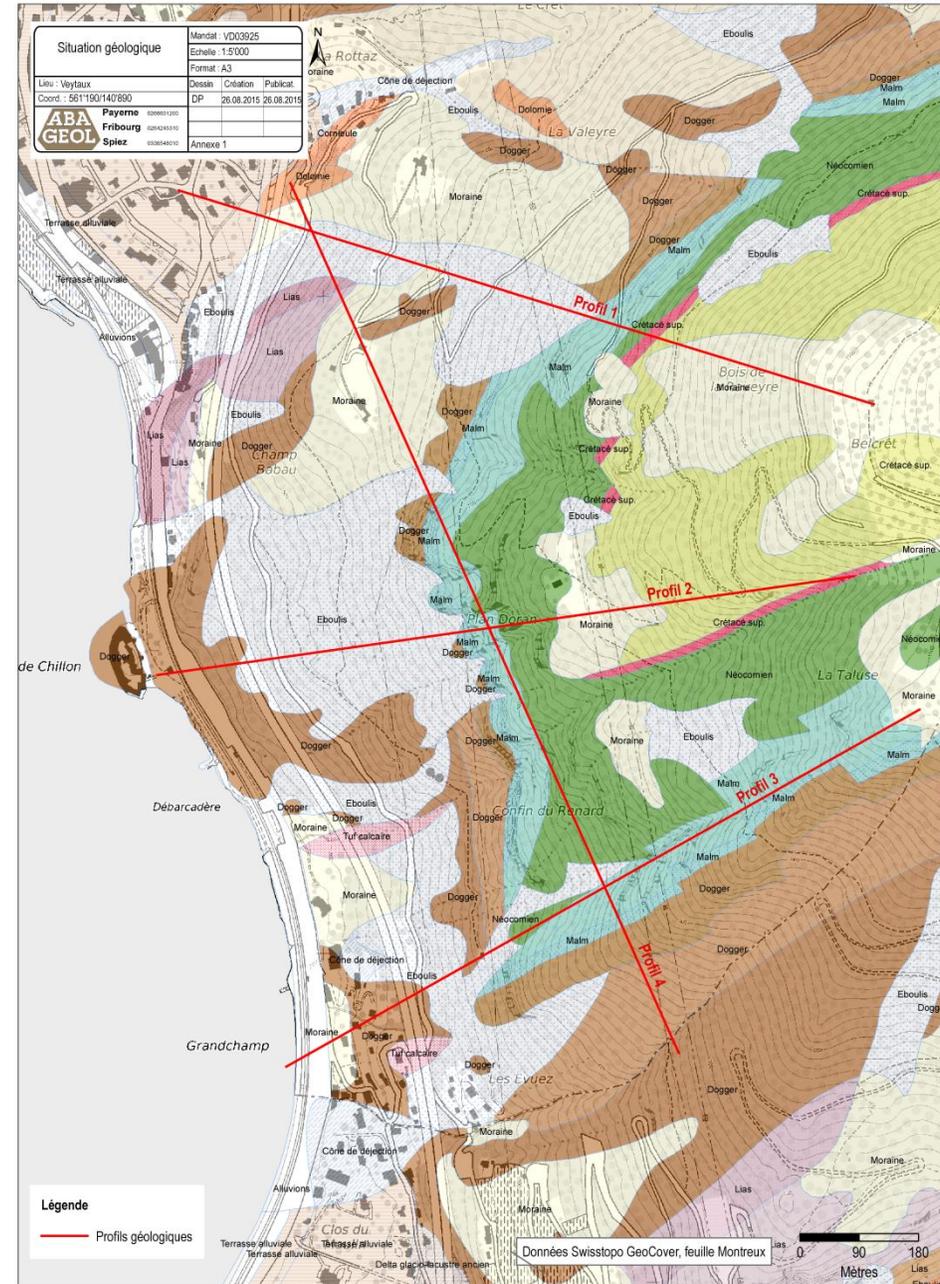
ABA-GEOL SA - Alexandre Vallotton - Damien Poffet

Plan de la Présentation

- Introduction
- Contexte géologique et historique
- Chutes de pierres et de blocs (CPB)
 - Inventaires des ouvrages existants
 - Scénarios de danger
 - Modélisation numérique
 - Cartes d'intensités CPB
 - Cartes de danger CPB
 - Evaluation des déficits de protection
- Glissements profonds permanents (GPP)
- Glissements superficiels spontanés (GSS)
- Conclusions

Géologie

- Structure de synclinal
- Falaises calcaires dès 600 m d'altitude
 - Dogger (brun): calcaire argileux (ø blocs 0.5 - 1m)
 - Malm (bleu) : calcaire compact (ø blocs 1 - 6m)
 - Néocomien (vert): Calcaires fins plissés et fracturés (ø blocs 1 - 5m)
- Eboulis
- Eboulements
- Moraine

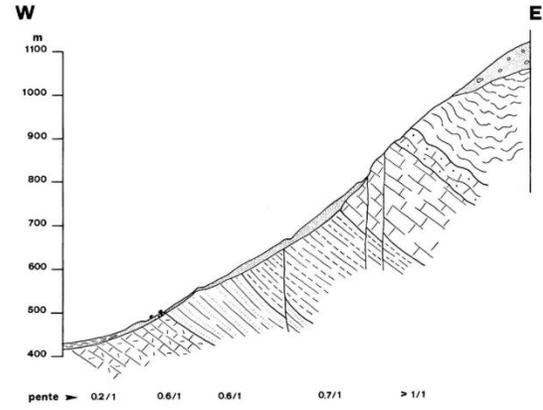


Profils géologiques 1 à 4		Mandat : VD03925	
Lieu : Veytaux		Echelle : 1:10'000	
Coord. : 561'180/140'690		Format A3:	
 Payerne Fribourg Spiez	0299601200	DP	26.08.2015
	0264245310		24.09.2015
	0336548010	Fichier: annex 2.dwg	

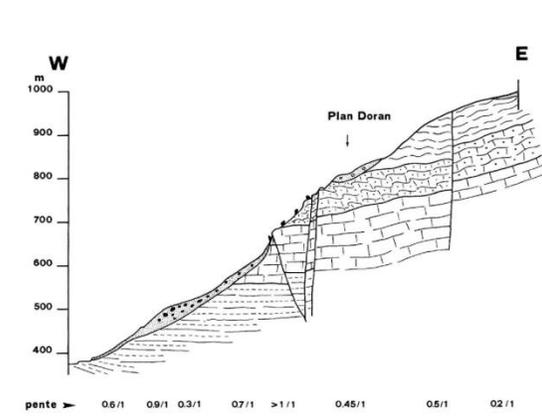
Légende

-  Eboulis
-  Eboulement
-  Cône de déjection
-  Moraine
-  Crétacé sup.
-  Crétacé inf. = Néocomien
-  Malm
-  Dogger
-  Lias
-  Trias
-  Faille

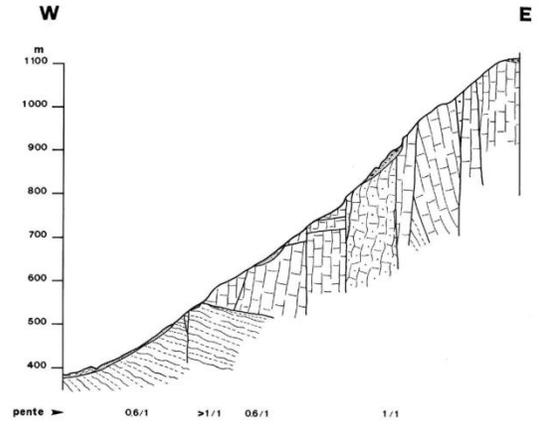
Profil 1



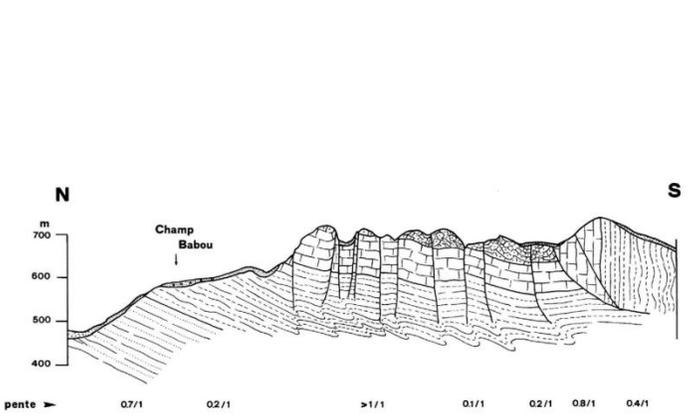
Profil 2



Profil 3

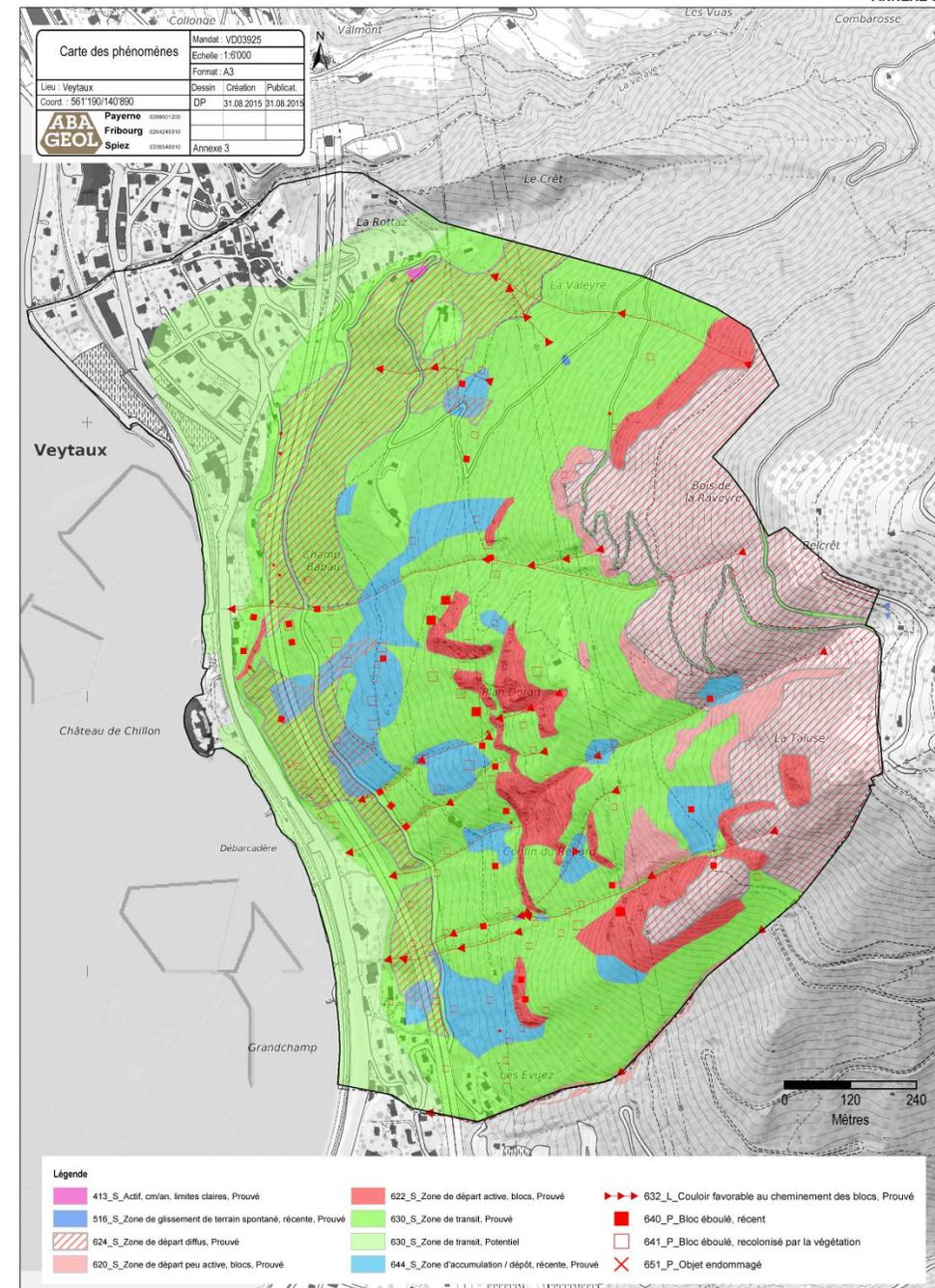


Profil 4



Phénomènes

- Zones sources (rouge et rose)
 - Falaises
 - Zones de départ diffus (remobilisation)
- Zones de transit (vert)
- Zones d'accumulation (bleu)
- Blocs (récents/anciens)
- Couloirs de cheminements préférentiels



Evénements - CPB

- 30 ans d'observation pour ABA-GEOL SA
- nombreux événements de chutes de blocs

Date	Lieu	Volume du plus gros bloc [m ³]	Référence ABA-GEOL SA
28.02.1985	Grandchamp	0.8	VD02718
02.03.1985	Grandchamp	1.5	VD00025
1990	Champ Babau	plusieurs m ³	VD0273
03.06.1994	Taverne de Chillon	1	VD0556
01.02.1995	Confin du Renard	50 m ³ (volume total de l'instabilité)	VD0609
03.06.1997	RC veytaux	0.1	VD0746
28.04.1998	Confin du Renard	3	VD03501
27.11.2003	Chemin de l'eau	0.75	VD01471
16.12.2007	Sud-Ouest Champ Babau	1.1	VD02203
15.11.2009	Confin du Renard	2.6	VD02203, VD03284, VD02718
01.05.2010	Piste Vita	1	VD02478
21.03.2012	Confin du Renard	4	VD03501
10.04.2012	Confin du Renard	1.5	VD03501

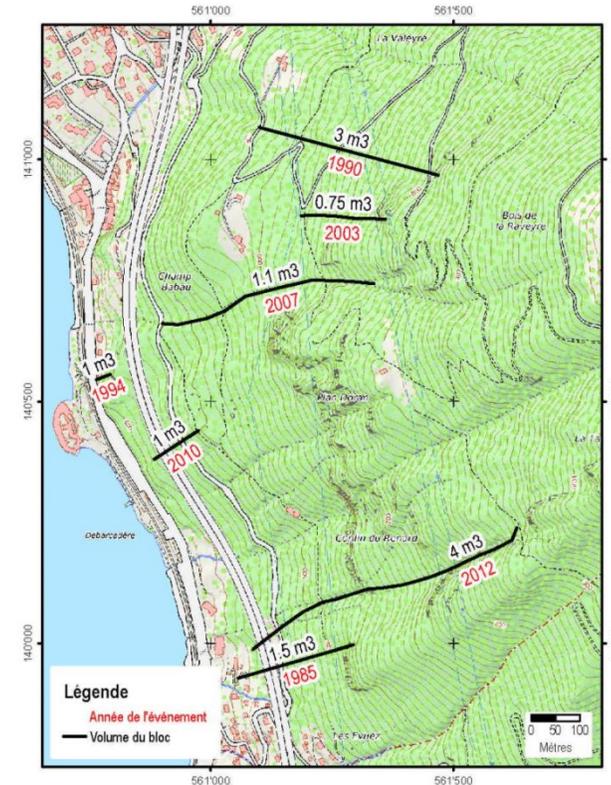


Figure 4 : Trajectoires de blocs observées avec année d'occurrence et volume du plus gros bloc pour l'instabilité en question.

Ouvrages de protection existants

Type	N° d'ouvrage	Hauteur	Date de construction	Classe d'énergie en kJ	Homologué oui / non
Trellis métalliques	C3, C4, C5, C5bis, C6, C9, G13 bis, G8, H1, H2, H3, H4	Entre 1 et 2m	<1985	20	non
Profilés métalliques	PM0, PM1, PM2, PM3, PM4, PM5, PM6, PM7	Entre 3 et 5m	<1985	100	non
Geobrigg TXI-010	G14	2m	2014	100	oui
Falzer Geobrigg	C1, C7, G3, G4, G5, G6, G7	3m	1986-1987	200 à 300	oui
Falzer Geobrigg C3	G13	3m	2002	250	oui
CAN	C10, C5', C6', G1, G10, G9	Entre 4 et 5m	1992-1996	1000 à 2350	oui
Geobrigg RXI-100	C2	3m		1000	oui
ISOSTOP 2000kJ	C11	5m	2007	2000	oui
Geobrigg RXI-200	C12	5m	2007	2000	oui
Geobrigg RXI-300	G4a, G11b, G11c1	5m	2007 (G4a (2012))	3000	oui
Geobrigg RXI-500	G11a, G11c2	6m	2007	5000	oui
Digue ancrée en terre armée	D3	4m	2012	15000	non

ANNEXE D.13

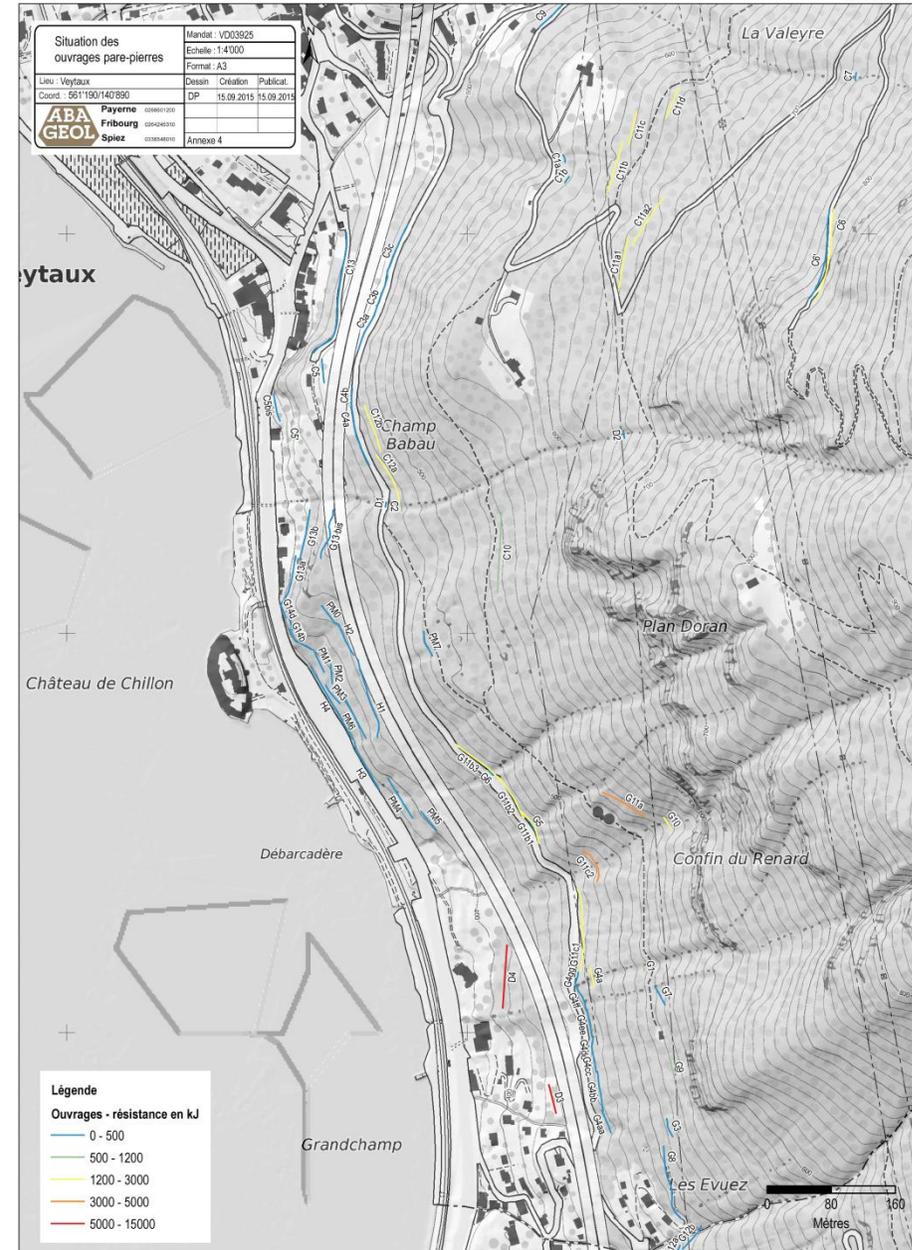


VD03925 Commune de Veytaux Fiche d'ouvrage pare-pierres Date : 11.09.2015

Nom	PDN	Date de construction	Coord. géographiques moyennes X Y	Nombre de tronçons	Longueur(s) m	Hauteur m
C11	9028	2007	561200 140060	5 (a1, a2, b, c, d)	a1: 68, a2: 70, b: 68, c: 42, d: 40 ; total : 288	5
Type d'ouvrage	Classe d'énergie en kJ		Organe de surveillance		Biens à protéger : Habitation (p. 156), route d'accès Champ Babau	
ISOSTOP 2000kJ	2'000		Commune de Veytaux		Plan de situation : Voir carte de situation des ouvrages de protection en annexe 4 de notre rapport VD03925	
Résistance admise selon modélisation Rockyfor3D®						
(cf. rapport technique : Energie max de 90% des blocs avec marge de 20% sur la classe d'énergie du fillet)						
Tr30 (scénario B) Tr100 (scénario D) Tr300 (scénario F)						
<input checked="" type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Non						
Défaillance, détérioration, problème :						
Ouverture du fillet à la base, sur le tronçon C11b (coord : 561181/141071) proche du 3 ^{ème} pilier depuis le Sud. Origine indéterminée						
A réparer au plus vite.						
Photographie(s) de l'ouvrage :						
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>						

Ouvrage pare-pierres C11 – Photo gauche, tronçon C11a2 vue en direction de l'ouest (31.10.14) et photo centre, tronçon C11d vue en direction du SW (31.10.14); photo droite tronçon C11b, ouverture de 50 cm du fillet à sa base d'origine indéterminée (à réparer) (31.10.14)

13/49

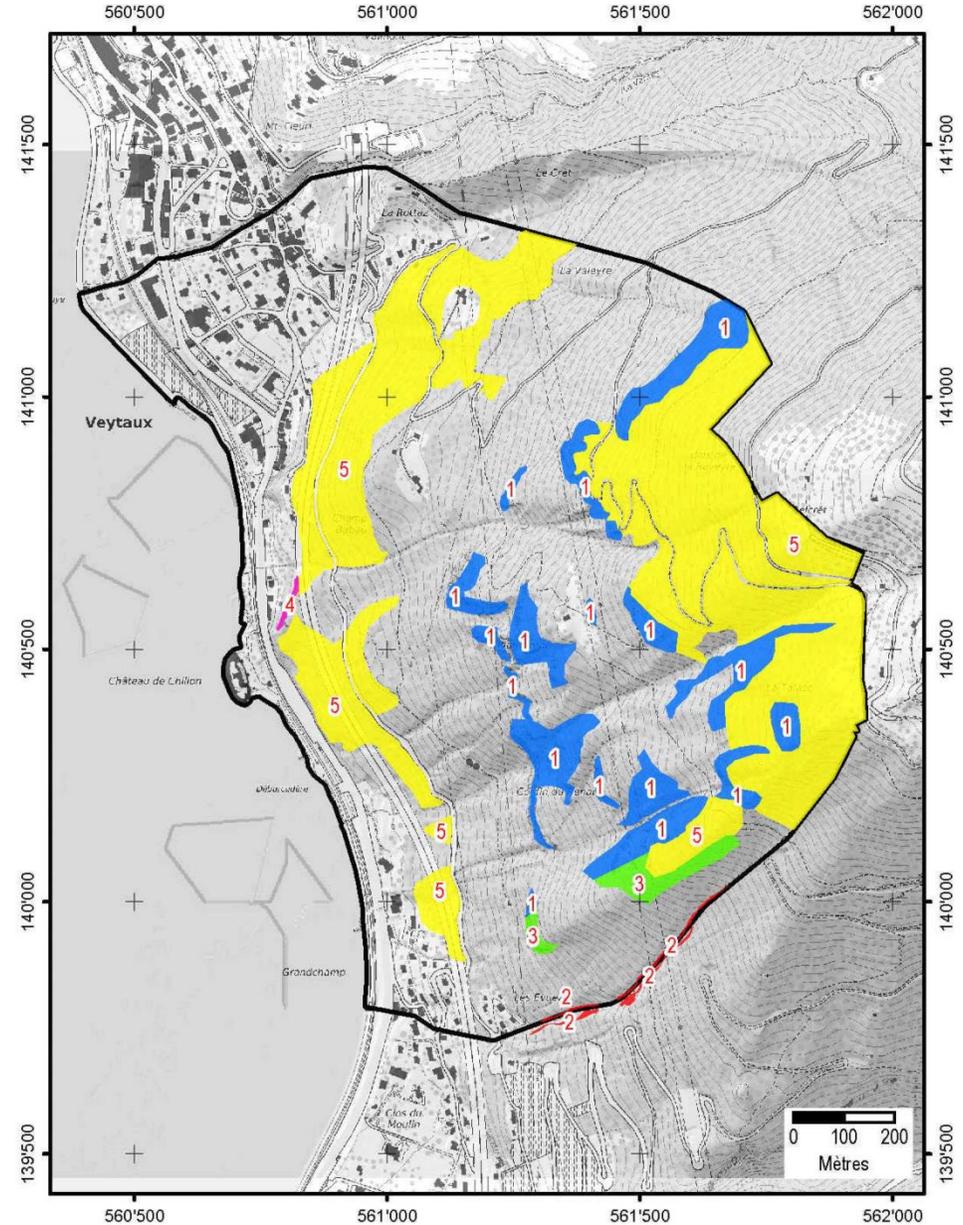


Scénarios de danger

- Scénarios propres à chaque temps de retour (Tr 30, Tr100, tr300 ans)
- Scénarios sans/avec mesures de protection
- 4 groupes falaises (1à4)
- 1 groupe remobilisation (5)

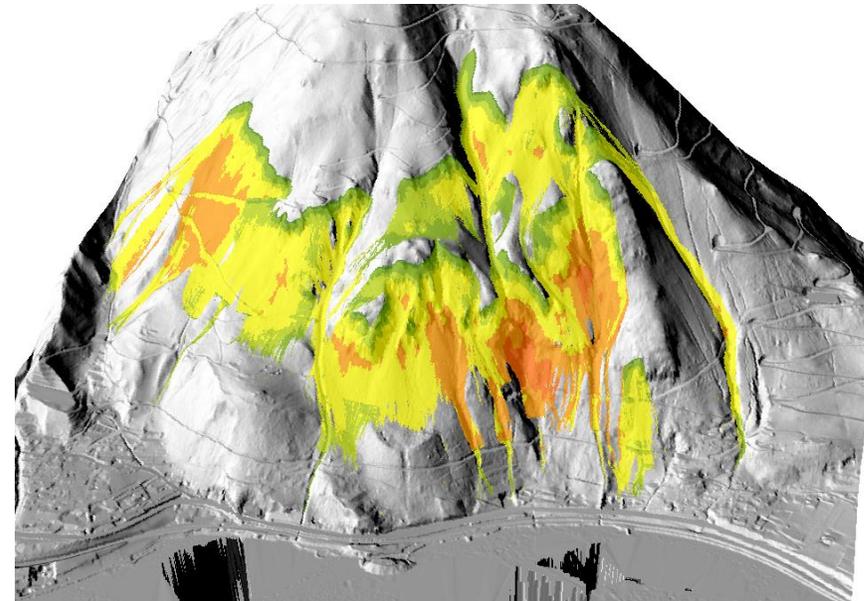
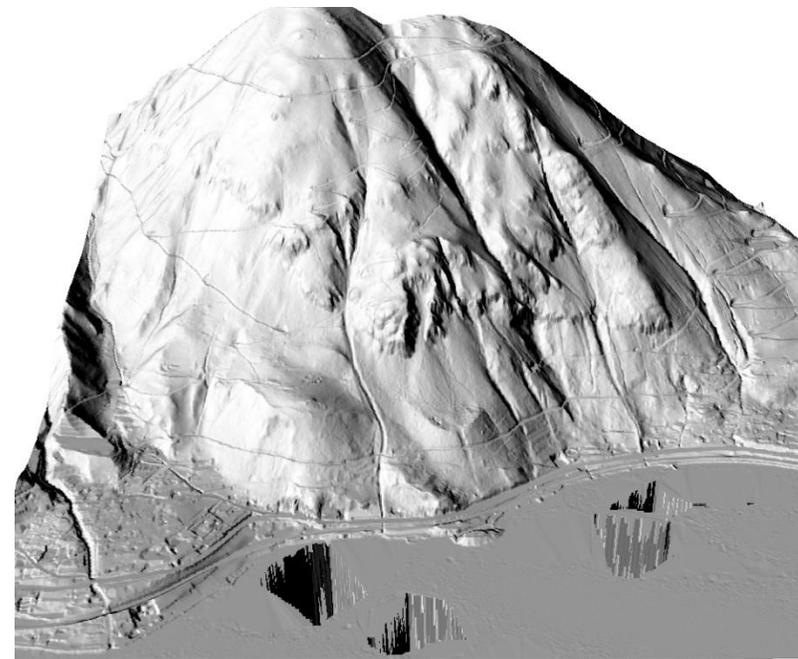
Volumes caractéristiques des blocs par groupe pour chaque temps de retour.

N° de groupe	Volume pour Tr30 [m³]	Volume pour Tr100 [m³]	Volume pour Tr300 [m³]
1	1	1.5	3
2	0.1	0.23	0.5
3	0.7	1	2
4	0.27	0.5	0.7
5	0.2	0.2	0.2
Scénario correspondant	A/B	C/D	E/F



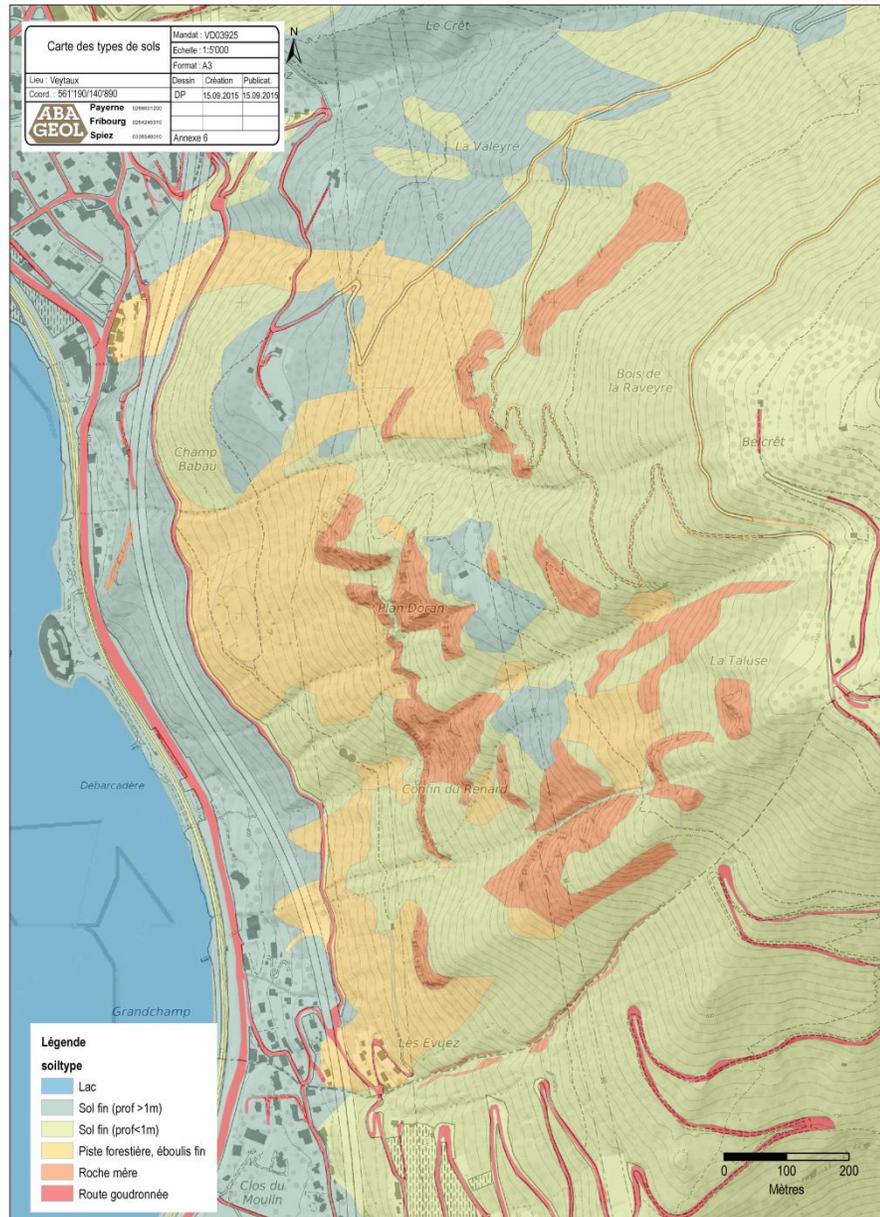
Modélisation numérique avec RockyFor 3D©

- Simulation en 3D
- Paramètres principaux:
 - Taille des blocs
 - Type de sol
 - Rugosité
- Simulation d'un grand nombre de blocs (14mio/simulation)
- Evaluation statistique des trajectoires obtenues
- Résultats:
 - Comportement statistique des blocs selon un scénario défini
 - Distribution statistique des énergies libérées
 - Hauteurs de passage
 - Vitesse de passage
 - Probabilité d'atteinte



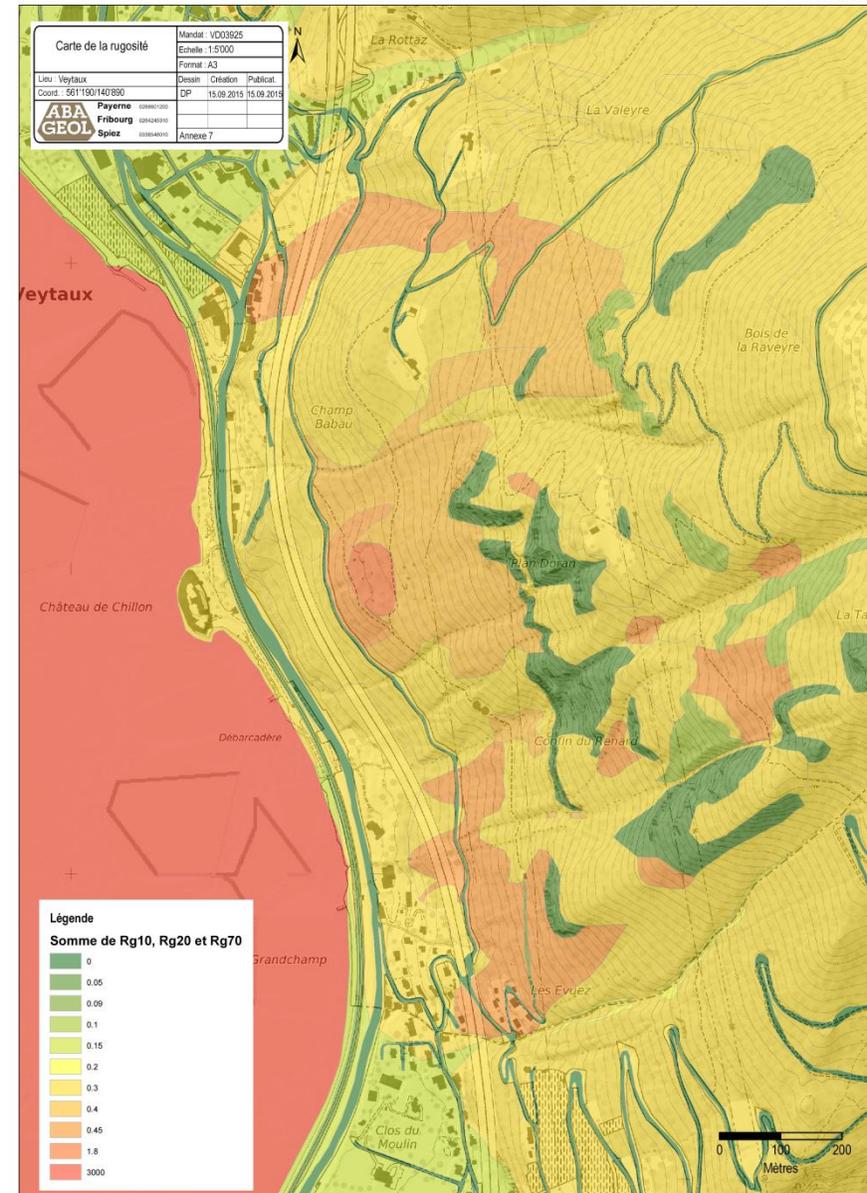
Types de sols

ANNEXE 6.1



Rugosité

ANNEXE 6.2

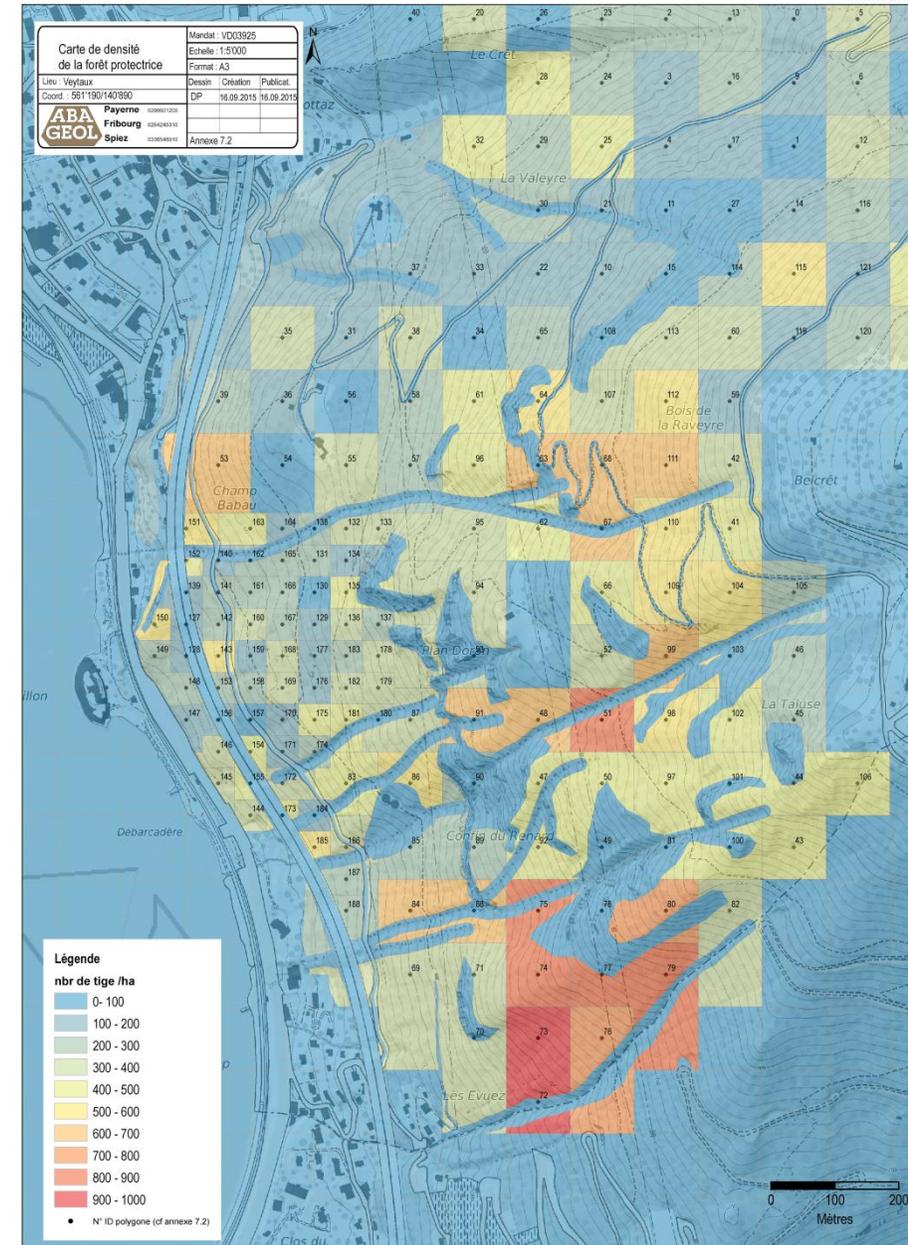


Prise en compte de la forêt protectrice

- Données d'inventaire secteur Veytaux et Chillon (1994/2003)
- Paramètres insérés dans le modèle:
 - Nombre de tiges/ha
 - Diamètre moyen
 - Écart-type des diamètres
 - Pourcentage de conifères
- Suppression de la forêt dans les couloirs
- La forêt est prise en compte dans TOUS les scénarios (également ceux «sans mesures» de protection)

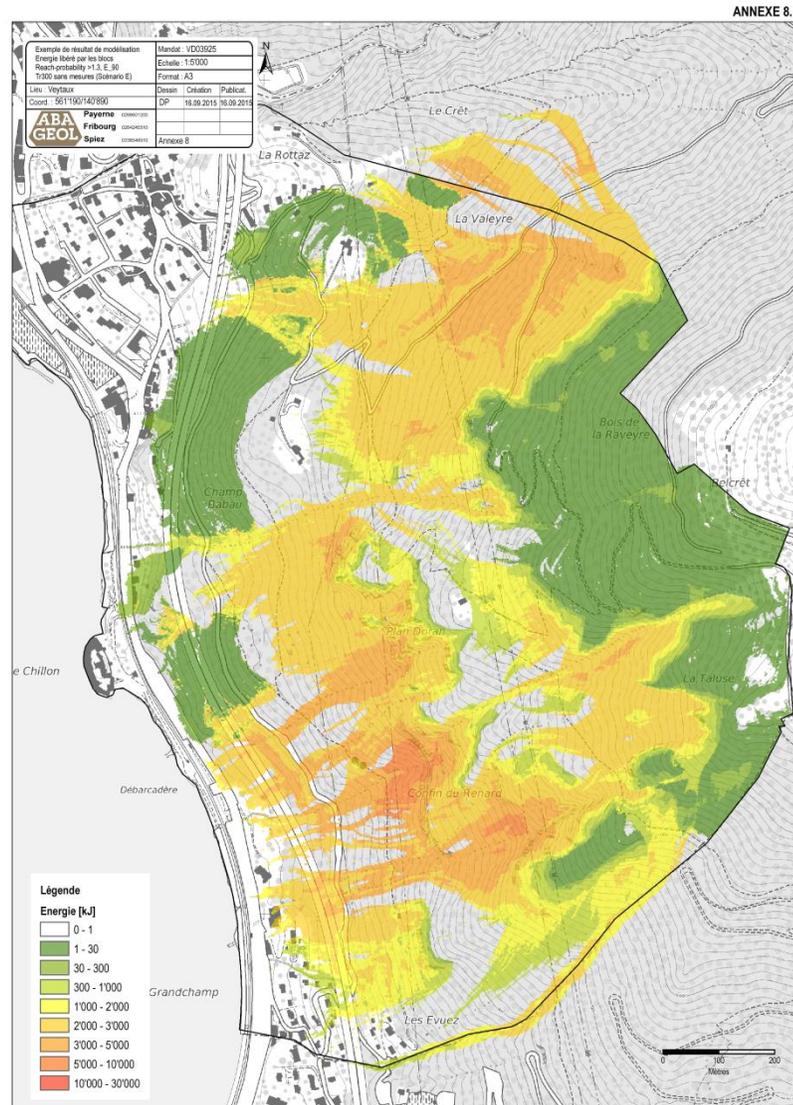
Prise en compte des ouvrages de protection

- Pour les scénarios «avec mesure» de protection
- Position, hauteur, classe d'énergie
- Résistance soit certifiée par homologation soit admise selon estimation

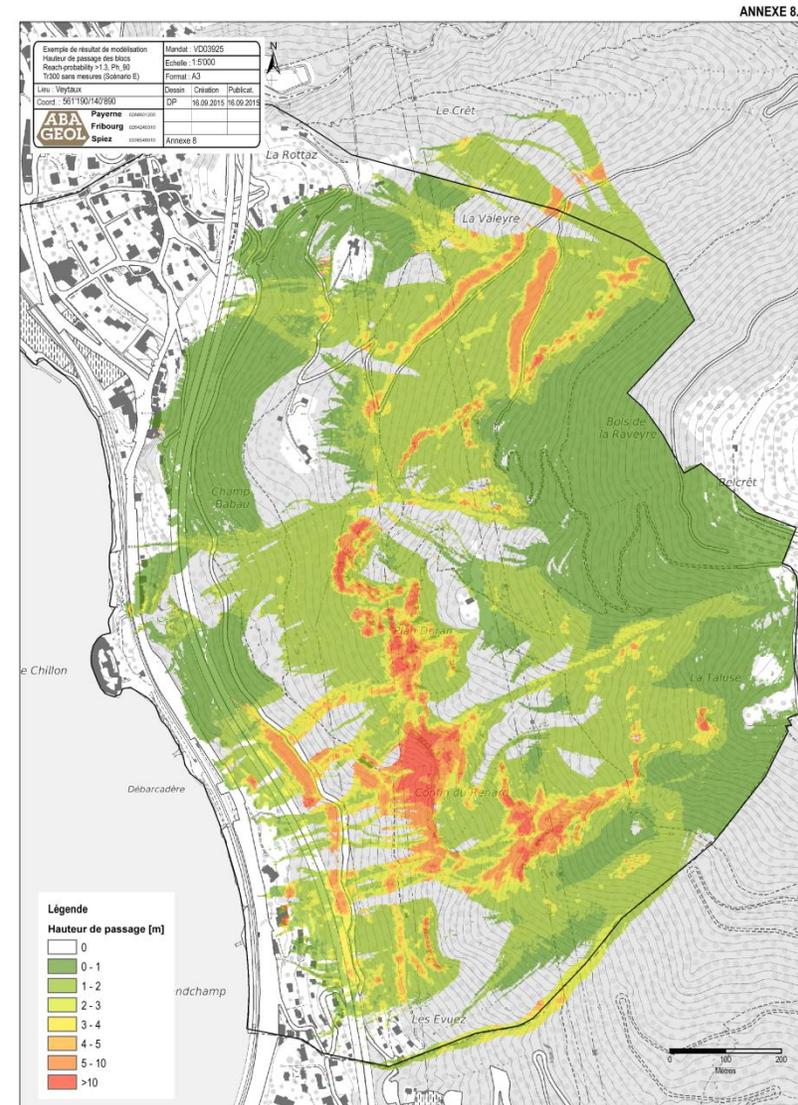


Résultats

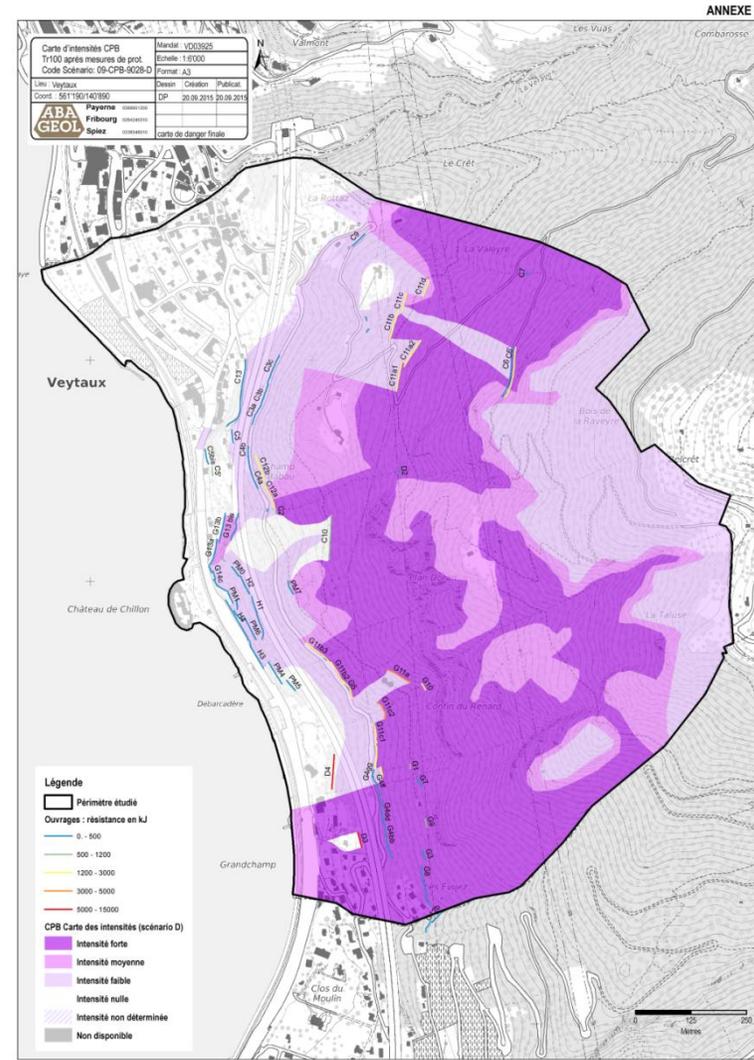
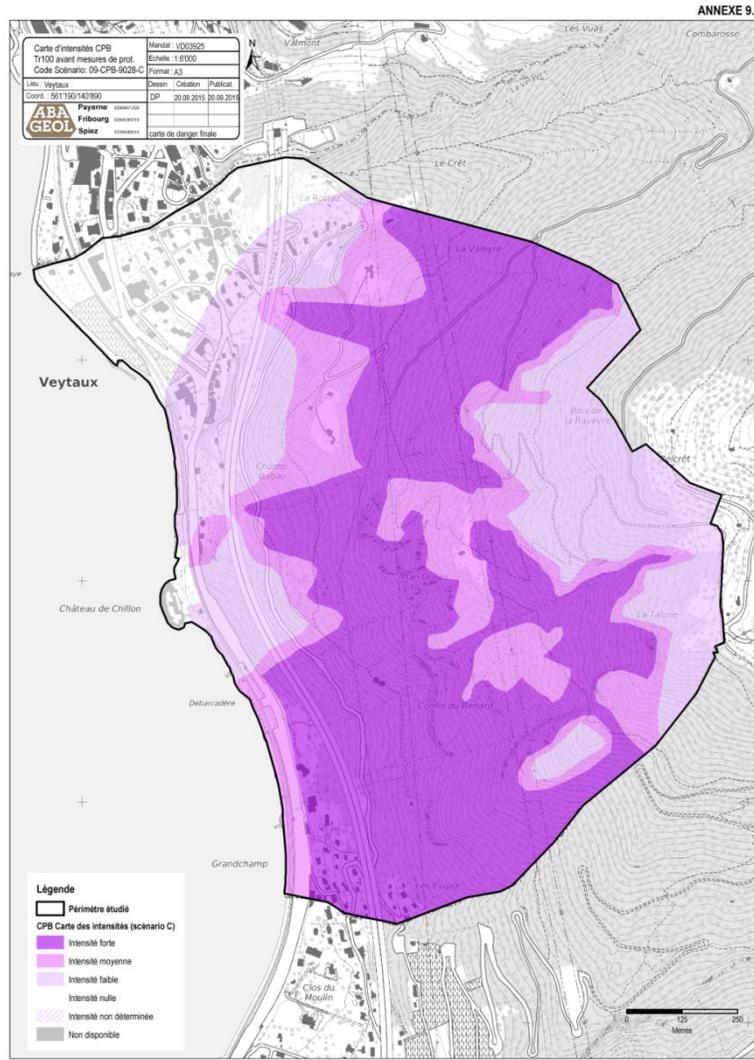
Energie libérée en kJ, exemple Tr300 sans mesures

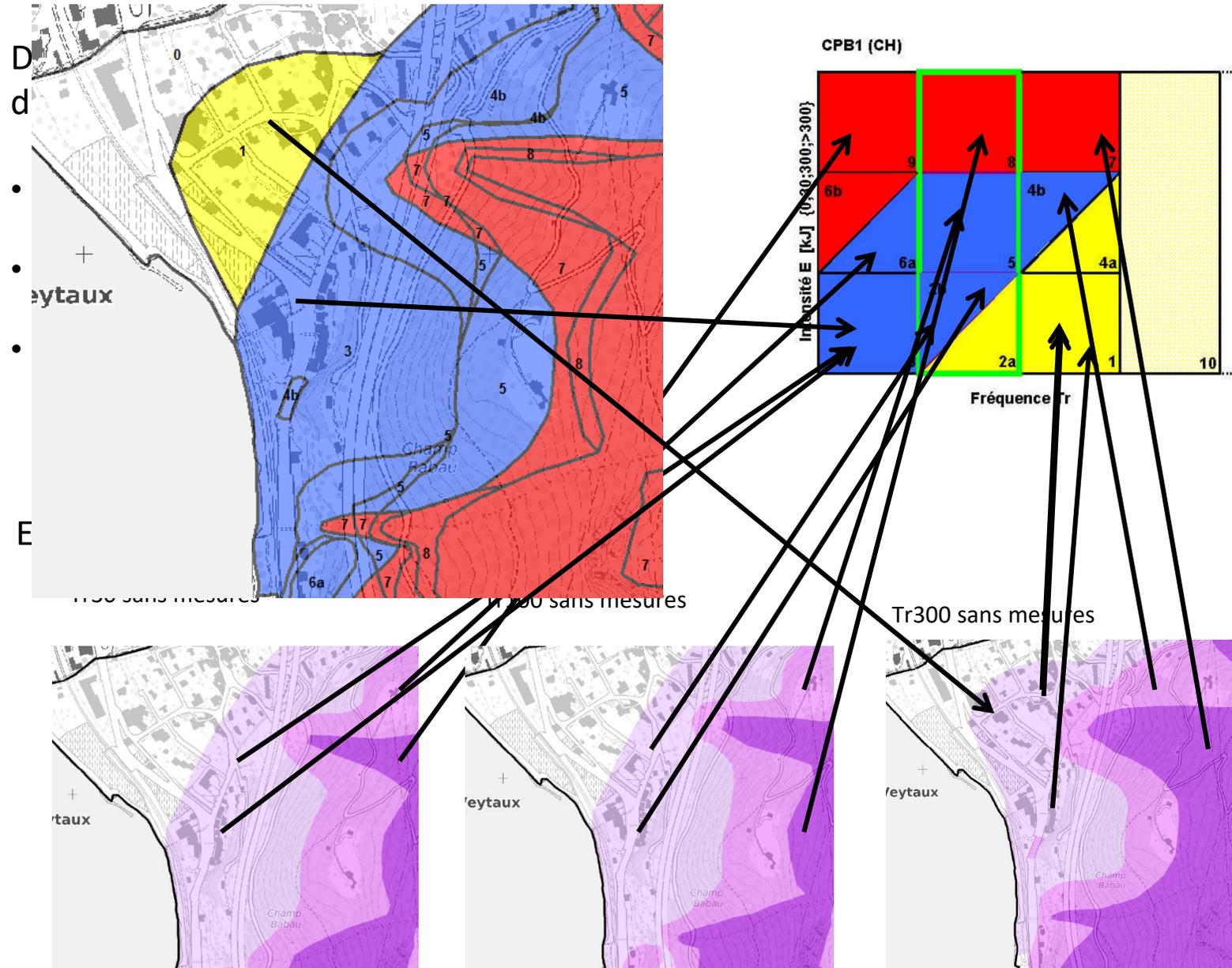


Hauteurs de passage des blocs



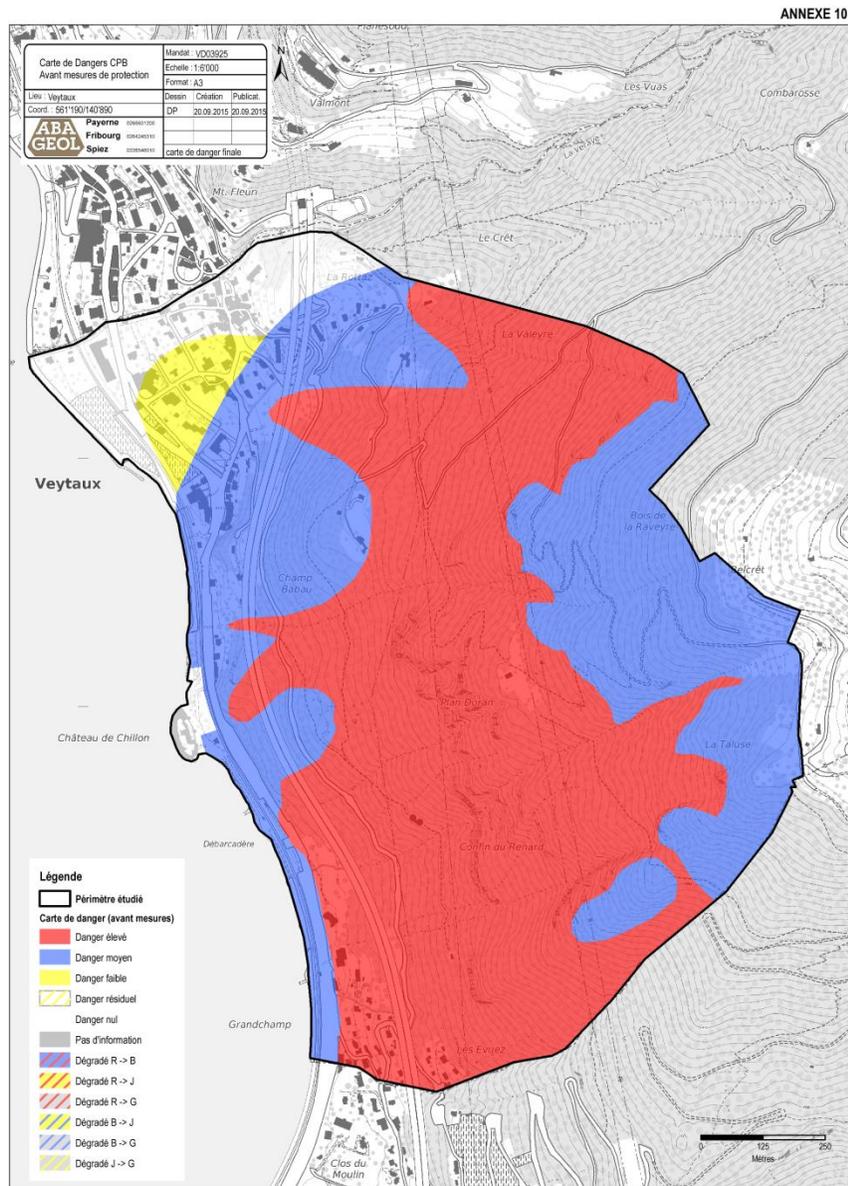
Cartes des intensités Tr100 sans et avec mesures



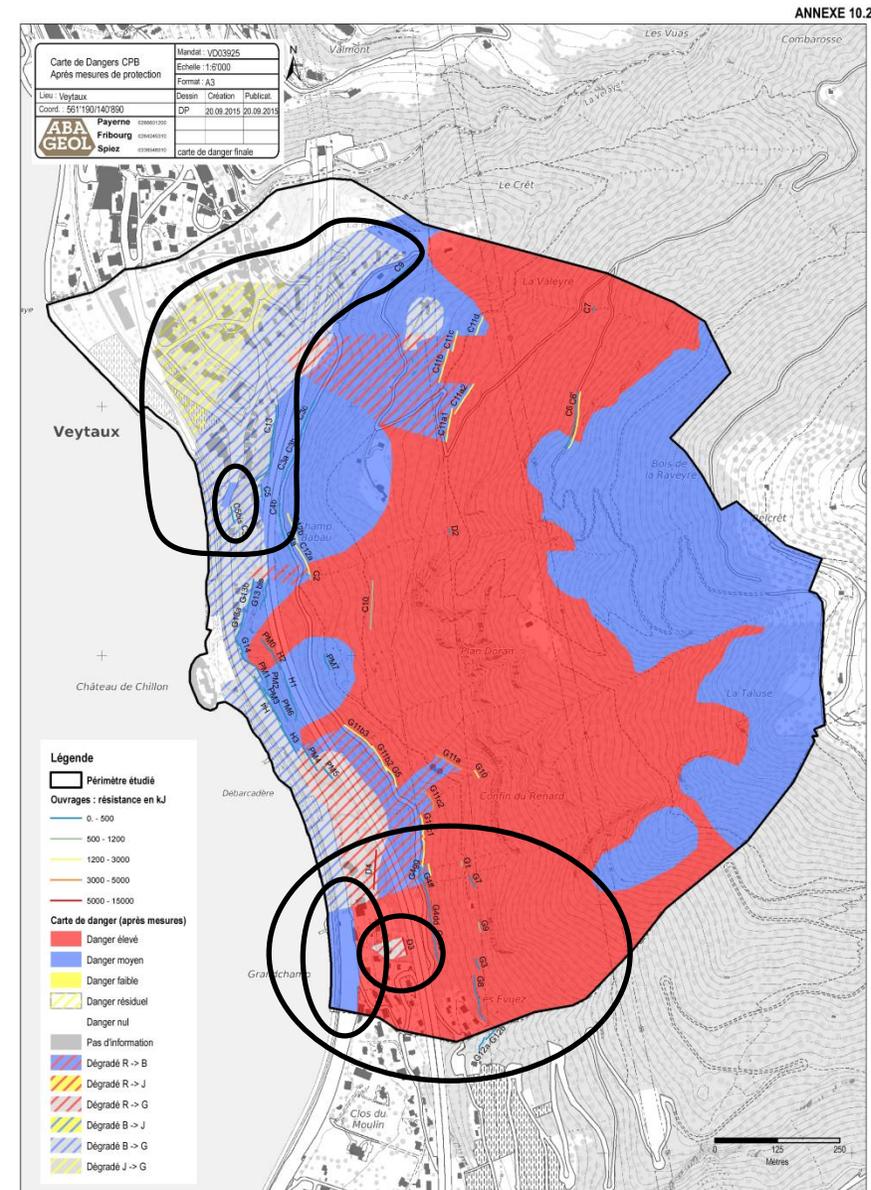


Cartes des dangers - CPB

Sans mesures de protection



Avec mesures de protection



Evaluation du déficit de protection

- Basé sur l'inventaire des ouvrages, la simulation numérique, avec prise en compte du rôle de la forêt protectrice.
- Evaluation statistique de l'efficacité des

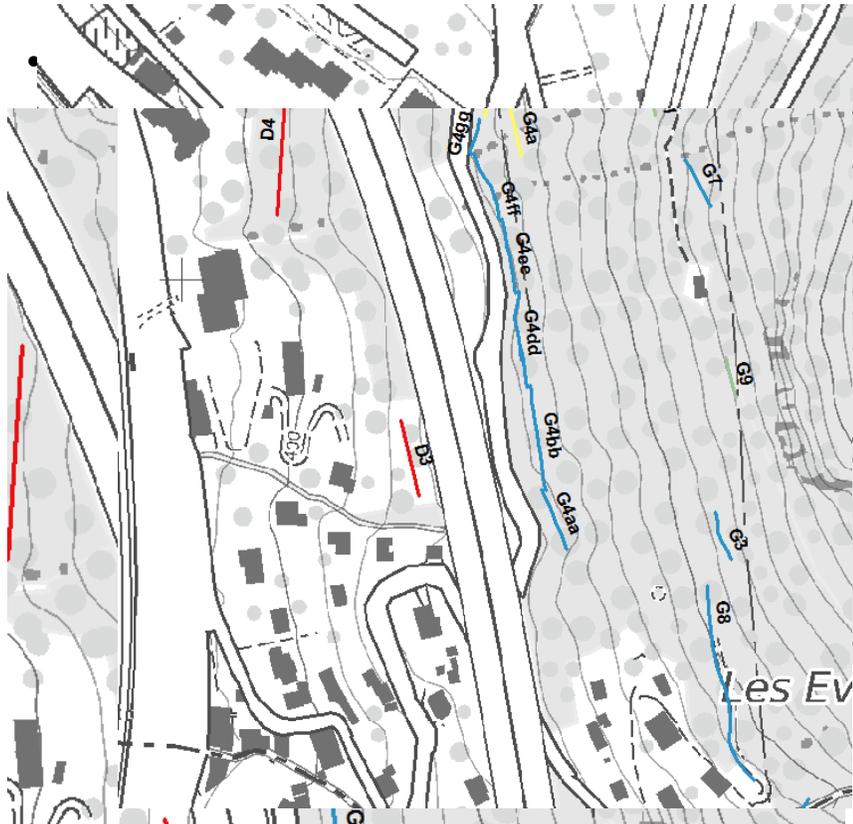


Tableau 7 : Ouvrages montrant une résistance insuffisante pour au moins un temps de retour (vert : résistance suffisante, rouge : résistance insuffisante).

N° fiche ouvrage	Nom	Hauteur [m]	Classe d'énergie [kJ]	Tr30	Tr100	Tr300	Intervention nécessaire
1	C1b	3	200	vert	vert	vert	non
3	C3a	2	20	rouge	rouge	rouge	OUI
3	C3b	2	20	rouge	rouge	rouge	OUI
3	C3c	2	20	rouge	rouge	rouge	OUI
6	C6	2	20	vert	vert	vert	non
9	C6'	5	2350	rouge	rouge	rouge	non
10	C7	3	200	rouge	rouge	rouge	non
	C10	4	1200	rouge	rouge	rouge	non
	G1	4	1000	vert	vert	rouge	OUI
	G3	3	200	rouge	rouge	rouge	OUI
	G4aa	3	200	rouge	rouge	rouge	OUI
	G4bb	3	200	rouge	rouge	rouge	OUI
	G4cc	3	200	rouge	rouge	rouge	OUI



Autre déficit de protection observé

- Dernière visite au mois de septembre 2015
- Zone à l'aval d'un talus raide (avec blocs remobilisables?)
- Mise en place d'une protection permanente et robuste nécessaire (cf. rebond d'un bloc sur l'autoroute)
- Petite étude de terrain détaillée sur ce secteur nécessaire

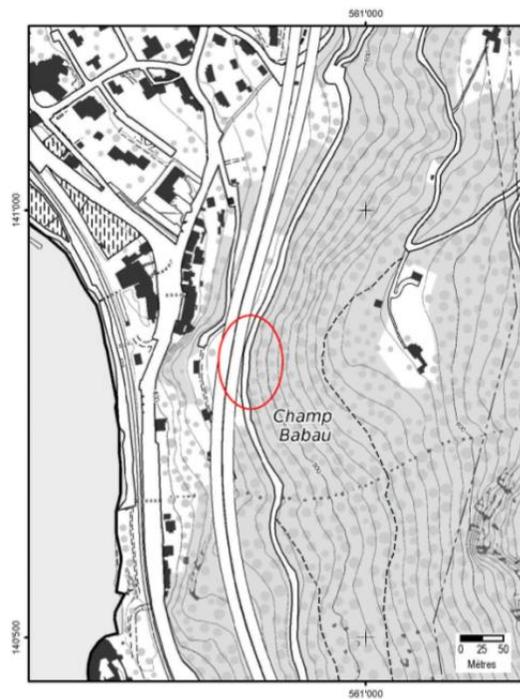


Figure 7 : A gauche : Zone de déficit de protection aux abords immédiats de l'autoroute. A droite : photo de la barrière provisoire en place (photo du 31.10.2014)

CONCLUSIONS

- Nouvelles cartes approuvées selon la méthodologie et les standards CDN-VD
- Le secteur de «Grandchamp» souffre d'un déficit de protection pour les faibles temps de retour → **étude détaillée en vue du remplacement des ouvrages actuels?**
- Le couloir très actif au droit de l'ouvrage provisoire G1 doit être sécurisé de façon pérenne → **projet de digue?**
- Déficit potentiel dans le secteur où l'autoroute côtoie le «chemin de l'Eau» → **petite étude détaillée?**

MERCI POUR VOTRE ATTENTION