Le territoire et ses dangers naturels : un pas vers la réconciliation

Autor(en): **Consuegra, David / Werren, Gabriela / Prina-Howald, Erika**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **114 (2016)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-587104

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Le territoire et ses dangers naturels: un pas vers la réconciliation

Aménager un territoire en y intégrant les dangers naturels n'est pas en soi une nouveauté. Toutefois, depuis quelques dizaines d'années, en raison, d'une part, d'une utilisation toujours plus intense du territoire et, d'autre part, de la confirmation des changements climatiques, ce défi a pris une dimension nouvelle. Les compromis sont plus difficiles, les risques comme les incertitudes plus grands. Dans ce contexte, les compétences multidisciplinaires rassemblées au sein de l'Institut G2C sont particulièrement pertinentes. Ainsi, plusieurs projets de recherche sont en cours dans le domaine des dangers naturels liés aux inondations et aux phénomènes gravitaires tels que les glissements de terrain, les laves torrentielles et les chutes de blocs. Afin d'illustrer ces travaux, nous mettrons ici en lumière trois mandats de recherche qui ont en commun de proposer des outils et méthodes qui complètent les cartes de dangers actuellement disponibles sur tout le territoire suisse. En effet, celles-ci se révèlent dans la pratique un outil nécessaire mais insuffisant pour une meilleure prise en compte des risques liés aux dangers naturels dans les pratiques de l'aménagement du territoire.

Die Naturgefahren in der Raumplanung zu integrieren ist an sich nichts Neues. Doch in den letzten Jahrzehnten hat diese Herausforderung eine neue Dimension erreicht. Einerseits aufgrund einer immer intensiveren Bodennutzung und auf der anderen Seite wegen des Klimawandels. Die Kompromisse sind schwieriger, die Risiken sowie die Unsicherheiten grösser. In diesem Zusammenhang sind die fachübergreifenden Kompetenzen des Instituts G2C besonders relevant. So sind mehrere Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Naturgefahren im Gange, die sich mit Hochwasser und gravitativen Phänomenen wie Rutschungen, Murgängen und Steinschlag befassen. Um diese Arbeiten zu veranschaulichen stellen wir hier drei Forschungsaufträge vor. Alle drei haben die Gemeinsamkeit, Werkzeuge und Methoden vorzuschlagen, welche die aktuell verfügbaren Gefahrenkarten der ganzen Schweiz ergänzen. In der Tat erweisen sie sich in der Praxis als notwendige Hilfsmittel, aber sie sind nicht ausreichend für eine bessere Berücksichtigung der Risiken von Naturgefahren in den Praktiken der Raumplanung.

Des cartes de dangers aux mesures de protection: exemple pour les inondations dans la commune de Châtel-St-Denis

D. Consuegra, G. Werren

Contexte

La prise en compte des dangers naturels dans les activités de l'aménagement du territoire se base aujourd'hui sur des cartes de dangers établies pour tout le territoire suisse. Pourtant, l'intégration des cartes de dangers à l'aménagement du territoire a montré ses limites. Premièrement, les degrés de danger, basés sur une matrice intensité – probabilité d'occurrence orientent l'aménagement du territoire vers la prise de décisions similaires pour des situations d'aléa variées. Deuxièmement, dans le cas spécifique du danger d'inondation, les classes d'intensité proposées par les directives sur l'établissement des cartes de danger ne sont pas adaptées à un usage territorial (prévention, mesures de préparation, etc.). Enfin, les cartes de danger mettent l'accent sur une stratégie de protection contre les dangers qui ne prend pas en compte les effets des changements climatiques. De ce point de vue, les cartes de danger ne sont pas suffisantes pour la mise en place d'une culture du risque. Le projet CCRITER «Une gouvernance intégrant le risque. Une réponse au changement climatique et à l'intensification de l'utilisation du territoire» (2015–2016) a pour objectif d'identifier des solutions organisationnelles et techniques visant à renforcer la prise en compte des risques liés aux phénomènes naturels dans l'aménagement du territoire. Le projet est réalisé dans le cadre du programme pilote «Adaptation aux changements climatiques» lancé par la Confédération. Ce projet qui se concentre sur les dangers liés aux crues se décline en trois «work packages» ou WP. Le WP1 a un caractère technique et vise à consolider, évaluer et valider une méthodologie qui prenne en compte les données risque dans la prise de décision territoriale. Le WP2 étudie les pratiques des acteurs territoriaux, et les outils de gouvernance afin d'en mettre en évidence les limites et le potentiel d'évolution. Les résultats de ces deux WP seront ensuite intégrés dans le WP3 afin de produire des outils d'aide à la décision pour la prise en compte des risques liés aux crues dans l'aménagement territorial. Les résultats finaux du projet seront utilisés lors de l'élaboration du nouveau Plan directeur Cantonal fribourgeois. Nous mettrons l'accent ici sur les résultats du WP1.

Principaux résultats

Dans le cadre du projet CCRITER une méthodologie d'analyse des risques a été validée et appliquée à un site d'étude dans la commune du Châtel-St-Denis dans le canton de Fribourg.

Dans un premier temps, une réinterprétation de la donnée de base de la carte de dangers a été réalisée, afin de mieux

Critère	Niveau d'intensité			
Hauteur d'eau [m]	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Vitesse * Hauteur [m^2/s]	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Charriage [-]	Faible		Fort	
Durée de submersion [h]	Faible		Longue	
Vitesse de montée des eaux [m/h]	Faible		Rapide	

Tab. 1: Critères d'évaluation de l'intensité des inondations et leur classement.

décrire l'aléa. Ce travail représente la suite de recherches menées à la HEIG-VD dans le cadre de travaux de Bachelor et Master. La reclassification des intensités selon des seuils plus représentatifs pour la vulnérabilité des personnes et des bâtiments a été réalisée. Des critères d'évaluation supplémentaires ont été pris en compte pour caractériser la crue: la durée de submersion, la vitesse de montée des eaux et la charge solide mobilisée lors d'une crue (tab. 1).

Dans un deuxième temps, la vulnérabilité du territoire a été évaluée, notamment pour une liste d'objets (bâtiments), en utilisant les résultats d'une recherche menée en parallèle par la même équipe afin de produire des courbes de dommage tenant compte des caractéristiques de la crue: hauteur d'eau, vitesse, durée, charriage, etc. Les caractéristiques des crues et la vulnérabilité potentielle des bâtiments représentent aussi des données d'entrée essentielles pour la prise de décision au niveau territorial. À cet effet un catalogue de mesures possibles / pertinentes a été établi pour divers scénarios de crues (fig. 1).

Enfin, les méthodes d'évaluation de l'aléa et de la vulnérabilité ont été appliquées au site d'étude de Châtel-St-Denis et des cartes de risque ont été produites (fig. 1). Sur le site d'étude, la réinterprétation de l'intensité des crues a mis en évidence des secteurs nécessitant une attention particulière (zones soumises à fort potentiel de charriage avec des conséquences sur la sécurité et les dommages, cuvettes et autres formes topographiques peu propices à la construction). Les cartes de vulnérabilité et de risque ont été produites pour le bâti existant et pour les affectations potentielles telles qu'elles sont définies dans le plan d'aménagement de la commune. Ces cartes ont montré l'existence de conflits potentiels entre les projets de développement stratégiques et les dangers de crue.

Un outil interactif pour évaluer les dommages potentiels au domaine bâti liés aux inondations et aux dangers gravitaires

D. Consuegra, E. Prina-Howald, G. Werren, A. Mapelli

Contexte

L'étalement et la densification urbains représentent une problématique d'actualité en Suisse, dans un contexte de contraintes spatiales fortes liées à la présence des Alpes sur une grande partie du territoire. Même si une longue tradition de protection contre les phénomènes naturels dangereux existe déjà, les zones urbaines restent exposées aux conséquences d'aléas divers. Des études ont montré que les coûts pour la société sont majoritairement induits par des dégâts matériels aux bâtiments et aux infrastructures, directement liés à la vulnérabilité de ces derniers; par conséquent, diminuer cette vulnérabilité contribue à fortement réduire les coûts.

La Suisse s'est dotée dernièrement de cartes de dangers, mais les outils d'évaluation de la vulnérabilité globale du bâti et des infrastructures sont en revanche peu nombreux. La vulnérabilité globale d'un bâtiment est multifactorielle et son évaluation peut par conséquent s'avérer particulièrement complexe. Le projet «Nature vs city: vulnérabilité globale du bâti et des infrastructures aux dangers naturels» (2014–2016), mené en collaboration avec l'École d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, se propose de mettre à disposition d'acteurs divers (propriétaires, planificateurs, professionnels du bâtiment) un tel outil sous la forme d'une application web permettant d'évaluer la vulnérabilité sectorielle selon divers aléas et enfin d'estimer une vulnérabilité globale. Les volets du projet se référant aux aléas inondation et dangers gravitaires ont été réalisés par l'Institut G2C.

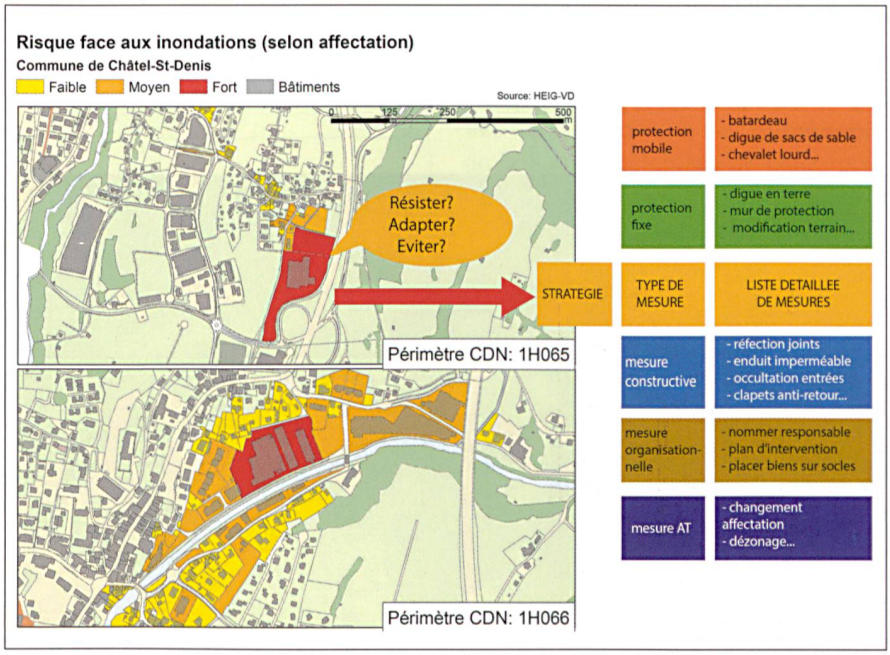


Fig. 1: Carte de risque pour les affectations prévues dans le plan d'aménagement dans la commune de Châtel-St-Denis et Stratégies et mesures selon l'aléa et l'exposition d'un objet (parcelle).

Les inondations

Comme la vulnérabilité d'un bâtiment est fortement corrélée avec l'intensité du phénomène naturel auquel il est exposé, une revue des méthodologies d'estimation de l'aléa inondation a été réalisée. Suite à des recherches menées à la HEIG-VD dans le cadre de travaux de Bachelor et Master, une nouvelle classification des intensités inondation et de nouveaux critères d'appréciation du phénomène a été adoptée.

Peu de sources de données sont disponibles en Suisse pour évaluer les dommages liés aux crues. Actuellement, les analyses de risque se basent sur les données EconoMe, qui proposent des dommages relatifs moyens selon les trois classes d'intensité utilisées comme base pour les cartes de dangers. Or, nos recherches ont montré que cette classification est inadaptée pour représenter les conséquences des inondations sur les bâtiments. Ainsi, une recherche dans la littérature internationale et suisse spécialisée a été menée afin de synthétiser de nouvelles courbes de dommage plus adaptées. En plus de la hauteur d'eau, critère principal d'estimation des dommages, d'autres caractéristiques des crues jouent un rôle aggravant / diminuant dans le développement des dommages: la durée de submersion, le charriage, la vitesse de montée des eaux. Ces éléments ont été pris en compte dans la construction des nouvelles courbes de dommage. Ces dernières ont été synthétisées pour un nombre de bâtiments classés selon leur fonction (industriel, commercial, habitation, etc., voir fig 2.).

Enfin, les résultats de cette recherche ont été intégrés dans l'application web destinée aux spécialistes et au grand public. L'application «crues» est disponible sous le lien suivant: http://web.dev.humantech.institute/nv/app/#/vulnerability/inondations

Aléa	Critère	Niveau d'intensité	Source
Glissement de terrain	Vitesse moyenne de mouvement à long terme (cm/an)	6 classes selon matériau de construction	OFEV
Lave torrentielle	Épaisseur moyenne du matériau en mouvement (m)	7 classes selon matériau de construction et nombre d'étages	Ciurean *et al.* (2014)

Tab. 2: Critères d'évaluation de l'intensité des glissements et laves torrentielles.

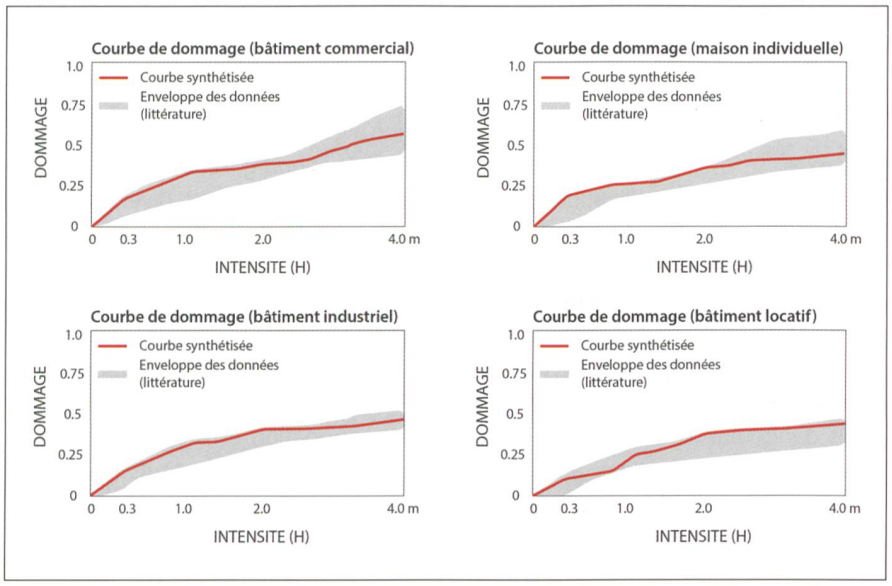


Fig. 2: Exemples de courbes synthétisées à partir de la littérature pour l'aléa inondation.



Fig. 3: Glissement de terrain à Feldweid, dans l'Entlebuch (www.planat.ch).

Les dangers gravitaires

Cette recherche vise à étudier l'impact des glissements de terrain et des laves torrentielles sur le bâti (la vulnérabilité des bâtiments) et l'effet que les différents ouvrages et méthodes de protection peuvent avoir. La première phase de l'étude est l'analyse des critères de définition de l'intensité des phénomènes en question. Pour chaque type de phénomène, les paramètres et les classes utiles pour la définition de l'intensité varient (voir tab. 2). Après la définition de l'intensité, il est important définir les autres paramètres / facteurs qui influencent la vulnérabilité du bâti. En ce qui concerne les phénomènes gravitaires, le type de structure et le matériau de construction sont les éléments principaux dont dépend la réponse du bâtiment à l'impact. Les résultats de cette analyse sont des courbes de vulnérabilité (ou courbes de dommage): elles fournissent une indication du

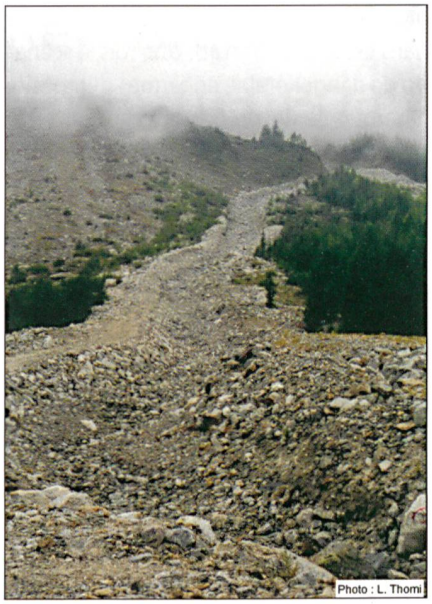


Fig. 4: Lave torrentielle à Ergisch, Bernhard (www.planat.ch).

degré d'endommagement qui affecte le bâtiment selon l'intensité du phénomène.

Les glissements de terrain

Les glissements de terrain (fig. 3) sont des mouvements de masses compacts ou de terrain meuble glissant vers l'aval. Ils résultent d'une rupture par cisaillement et se produisent en général sur des talus ou des versants de pente modérée à raide. Les instabilités naturelles de ce genre sont extrêmement courantes en Suisse et apparaissent sous de nombreuses formes (Lateltin, 1997). L'intensité d'un glissement dépend de la vitesse moyenne à long terme (cm/an). Un autre paramètre important est la profondeur du plan de glissement (m).

Pour définir la vulnérabilité des bâtiments aux glissements de terrain, six classes (OFEV) sont utilisées, selon le type de structure et le matériau de construction. La fig. 4 présente un exemple de courbes de vulnérabilité selon le type de structure. Les résultats de cette recherche ont été intégrés dans l'application web destinée à l'usage des spécialistes et au large public. L'application «glissements de terrain» est disponible sous le lien suivant: http://web.dev.humantech.institute/nv/app/#/vulnerability/landslides

Les laves torrentielles

Une simplification sommaire consiste à considérer les laves torrentielles comme une forme intermédiaire entre la crue et le glissement de terrain. Ce processus est aussi couramment assimilé à des phénomènes tels que coulées de boue ou de débris. Les laves torrentielles descendent dans le lit de cours d'eau raides et sur des pentes de forte déclivité (coulées de boue). Le passage d'une lave torrentielle dans le lit d'un cours d'eau provoque souvent une importante érosion latérale et verticale (figure 5). L'action générée dans ce cas est comparable à l'action provoquée par l'érosion des berges lors d'une crue. Lorsqu'une lave torrentielle déborde, on parle en allemand d'«Übermurung», terme sans équivalent en français qui désigne un dépôt de lave torrentielle constitué de blocs, d'éboulis et d'alluvions. L'action prépondérante de la lave torrentielle est la force de poussée due au mélange d'eau et de matériaux solides charriés. Selon la topographie et l'agencement de l'ouvrage affecté, celui-ci sera simplement contourné ou submergé par les eaux. Il pourra aussi subir des chocs (VKF-AEAI, 2005). L'intensité d'une lave torrentielle dépend de l'épaisseur moyenne du corps de la lave (m).

Pour définir la vulnérabilité des bâtiments aux laves torrentielles, sept classes (Ciurean et al. 2014) sont utilisées, selon le matériau de construction et le nombre d'étages. La fig. 6 présente un exemple de courbes de vulnérabilité selon le type de structure.

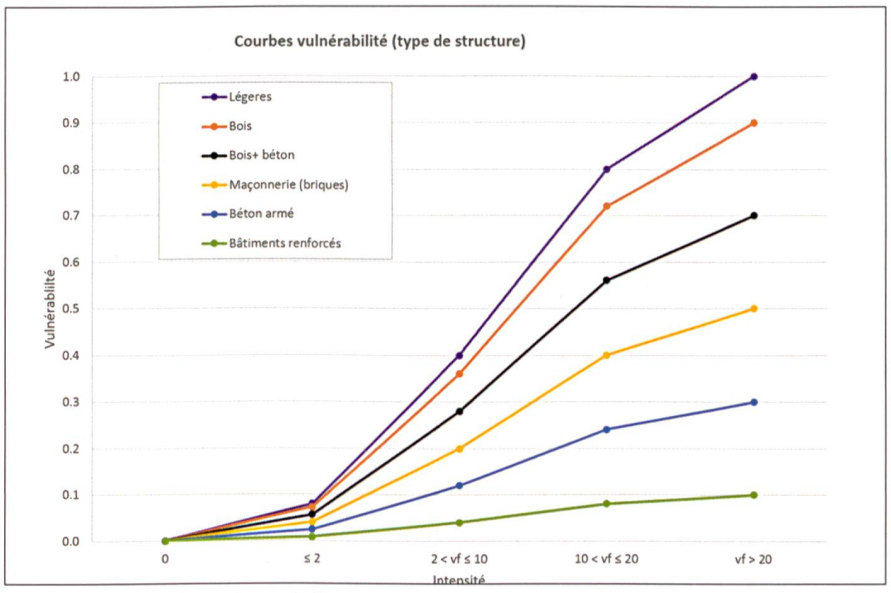


Fig. 5: Courbes de vulnérabilité aux glissements selon le type de structure.

Evaluer l'efficacité des mesures de protection contre les processus de chute de blocs

E. Prina-Howald, C. Grisanti, J. Abbruzzese

Les processus de chute de blocs sont très fréquents dans le cadre géologique de la Suisse. Les chutes de blocs (pouvant atteindre plusieurs mètres cubes), de même que les éboulements (volume détaché de plusieurs centaines ou milliers de mètres cubes), impliquent des mouvements distincts (chute libre, rebond, roulement) de blocs rocheux individuels de taille variable. Les processus de chute passent par trois domaines successifs: la zone d'arrachement, la zone de transit et la zone de dépôt.

Ces phénomènes menacent de nombreuses localités et voies de communication, ce qui exige la réalisation de cartes de dangers pour délinéer les zones potentiellement à risque d'être touchées par des blocs, en vue d'un aménagement du territoire approprié. Souvent, les ni-

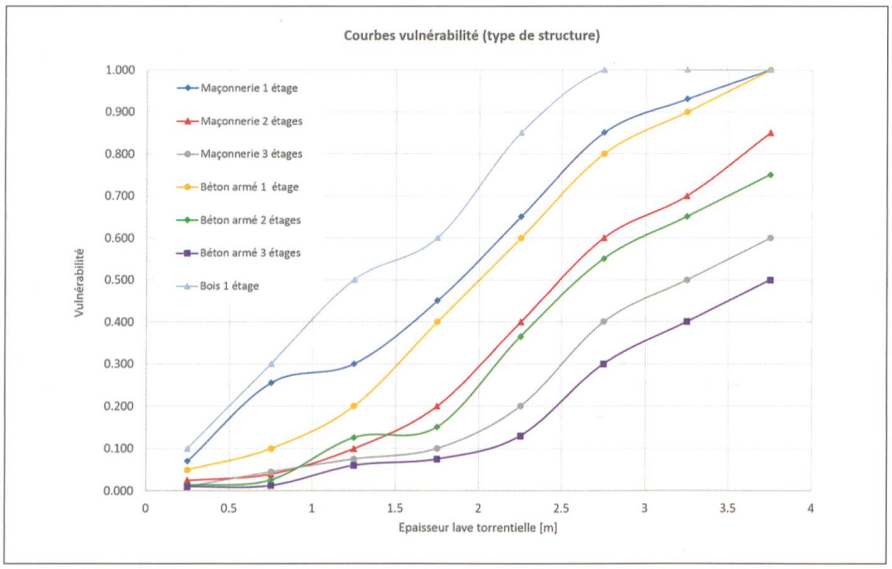


Fig. 6: Courbes de vulnérabilité aux laves torrentielles selon le type de structure.

veaux de danger mis en évidence sur un site donné par les cartes nécessitent la mise en œuvre de mesures de protection contre les processus de chute, pour pouvoir gérer des risques potentiels autrement trop élevés.

Le projet FAVD «Falaises Canton de Vaud» (2013–2015) vise à évaluer l'impact des ouvrages de protection contre les chutes de blocs sur les niveaux de danger caractérisant les zones du territoire potentiellement touchées. Une méthodologie d'analyse de l'efficacité des ouvrages de protection est en cours de développement, afin de pouvoir établir si cette dernière permet un reclassement des niveaux de danger cartographiés avant la mise en place des ouvrages, sur la base de leur sécurité, de leur aptitude au service et de leur durabilité (fig. 7). Plusieurs types de mesures sont envisageables contre les processus de chute et la protection peut faire appel à une combinaison judicieuse de ces mesures (par exemple, la réalisation d'un ouvrage principal dans la zone d'arrachement et d'un ouvrage de retenue complémentaire dans la zone de transit). Une fois le scénario de danger établi, en termes d'intensité (énergie) et de probabilité d'occurrence (temps de retour) d'un évènement de chute, la méthodologie consiste à évaluer l'efficacité réelle des mesures de protection existantes (ou à mettre en place), sur base de systèmes à points. Ces systèmes permettent de définir des facteurs de réduction de la capacité de la mesure de retenir un événement donné, par rapport à sa capacité nominale. Cette réduction se traduit plus précisément en une réduction de l'énergie que la mesure peut retenir et du temps de retour associé à l'évènement en un point donné du versant, en fonction des défaillances de la mesure. Plusieurs types de défaillances peuvent être considérés, chacun correspondant à une condition ou «scénario» spécifique. À partir des défaillances caractérisant l'ouvrage considéré, l'efficacité réelle (réduite) de cette mesure et, par conséquent, les niveaux de dangers effectivement existant sur le versant peuvent être déterminés. Sur la base de cette analyse, on peut établir si, par rapport au scénario de danger initial affectant le site étudié, un reclassement du danger peut être effectué, en fonction du niveau de maîtrise que la mesure permet pour ce scénario.

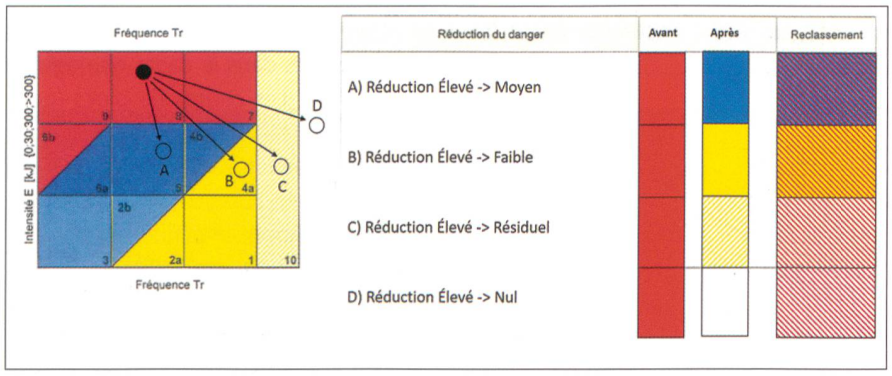


Fig. 7: Exemple de reclassement du danger en utilisant la matrice intensité-fréquence des Recommandations Fédérales Suisses.

David Consuegra
Gabriela Werren
Erika Prina-Howald
Anna Mapelli
Chiara Grisanti
Jacopo Abbruzzese
Haute École d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud (HEIG-VD)
Département de l'environnement construit et géoinformation (ec+g)
Route de Cheseaux 1
CH-1400 Yverdon-les-Bains