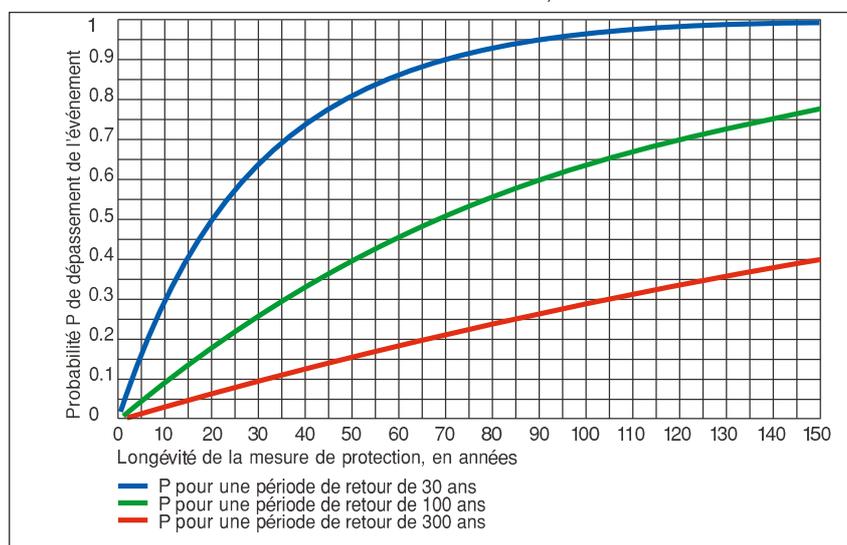


Efficacité en termes de  
réduction du risque

L'efficacité des mesures mises en œuvre pour protéger des objets est calculée en fonction de la réduction du risque qu'elles permettent d'obtenir. Pour déterminer ce paramètre, il faut évaluer l'ampleur des dommages corporels et matériels évités grâce à ces mesures. Une méthode de calcul du rapport coût-efficacité applicable aux biens est décrite ci-après.

Les mesures de protection des objets ont une longévité limitée. C'est pourquoi la probabilité

d'occurrence d'un événement ne peut pas être déterminée en appliquant sans autre sa période de retour, car celle-ci fournit une valeur moyenne pour une durée illimitée. La probabilité d'occurrence d'un événement au cours d'une période de référence est calculée en appliquant la formule  $P = 1 - (1 - 1/T)^n$ , où P représente la probabilité de dépassement de la crue dont la période de retour est égale à T pendant la longévité n de la mesure de protection considérée (fig. ci-dessous).



Exemple:

Un aménagement de cours d'eau vise à protéger une fabrique contre les crues de débit inférieur ou égal à celui de la crue trentennale (période de retour de 30 ans, HQ 30). Si ce débit est légèrement dépassé, lors d'une crue cinquantennale (HQ 50), la fabrique subit des dégâts pour un montant de 30'000 CHF, tandis que la facture sera de 150'000 CHF pour une crue centennale (HQ 100) et augmentera progressivement pour les événements encore plus rares, selon le tableau ci-après. Considérons maintenant la rentabilité d'un ouvrage de longévité égale à 20 ans qui vise à protéger cette fabrique. Dans ce cas, la probabilité qu'elle subisse des dégâts occasionnés par une crue (HQ > HQ 30 au cours d'une période de 20 ans) est de 49 %, la probabilité que le montant des dégâts soit

supérieur à 30'000 CHF (HQ 50) est de 33 % et la probabilité que la facture dépasse les 150'000 CHF (HQ 100) est de 18 %. Si l'on protège la fabrique contre la crue cinquantennale (HQ 50), on empêche donc la survenance de dégâts pour un montant de 0 à 30'000 CHF (moyenne = 15'000 CHF) dont la probabilité d'occurrence est de 16 %. En effet, la probabilité qu'aucun événement ne provoque des dégâts est égale à 51 % et la probabilité que survienne un événement dommageable, supérieur à la crue cinquantennale (HQ 50) contre laquelle la mesure de protection considérée est inefficace, est égale à 33 %. Ces valeurs s'appliquent à l'ensemble de la période. Comme le moment où un événement se produit est inconnu, elles sont réparties régulièrement sur la période de référence de 20 ans.

© 2005 VKF/AEAI

Exemple de calcul du montant annuel moyen des dégâts attendus:

1	Période de retour T	Montant des dégâts S (CHF)	Probabilité P	Delta P	Montant moyen dégâts MS (CHF)	Efficacité E = Delta P * MS	Efficacité E par an	Sommatation de l'efficacité par an
	30	0	0.49					0
	50	30'000	0.33	0.16	15'000	2'400	120	120
	100	150'000	0.18	0.15	90'000	13'500	675	795
	300	180'000	0.06	0.12	165'000	19'800	990	1785
	1000	200'000	0.02	0.04	190'000	7'600	380	2165

2

Selon cette logique, une protection contre la crue centennale (HQ 100) ne doit pas coûter plus de 795 CHF/an.

Ce montant peut être augmenté selon le tableau si l'on fixe des objectifs de protection plus élevés.

3

*Dépenses pour les constructions existantes*

Il y a lieu d'évaluer soigneusement l'efficacité économique des mesures visant à protéger les bâtiments existants. Elles seront appréciées en fonction du type, de l'âge et de l'état du bâtiment, ainsi que des matériaux utilisés pour sa construction. La méthode décrite précédemment permet de mettre en regard l'efficacité annuelle des mesures et leur coût annuel. Le rapport coût-efficacité optimal sera déterminé en appliquant différentes périodes de retour.

*Conversion du coût d'investissement en coût annuel*

Le coût I investi pour réaliser une mesure de protection doit être converti en coût annuel pour qu'il puisse être mis en regard de l'efficacité de la mesure, c'est-à-dire de la réduction du risque qu'elle permet d'obtenir. Selon la longévité de la mesure mise en œuvre et le taux d'intérêt appliqué, on obtient les facteurs k de récupération du capital suivants:

4

**Tableau des facteurs k de récupération du capital:**

Taux d'intérêt %	Longévité			
	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
2	0.11133	0.06116	0.03182	0.02320
3	0.11723	0.06722	0.03887	0.03165
5	0.12950	0.08024	0.05478	0.05038
6	0.13578	0.08718	0.06344	0.06018
8	0.14903	0.10185	0.08174	0.08004

5

*Exemple*

Investissement I = 10'000 CHF, longévité de 20 ans, taux d'intérêt de 3 %. Le coût annuel se calcule comme suit:

$$\text{Coût} = (I * k) = 10'000 \text{ CHF} * 0.06722 = 672 \text{ CHF}$$

6

Rapport coût-efficacité

L'efficacité de la mesure considérée, calculée sur un an, est maintenant comparée à son coût annuel en établissant un rapport coût-efficacité. Si ce rapport est inférieur à 1, l'investissement est considéré comme rentable.

Dans l'exemple ci-dessus, on obtient: rapport coût / efficacité = 672 CHF / 795 CHF = 0.85.

Cela signifie que la mesure de pro-

tection considérée se justifie parfaitement au plan strictement économique. Si l'on considère également les coûts imputables à des interruptions d'exploitation ou à d'autres facteurs difficilement quantifiables (perturbations d'ordre général, etc.), l'efficacité économique de cet investissement est encore meilleure.

7

## Bibliographie choisie

*Généralités*

Norme SIA 260 (2003):  
Bases pour l'élaboration des  
projets de structures porteuses.  
Société suisse des ingénieurs et  
des architectes, Zurich.

Norme SIA 261 (2003):  
Actions sur les structures  
porteuses. Société suisse des ingé-  
nieurs et des architectes, Zurich.

Norme SIA 261/1 (2003):  
Actions sur les structures  
porteuses: Spécifications complé-  
mentaires. Société suisse des ingé-  
nieurs et des architectes, Zurich.

Norme SIA 465 (1998): Sécurité  
des ouvrages et des installations.  
Société suisse des ingénieurs et  
des architectes, Zurich.

SSIGE (2001): Directives pour  
conduites de gaz. Directive G2,  
Société suisse de l'industrie du gaz  
et des eaux, Zurich.

SSIGE (2004): Directives pour  
l'étude, la construction, l'exploita-  
tion et l'entretien des réseaux d'eau  
potable à l'extérieur des bâtiments.  
Directive W4, Société suisse de  
l'industrie du gaz et des eaux,  
Zurich.

*Avalanches*

GVA (1994): Vorschriften für bauli-  
che Massnahmen an Bauten in der  
blauen Lawinenzone. Gebäude-  
versicherungsanstalt des Kantons  
Graubünden.

Leuenberger, F. (2003): Bauan-  
leitung Gleitschneeschutz und tem-  
porärer Stützverbau, Eidg. Institut  
für Schnee- und Lawinenforschung  
SLF, Davos.

OFEFP, WSL (1990/2000):  
Directives pour la construction  
d'ouvrages paravalanches dans  
la zone de décrochement, Office  
fédéral de l'environnement, des fo-  
rêts et du paysage, Berne / Institut

fédéral pour l'étude de la neige et  
des avalanches, Davos.

OFF (1984): Directives pour la prise  
en considération du danger d'ava-  
lanches lors de l'exercice d'acti-  
vités touchant l'organisation du  
territoire. Office fédéral des forêts/  
Institut fédéral pour l'étude de la  
neige et des avalanches,  
OFCL, Berne.

OFROU (1994): Directive: Actions  
sur les galeries de protection con-  
tre les avalanches. Office fédéral  
des routes / Direction des travaux  
DG CFF, OFCL, Berne.

Salm, B. et al. (1990): Berechnung  
von Fließlawinen. Eine Anleitung  
für Praktiker mit Beispielen. Mit-  
teilung Nr. 47, Eidg. Institut für  
Schnee- und Lawinenforschung,  
Davos.

*Crues et laves torrentielles*

AEAI, OFEG (2004): Aide à la  
décision: Protection mobile contre  
les crues. Association des établis-  
sements cantonaux d'assurance  
incendie, Berne / Office fédéral des  
eaux et de la géologie, Bienne.

Böll, A. (1997): Wildbach- und  
Hangverbau. Bericht Nr. 343, Eidg.  
Forschungsanstalt für Wald,  
Schnee und Landschaft,  
Birmensdorf.

CIPR (2002): Prévention du risque  
de dommages liés aux inondations:  
Mesures générales et leur effica-  
cité. Commission internationale  
pour la protection du Rhin,  
Coblence.

Egli, Th. (1996): Hochwasserschutz  
und Raumplanung. ORL-Bericht  
Nr. 100, vdf Hochschulverlag an  
der ETH, Zürich.

FEMA (1986a): Floodproofing Non-  
Residential Structures. Publication  
No. 102, Federal Emergency  
Management Agency, Washington  
D.C.

1

FEMA (1986b): Retrofitting Flood-prone Residential Structures. Publication No. 114, Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.

2

GEO (2000): Review of Natural Terrain Landslide Debris-Resisting Barrier Design. Geotechnical Engineering Office, Geo Report No. 104, Civil Engineering Department, the Government of the Hong Kong Special Administrative Region.

3

Kohli, A. (1998): Kolk an Gebäuden in Überschwemmungsebenen. Mitteilung Nr. 157, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH, Zürich.

4

OFEE, OFAT, OFEFP (1997): Recommandations: Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire. Office fédéral de l'économie des eaux / Office fédéral de l'aménagement du territoire / Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, OFCL, Berne.

5

Rickenmann, D. (1995): Beurteilung von Murgängen. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 48, Zürich.

6

USACE (1992): Flood Proofing Regulations. US Army Corps of Engineers, Publication No. 1165-2-314, US Government Printing Office, Washington.

VDI (2004): Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung – Hochwasser. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Richtlinie 6004, Düsseldorf.

#### *Glissements de terrain*

Groupe de travail Danger naturel et géologie (1998): Dangers géologiques en Suisse. Tiré à part du Bulletin de géologie appliquée 3/1, ISSN 1420-6846.

Lang, H.-J. et al. (1996): Bodenmechanik und Grundbau. Das

Verhalten von Böden und Fels und die wichtigsten grundbaulichen Konzepte, 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin.

OFEFP, OFEE, OFAT (1997): Recommandations: Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage / Office fédéral de l'économie des eaux / Office fédéral de l'aménagement du territoire, OFCL, Berne.

Smoltczyk, U. [Hrsg.] (1990): Grundbau Taschenbuch. Teil 1, Grundlagen, Ernst und Sohn, Berlin.

Smoltczyk, U. [Hrsg.] (1992): Grundbau Taschenbuch. Teil 3, Grundbauwerke, Ernst und Sohn, Berlin.

Veder, Ch. (1979): Rutschungen und ihre Sanierung. Springer Verlag, Wien / New York.

#### *Chutes de pierres et de blocs*

CEB (1988): Concrete Structures under Impact and Impulsive Loading. Synthesis Report, Comité Euro-International du béton, Lausanne.

Gerber, W. et al. (1995): Schutzmassnahmen gegen Steinschlag. FAN-Kurs 1995, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.

Heierli et al. (1985): Schutz gegen Steinschlag. Forschungsarbeit 21/83 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute, 2. Auflage, Bundesamt für Strassenbau, Bern.

OFEFP (2001): Directive sur l'homologation de filets de protection contre les chutes de pierres. Office fédéral de l'environnement,

7

des forêts et du paysage, Berne /  
Institut fédéral de recherches sur la  
forêt, la neige et le paysage,  
Birmensdorf.

OFEFP, OFEE, OFAT (1997): cf.  
ci-dessus.

OFROU (1998): Directive: Actions  
sur les galeries de protection contre  
les chutes de pierres. Office  
fédéral des routes / Direction des  
travaux CFF, OFCL, Berne.

Tissières, P. (1996): Résistance  
d'un mur d'habitation à l'impact  
d'un bloc. Rapport à l'intention du  
Service des routes et cours d'eau,  
Géologue cantonal, non publié,  
Martigny.

Liens  
[www.vkf.ch](http://www.vkf.ch)  
[www.planat.ch](http://www.planat.ch)

1

2

3

4

5

6

7







