

Hierarchisation du risque de chutes de blocs sur la RD 25 dans les gorges de la Vis entre Madières (30) et Cazilhac (34)

Rockfall hazard prioritization on the RD 25 in the Vis gorges between Madières (30) and Cazilhac (34)

Pierre AZEMARD^{1*}, Dominique ANSALDI¹, Lisa ZAHARIAS¹, Cindy MAISONNAVE¹
¹ Cerema Méditerranée, avenue A. Einstein, 13593 AIX-EN-PROVENCE Cedex 3

RÉSUMÉ – Cette étude porte sur 17 Km de la RD25 dans les gorges de la Vis (34). La priorisation entre zones d'aléa d'atteinte équivalent est effectuée par une démarche à dire d'expert appuyée principalement sur la morphologie et l'intensité de la fracturation. Elle met en œuvre la méthode de la ligne d'énergie. A chaque étape des ajustements manuels ont été nécessaires afin de limiter les incohérences des calculs automatiques.

ABSTRACT – This study covers 17 km of the RD25 in the Vis gorges (34). Prioritization between the area of equivalent rockfall hazard is carried out using an expert approach based mainly on the morphology and fractures intensity. It implements the energy line method. At each stage, manual adjustments were necessary in order to limit the inconsistencies in the automatic calculation.

1. Introduction

À la suite d'un évènement tragique survenu courant août 2018, le Conseil Départemental de l'Hérault a missionné le Cerema afin de réaliser une étude de hiérarchisation de l'aléa chutes de blocs sur un tronçon des Gorges de la Vis.

Cette étude s'étend sur un linéaire de 17 km entre les communes de Rogues (30), lieu-dit Madières et de Cazilhac (34). L'objectif est de proposer une priorisation des études des travaux de protection à mettre en œuvre dans le cadre d'un programme pluriannuel.

2. Site d'étude

La zone d'étude se situe dans la partie basse des Gorges de la Vis, entre le hameau de Madières et le village de Cazilhac (Figures 1 et 2). Elle est en partie dans le département de l'Hérault (communes de Gorniès et Cazilhac) et dans le département du Gard (communes de Rogues et de Saint-Laurent-le-Minier).



Figure 1 : Localisation générale du site d'étude



Figure 2 : Localisation du site d'étude

La RD25 s'inscrit en bordure de la rivière la Vis, quelques mètres à une dizaine de mètres au-dessus de celle-ci.

L'ensemble des versants dominant la RD25 est constitué des formations sédimentaires du Jurassique qui ont été profondément entaillées par la Vis sur 300 à 500 m environ. Sur toute la hauteur des versants on rencontre essentiellement des terrains calcaires ou dolomitiques, recouverts d'éboulis de pierrailles.

3. Méthode et résultats

L'objectif de hiérarchisation des aléas le long d'un itinéraire impose d'utiliser des méthodes qui permettent d'une part, une appréciation de l'aléa de départ et de propagation rapide mais cohérente sur un vaste espace et d'autre part, une qualification suffisamment graduée pour permettre une hiérarchisation des programmes de travaux. Sur ce dernier point, elles se distinguent des méthodes de qualification des aléas de type cartographie réglementaire et nécessitent une adaptation à chaque site.

3.1. Méthodes

L'étude est conduite à partir d'un examen visuel et d'un relevé photographique exhaustif des falaises et versants à partir d'un hélicoptère. Les photographies aériennes verticales et le MNT IGN (pas de 5m) sont ensuite utilisés dans l'évaluation spatiale des aléas.

La première étape consiste en un découpage du linéaire en secteurs homogènes en termes de morphologie et de géologie. Ce sont ces secteurs qui seront ensuite hiérarchisés.

Caractérisation de l'aléa de départ

La caractérisation de l'aléa de départ est basée sur l'appréciation d'un indice d'activité (Groupe de travail MEZAP, 2014). Il a été choisi de retenir le niveau de fracturation affectant les falaises et barres rocheuses (tableau 1). Cette appréciation est effectuée d'après l'examen des prises de vues héliportées qui couvrent l'ensemble de la zone.

Tableau 1. Caractérisation de l'aléa de départ

Aléa de départ	Description de l'indice d'activité
Faible	Falaise saine, avec très peu de compartiments visibles, fractures très espacées.
Moyen	Falaises avec d'assez nombreux compartiments visibles, fractures moyennement espacées, intéressant principalement les zones de crêtes.
Fort	Falaises très découpées par la fracturation, très nombreux compartiments visibles, fracturation resserrée et intéressant toute la hauteur.

L'intensité (volume des compartiments) n'est pas prise en compte en raison de conséquences potentiellement létales pour les usagers de la route même pour de faibles volumes.

La localisation des zones de départ est basée sur la détection semi-automatique d'un seuil de pente (Loye et al, 2008 et 2009, Michoud et al, 2012).

Caractérisation de l'aléa de propagation

L'aléa de propagation est évalué par la méthode de la ligne d'énergie (Jaboyedoff et al, 2011). Celle-ci est bien adaptée à un travail à l'échelle d'un itinéraire, pour lequel on ne dispose pas des relevés terrains exhaustifs qui sont nécessaires à la mise en œuvre de modèles trajectographiques plus élaborés.

La détermination des angles de propagation caractéristiques des niveaux d'aléa (Figure 3) est basée sur les travaux récents du projet « Rock The Alps » (Colas, 2019).

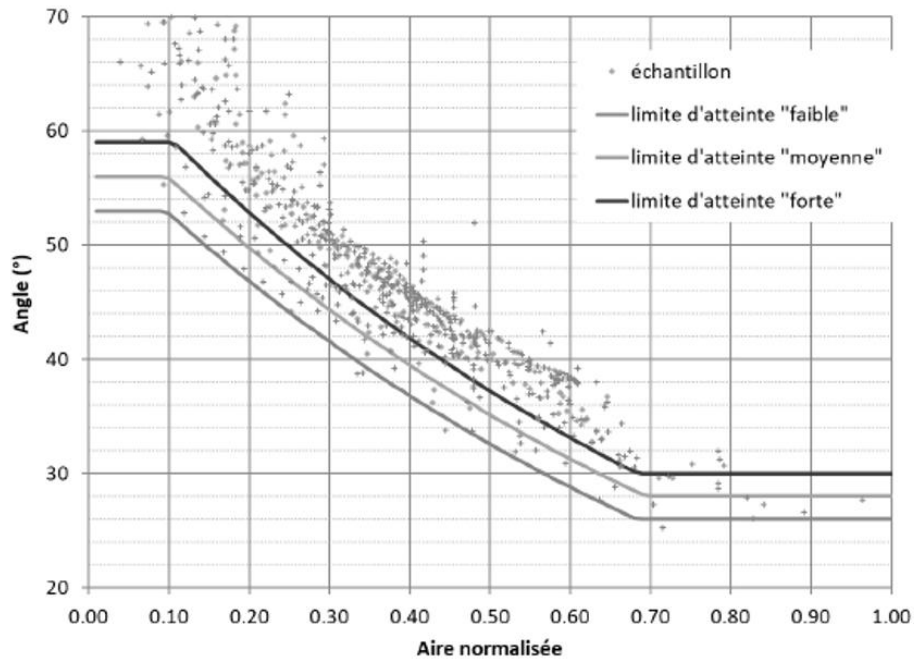


Figure 3 : Probabilités de propagation (Colas, 2019)

Les aléas de niveau « Fort », « Moyen » et « Faible » sont ainsi reliés à une valeur de probabilité de 10^{-6} , 10^{-5} et 10^{-4} respectivement.

Aléa résultant

L'aléa résultant (aléa d'atteinte des enjeux) est caractérisé à partir de la matrice de croisement présentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractérisation de l'aléa résultant

Aléa résultant		Aléa de propagation (angle de la ligne d'énergie)			
		Faible	Moyen	Fort	Très fort
Aléa de départ Indice d'activité	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Fort
	Moyen	Moyen	Moyen	Fort	Fort
	Fort	Moyen	Fort	Fort	Très fort

3.1. Résultats

L'analyse géomorphologique des versants a permis de délimiter 16 secteurs homogènes vis-à-vis de la morphologie.

Caractérisation de l'aléa de départ

La caractérisation de l'indice d'activité à partir des photographies aériennes verticales n'a donné des résultats cohérents avec les observations obliques depuis l'hélicoptère que sur la rive droite. Sur la rive gauche, la photo-interprétation sous-estime très largement la fracturation. Ceci est lié à l'orientation du versant rive gauche qui induit un éclairage presque perpendiculaire alors qu'il est rasant en rive droite.

Par souci d'homogénéité l'indice d'activité est donc directement attribué à partir des seules observations héliportées (Figures 4 et 5).



Figure 4 : Falaise dolomitique en indice d'activité faible



Figure 5 : Falaise calcaire en indice d'activité fort

La procédure d'extraction des zones de départ à partir du MNT a conduit à retenir un seuil de 39° en rive droite et 41° en rive gauche. Toutefois, en comparant avec les observations visuelles, cette procédure conduit à de trop nombreuses fausses détections, tant en identifiant des zones manifestement exemptes de départ qu'en omettant de détecter des falaises. Elle n'a donc été retenue que dans les rares zones à fort couvert végétal.

La délimitation des zones de départ est in-fine réalisée essentiellement à partir des photographies héliportées.

Des visites de terrain ciblées permettent de valider les modes de ruptures et la caractérisation de l'activité. Chaque zone source de chutes de bloc est ainsi qualifiée.

Caractérisation de l'aléa de propagation

Le choix des angles de propagations est basé sur la détermination des aires normalisées (Colas 2019) pour une série de 24 profils topographiques. La répartition spatiale des aires normalisées (Figure 6) a permis de retenir une valeur moyenne pour la rive gauche et le premier secteur de la rive droite (secteurs 1 à 7) différente de la valeur moyenne du reste de la rive droite (secteurs 8 à 16).

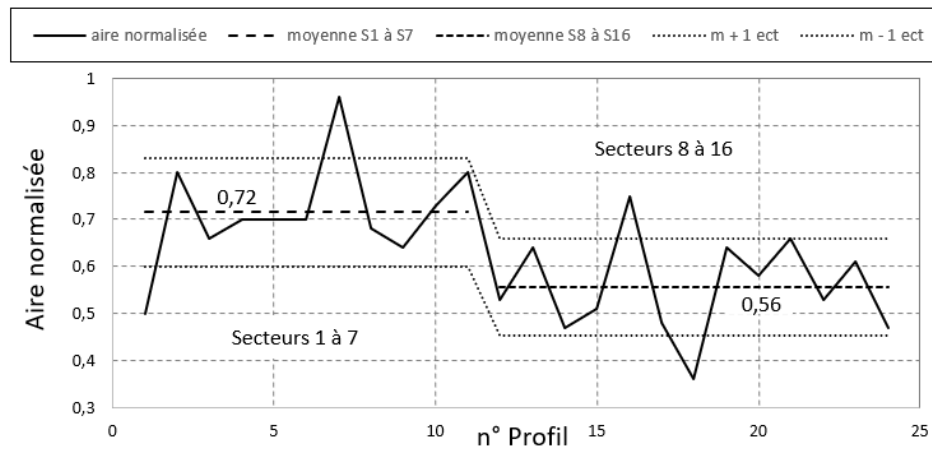


Figure 6 : Répartition des aires normalisées sur la zone d'étude

Afin de mieux hiérarchiser l'exposition à l'aléa, et compte tenu de la large dominance des zones de propagation « forte », il est introduit une courbe de propagation « très forte » située 2 à 3° au-dessus de la courbe de propagation « forte » (décalage similaire à l'espacement entre les courbes « forte » et « moyenne »).

Le logiciel Conefall est utilisé pour calculer les zones exposées en prenant en compte les valeurs d'angles présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3. Caractérisation de l'aléa résultant

Localisation	Aire normalisée caractéristique		Angles limites			
			Faible	Moyen	Fort	Très fort
RG (+ S7)	Secteurs 1 à 7	0,72	26°	28°	30°	33°
RD (- S7)	Secteurs 8 à 16	0,56	30°	33°	35°	37°

Aléa résultant et hiérarchisation

L'aléa résultant découle directement de l'application de la grille retenue. On notera que des corrections manuelles sont nécessaires pour éliminer les artéfacts de modélisation de Conefall lorsque le versant présente des replats successifs.

L'aléa résultant (Figure 7) est ainsi caractérisé sur l'ensemble du linéaire.

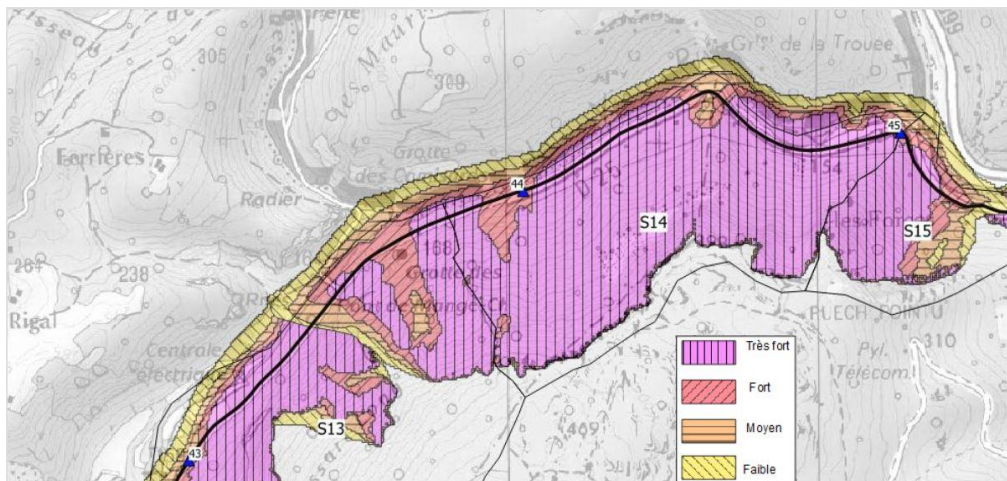


Figure 7 : Aléas résultants

La hiérarchisation retenue est basée, pour chaque secteur géomorphologique, sur le linéaire de route affecté de la classe d'aléa la plus élevée (tableau 4).

Tableau 4. Aléa résultant par secteur et hiérarchisation

Secteur	Lieu-dit	PR début	PR fin	Linéaire de route dans chaque classe (m)					Rang proposé
				Néant	Faible	Moyen	Fort	Très Fort	
1	Les Deves 1	28+6	29+88	-	-	-	1253	-	9
2	Les Deves 2	29+88	30+41	-	-	-	527	-	12
3	Le Grenouillet	30+41	32+53	-	43	748	1260	64	7
4	Le Claux	32+53	33+63	-	211	703	258	-	16
5	Le Castellans	33+63	34+37	54	-	248	369	-	15
6	Gornies	34+37	35+67	377	121	417	430	-	14
7	Planteyrols	35+67	37+49	362	36	199	868	344	4
8	La Saurède	37+49	38+46	262	-	87	620	-	10
9	Souteyrols	38+46	39+67	255	-	49	364	558	3
10	Longue Battue	39+67	40+95	-	-	846	436	-	13
11	Le Rosier	40+95	41+82	-	-	-	210	665	2
12	La Meuse	41+82	42+54	-	-	-	524	204	6
13	La Papeterie	42+54	43+84	-	-	-	1095	208	5
14	Les Forces	43+84	45	-	-	-	234	938	1
15	Puech Pointu	45	45+42	-	-	-	277	143	8
16	Cazihlac	45+42	45+96	-	-	-	546	-	11

Les 3 secteurs les plus exposés sont les secteurs 14,11 et 9. Les deux premiers sont les secteurs sur lesquels ont eu lieu les éboulements récents.

Le conseil départemental a ainsi pu engager des études spécifiques de protection contre les risques rocheux sur ces secteurs prioritaires.

Un nouvel évènement de chute de bloc a eu lieu fin 2019 dans le secteur 14 identifié comme le plus exposé.

4. Conclusions

Dans le contexte géographique des Grands Causses, l'étude avait pour objectif de caractériser les risques d'atteinte de la RD par des éboulements afin de hiérarchiser les zones d'exposition et prioriser les études et travaux de protection.

L'approche mise en œuvre sur ce projet mixte les analyses visuelles, à dire d'expert, et une modélisation « simple », ne nécessitant qu'un seul paramètre d'entrée (modèle topographique).

Il est constaté que la détection semi-automatique des zones de départ (Loye et al, 2008 et 2009) n'est pas opérationnelle sur ce site. L'origine semble être pour partie la précision du MNT (localement plus proche d'un MNS) mais également la variété de nature du substratum dans le versant, conduisant à des valeurs seuil différentes.

L'objectif de hiérarchisation a conduit à adapter la méthodologie et les seuils tout au long de l'étude afin d'une part, d'utiliser les paramètres accessibles les plus pertinents et d'autre part, d'obtenir une gradation suffisante dans la qualification de l'aléa.

5. Bibliographie

- Colas B. (2019). Aléa rocheux, propagation et ligne d'énergie. Séminaire SDA Rock the Alps ; 2019
- Groupe de travail MEZAP (2014) Proposition d'une note technique à l'attention des Services Déconcentrés de l'Etat en charge des procédures PPRn. Méthodologie de l'élaboration du volet « aléa rocheux » d'un PPRn.
- Jaboyedoff M., Labiouse V. (2011). Technical Note: Preliminary estimation of rockfall runout zones. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 819–828.
- Loye A., Pedrazzini A., Jaboyedoff M. (2008) Preliminary regional rockfall hazard mapping using lidar based slope frequency distribution and conefall modelling. *Comptes rendus de la 4e Conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion.*
- Loye A., Jaboyedoff M., Pedrazzini A., (2009) Identification of potential rockfall source areas at a regional scale using a DEM-based geomorphometric analysis. *Natural Hazards and Earth System Sciences.*, 9, 1643-1653
- Michoud C., Derron M.-H., Horton P., Jaboyedoff M., Baillifard F.J., Loye A., Nicolet P., Pedrazzini A., Queyrel A. (2012) Rockfall hazard and risk assessments along roads at a regional scale: example in Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 615-629