

17. Comparaison de différentes méthodologies de zonage de l'aléa chutes de blocs: problèmes d'uniformisation des procédures existantes

par

Jacopo Maria ABBRUZZESE¹ & Vincent LABIOUSE¹

Résumé.—ABBRUZZESE J. M. & LABIOUSE V., 2013. Comparaison de différentes méthodologies de zonage de l'aléa chutes de blocs: problèmes d'uniformisation des procédures existantes. *Mémoire de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 25: 211-217.

Les instabilités rocheuses représentent une menace pour la vie et les implantations humaines dans de nombreuses zones de montagne en Europe. L'aléa lié à ces phénomènes doit être pris en compte pour un aménagement du territoire approprié, ainsi que pour réduire les risques potentiels associés. L'uniformisation des méthodologies de zonage de l'aléa au niveau européen pourrait constituer une étape importante vers une proposition de procédures plus transparentes, reproductibles, et comparables, en termes de zonage ainsi que de mesures d'aménagement du territoire et de gestion du risque. Cependant, la situation actuelle concernant les méthodologies de zonage appliquées en Europe montre une tendance opposée, certains pays ayant développé des approches d'évaluation et de zonage qui sont loin d'être uniformisées. Cet article compare les résultats de différentes méthodologies de zonage de l'aléa chutes de blocs et présente certains problèmes vis-à-vis d'une possible uniformisation des procédures.

Mots clés: Chutes de blocs, évaluation de l'aléa, méthodologie de zonage de l'aléa, cartographie des dangers.

Abstract.—ABBRUZZESE J. M. & LABIOUSE V., 2013. Comparison of different rock fall hazard mapping methods: challenges in harmonising current procedures. *Mémoire de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 25: 211-217.

Rock falls represent a serious threat to communities living in mountainous areas in several European countries, and their potential hazard must be taken into account for an appropriate land-use planning and for establishing risk reduction measures. European-wide standard methods for hazard evaluation and mapping would be a very important step towards more transparent, reproducible and comparable procedures used for these purposes, and would provide as well a higher uniformity in land use

¹École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit (ENAC), Laboratoire de mécanique des roches (LMR); EPFL-ENAC-LMR, Station 18, CH-1015 Lausanne, Suisse.

E-mail: jacopo.abbruzzese@epfl.ch

planning and risk management. However, the current situation in Europe shows the opposite tendency, as some countries have already developed their own strategies for evaluating and mapping rock fall hazards, which are far from being possibly harmonised. This paper analyses some practical difficulties to account for when trying to compare and setting standards in methodologies for rockfall hazard mapping.

Keywords: Rock fall, hazard evaluation, hazard zoning methods, hazard zoning maps.

INTRODUCTION

Les instabilités rocheuses menacent de nombreux espaces urbains en zone de montagne, et les aléas chutes de blocs doivent être pris en compte pour la définition de mesures d'aménagement du territoire et de gestion du risque appropriées (COROMINAS *et al.* 2005; LATELTIN 2005).

Actuellement, les méthodologies de zonage de l'aléa chutes de blocs tant au niveau Suisse que au niveau européen sont très différentes les unes des autres, en raison de deux aspects principaux.

La première source de différences est liée aux recommandations nationales pour la prise en compte des aléas dans les activités d'aménagement du territoire. Les recommandations sont basées sur le niveau d'acceptation du risque et sur l'expérience dans la gestion des risques naturels que chaque pays a développé. Ces éléments ont sûrement une influence sur la proposition des méthodologies de zonage. Certains pays ont déjà établi leurs propres recommandations pour l'évaluation et le zonage de l'aléa chutes de blocs, qui sont valables sur l'ensemble du territoire national (RAETZO *et al.* 2002, MATE / METL 1999, ALTIMIR *et al.* 2001), alors que dans d'autres pays, les recommandations ont été établies seulement dans certaines régions (MAZZOCOLA & SCIESA 2000, BLFU 2007).

La seconde source de différences concerne les méthodologies, en particulier les hypothèses caractérisant chaque méthode de zonage de l'aléa, et les simplifications associées à ces hypothèses. En effet, même dans le cas où des recommandations nationales existent, chaque région a la possibilité de définir sa propre méthodologie de zonage, à condition qu'elle soit conforme aux recommandations nationales. Ces méthodologies peuvent être très différentes, selon l'approche utilisée (expéditive, statistique, analytique), et ceci rend la comparaison des résultats du zonage difficile déjà au sein d'un même pays (ABBRUZZESE *et al.* 2009).

OBJECTIF ET ÉTUDES EFFECTUÉES

Cet article s'intéresse à l'influence de différentes techniques d'évaluation de l'aléa sur les résultats du zonage. En particulier, trois méthodologies de zonage de l'aléa chutes de blocs ont été comparées, toutes basées sur des calculs trajectographiques: la méthodologie Matterock (ROUILLER & MARRO 1997, ROUILLER *et al.* 1998) appliquée surtout dans le Canton du Valais selon les recommandations fédérales suisses, une méthodologie appelée «Eurobloc» (COPONS 2007), proposée en Principauté d'Andorre, et la méthode A.D.R.G.T. (DESVARREUX 2002, 2007), appliquée depuis une vingtaine d'années en Région Rhône-

Alpes en France, pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques naturels (PPRn). Il est à noter que ces méthodologies ne constituent pas les seules procédures applicables dans ces pays. La comparaison menée dans cet article se limite aux méthodes sous-mentionnées car elles partagent un certain nombre d'aspects méthodologiques.

Afin de n'illustrer que l'influence des méthodes d'évaluation de l'aléa sur les résultats de zonage, les trois méthodologies ont été appliquées en utilisant le même diagramme intensité-fréquence, à savoir le diagramme adopté en Suisse (figure 1), et les mêmes résultats trajectographiques. L'étude trajectographique a été effectuée par le bureau Géoval. 10'000 trajectoires ont été simulées avec le logiciel Rockfall 6.1 (SPANG & KRAUTER 2001).

Les résultats ont été analysés le long d'un profil 2D caractérisant le site d'étude de Zeneggen, situé dans le Canton du Valais en Suisse. Les falaises sont constituées par des formations de gneiss microgrenus et sont caractérisées par 5 familles principales de discontinuités. La surface du versant est couverte par des éboulis et quelques gros blocs jusqu'à une altitude de 1350-1400 m, et par du sol mou au dessous.

Pour pouvoir souligner l'influence d'un changement de fréquence de rupture sur le zonage, l'aléa a été évalué en considérant deux scénarios différents: un premier avec une fréquence de départ définie comme moyenne, selon les Recommandations Suisses (i.e. période de retour entre 30 et 100 ans), et un deuxième caractérisé par une fréquence élevée (i.e. période de retour inférieure à 30 ans).

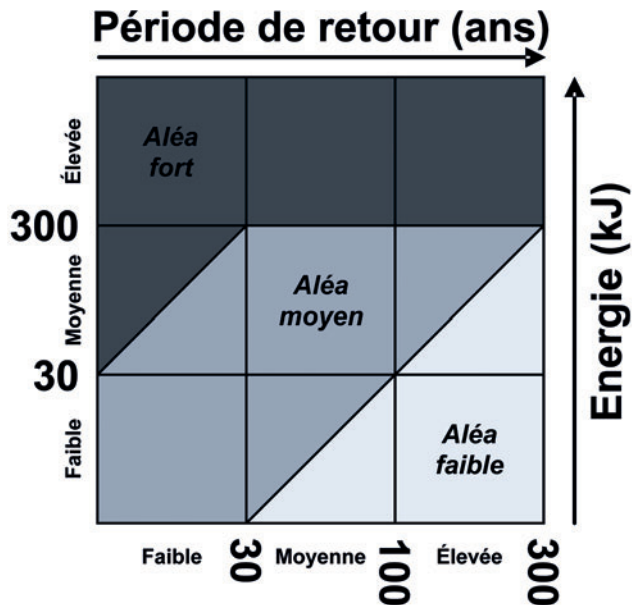


Figure 1.–Diagramme intensité-fréquence utilisé en Suisse pour le zonage de l'aléa chutes de blocs (tiré de OFAT OFEE OFEFP 1997).

The Swiss intensity-frequency diagram used for hazard zoning (from OFAT OFEE OFEFP 1997).

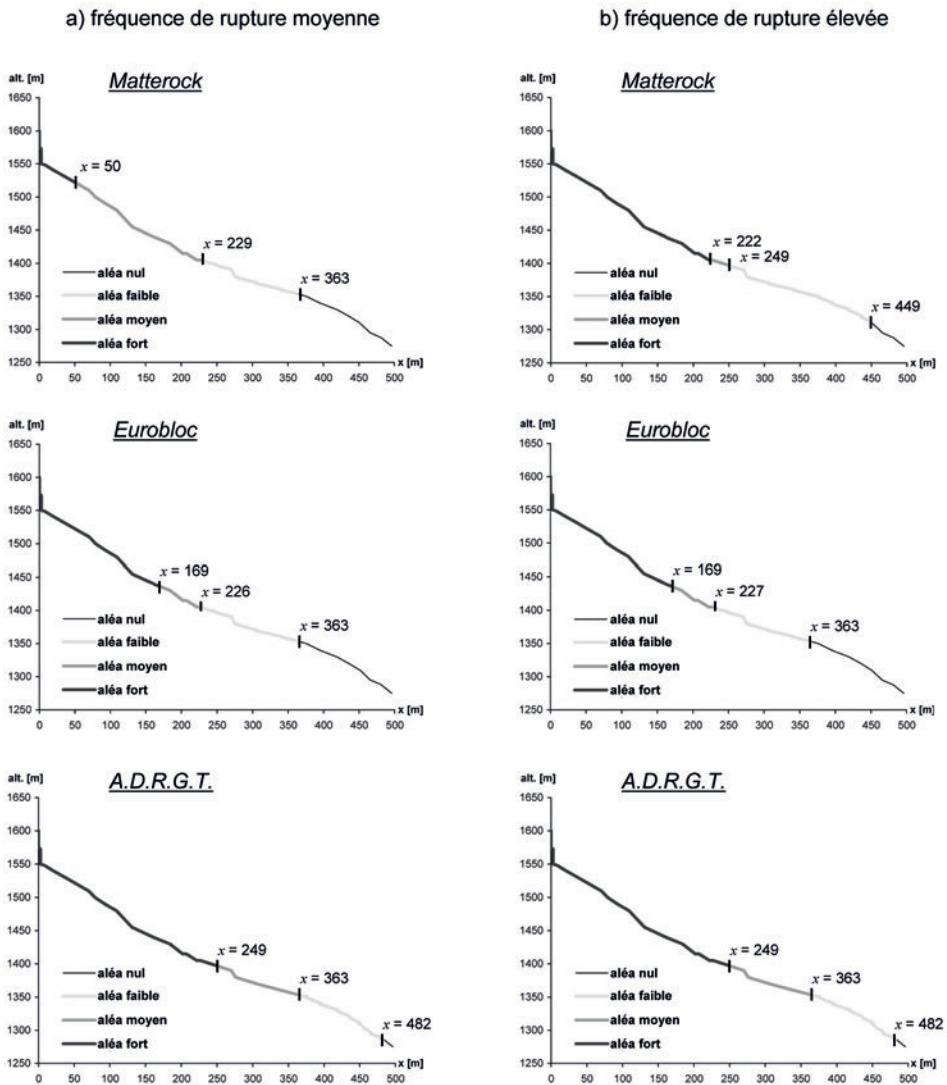


Figure 2.—Zonage de l'aléa obtenu avec les méthodologies Matterrock, Eurobloc et A.D.R.G.T., en appliquant le diagramme intensité-fréquence suisse. a) «moderate frequency of failure»: zonage pour une fréquence de départ moyenne. b) «high frequency of failure»: zonage pour une fréquence de départ élevée (d'après ABBRUZZESE & LABIOUSE 2010)

Hazard zoning performed with the Matterrock, Eurobloc and A.D.R.G.T. methods, according to the Swiss intensity-frequency diagram. a) Hazard analysis for a moderate frequency of failure. b) Hazard analysis for a high frequency of failure (after ABBRUZZESE & LABIOUSE 2010).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les méthodologies appliquées dans cette étude n'utilisent pas toutes le même nombre de paramètres pour l'évaluation de l'aléa (à savoir: la méthode A.D.R.G.T. ne prend en compte que la distance parcourue par les blocs). De plus, lorsque c'est le cas (par exemple: Matterock et Eurobloc), ces paramètres ne sont pas combinés de la même manière. Par conséquent, des différences très significatives de zonage sont notées d'une méthodologie à l'autre (figure 2) ainsi que lors d'un changement de scénario (i.e. fréquence de rupture). On note ainsi que la méthodologie Matterock est la moins restrictive pour une fréquence moyenne des événements, mais que c'est la méthodologie Eurobloc qui l'est pour une fréquence élevée. Quant à la méthodologie A.D.R.G.T., elle est toujours la plus restrictive, et produit un zonage indépendant de la fréquence des événements. Une discussion plus approfondie des résultats est faite dans ABBRUZZESE & LABIOUSE (2010).

Bien que la comparaison ait été menée dans le but d'uniformiser les résultats (i.e. même diagramme intensité-fréquence pour le zonage, mêmes valeurs seuils des paramètres à prendre en compte pour l'évaluation de l'aléa, mêmes résultats trajectographiques, mêmes scénarios en termes de fréquence de rupture), les dissemblances entre méthodologies d'évaluation de l'aléa suffisent déjà à obtenir des résultats très différents.

Ceux-ci se traduisent par conséquent par des différences marquées en termes d'aménagement du territoire (e.g. restrictions à la construction) le long du profil. Ces résultats confirment qu'une uniformisation des procédures d'évaluation et du zonage de l'aléa est extrêmement difficile à envisager.

En complément de ces différences liées aux méthodologies, il faut noter que ces comparaisons deviennent encore plus compliquées si les disparités liées aux diagrammes/valeurs seuils considérés dans les recommandations nationales sont prises en compte.

Ces différences entre directives nationales ont une influence considérable en termes d'aménagement du territoire, non seulement en ce qui concerne l'extension des zones d'aléa, mais surtout au niveau des réglementations associées, qui changent de façon très importante d'un pays à l'autre.

Partant de ces considérations, des méthodologies de zonage de l'aléa développées dans un pays ne devraient pas être appliquées telles quelles dans d'autres pays, puisque les hypothèses considérées dans chaque méthodologie et plus particulièrement les valeurs seuils adoptées pour les paramètres nécessaires à l'évaluation de l'aléa sont directement liées à la philosophie de gestion des dangers naturels dans chaque pays et aux recommandations associées pour l'élaboration des cartes d'aléa (ABBRUZZESE & LABIOUSE 2010).

CONCLUSIONS

Le zonage de l'aléa chutes de blocs est fortement conditionné par les procédures utilisées, en particulier en ce qui concerne les hypothèses caractérisant chaque méthodologie de zonage. Trois méthodologies ont été comparées pour un cas d'étude en Suisse: les méthodes Matterock, Eurobloc et A.D.R.G.T. Le zonage de l'aléa chutes de blocs a été réalisé en appliquant ces trois méthodologies selon les Recommandations Suisses et le diagramme intensité-fréquence correspondant.

Les résultats obtenus montrent que le zonage peut changer de façon très significative selon la méthodologie appliquée. Même si des tentatives d'uniformisation peuvent être envisagées, elles n'aboutissent que dans un nombre très limité d'applications.

La comparaison de différentes méthodologies de zonage de l'aléa chutes de blocs montre donc que l'uniformisation des procédures d'évaluation et de zonage des aléas est un objectif extrêmement difficile à atteindre.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier la Communauté Européenne pour le financement du réseau de recherche Marie Curie dans le cadre duquel ce travail a été réalisé. Ce réseau intitulé «Mountain Risks: from prediction to management and governance» s'intégrait dans le 6^{ème} Programme-Cadre de la Communauté Européenne.

Les auteurs remercient aussi le Canton du Valais pour l'autorisation de publication des résultats obtenus et le Bureau Géoval pour la réalisation des calculs trajectographiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBRUZZESE J. M. & LABIOUSE V., 2010. Challenges in achieving European-wide methodologies for rock fall hazard mapping. *In*: MALET J.-P., GLADE T. & CASAGLI N. (Eds.) Proceedings of the International Conference Mountain Risks – Bringing science to society, Firenze, Italy, 24-26 November, 2010: 507-513.
- ABBRUZZESE J. M., SAUTHIER C. & LABIOUSE V., 2009. Considerations on Swiss methodologies for rock fall hazard mapping based on trajectory modelling. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 9(4): 1095-1109.
- ALTIMIR J., COPONS R., AMIGÓ J., COROMINAS J., TORREBABELLA J. & VILAPLANA J. M., 2001. Zonificació del territori segons el grau de perillositat d'esllavissades al Principat d'Andorra. *In*: La Gestió dels Riscos Naturals, 1^{es} Jornades del CRECIT (Centre de Recerca en Ciències de la Terra), Andorra la Vella, 13-14 September 2001, Andorra la Vella: Institut d'Estudis Andorrans:119-132.
- BLFU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT), 2007. Vorhaben "Gefahrenhinweiskarte Oberallgäu", Maßnahme 3.2a., *Bayerisches Landesamt für Umwelt: internal press*.
- COPONS R., 2007. Avaluació de la perillositat de caigudes de blocs rocósos al Solà d'Andorra la Vella. St. Julià de Lòria-Principality of Andorra: Andorran Research Centre Press: 213 p.
- COROMINAS J., COPONS R., MOYA J., VILAPLANA J. M., ALTIMIR J. & AMIGÓ J., 2005. Quantitative assessment of the residual risk in a rock fall protected area, *Landslides*, 2: 343-357.
- DESVARREUX P., 2002. Considérations sur le zonage en France. *In*: Lecture notes from the course «Université Européenne d'été sur les risques naturels 2002: glissements de terrain et instabilités de falaise», Sion, September 2002.
- DESVARREUX P., 2007. Problèmes posés par le zonage. *In*: Lecture notes from the course «Université Européenne d'été 2007: éboulements, chutes de blocs – rôle de la forêt», Courmayeur, September 2007.
- FELL R., HO K.K.S., LACASSE S. & LEROI E., 2005. A framework for landslide risk assessment and management, *Landslide Risk Management*, London: Taylor & Francis Group: 3-25.
- FELL R., COROMINAS J., BONNARD C., CASCINI L., LEROI E. & SAVAGE W.Z. ON BEHALF OF THE JTC-1 JOINT TECHNICAL COMMITTEE ON LANDSLIDES AND ENGINEERED SLOPES, 2008. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology* 102: 85-98.
- LATELTIN O., HAEMMIG C., RAETZO H. & BONNARD C., 2005. Landslide risk management in Switzerland, *Landslides*, 2: 313-320.
- M.A.T.E. / M.E.T.L., 1999. Plans de prévention des risques naturels (PPR), Risques de mouvements de terrain, Guide méthodologique. Paris: La documentation Française.

- MAZZOCOLA D. & SCIESA E., 2000. Implementation and comparison of different methods for rockfall hazard assessment in the Italian Alps. *In*: BROMHEAD E. N., DIXON N. & IBSEN M.-L. (Eds.) *Landslides in Research Theory and Practice, Proceedings of the 8th international symposium on landslides*, Cardiff, 26-30 June 2000, London: Thomas Telford: 1035–1040.
- OFAT, OFEE, OFEFP, 1997. *Recommandations 1997 - Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire*. Bern: OFAT/OFEE/OFEFP, 42 p.
- RAETZO H., LATELTIN O., BOLLINGER D. & TRIPET J. P., 2002. Hazard assessment in Switzerland – Codes of Practice for mass movements. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 61(3): 263-268.
- ROUILLER J.-D. & MARRO C., 1997. Application de la méthodologie «Matterrock» à l'évaluation du danger lié aux falaises. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 90(3): 393-399.
- ROUILLER J.-D., JABOYEDOFF M., MARRO C., PHILLIPPOSIAN F. & MAMIN M., 1998. *Pentes instables dans le Pennique valaisan - Rapport final PNR 31*. Zürich: VDF.
- SPANG R. M. & KRAUTER E., 2001. Rockfall simulation – a state of the art tool for risk assessment and dimensioning of rockfall barriers. *International Conference on Landslides - Causes, Impacts and Countermeasures*, Davos: United Foundation Engineering: 607–613.