



Groupe de travail
«Tremblements de terre
et biens culturels»



Rapport d'experts: Tremblements de terre et biens culturels

Rapport sur l'assainissement parasismique
de biens culturels meubles et immeubles
d'importance nationale et internationale sur
le territoire de la Confédération helvétique

Mandant:
Office fédéral de la protection
de la population (OFPP)

Fin décembre 2004

SCHWEIZERISCHES KOMITEE FÜR KULTURGÜTERSCHUTZ
COMITÉ SUISSE DE LA PROTECTION DES BIENS CULTURELS
COMITATO SVIZZERO PER LA PROTEZIONE DEI BENI CULTURALI
COMITÉ SVIZZER PER LA PROTECZIUN DALS BAINS CULTURALS



Groupe de travail
«Tremblements de terre
et biens culturels»



Tous droits réservés

Copyright © 2004, Office fédéral de la protection de la population (OFPP), Section de la protection des biens culturels (PBC)

Mise en page: Corina Grütter, VZ VermögensZentrum, Zurich

Impression: Neidhart + Schön SA, Zurich

Table des matières

3	Avant-propos	
4	Le rapport en bref	
6	Introduction	
	Mandat du Conseil fédéral	6
	But du présent rapport	7
	Situation de départ	7
10	Bases	
	La notion de «bien culturel»	10
	Danger de tremblement de terre en Suisse	11
18	Identification des problèmes	
	Biens culturels immeubles	18
	Biens culturels meubles	20
22	Evaluation des problèmes	
	Biens culturels immeubles	22
	Biens culturels meubles	25
28	Mesures à prendre et recommandations	
	Standardisation des documentations de sécurité	28
	Vérification d'assainissement parasismique des bâtiments et monuments historiques	28
	Mise en place d'une unité de recherche	29
	Evaluation et changement d'affectation d'abris désuets	30
	Préparation de plans de catastrophe et de plans d'intervention	31
	Création d'un groupe de spécialistes PBC intervenant en cas de séisme	31
	Optimisation de la couverture d'assurance	32
	Bases légales	33
35	Demandes du groupe de travail et implications financières	
	Implications financières et personnel	36
37	Annexe	
	Glossaire	37
	Bibliographie	40
	Formulaire de l'OFEG, étape 1	42
	Adaptation Formulaire de l'OFEG, étape 1, pour biens culturels/diagramme	43
	Liste des séismes historiques d'intensité VI ou supérieure, survenus en Suisse	44
	Illustrations	46
	Présentation des membres du groupe de travail	47

Avant-propos

Le risque de tremblement de terre a longtemps été sous-estimé en Suisse, bien que notre pays n'ait pas été non plus épargné par ce genre d'événement dans le passé. La raison en est peut-être que seuls restent gravés dans les mémoires les séismes dévastateurs, tels ceux qui se sont produits au Japon, en Algérie ou en Italie. On a également tendance à oublier que ces catastrophes affectent bien sûr des personnes, mais également des biens culturels. Or, qu'ils soient meubles ou immeubles, les biens culturels ont été endommagés à maintes reprises lors de séismes, en Suisse aussi. Pourtant, du fait qu'ils sont espacés dans le temps, les tremblements de terre ne sont pas vraiment perçus comme une menace potentielle par la population.

L'un des principaux objectifs du présent rapport est de documenter les dégâts occasionnés en Suisse par des séismes et de proposer, sur cette base, des mesures concrètes pour une meilleure protection des biens culturels.

Seuls les efforts conjoints des divers partenaires concernés permettront d'optimiser la protection. Ainsi la collaboration de tous les experts issus de la conservation des monuments historiques, de l'archéologie, des musées, des bibliothèques et des archives – sans compter celle du personnel des sapeurs-pompiers et de la protection civile – est-elle absolument indispensable. Elle doit s'étendre au domaine de la recherche, à l'élaboration de mesures parasismiques et de documentations de sécurité standardisées ainsi qu'aux interventions sur le terrain.

Si nous voulons pouvoir préserver nos biens culturels dans les meilleures conditions possibles pour les générations futures, il s'agit de mettre progressivement en oeuvre les mesures proposées. Puisse le présent rapport poser de premiers jalons dans cette perspective.

Willi Scholl, directeur de l'Office fédéral de la protection de la population

Le rapport en bref

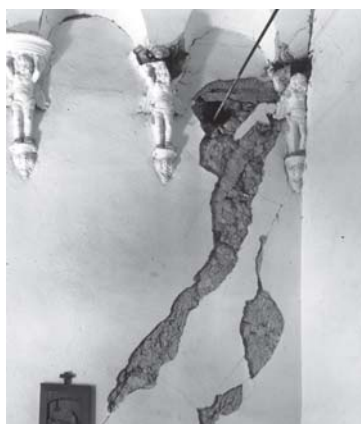
La Suisse ne dispose que de peu d'expérience en matière de tremblements de terre. Les bases juridiques qui permettraient de prendre des mesures pour réduire les conséquences d'un tremblement de terre manquent. Comparée aux préparatifs existant par rapport à d'autres dangers naturels, la préparation à l'éventualité d'un séisme est bien moins développée et il est urgent d'agir. C'est pour cette raison que le Conseil fédéral a créé en 2001 la Centrale de coordination pour la mitigation des séismes auprès de l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) et l'a chargée d'examiner sous différents angles les possibilités de protection contre les séismes. L'un de ces axes d'analyse concerne la question de la protection des biens culturels, dont les méthodes d'évaluation des assurances ne permettent pas de calculer la valeur effective de manière satisfaisante. Leur grande valeur symbolique ainsi que le fait qu'il s'agit en général de pièces uniques impliquent que leur destruction lors d'un tremblement de terre constitue une perte irréparable. Les biens culturels sont en effet porteurs de l'identité d'un pays. En ce qui concerne les bâtiments «normaux», la priorité va à la protection des personnes et l'on considère l'éventualité de dommages, même assez importants, à l'ouvrage comme acceptable. S'agissant des biens culturels en revanche, une protection globale de la construction s'impose.

Le présent rapport formule essentiellement des propositions d'assainissement parasismique et de protection des biens culturels en cas de séisme. Il reste que la conception de ces mesures doit s'efforcer de prendre en compte les autres dangers (d'origine naturelle ou technologique) auxquels les biens culturels sont exposés.

Illustration 1

Dommages dus aux séismes en Suisse:

Chapelle Sainte-Catherine, Kerns (OW). Dommages causés aux murs latéraux à la suite du tremblement de terre de 1964.



Il faut également prêter une attention particulière aux mesures de prévention, à la maîtrise des dommages ainsi qu'à la formation des spécialistes et des services d'intervention. Les travaux effectués pour améliorer la sécurité d'un bien culturel en cas de tremblement de

Remarque: tous les termes techniques sont définis dans le glossaire (p. 37ss).

terre ne doivent pas porter atteinte à son intégrité. Les mesures déployées doivent se faire dans le respect des standards internationaux de conservation des monuments et de protection des biens culturels. Elles doivent s'appliquer également aux biens culturels meubles.

Le groupe de travail demande que les mesures suivantes soient prises:

- Appliquer à l'avenir les standards définis dans le présent rapport pour les documentations de sécurité et les plans d'intervention.
- Etudier les risques auxquels les biens culturels meubles et immeubles d'importance nationale ou internationale sont exposés en cas de tremblement de terre. Commencer par les biens culturels situés dans les zones à plus haut risque.
- Créer, au sein de l'EPFL, de l'EPFZ ou d'un de leurs centres d'expertise (experts-centers) pour la conservation du patrimoine bâti, une unité de recherche sur les tremblements de terre, l'assainissement parasismique et l'étude de procédés spécifiques aux biens culturels.
- Mettre en place au DDPS, auprès de la Section, protection des biens culturels (PBC) de l'OFPP, un groupe de spécialistes PBC travaillant sur la thématique «Tremblements de terre et autres catastrophes naturelles».
- Elaborer les bases juridiques qui manquent pour pouvoir mettre en œuvre ces mesures. Le DETEC rédige un rapport à ce sujet, en particulier en ce qui concerne l'adaptation nécessaire des ordonnances.
- Examiner la possibilité d'assurer les biens culturels au niveau national contre les dégâts en cas de tremblement de terre dans le cadre de l'ordonnance concernant les dommages dus aux éléments naturels.

Le présent rapport a été élaboré par un groupe de travail composé des personnes suivantes:

Président:

Dr Hans Laupper, archiviste cantonal et bibliothécaire cantonal du canton de Glaris, membre du Comité suisse pour la protection des biens culturels.

Membres:

- Prof. Eugen Bruehwiler, Ecole polytechnique fédérale, Lausanne (EPFL), (jusqu'en 2002)
- Rino Büchel, chef de la Section PBC, Office fédéral de la protection de la population
- Cécilie Gagnebin-Bang, restauratrice, membre du Comité suisse de la protection des biens culturels (juqu'en 2003)
- Dr Olivier Lateltin, chef de la Section, risques géologiques, Office fédéral des eaux et de la géologie
- Dr Pierino Lestuzzi, Ecole polytechnique fédérale, Lausanne (EPFL), (à partir de 2002)
- Hans Schüpbach, Section PBC, Office fédéral de la protection de la population
- Stefan Thurnherr, Managing Director, VZ Insurance Services SA, Zurich
- Dr Thomas Wenk, Wenk Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik GmbH, Zurich
- Ivo Zemp, Office fédéral de la culture, membre du Comité suisse pour la protection des biens culturels

Le groupe de travail a été constitué le 29 août 2001 à Berne.

Introduction

Mandat du Conseil fédéral¹

En 1995, l'étude «Catastrophes et situations d'urgence en Suisse» (KATANOS) a été réalisée sur mandat de l'Office fédéral de la protection civile (OFPC), aujourd'hui l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP). Cette étude a abouti à la conclusion suivante:

Du point de vue de la protection de la population, les tremblements de terre représentent le risque lié aux dangers naturels le plus élevé en Suisse. Ils se placent à cet égard devant les inondations, les tempêtes, les avalanches et les glissements de terrain.

Cette estimation repose avant tout sur l'ampleur du potentiel de dommages. Le développement des centres urbains et la croissance des activités de construction ont entraîné un accroissement de la population et une augmentation de la valeur des biens concentrés dans les agglomérations urbaines. Les bâtiments, installations et équipements des infrastructures publiques ont également connu un développement massif².

D'après une statistique des assureurs suisses, la valeur globale de l'ensemble des bâtiments assurés est d'environ 1'800 milliards de francs. A cela s'ajoutent 700 milliards de francs pour les biens meubles qu'ils contiennent. Un tremblement de terre avec un épïcêtre à proximité de Bâle et une magnitude de 6.9 (comme cela fut le cas du tremblement de terre qui eut lieu à Bâle en 1356) provoquerait aujourd'hui des dégâts pour une valeur de 45 milliards de francs en ce qui concerne les bâtiments et de 15 milliards en ce qui concerne les biens meubles³.

La Suisse a peu d'expérience en matière de séismes. Les bases juridiques nécessaires à la prévention des risques liés aux tremblements de terre manquent et beaucoup moins d'efforts ont été consacrés à la prévention dans ce domaine que pour les autres dangers naturels. Beaucoup reste à faire. Le Conseil fédéral a créé en 2001 la Centrale de coordination pour la prévention des séismes au niveau fédéral. Cette dernière, rattachée à l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), étudie les possibilités de mitigation contre les tremblements de terre en Suisse. Une des mesures concerne notamment les biens culturels importants, dont les méthodes d'évaluation des assurances ne permettent pas de calculer la valeur effective de manière satisfaisante. Leur grande valeur symbolique ainsi que le fait qu'il s'agit en général de pièces uniques impliquent que leur destruction lors d'un tremblement de terre constitue une perte irréparable. Les biens culturels sont en effet porteurs de l'identité d'un pays.

1 Arrêté du Conseil fédéral du 11 décembre 2000: prévention des séismes. Mesures prévues par la Confédération pour la période 2001 à 2004.

2 OFEG: Prévention des séismes et Lifelines.

3 Compagnie suisse de réassurance: «Aujourd'hui, les couvertures d'assurance sont insuffisantes – Et si la terre tremblait en Suisse?», Zurich 2000.

Fort de ces réflexions, le Conseil fédéral a reconnu l'importance nécessaire à la problématique des séismes et souhaite son intégration dans la nouvelle législation sur la protection contre les dangers.

Illustration 2

Expériences étrangères:

Deux exemples de tremblements de terre survenus au nord de l'Algérie (2003).



But du présent rapport

Il manque actuellement, en Suisse, une vue d'ensemble de la sécurité des biens culturels en cas de tremblement de terre, en raison de la diversité et de la complexité des objets concernés. Le présent rapport a pour but de permettre une protection plus efficace des biens culturels en cas de séisme.

Une protection efficace n'est pas réalisable du jour au lendemain. Cela nécessite un travail de longue haleine.

Le présent rapport formule essentiellement des propositions d'assainissement parasismique et de protection des biens culturels en cas de séisme. Il reste que la conception de ces mesures doit s'efforcer de prendre en compte les autres dangers (d'origine naturelle ou technique) auxquels les biens culturels sont exposés. Il faut également prêter une attention particulière aux mesures de précaution, à la maîtrise des dommages, à la reconstruction, à la restauration ainsi qu'à la formation des spécialistes et des services d'intervention.

Situation de départ

La Suisse possède un patrimoine culturel riche et varié. L'OFEG a demandé à l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP)⁴, d'examiner dans un rapport, conformément au mandat du Conseil fédéral, quelles mesures de prévention il convient de prendre pour les biens culturels d'importance par rapport au cas de tremblement de terre.

⁴ Office fédéral de la protection de la population (OFPP), Section de la protection des biens culturels (PBC), Monbijoustrasse 51a, 3003 Berne.

Un groupe de travail interdisciplinaire intégrant le Comité suisse de la protection des biens culturels⁵ a donc été constitué pour ce faire.

La perte de vies humaines mais aussi la destruction ou la dégradation de biens culturels sont génératrices de fortes émotions. Les biens culturels font partie de notre identité et nécessitent une protection particulière. La Convention de La Haye de 1954 pour la protection des biens culturels en cas de conflit armé⁶, à laquelle la Suisse a adhéré en 1962, répond à ce souci, tout comme le «Deuxième Protocole» de 1999, ratifié en 2004. Ces conventions internationales imposent aux Etats signataires de prendre en compte la diversité des biens culturels meubles et immeubles en fixant les mesures de protection à mettre en oeuvre en cas de conflit armé. Les Etats signataires s'engagent également à protéger les biens culturels contre les événements extraordinaires (comme par exemple les catastrophes naturelles).

Le groupe de travail s'est basé pour la présente étude sur l'Inventaire suisse des biens culturels d'importance nationale et régionale (inventaire PBC, édition 1995), avec ses quelque 1'600 objets d'importance nationale et ses 8'000 objets d'importance régionale, ainsi que sur différentes publications⁷.

Il a également consulté des rapports provenant d'Italie et de Grèce, deux pays bénéficiant d'une grande expérience de la protection des biens culturels en cas de tremblement de terre. Ces rapports contenaient des indications relatives à la structure de monuments et à son comportement en cas de tremblement de terre. Ils ne recelaient en revanche que peu d'informations concernant les questions de prévention, d'organisation et d'assurance. Le groupe de travail a tenu compte des expériences faites par une équipe tessinoise de PBC envoyée en novembre 2002 dans le sud de l'Italie (Campobasso) pour une intervention suite à un tremblement de terre. Il a également intégré dans son rapport les résultats d'un travail de diplôme effectué sur son instigation⁸.

Jusqu'à très récemment pratiquement personne ne se préoccupait en Suisse de la sécurité des bâtiments privés et publics en cas de séisme. Les normes de construction parasismiques n'existent dans notre pays que depuis 1970. Leur application reste insatisfaisante. En créant la commission extra-parlementaire «Plate-forme, Dangers naturels» (PLANAT), le Conseil fédéral a exprimé en 1996 sa volonté d'améliorer la protection du pays contre les dangers naturels. En 1998, le conseiller national valaisan Simon Epiney a déposé la motion

5 Concernant le comité suisse, voir l'ordonnance sur la protection des biens culturels en cas de conflits armés (ordonnance sur la PBC), de 1984, art. 32 à 34.

6 Texte intégral de la Convention de La Haye (http://www.admin.ch/ch/f/rs/c0_520_3.html).

7 Il s'agit en particulier du rapport de la Commission fédérale des monuments historiques «Erdbebensicherheit bei Baudenkmälern» (2001) [Sécurité parasismique des monuments historiques, en allemand], de la publication de la Société suisse du génie parasismique et de la dynamique des structures (SGEB) «Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz» (1998) [Mesures à prendre par les autorités, les hautes écoles, l'industrie et les particuliers pour garantir la sécurité parasismique des constructions en Suisse, en allemand], de la «documentation SIA DO 150» et des normes SIA.

8 Carmenati, Francesco: Facteurs, analyse des risques et mesures à prendre à titre préventif pour protéger les biens culturels meubles dans les archives et les bibliothèques en cas de séisme. Università degli Studi di Siena, Siena 2003.

«Tremblements de terre, mesures préventives», qui demande la promulgation d'une base légale claire pour la protection contre les tremblements de terre en Suisse. Cette protection devrait aussi s'étendre aux biens culturels, de manière à limiter les dégâts à venir. Le 17 novembre 1999, le Conseil fédéral a transformé la motion en postulat.

La protection des biens culturels en cas de tremblement de terre n'est possible que si tous (autorités, institutions, conservation des monuments historiques, protection des biens culturels, architectes, ingénieurs civils et particuliers) tirent à la même corde. Les conflits d'objectifs de protection doivent faire l'objet d'une discussion approfondie comme par exemple lorsqu'il s'agit de concilier mesures d'assainissement parasismique et maintien de la substance architecturale historique. Une vision d'ensemble est nécessaire, non seulement pour le cas de tremblement de terre mais aussi s'agissant d'autres dangers comme l'eau et le feu. Il faut procéder à une évaluation de la sécurité des biens culturels en fonction des risques, l'objectif étant la préservation de l'objet dans son intégralité.

Déterminer le degré de sécurité des biens culturels en cas de tremblement de terre est un mandat très complexe. Nous avons analysé en profondeur notamment les points suivants:

- Inventaires, listes de contrôles et propositions pour une classification uniforme des biens culturels dans les inventaires nationaux
- Evaluation de la sécurité des biens culturels en cas de tremblement de terre
- Documentations de sécurité et standards en la matière
- Création et définition des tâches d'une unité de recherche sur l'évaluation et l'inventorisation de la sécurité parasismique et l'assainissement des biens culturels (avec la création d'une banque de données nationale)
- Tâches à effectuer après un sinistre
- Création d'un groupe de spécialistes PBC travaillant sur la question du risque lié aux tremblements de terre
- Questions juridiques et questions d'assurance

Le rapport formule des recommandations pour une amélioration significative de la protection des biens culturels en cas de tremblement de terre ou lors d'autres sinistres naturels. Les mesures de précaution et de maîtrise des dommages ont un rôle décisif à jouer dans cette perspective.

Bases

La notion de «bien culturel»

Sans passé, pas d'avenir

La notion de bien culturel recouvre, outre les monuments d'architecture, d'art ou d'histoire, les sites historiques, les zones de fouilles archéologiques et des biens meubles tels que des tableaux, des archives, des appareils, des éléments du patrimoine industriel, des bâtiments commerciaux et des infrastructures de transport. Tous ensemble, les biens culturels témoignent d'un héritage irremplaçable et sont des traces matérielles de la société humaine qui reflètent à la fois la création artistique et les percées technologiques. Ils sont les briques de l'édifice qu'est la mémoire collective, définissent les contours d'une identité, imprègnent notre présent et nous permettent des projections dans l'avenir.

Le bien culturel représente en quelque sorte l'essence culturelle d'un pays; c'est un legs qui sert à l'humanité de source de recherche et d'explication de son existence.

Objectifs de protection: perte d'identité par rapport aux pertes humaines et dégâts matériels

En ce qui concerne les bâtiments «normaux», la priorité va à la protection des personnes et l'on considère l'éventualité de dommages même assez importants à l'ouvrage comme acceptable. S'agissant des biens culturels en revanche, une protection globale de la construction s'impose.

Les biens culturels se subdivisent en quatre catégories en fonction de leur «valeur»: les biens d'importance internationale, nationale, régionale ou locale. Les critères qui permettent d'effectuer ce classement sont notamment la rareté, la signification historique, la qualité artistique et stylistique ainsi que certains aspects de l'architecture, de la typologie ou encore de la signification scientifique ou populaire. Un élément qui joue aussi un grand rôle est l'état dans lequel le bien culturel est arrivé jusqu'à nous: est-il intact ou ne reste-t-il qu'un fragment de l'objet d'origine? Ce sont souvent les traces historiques qui confèrent au bien culturel patine, authenticité et originalité.

La protection des biens culturels a pour objectif d'assurer aux biens culturels la meilleure protection possible contre les conflits armés et les catastrophes naturelles ou environnementales, de sorte que cet héritage façonné par l'homme parvienne aux générations futures.

En Suisse, les catastrophes naturelles et les sinistres sont la principale menace qui plane sur les biens culturels, le vol et le vandalisme ne les concernant qu'à titre exceptionnel.

Danger de tremblement de terre en Suisse

En comparaison internationale, le danger de tremblement de terre est faible à moyen en Suisse. C'est en Valais, dans la région de Bâle, en Suisse centrale, en Engadine et dans la vallée du Rhin saint-galloise qu'il est le plus élevé du pays. On doit s'attendre à un séisme de magnitude 5 en Suisse tous les 10 ans et à un séisme de magnitude 6 tous les 100 ans. On suppose que le violent tremblement de terre qui a secoué Bâle en 1356 avait une magnitude de 6.9, ce qui est comparable à celui qui a eu lieu en Algérie en 2003. Un tremblement de terre de force bien moins fort (à partir de la magnitude 5) aurait déjà des répercussions considérables dans notre pays car les bâtiments ne sont pas construits ici pour résister aux séismes.

Un séisme d'une magnitude entre 5 et 6 pourrait avoir des répercussions dans un périmètre de 25 km, un séisme d'une magnitude entre 6 et 7 dans un périmètre de 60 km.

Intensité et magnitude

Depuis environ 1935, on indique la force d'un tremblement de terre au moyen de l'échelle de magnitude (aussi appelée échelle de Richter). La magnitude est l'expression logarithmique de l'énergie libérée par le foyer du séisme et est calculée à partir du mouvement maximum du sol. La magnitude (abrégée en ML dans l'illustration 3) est plus facile et plus rapide à déterminer que l'intensité.

Illustration 3
Mesures physiques des tremblements de terre

Les paramètres des mouvements du sol doivent être considérés comme valeurs maximales et ne correspondent qu'approximativement aux données réelles. Le lien entre la magnitude et les autres grandeurs dépend de la profondeur du foyer (les valeurs figurant dans le tableau correspondent à une profondeur du foyer de 10 à 15 km).

Stärke			Bodenbewegung			Auswirkungen
Erdbeben-Klasse	M [ML]	Energie [Joule]	a [%g]	v [cm/s]	d [cm]	Epizentral-Intensität und maximale Wirkung (EMS-98)
sehr schwach	2	10^7	0,1	0,01		I nicht fühlbar
					0,1	II kaum bemerkbar
schwach	3	10^9		0,1		III schwach
			1			IV deutlich
leicht	4	10^{11}		1	1	V stark
						VI leichte Schäden
mittel	5	10^{13}	10			VII Gebäudeschäden
				10		VIII schwere Gebäudeschäden
stark	6	10^{15}			10	IX zerstörend
			100	100		X sehr zerstörend
schwer	7	10^{17}				XI verwüstend
					100	XII vollständig verwüstend
gross	8					

Abréviations:
M: magnitude, a: accélération, v: vitesse, d: déplacement, g: accélération due à la pesanteur

Tremblements de terre ayant eu lieu en Suisse jusqu'à aujourd'hui

Depuis le milieu du 19^e siècle, les tremblements de terre ont été classifiés systématiquement à l'aide de différentes échelles d'intensité et de descriptions des répercussions et des dégâts constatés. En 1998, l'échelle EMS-98 (European Macroseismic Scale), qui comprend douze degrés d'intensité, a été introduite en Europe. Recommandée la même année par la Commission sismologique européenne, c'est l'échelle d'usage courant dans la plupart des pays européens. Dans la pratique, bon nombre de publications utilisent indifféremment l'intensité épicentrale et l'intensité maximale observée.

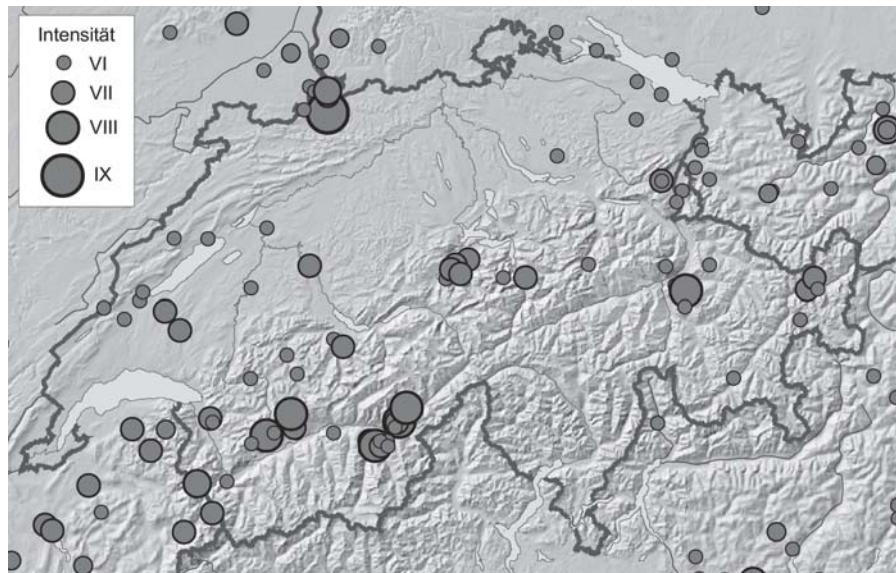
Le catalogue historique des tremblements de terre survenus en Suisse et la banque de données macrosismiques n'avaient pas été mis à jour depuis 1978. Une révision a finalement eu lieu en 2002, dans le cadre du projet «Earthquake Catalogue of Switzerland and the related macroseismic database» (ECOS) du Service sismologique suisse (SSS)⁹.

L'étude comporte un volet historique, un volet macrosismique et un volet sismologique.

Toutes les informations historiques disponibles ont été rassemblées pour les séismes ayant eu lieu ces 1'000 dernières années et ayant eu une intensité d'au moins VI. Elles ont ensuite été converties en valeurs macrosismiques. Au total, plus de 600 événements ont fait l'objet d'une nouvelle étude historique. Parmi ceux-ci, environ 80 ont atteint une intensité de VI (voir tableau en annexe) et ont causé des dommages.

Illustration 4

Séismes d'une intensité égale ou supérieure à VI, survenus en Suisse au cours des ans jusqu'à l'an 2000



9 Fäh, D., Giardini, D., Bay, F., Bernardi, F., Braunmiller, J., Deichmann, N., Furrer, M., Gantner, L., Gisler, M., Isenegger, D., Jimenez, M.J., Kästli, P., Koglin, R., Masciadri, V., Rutz, M., Scheidegger, C., Schibler, R., Schorlemmer, D., Schwarz-Zanetti, G., Steimen, S., Sellami, S., Wiemer, S. & Wössner, J.: «Earthquakes Catalogue of Switzerland (ECOS) and the related macroseismic database», 2003; *Eclogae geol. Helv.* 96, 219–236.

A l'époque historique, la Suisse a connu périodiquement des tremblements de terre d'importances diverses. D'après les dernières études paléosismologiques, la région de Bâle a subi ces derniers 8'000 ans au moins trois séismes de magnitude 6 ou plus. La ville romaine d'Augusta Raurica a probablement été détruite par un tremblement de terre autour de 250 après J.-C. Le 18 octobre 1356, un tremblement de terre d'une magnitude de 6.9 et l'incendie qui s'est ensuivi ont réduit Bâle en cendres. Huit jours plus tard, la ville brûlait encore. Ce fut le sinistre le plus important survenu à cette date en Europe centrale. Des dizaines de châteaux forts s'écroulèrent également dans les environs. Un pilier de la cathédrale de Berne se serait même effondré et des fortifications situées en Bourgogne, à quelque 300 km de là, subirent aussi des dommages. Le chroniqueur Sebastian Münster écrivit en 1546: «Des gens moururent par centaines»¹⁰.

Illustration 5

Tremblement de terre de Bâle, 18 octobre 1356:

Le plus grand séisme historique d'Europe du Nord.



En septembre 1601, un tremblement de terre d'une magnitude de 6.2 secoua la Suisse centrale (Unterwald). Il eut des répercussions catastrophiques sur le lac des Quatre-Cantons, ses rives et son sous-sol. Outre des chutes de rochers autour du lac, les pentes du bassin lacustre (situées sous l'eau) devinrent instables et glissèrent comme en avalanche. En plusieurs endroits, il y eut des glissements de terrain qui mirent en mouvement des millions de mètres cubes de boue. Ces glissements créèrent des lames de fond de plus d'un mètre, espacées de 10 minutes les unes des autres. Des sources de l'époque rapportèrent que le mouvement de ces lames de fond fit refluer la Reuss à Lucerne six fois dans les premières heures après le tremblement de terre, «faisant apparaître le lit du fleuve au clair de lune».

La principale source d'informations concernant le tremblement de terre de 1601 est l'éru-
dit lucernois Renward Cysat (1545–1614) qui a consigné ses observations et celles d'au-
tres personnes dans un rapport de plusieurs pages. On peut résumer ainsi le déroulement

10 Münster, Sebastian: Cosmographie (p. 341), Bâle 1545.

de la secousse sismique qui se produisit le 18 septembre 1601: à environ 1 h 45, un tremblement de terre secoua une bonne partie de la Suisse, et vers 2 h, une réplique plus faible se fit sentir en Suisse centrale. A Lucerne, les principaux dégâts furent localisés autour du monastère des franciscains et font conclure à une intensité de VII. D'après Cysat, le canton d'Unterwald fut encore plus lourdement touché: certains bâtiments y furent entièrement détruits et la plupart des habitations furent endommagées. A Stans, une chapelle fut entièrement balayée par un éboulement et la chapelle d'Oberriickenbach fut entièrement détruite. Le médecin municipal Burgauer von Schaffhausen parle de 28 cheminées détruites. Pendant un an, il y eut des répliques à Lucerne et dans les environs. Des dégâts furent encore constatés en février et en juillet 1602.

Le 25 juillet 1855, la terre trembla à St. Niklaus (VS). Des témoins oculaires relatèrent le déroulement de l'événement: un bruit sourd surgit du sous-sol puis le premier ébranlement se fit sentir et fut suivi d'une forte secousse. Les objets furent projetés sur le sol, des pans de plafonds s'effondrèrent et des fissures apparurent sur les murs. Les gens, pris de panique, quittèrent les maisons. Des nuages de poussière empêchaient toute visibilité. Des blocs de rochers dévalèrent dans la vallée dans un bruit assourdissant. Les dégâts, colossaux, n'apparurent qu'une fois les nuages de poussière dissipés. Entre Viège et St. Niklaus, pratiquement aucun bâtiment n'avait été épargné. Des murs entiers s'étaient effondrés et le clocher de l'église de Viège avait perdu sa flèche dans l'événement. Un enfant avait été écrasé par des décombres. Les blessés durent être portés jusqu'à la vallée par-dessus des monticules de rochers qui s'étaient écroulés. Les jours suivants, certaines des très nombreuses répliques firent de nouveaux dégâts¹¹.

Illustration 6

Tremblement de terre de 1855:

Domages causés à l'église de Viège.



11 Deichmann, Nicolas et Fäh, Donat: Das nächste Erdbeben kommt bestimmt [Le prochain tremblement de terre surviendra sans aucun doute, en allemand]. Article de presse du Service sismologique suisse EPFZ, établi sur mandat de la Société suisse du génie parasismique et de la dynamique des structures (SGEB), Zurich 1999.

Les tremblements de terre survenus en Suisse et évoqués plus haut peuvent sembler peu importants si on les compare à ceux qui ont eu lieu en Turquie ou en Italie. Posons-nous toutefois la question de savoir quelles conséquences aurait un tel séisme dans la même zone aujourd'hui beaucoup plus densément construite et peuplée. La Société suisse de réassurance s'est attelée à la question et en est arrivée à la conclusion que les seuls dégâts immobiliers se chiffraient en milliards de francs¹². Le coût total des dommages, incluant les dégâts aux bâtiments, aux installations, aux infrastructures, aux biens culturels et les frais secondaires liés aux décès et blessures, aux pertes de production et aux dégâts environnementaux multiplieraient plusieurs fois le montant des seuls dégâts immobiliers. De tels coûts ne seraient pas sans répercussions sur l'économie suisse.

Illustration 7

Séisme qui a touché le Valais en 1946:

Les plafonds en plâtre se sont écroulés dans l'église de Chippis.



L'exemple de l'église baroque St-Pierre-et-Paul à Sarnen (OW) illustre bien la spécificité du danger auquel sont exposés les biens culturels immeubles en cas de tremblement de terre. L'église à plusieurs nefs d'égale hauteur, bâtie de 1739 à 1742 par Franz Singer, fut frappée au printemps 1964 par un violent tremblement de terre (d'une magnitude de 5.7). L'expertise statique¹³ qui fut effectuée alors consigna les dégâts suivants subis par l'ouvrage: des fissures dans les trois grandes voûtes de la nef et sur la façade principale avec ses deux tours. Les destructions causées par la déformation de l'ouvrage se limitèrent essentiellement à l'intérieur de l'église (fissures dans la voûte centrale) et à son aménagement (destruction partielle de moulures et de tableaux). Il apparut alors que des mesures

12 Weidmann, Markus: Erdbeben in der Schweiz, p. 256–259 [Tremblements de terre en Suisse, en allemand]. En collaboration avec le Service sismologique suisse. Coire 2002.

13 Pfister, Franz: Gutachten über den baulichen Zustand der Kirche (Pfarrkirche Sarnen) nach dem Erdbeben vom 17. Februar 1964 [Expertise sur l'état de l'église (de Sarnen) après le tremblement de terre du 17 février 1964, en allemand].

préalables contre le développement de fissures dans la voûte principale avaient été prises, comme démontré par la présence de barres de reprise des efforts de traction et de compression dans la nef de l'église ainsi que de tirants dans la charpente. Le fait que l'ouvrage avait été construit sur la roche s'est révélé positif lors du tremblement de terre, de sorte que l'on n'a pas eu à craindre d'affaissements importants.

Le tremblement de terre de 1964 n'a heureusement pas fait de victimes, bien que des éléments aient continué de s'écrouler jusqu'à la fermeture impérative de l'église. Les dégâts étaient tels que le renforcement de la voûte devint indispensable. De 1967 à 1970, l'église fut intégralement restaurée.

Il ressort de l'étude des conséquences des tremblements de terre qu'a connus la Suisse au cours de son histoire que le potentiel de dangers d'un bâtiment historique dépend de quatre variables fondamentales: emplacement, sol de fondation, mode de construction et état de l'ouvrage.

Dégâts dans la zone sinistrée

Dans le «Concept d'intervention en cas de tremblement de terre» (CENAL, 2004), le groupe de travail du même nom présente à l'aide de scénarios génériques les tableaux des dégâts à attendre et les problèmes qui en résultent en cas de séisme. Le scénario le plus extrême part d'un tremblement de terre avec épicentre en Suisse et une intensité épicentrale de IX. Un tel événement est comparable au tremblement de terre de Bâle en 1356 ou à celui de Kobe (au Japon) en 1995. Après un tel séisme, des répliques peuvent se produire pendant environ un mois. Ces dernières peuvent exercer une grande influence sur la maîtrise de l'événement. Comme la zone sinistrée peut s'étendre sur un rayon de 100 km, il peut y avoir des dégâts sur de grandes portions du territoire suisse. On peut subdiviser sommairement la zone sinistrée en deux secteurs, la zone sinistrée principale (la plus proche de l'épicentre) et la zone sinistrée secondaire (périphérique).

Tableau des dégâts dans la zone sinistrée principale (dans un rayon de 15 km, intensité de IX à l'épicentre)

En quelques secondes, jusqu'à 70% des ouvrages en maçonnerie s'effondrent ou sont gravement endommagés. Les constructions en béton résistent en revanche beaucoup mieux. Presque tous les bâtiments subissent des dommages et sont provisoirement inhabitables à cause des répliques. Il y a beaucoup de victimes (morts, blessés, personnes ensevelies et personnes disparues). La population est constamment à la merci de l'écroulement d'un mur ou de l'effondrement d'un bâtiment, danger encore aggravé par les répliques. Dans les zones d'agglomération, il faut compter avec de nombreux incendies, explosions et fuites de substances dangereuses (gaz toxiques et liquides), qui représentent un danger aigu tout de suite après le tremblement de terre. L'alimentation en eau et en électricité ainsi que le fonctionnement du réseau téléphonique sont interrompus pendant plusieurs heures voire plusieurs jours. La transmission d'émissions radiophoniques et télévisées est perturbée voire complètement suspendue.

Sous le choc, la population cède à la panique. Elle doit dans un premier temps se débrouiller toute seule car les secours sont au début ralentis par de nombreux obstacles. En raison du risque de répliques, la plupart des survivants passent plusieurs nuits à la belle étoile. Etant donné la proportion de maisons détruites ou sévèrement endommagées, le nombre

de sans-abri est important. Près de 70'000 personnes se retrouvent sans toit à long terme. Plus de 100'000 personnes ne peuvent réintégrer leur habitation qu'après une inspection minutieuse de celle-ci. Dans les zones de collines et les régions alpines, les glissements de terrain, coulées de boue et éboulements provoquent des dommages secondaires (p. ex. interruption des axes de communication). Il faut s'attendre à d'autres événements, tels que débordements de lacs ou de barrages, pouvant entraîner l'inondation de grandes zones.

Tableau des dégâts dans la zone sinistrée secondaire (rayon de 15 à 100 km, intensité de VII à VIII)

Dans cette zone, quelques bâtiments de construction rudimentaire ainsi que des bâtiments en mauvais état s'écroulent pendant le tremblement de terre. Jusqu'à 70% des bâtiments en maçonnerie et jusqu'à 30% des constructions en béton sont endommagés, ce qui empêche le retour immédiat des sans-abri chez eux. Les pignons, corniches et cloisons de nombreux bâtiments se sont effondrés. Les bâtiments bien construits et assainis parviennent en principe à résister. L'effondrement de certains bâtiments provoque également son lot de victimes, de personnes ensevelies et de blessés. La population est constamment à la merci de l'écroulement d'un mur ou de l'effondrement d'un bâtiment, danger encore aggravé par les répliques. Il faut de plus s'attendre isolément à des incendies, explosions et fuites de matières dangereuses (gaz et liquides toxiques), autant de menaces graves qui viennent s'ajouter à celles mentionnées précédemment.

Environ 8'000 personnes sont sans toit pour une longue durée. De nombreuses personnes ne peuvent réintégrer leur habitation qu'après une inspection minutieuse de celle-ci. Dans les zones de collines et les régions alpines, des glissements de terrain, coulées de boue et éboulements localisés peuvent conduire à des dommages secondaires. Dans le pire des cas, d'autres événements, tels que débordements de lacs ou de barrages, peuvent même se produire.

**Dommages secondaires
liés aux incendies et
à l'eau**

Parmi les risques liés à un tremblement de terre, il faut compter les dommages colossaux que peuvent subir les biens culturels sous les effets du feu et de l'eau. Il existe suffisamment d'exemples récents qui l'attestent¹⁴. L'exécution correcte sur le plan technique de la mise en sécurité, du séchage et de la restauration des biens endommagés peut permettre d'éviter des coûts importants. Il arrive malheureusement souvent que l'on ne fasse appel que trop tard à des personnes disposant des compétences nécessaires et qu'il n'y ait pas de local adéquat disponible pour la mise en sécurité et l'entreposage du bien culturel endommagé. Les dégâts peuvent s'accroître lourdement pendant la période d'attente d'une solution. Les coûts peuvent en être démultipliés et le résultat final de la restauration risque d'être bien moins satisfaisant.

Il convient d'élaborer pour tous les ouvrages qui constituent des biens culturels ou qui en abritent des plans d'intervention pour les organisations d'alarme et de sauvetage en cas d'événement majeur.

14 Dégât d'eau très important dans la construction de protection civile du gymnase de Vaduz (Principauté du Liechtenstein) 8/9.6.1985, inondation à Brigue (VS) 24.9.1993, rupture d'une canalisation dans l'abri de la bibliothèque centrale de Zurich (ZH) 27.5.1994, inondation aux archives communales de Reinach (AG) 4.11.1998, grand incendie dans les archives cantonales de Bâle-Campagne (BL) 1.8.1994, dans la vieille ville de Berne (BE) 30.1.1997, à la bibliothèque universitaire de Lyon (F) 12.6.1999 ou aux archives de la ZDF à Berlin (D) 22.8.1999.

Identification des problèmes

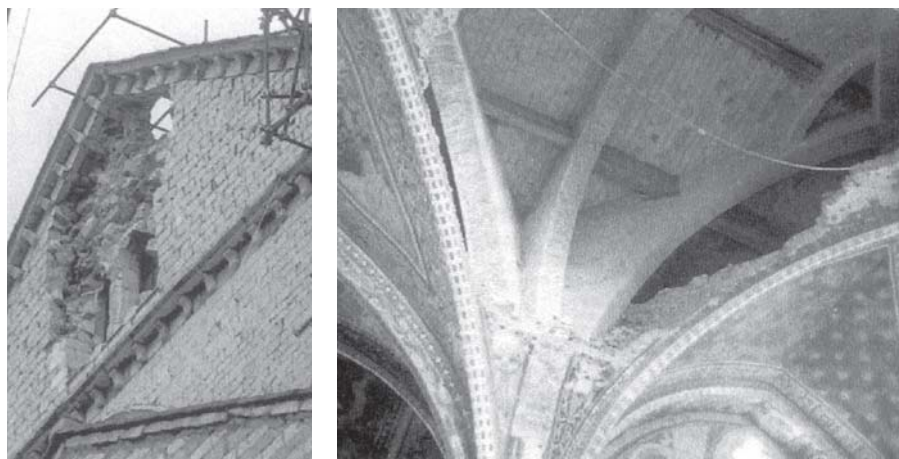
Biens culturels immeubles

Les monuments historiques sont régulièrement victimes de tremblements de terre. Que l'on se rappelle seulement le séisme de force moyenne qui a frappé l'Ombrie (Italie) en 1997. Avec une magnitude de 5.8, il s'agit d'un tremblement de terre d'une force à laquelle nous devons nous attendre en Suisse environ une fois tous les 100 ans. Plusieurs centaines d'églises et de chapelles ont été endommagées dans les régions de l'Ombrie et des Marches et parmi elles la célèbre basilique Saint-François à Assise, dans laquelle des voûtes se sont effondrées.

Illustration 8

Tremblement de terre de 1997 en Ombrie et dans les Marches:

Dommages subis par la basilique Saint-François d'Assise.



A Bâle, les attaches en acier au-dessus de la Gallusporthe de la cathédrale rappellent encore les terribles dégâts causés par le tremblement de terre de 1356. Lors des tremblements de terre de Viège en 1855 et de Sion en 1946 également, des églises ont été lourdement endommagées.

Comparés aux autres bâtiments, les monuments historiques sont particulièrement vulnérables aux tremblements de terre. La structure architecturale des églises frise souvent les limites de la technique. Les éléments de construction tels que les voûtes, les tours, murs hauts, par exemple, sont particulièrement susceptibles de subir des dégâts en cas de tremblement de terre. En outre, en cas de tremblement de terre, les secousses sont renforcées, en raison d'effets de sites topographiques, aux emplacements privilégiés des monuments historiques (p. ex. le sommet des montagnes ou des collines). Aussi les dégâts sont-ils plus importants en ces endroits. S'agissant des bâtiments historiques, le mode de construction le plus répandu est la maçonnerie en pierres naturelles ou en briques de terre cuite qui présentent une masse élevée et une faible résistance à la traction. Ces deux propriétés ont des répercussions négatives sur le comportement du bâtiment en cas de tremblement de

terre et font que l'on constate des dégâts même lors de secousses assez faibles. En raison des processus de vieillissement et des défauts de construction, la résistance des matériaux des monuments historiques est moins élevée que celle des bâtiments récents, ce qui réduit leur résistance en cas de tremblement de terre.

Tous les monuments historiques d'une région peuvent être endommagés voire détruits lors d'un tremblement de terre très violent. Comme il n'y a pas de délai d'alerte, il n'est pas possible de prendre des mesures de prévention à court terme. Les mesures préventives d'ordre architectural sont fixées de manière impérative depuis 30 ans en Suisse: il s'agit des normes parasismiques. Presque tous les biens culturels immeubles datent d'une époque antérieure et ont été bâtis sans aucune prise en considération de la sécurité en cas de tremblement de terre.

Illustration 9

Tremblement de terre de 1964:

Dommages causés à la chapelle de Lourdes, au-dessus de Sachseln (OW).



Si les objectifs de protection ne sont pas les mêmes pour les monuments historiques que pour les bâtiments «normaux», les paramètres de risque diffèrent aussi. Dans les biens culturels immeubles, le nombre d'occupants est généralement inférieur à celui que l'on rencontre dans les immeubles d'habitation. Il en résulte une moindre importance de la protection des personnes.

Pour les bâtiments «normaux», les normes de construction prévoient une période de retour du séisme de dimensionnement d'environ 500 ans. Ramenée à la durée de vie normalisée de 50 ans pour un bâtiment normal, la probabilité que le bâtiment en question soit frappé par un tremblement de terre encore plus fort est de 10%. Les monuments historiques sont destinés à traverser intacts des périodes beaucoup plus longues; pour cela, ils doivent pouvoir résister même à un violent tremblement de terre.

On peut tirer certaines conclusions des séismes passés en ce qui concerne la sécurité des monuments historiques en cas de tremblement de terre. Plus le bâtiment est vieux et plus les dommages causés par les précédents séismes sont faibles, plus le pronostic est favorable en ce qui concerne le comportement du bâtiment en cas de tremblement de terre futur. Ainsi les bâtiments qui ont «survécu» sans dommage notable au tremblement de terre de 1356 – un événement comme il en survient un par millénaire – peuvent-ils être considérés comme suffisamment résistants.

Biens culturels meubles

Nous ne sommes pas suffisamment préparés pour assurer la protection des biens culturels meubles lors d'événements qui peuvent se produire à tout moment, comme par exemple des tremblements de terre. Cela s'applique surtout aux collections et aux fonds qu'abritent les musées, les archives et les bibliothèques. Les lacunes se situent souvent au niveau administratif: manque de clarification des compétences et d'information en la matière, manque de collaboration entre les différents organes et institutions, absence de plans d'intervention, prise de dispositions insuffisante concernant les équipes de sauvetage et de mise à l'abri, manque d'exercice de ces équipes et absence d'équipements nécessaires en cas de sinistre. A cela s'ajoute le fait que chez nous la catastrophe est un cas de figure peu présent dans l'esprit des gens, ce genre d'événement étant relativement rare ici.

S'agissant de la vulnérabilité des biens culturels meubles, la question qui se pose est de savoir comment ils réagissent aux mouvements du sol amplifiés par le comportement vibratoire du bâtiment. La vulnérabilité est grande lorsque

- les bâtiments qui abritent les biens culturels n'ont pas été construits selon des normes parasismiques ou l'ont été selon des normes parasismiques dépassées,
- ces bâtiments ont été construits avec des matériaux qui résistent mal aux tremblements de terre (p. ex. maçonnerie non armée),
- les biens culturels meubles sont mal fixés et qu'ils peuvent tomber,
- les archives, bibliothèques, musées ou les autres bâtiments qui abritent des biens culturels importants ne disposent pas d'installations de protection (p. ex. abris pour biens culturels).

Les bâtiments ayant une valeur historique abritent en général un grand nombre de biens culturels meubles, qui y sont particulièrement menacés. Le tremblement de terre de septembre 1997 en Ombrie a montré que les dégâts les plus importants subis par les biens culturels meubles étaient dus à l'effondrement de toits, de tours et de murs. Il ne faut pas non plus sous-estimer les dégâts causés par les variables climatiques (chaleur, froid, neige, pluie) aux biens culturels non protégés ni les pertes dues au vandalisme et au vol. Les répliques d'un tremblement de terre peuvent par ailleurs rendre difficile voire empêcher l'évacuation de biens culturels meubles hors de la zone de dangers.

Les tremblements de terre causent souvent des dégâts aux installations, entraînant explosions, incendies et inondations. Les installations mal conçues et surtout mal fixées ainsi que les éléments d'entreposage peuvent être à l'origine de dégâts importants subis par des

biens culturels, même lors de séismes de moindre importance. Le directeur de la «Biblioteca Comunale» à Florence nous a confié que cette institution, située dans un bâtiment en maçonnerie datant du 16^e siècle, n'était sortie presque indemne du tremblement de terre de 1997 que parce que les dépôts avaient fait l'objet de mesures de prévention parasismique entre 1959 et 1965. On avait ainsi contreventé et fixé au mur les étagères de livres.

Illustration 10

Dommages secondaires après un tremblement de terre:

Une archive sans dispositif de protection approprié.



Pour pouvoir protéger durablement les nombreux biens culturels meubles qui se trouvent dans les archives, musées et bibliothèques, nous avons besoin de connaître le comportement de ces objets en cas de catastrophe. Les vitrines, statues, meubles et autres objets ne doivent pas se renverser à la moindre secousse ni les livres tomber des étagères; les autres biens culturels meubles ne doivent pas être endommagés en cas de pression ou de chute.

Tant pour des raisons de temps que de priorité, le groupe de travail ne s'est pas penché sur la question des répercussions des tremblements de terre sur les biens culturels meubles situés dans l'espace public (fontaines, monuments, oratoires, etc.) ainsi que sur les systèmes de traitement électronique des données et les supports numériques.

Evaluation des problèmes

Biens culturels immeubles

Jusqu'ici, aucune mesure préventive spécifique n'a été prise en Suisse contre les répercussions d'un tremblement de terre sur les monuments historiques. Il y a donc un retard à rattraper en ce qui concerne l'amélioration de la sécurité parasismique de ces bâtiments. L'assainissement parasismique de biens culturels immeubles constitue une tâche d'ingénierie exceptionnellement exigeante; elle est beaucoup plus difficile que l'assainissement parasismique d'un bâtiment normal et surtout que celui d'un bâtiment neuf.

L'évaluation d'un bâtiment ou d'un monument historique implique une perspective interdisciplinaire prenant en compte des aspects d'architecture, d'histoire de l'art, de sauvegarde, de conservation, de restauration et de science des matériaux. Des édifices classiques tels des églises sont à la fois des bâtiments destinés à recevoir des personnes et de véritables œuvres d'art. Les églises baroques contiennent, outre l'enveloppe du bâtiment, une multitude de moulures, de peintures et d'éléments tels que des autels et des statues. A cela s'ajoutent des biens culturels meubles se trouvant dans des sacristies et des dépôts, qui souvent ne sont pas entreposés dans les règles de l'art ou qui sont mal protégés contre les effets d'un tremblement de terre.

Les mesures d'assainissement parasismique ne doivent pas porter atteinte à la substance architecturale historique du bien culturel. Pour cela, elles doivent respecter les règles et principes énoncés dans la Charte de Venise (1964)¹⁵, qui est le texte de référence en la matière.

Assurer un assainissement parasismique suffisant de tous les biens culturels immeubles est un objectif qui ne saurait être atteint qu'à long terme. A court et à moyen termes, il convient de se fixer les objectifs intermédiaires suivants:

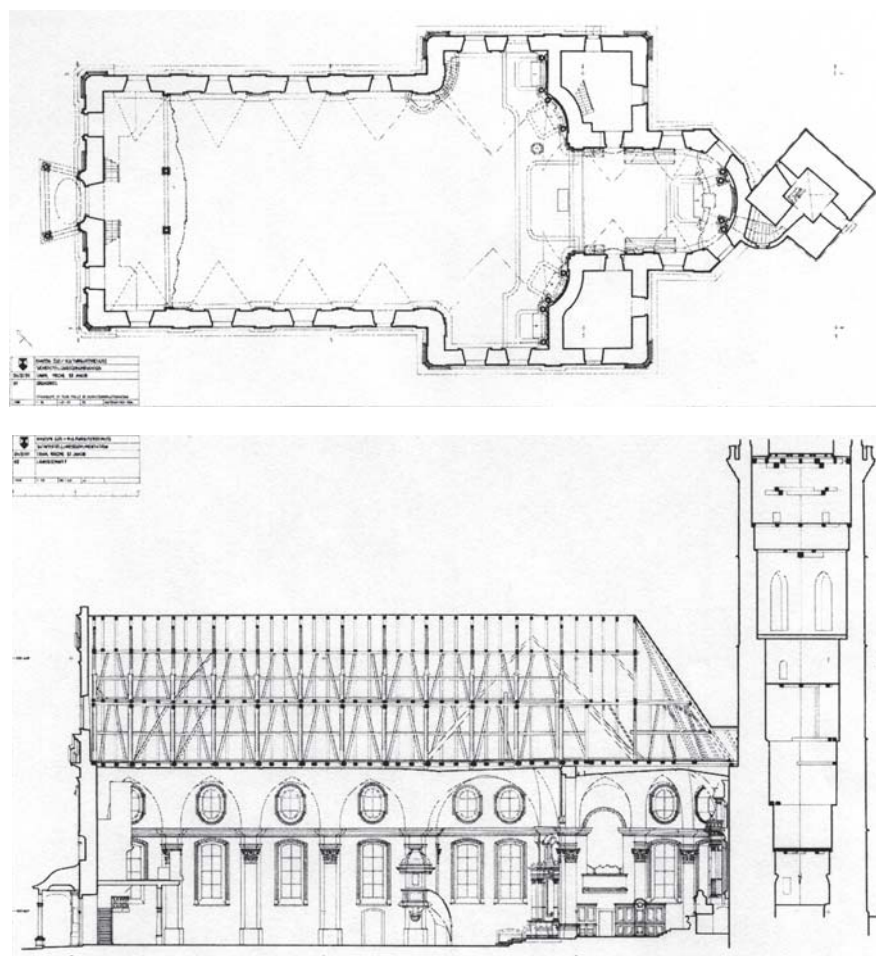
- Elaborer des documentations de sécurité répondant aux standards définis
- Evaluer la sécurité parasismique des biens culturels (voir p. 24/25)
- Procéder à l'assainissement parasismique de certains objets donnés, après établissement d'un ordre de priorité
- Vérifier les mesures de sécurité préventives

Les mesures de précaution pour le cas de catastrophe doivent, elles aussi, mieux intégrer les aspects spécifiques de la protection des biens culturels après un sinistre. Il faut élaborer des plans d'intervention pour les mesures de sauvegarde de biens culturels endommagés qui prennent en compte de manière ciblée la problématique du tremblement de terre et en particulier le risque de réplique.

¹⁵ La Charte de Venise (sur Internet p. ex. sous http://www.international.icomos.org/charters/venice_f.htm) est une des bases internationales réglant la façon d'agir avec les constructions historiques qui est acceptée et approuvée par les milieux de l'architecture et de la conservation des monuments historiques.

Documentation de sécurité pour biens culturels immeubles:

Plan et profil de l'église St. Jakob à Cham (ZG).



Documentation de sécurité

L'élaboration d'une documentation de sécurité pour un édifice culturel est une mesure de prévention. En cas de destruction du bâtiment, elle fournit des bases de décision pour les spécialistes: textes documentaires, rapports d'expertise archéologique, photographies ainsi qu'un inventaire des biens culturels meubles qui se trouvaient dans le bâtiment. En cas de dommage, la documentation de sécurité permet de reconstruire certaines parties du bâtiment, son intégralité ou encore de reconstituer des biens culturels meubles présents dans le bâtiment (voir aussi p. 28, «Structure et contenu d'une documentation de sécurité»). Des documentations de sécurité n'ont jusqu'à ce jour été élaborées que pour environ 5% des quelque 450 objets répertoriés dans l'Inventaire suisse des biens culturels (objets A et B).

Pour des raisons de sécurité, les données doivent être archivées non seulement sous forme électronique mais aussi sur des supports conventionnels (papier, microfilm, etc.). Pour les locaux intérieurs, on doit disposer d'au moins deux prises de vue diagonales, de sorte que tous les objets apparaissent sur l'image. Les photographies sans inscription permettant de les identifier ne servent à rien. Les photographies couleur avec mire couleur pour les cas spéciaux peuvent s'avérer très utiles, par exemple pour la restauration de peintures, de moulures, etc.

Ce rapport¹⁶ porte essentiellement sur la vérification des documentations de sécurité, la définition de standards de documentation et l'utilisation du diagnostic statique bref. Quatre édifices sacrés (église paroissiale St-Pierre-et-Paul, Sarnen; église de l'Assomption, Saas Balen; cathédrale Saint-Nicolas, Fribourg; abbatale, Payerne) ainsi que des édifices profanes (Palais du Parlement, Berne; château de Prangins; maison zum Kirschgarten, Bâle; ferme Grosshostett, Kerns-St. Niklausen) ont été choisis comme exemples types. Les bâtiments ont été sélectionnés de manière à répondre à un souhait de diversité en matière de type de bâtiments et de mode de construction. On a également veillé à ce que des zones de séismes différentes soient représentées et que les résultats d'expériences faites lors de sismiques passées soient intégrés.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces documents:

- Il est indispensable que la classification des objets dans les différents inventaires fédéraux soit uniformisée.
- Il y a beaucoup à faire en ce qui concerne les documentations de sécurité. Les documentations par objet manquent ou ne répondent pas à des standards. Il faut viser une uniformisation et une systématisation du contenu des documentations de sécurité en recourant à une liste de contrôle valable de manière générale. Un consensus au plan national entre les instances de la conservation des monuments historiques, de la protection des biens culturels ainsi que d'autres organes fédéraux est nécessaire.
- Des standards et des normes pour les documentations de sécurité manquent (p. ex. une échelle unique, des prescriptions pour la documentation photo, etc.). L'objectif à atteindre est la mise au point d'une documentation qui résiste au temps et qui puisse être sans cesse complétée. Cette documentation devrait contenir un état des lieux correspondant aux prescriptions de la Conservation des monuments historiques et de la protection des biens culturels. Elle doit aussi inclure toutes les données historiques connues, les données relatives à la conservation, à la restauration, etc., ainsi que les dispositions prévues en cas de catastrophe.
- Il manque des modèles de documentation impératifs pour différentes catégories de biens immeubles (ferme, cathédrale, etc.) ou meubles. Il est nécessaire d'élaborer une liste de contrôle pour l'estimation rapide du risque en cas de séisme pour les biens culturels meubles, similaire à celle qui existe pour les biens culturels immeubles. Le besoin se fait particulièrement sentir pour les musées, les archives et les bibliothèques.

L'OFEG a mis au point un formulaire d'évaluation rapide de la sécurité de bâtiments en cas de tremblement de terre (voir annexe, p. 42). L'applicabilité de ce formulaire d'évaluation parasismique a été testée par des ingénieurs pour le cas des biens culturels. Au premier échelon de la méthode de l'OFEG, le risque global lié au tremblement de terre est estimé et rendu sous forme d'indicateur du risque, incluant aussi bien les risques pour les personnes que pour les biens meubles et immeubles.

16 Strasser, Beat: Sicherstellung und Erdbebenertüchtigung von Baudenkmälern. Anforderungen an Sicherstellungsdokumentationen [Protection et assainissement parasismique de bâtiments et monuments historiques. Exigences posées aux documentations de sécurité, en allemand], du 14 mai 2003, Berne 2003. Le rapport a été élaboré sur mandat de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP), Section de la protection des biens culturels (PBC).

L'expérience a montré que cette méthode était utilisable aussi pour les monuments historiques, pour autant que l'on augmente dans le calcul de l'indicateur du risque la valeur matérielle et culturelle ainsi que la vulnérabilité face aux tremblements de terre – et ce tant pour les ouvrages profanes que pour les ouvrages sacrés. La réflexion en vue d'étendre la méthode de l'OFEG aux monuments historiques s'est basée sur l'étude du cas concret de la cathédrale Saint-Nicolas à Fribourg. Les résultats de l'étude ont montré que l'indicateur du risque obtenu dépend surtout de la valeur du bâtiment et des conditions défavorables des fondations. A cela s'ajoute un élément important, la catégorisation de la zone sismique. D'autres facteurs, comme l'occupation par des être humains, le mode de construction ainsi que les caractéristiques du système de stabilisation latérale, qui jouent un rôle important pour les bâtiments normaux, n'induisent pour les églises historiques que de petites différences car les facteurs en question n'ont qu'une importance minimale et sont pratiquement identiques pour toutes les églises. Si l'on part du principe que les fondations des bâtiments historiques sont en général plutôt mauvaises (en raison de l'absence de radier et du manque de profondeur des fondations), le principal facteur de détermination de l'indicateur du risque reste la valeur du bâtiment (éléments qu'il abrite inclus). L'estimation des dégâts à attendre est par conséquent trop largement déterminée par la valeur du bâtiment et non par le risque de dommage au bien culturel en tant que tel.

Les résultats de l'étude et la discussion ont fait apparaître que le formulaire de contrôle de l'OFEG doit être adapté pour permettre une évaluation précise de certaines catégories de biens culturels. Cela s'applique en particulier aux églises, l'inventaire de la PBC en contenant environ 400. Le formulaire de contrôle spécifique est nécessaire pour cette catégorie de bâtiments¹⁷. Le groupe de travail en est arrivé à la conclusion que la perte d'identité à laquelle conduit la destruction d'un bâtiment ou monument historique lors d'un tremblement de terre est toujours douloureuse. La valeur culturelle calculée sur la base de la classification des biens culturels en biens d'importance nationale, régionale ou locale, ne doit être prise en compte dans le formulaire qu'à titre informatif mais pas comme variable de calcul prépondérante (voir aussi modèles et diagramme en annexe, p. 42).

Biens culturels meubles

Les biens culturels meubles, qui n'ont jusqu'à présent guère été inclus dans les mesures de prévention dans la perspective d'un tremblement de terre, ont eux aussi besoin d'être mieux protégés.

Les séismes ne représentent une perte pour la communauté que lorsque l'infrastructure collective et en particulier les bâtiments et ce qu'ils abritent subissent des dommages. Il n'est possible d'évaluer de manière correcte l'ampleur des dégâts que peut causer un tel événement que si l'on a inventorié au préalable les bâtiments historiques de valeur ainsi que les biens culturels meubles qui s'y trouvent.

17 Adaptation du formulaire de l'OFEG à l'évaluation spécifique de biens culturels (voir annexe, p. 42).

La maîtrise d'un tremblement de terre se compose de toute une suite d'activités liées entre elles qui doivent être effectuées dans des circonstances particulièrement difficiles et qui n'ont rien à voir avec les circonstances normales. Or, en raison de l'ampleur des difficultés rencontrées comme de l'étendue et de la complexité des tâches à accomplir, il est impossible de s'y exercer à l'échelle 1:1. Il est par conséquent évident que les mesures de protection doivent être prises avant que l'événement ne survienne.

L'héritage culturel de la Suisse n'englobe pas que des bâtiments mais aussi des œuvres d'art et des écrits profanes ou sacrés. Ces œuvres ont une valeur culturelle qui n'est guère chiffrable. Leur protection en cas de tremblement de terre requiert d'avoir établi un inventaire, un plan de catastrophe et un plan d'intervention.

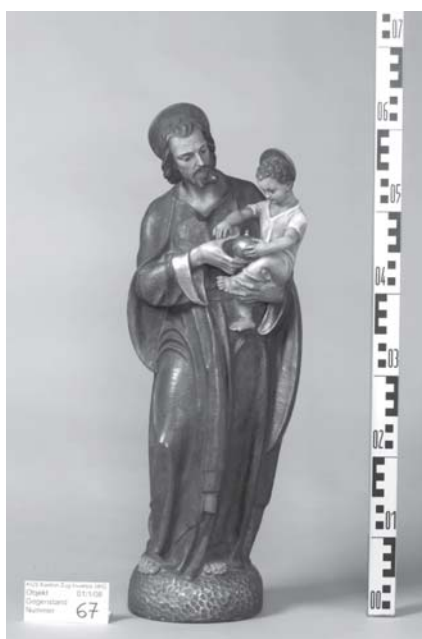
- L'inventaire documente les différents objets,
- le plan de catastrophe donne une vue d'ensemble des dangers et des mesures de précaution qui ont été prises,
- le plan d'intervention indique le déroulement prévu des mesures de sauvetage. Il comprend une documentation normalisée, des listes de contrôle contenant des indications logistiques et de personnel ainsi qu'une description des emplacements où il faut intervenir.

Pris ensemble, ces éléments constituent la base d'une intervention de sauvetage ciblée. Une enquête auprès des musées suisses a montré que le tremblement de terre est un risque qui n'a jusqu'à présent pratiquement jamais été pris au sérieux par les institutions culturelles. Les objets menacés sont non seulement ceux qui sont exposés mais aussi et surtout ceux qui se trouvent dans des dépôts. On sait qu'en général environ 80% des fonds des musées ne sont pas exposés mais entreposés dans des dépôts. La majorité des pièces

Illustration 12

Documentation de sécurité pour biens culturels meubles:

Prise de vue photographique avec description de l'objet, numéro d'identification et latte de mesure.



seraient grandement menacées en cas de tremblement de terre en raison d'un entreposage qui ne tient pas compte de la vulnérabilité et des besoins spécifiques des objets. Il convient donc de ne pas sous-estimer le risque existant et de prendre d'urgence les mesures appropriées.

Une visite au dépôt du Musée national suisse à Affoltern am Albis a démontré au Comité suisse de la protection des biens culturels une situation que l'on retrouve dans bien des églises, des bibliothèques et des archives. Les biens culturels qui s'y trouvent ne sont pour ainsi dire pas du tout protégés en cas de tremblement de terre. Nul ne sait si en cas de séisme, les dommages ne seraient pas tels que ces biens soient entièrement perdus pour la postérité. Pour remédier à cette situation, il est impératif de passer au crible de manière approfondie la situation des biens culturels meubles et immeubles en cas de tremblement de terre. Là où les dispositions de prévention font défaut, il faut combler le déficit et établir les bases juridiques nécessaires.

Une protection appropriée n'est atteinte que si les exigences suivantes sont remplies:

- les immeubles qui abritent des biens culturels et qui sont susceptibles de ne pas résister à un tremblement de terre bénéficient d'un assainissement parasismique approprié;
- les propriétés du sol de fondation sont prises en compte lors de toute rénovation ou nouvelle construction;
- les biens culturels meubles sont entreposés correctement et fixés de manière à subir le moins de dégâts possible en cas de séisme;
- le personnel qui s'occupe de la surveillance de ces objets, la police, les sapeurs-pompiers ainsi que les services sanitaires d'urgence sont préparés à ce type de catastrophe;
- la population sait comment elle doit se comporter à l'égard des biens culturels pendant un tremblement de terre et après celui-ci.

On ne peut réduire les dommages subis par les biens culturels meubles en cas de séisme qu'en réduisant non seulement leur vulnérabilité directe mais aussi celle du bâtiment dans lequel ils se trouvent.

L'utilisation d'abris pour biens culturels construits ces trente dernières années s'est révélée une mesure efficace pour l'entreposage des biens culturels meubles. Une telle utilisation est déjà effective aujourd'hui pour des biens culturels meubles importants. Il existe en Suisse environ 280 constructions de ce type, disposant au total d'un volume de 200'000 m³. Leur mode de construction a été conçu pour le cas de conflit armé et convient également en cas de séisme. Malheureusement, les archives et bibliothèques cantonales, les musées et monastères détenant des biens culturels d'importance ne disposent pas tous de tels dépôts protégés.

Dans le cadre de la réforme de la protection civile qui est en cours, divers ouvrages de protection seront disponibles pour un changement d'affectation. Leur utilisation pour l'entreposage de biens culturels est envisageable dans la mesure où leur accessibilité est satisfaisante et où ils répondent aux exigences de la protection des biens culturels. Il faut toutefois savoir que comme ces locaux n'ont pas été conçus à cette fin, ils présentent des points faibles: ils sont par exemple traversés par des conduites d'eau.

Mesures à prendre et recommandations

Standardisation des documentations de sécurité

Les documentations de sécurité sont conçues de diverses manières.

Recommandation pour les normes standard des documentations de sécurité

Standardiser les documentations de sécurité pour qu'elles comprennent toutes les sept parties suivantes:

1. une table des matières
2. des plans (mesures, plans généraux, plans pour la reconstruction, etc.)
3. une documentation photographique (état actuel, documents historiques)
4. des textes documentaires (rapports de restauration, indications techniques de construction, sources, etc.)
5. une documentation archéologique
6. une documentation sur les biens culturels meubles (inventaires, etc.)
7. des annexes (microfilms, etc.)

L'importance, le type, la taille et la complexité d'un bien culturel décident de l'ampleur de la documentation nécessaire. Ainsi, s'il est souhaitable de rassembler tous les éléments répertoriés ci-dessus pour les églises, les monastères, les bâtiments à fonction de représentation ou les châteaux, les éléments des rubriques 6 et 7 suffisent pour les bibliothèques, les archives, etc.

L'élaboration de documentations de sécurité pour la protection des biens culturels est une lourde tâche: elle demande beaucoup de temps et doit être planifiée et effectuée de manière systématique. On peut en principe procéder de manière identique pour tous les objets. La Section PBC de l'OFPP a fait élaborer un exemple-type de système d'organisation d'une documentation complète (plans, photos, textes documentaires et rapports archéologiques) pour les biens culturels meubles¹⁸.

Vérification d'assainissement parasismique des bâtiments et monuments historiques

Il convient de vérifier la sécurité parasismique des biens culturels immeubles et des bâtiments qui abritent des biens culturels meubles en cas de tremblement de terre.

18 Stadlin, Daniel: Documentation de sécurité. Guidelines, no 2, OFPP, PBC, Berne 2005.

Recommandation pour les mesures d'assainissement parasismique et de restauration

Vérifier, à l'occasion de toute restauration, la sécurité parasismique d'un édifice ou d'un monument d'importance nationale ou internationale se trouvant sur le territoire suisse et subventionné par la Confédération. Cette mesure permettra d'améliorer peu à peu la sécurité parasismique des monuments historiques. La vérification doit porter sur:

- l'inventaire du bâtiment, auquel il faut procéder avant de remplir le formulaire de l'OFEG
- la documentation de sécurité

Il faut s'attendre à ce qu'environ 25 à 30 biens par an fassent l'objet d'une telle vérification. Les dépenses occasionnées se justifient par l'amélioration de la sécurité des objets concernés parasismique.

Cette vérification est amenée à fournir des enseignements indiquant comment réaliser les mesures d'assainissement parasismique au meilleur prix pour des bâtiments similaires. On peut envisager de mettre au point un ensemble de modèles qui pourraient être réemployés dans des cas analogues (assainissement de voûtes, de piliers, etc.). Une commercialisation de certains procédés est également concevable.

Recommandation pour les bâtiments en cours de construction

Imposer une conception des nouveaux bâtiments répondant aux exigences de la classe d'ouvrages II ou III des normes SIA en cas de séisme et la fixation des biens culturels meubles de manière à résister en cas de séisme.

On remplira un formulaire et on élaborera une documentation de sécurité pour tous les bâtiments que l'on construira afin d'abriter des biens culturels (pour les musées, archives, dépôts, etc.).

Mise en place d'une unité de recherche

Le conseil en matière de protection des biens culturels est assuré par la Section PBC de l'OFPP. Il manque toutefois une institution technique en mesure d'évaluer la sécurité des biens culturels en cas de séisme.

Recommandation pour la recherche et le développement

Créer un véritable centre de compétences chargé des tâches dans le domaine des séismes et des biens culturels est nécessaire. Ce centre de compétences doit prendre la forme d'une unité de recherche, prise en charge par une personne qui aura aussi le rôle de secrétaire d'un collège d'experts.

L'unité de recherche doit assumer les tâches suivantes:

- Recherche et acquisition de connaissances utiles à l'assainissement parasismique des biens culturels
- Définition des exigences (standards) de sécurité parasismique auxquelles les biens culturels meubles et immeubles doivent répondre et suivi des développements internationaux dans ce domaine
- Participation à des programmes de recherche internationaux et collaboration au Comité suisse de la protection des biens culturels (antenne de contact: Section PBC, OFPP), dans lequel toutes les associations spécialisées de ce domaine sont représentées
- Elaboration, pour les types de bâtiments courants, de solutions-modèles en matière de vérification de la sécurité parasismique et de mesures d'assainissement; collaboration pour ce faire avec la Centrale de coordination pour la mitigation des séismes, rattachée à l'Office fédéral des eaux et de la géologie
- Dans le cadre de la procédure d'octroi de permis de restaurer, accompagnement de tous les travaux d'amélioration de la sécurité parasismique sur des biens culturels immeubles d'importance nationale ou internationale subventionnés par la Confédération (y compris les bâtiments appartenant à la Confédération); cet accompagnement devrait se faire en collaboration avec la Centrale de coordination pour la mitigation des séismes
- Organisation de projets avec des étudiants des EPF et HES, ainsi qu'élaboration de supports de formation
- Collaboration étroite avec les partenaires culturels concernés dans le domaine de l'information et des relations publiques et organisation de congrès et de colloques en concertation avec la Section PBC de l'OFPP, la Centrale de coordination pour la mitigation des séismes de l'OFEG et les associations spécialisées

Evaluation et changement d'affectation d'abris désuets

La construction d'abris pour biens culturels n'est, pour des raisons financières, plus guère envisageable que pour des archives, bibliothèques, musées ou monastères de grande taille. La priorité va au changement d'affectation d'abris pour les personnes et à leur utilisation pour la protection des biens culturels.

Recommandation pour les abris

- Avant d'employer un abri pour y entreposer des biens culturels, examiner son accessibilité et sa fonctionnalité par rapport à la problématique des tremblements de terre (garantie de la sécurité des biens culturels entreposés en cas de séisme).
- Veiller à détecter et à éliminer les points faibles (risques liés à l'eau, au feu, au gaz, aux installations électriques, aux installations de chauffage, etc.). Cela s'applique de manière générale à tous les abris mais en particulier aux cas où l'entreposage de certains objets requiert des conditions de climatisation spéciales.
- Entreposer les matériaux spéciaux dans des abris centralisés.

Le matériel dangereux ne doit pas être conservé au même endroit que les autres biens culturels. Les films en nitrocellulose fabriqués entre le début du 20^e siècle et le milieu des

années 1950 représentent un danger pour toutes les archives. Ce matériel se compose pour une grande partie de nitrate de cellulose et est comparable au fulmicoton sur le plan chimique. Il est porteur d'un gros risque, sa température d'inflammation étant de 38° Celsius seulement. Un tel matériel doit impérativement être entreposé dans des abris construits spécialement. De manière à réduire les coûts de construction de tels abris, les films de ce type devraient à l'avenir être stockés de manière centralisée pour toute la Suisse – et non comme jusqu'à présent individuellement pour chaque archive. La Cinémathèque suisse à Lausanne ou le Musée de la photographie à Winterthour sont deux institutions qui seraient susceptibles d'assumer cette responsabilité.

Préparation de plans de catastrophe et de plans d'intervention

La Section PBC de l'OFPP a élaboré un plan d'intervention de concert avec la Conférence gouvernementale pour la coordination du service du feu et la Conférence suisse des inspecteurs des sapeurs-pompiers.

Recommandation pour les concepts d'intervention

Ce concept d'intervention doit servir de directive à tous les propriétaires de biens culturels d'importance nationale ou internationale sur le territoire suisse. Les plans de catastrophe sont la mesure de prévention la plus urgente pour les biens culturels d'importance nationale et internationale.

En cas de catastrophe (incendie, séisme, etc.), la nécessité d'ouvrir au plus vite des voies d'accès pendant la phase de sauvetage amène souvent les intervenants à déblayer les bâtiments qui ont été endommagés ou qui se sont écroulés sans prendre garde à leur éventuelle valeur culturelle. Indiquer nettement les emplacements des biens culturels sur les plans d'intervention permet d'éviter qu'ils ne soient exposés à un danger supplémentaire engendré par de telles opérations.

Création d'un groupe de spécialistes PBC intervenant en cas de séisme

La présence de spécialistes PBC sur place fait souvent défaut lors d'interventions faisant suite à des catastrophes naturelles majeures et en particulier suite à des séismes.

Recommandation pour les interventions pratiques de la PBC sur place

Pour réduire l'ampleur des dommages secondaires sur place, créer un groupe de spécialistes PBC sur le modèle du personnel spécialisé dans le cadre de l'aide humanitaire. Ces spécialistes pourraient également apporter leur contribution lors de séismes à l'étranger. Des solutions doivent être cherchées en accord avec les partenaires concernés (p. ex. DDC ou SGEB).

Optimisation de la couverture d'assurance

La question qui se pose en dernier lieu est celle de la maîtrise financière d'un tremblement de terre. Les séismes sont avec les éruptions volcaniques les seuls événements naturels exclus de l'ordonnance sur l'assurance des dommages dus à des événements naturels¹⁹. Dans le canton de Zurich, la souscription d'une police d'assurance d'un milliard de francs pour les bâtiments – et aussi pour les biens culturels immeubles – en cas de tremblement de terre est obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2001²⁰. C'est le seul canton à avoir adopté une telle disposition.

Les 18 autres établissements cantonaux d'assurance immobilière se sont associés depuis 1978 pour constituer un pool destiné à indemniser, sur une base volontaire, les propriétaires de bâtiments en cas de tremblement de terre. Cette couverture à bien plaisir est aujourd'hui de deux milliards de francs. Si un deuxième événement sismique devait se produire la même année, la même couverture serait garantie. Dans les cantons où la couverture incendie et éléments naturels est prise en charge par des établissements privés (Genève, Uri, Schwyz, Tessin, Appenzell Rhodes-Intérieures, Valais et Obwald)²¹, les 24 compagnies d'assurance concernées ont constitué une communauté d'intérêts pour la couverture des dommages sismiques. Cette communauté d'intérêts dispose de 200 millions de francs pour assurer des prestations à bien plaisir.

Recommandation pour la couverture d'assurance

Introduire une obligation d'assurance nationale pour le risque de séisme. Cela permettrait d'assurer la maîtrise financière d'un séisme aussi en ce qui concerne les biens culturels, ce qui, faute de moyens et de priorités, n'est pas garanti aujourd'hui en cas d'événement majeur.

Une telle couverture d'assurance peut également être conçue comme un système d'incitation contraignant: une couverture complète ne serait assurée qu'après que la sécurité du bien culturel ait été garantie (et que l'assainissement parasismique ait été effectué, si nécessaire) – ce qui reste encore aujourd'hui une démarche purement volontaire. Des études de Swiss RE²² en 2000 réfutent la thèse selon laquelle les risques de séisme ne peuvent pas faire l'objet d'une couverture d'assurance en Suisse.

19 Ordonnance sur l'assurance des dommages dus aux événements naturels, art. 3c, fondé sur l'art. 38a, al. 4, de la loi sur la surveillance des institutions d'assurance privées.

20 Obligation d'assurance conformément à la loi sur l'assurance immobilière (Gesetz über die Gebäudeversicherung) du canton de Zurich, §21.

21 Les cantons qui n'ont pas d'organe étatique d'assurance des bâtiments sont Genève, Uri, Schwyz, Tessin, Appenzell Rhodes-Intérieures, Valais, Obwald. Le pool inclut également des assureurs assurant une couverture pour les bâtiments de la Principauté du Liechtenstein et des enclaves de Büsingen et de Campione.

22 Schmid, E. et Schraft, R.: Etude de la Compagnie suisse de réassurance, Zurich; «Aujourd'hui, les couvertures d'assurance sont insuffisantes – Et si la terre tremblait en Suisse?». In: Weidmann, Markus: Erdbeben in der Schweiz (p. 259) [Séismes en Suisse, en allemand], Coire 2002.

Bases légales

La Confédération ne dispose de la compétence pour édicter des règles de droit immobilier que dans un petit nombre de domaines délimités. Les domaines concernés sont les travaux publics (art. 81 de la Constitution fédérale (Cst.)), les centrales nucléaires (art. 90 Cst.), les barrages (art. 76 Cst.), les chemins de fer, les téléphériques et les aéroports (art. 87 Cst.), les installations de transport par conduites de combustible ou de carburant (art. 91 Cst.) et les routes nationales (art. 83 Cst.). Il s'agit donc pour l'essentiel des infrastructures publiques. Des prescriptions relatives à la sécurité parasismique existent depuis longtemps pour les centrales nucléaires et les barrages, et des autorités de surveillance veillent à leur application. Dans les autres domaines, des règles spécifiques manquent encore. Le 29 mai 2000, le DETEC a publié des directives dans lesquelles il demande aux offices du département de ne plus approuver ni subventionner que des installations et bâtiments pour lesquels le projet de construction respecte l'ensemble des normes existantes en matière de sécurité parasismique.

En ce qui concerne la protection des biens culturels, la Convention de La Haye énonce à l'art. 3 que les «Hautes Parties contractantes s'engagent à préparer, dès le temps de paix, la sauvegarde des biens culturels situés sur leur propre territoire». L'art. 5 du Deuxième Protocole de 1999 à la Convention de La Haye, ratifié par la Suisse en juillet 2004, encourage explicitement «les mesures préparatoires pour la sauvegarde des biens culturels», à savoir l'établissement d'inventaires, la planification de mesures d'urgence pour assurer la protection des biens contre les risques d'incendie ou d'écroulement des bâtiments, la préparation de l'enlèvement des biens culturels meubles ou la fourniture d'une protection in situ adéquate desdits biens, et la désignation d'autorités compétentes responsables de la sauvegarde des biens culturels. La loi fédérale de 1966 sur la protection des biens culturels en cas de conflit armé (RS 520.3) énonce certaines mesures permettant d'assurer la sauvegarde des biens culturels (art. 2, al. 2; art. 5, 7 et 10 à 15). L'ordonnance fédérale de 1984 sur la protection des biens culturels (RS 520.3) fait de même (art. 11 à 16) ainsi que la loi fédérale de 2004 sur la protection de la population et la protection civile (LPPCi, RS 520.1; art. 3, 8, 46, al. 3, et 71, al. 2).

Contrairement à d'autres dangers naturels comme les avalanches ou les inondations, la Constitution n'accorde pas à la Confédération de compétences lui permettant d'intervenir en matière de protection contre les séismes. Elle ne lui octroie dans le cadre de la protection des biens culturels ainsi que de la protection de la nature et du paysage que des compétences de soutien et d'encouragement. Dans le domaine de la protection de la nature et du paysage, la Confédération a néanmoins la possibilité de lier ses aides financières à des conditions qui visent notamment à assurer une bonne protection contre les répercussions des séismes (art. 13, al. 2, LPN).

Recommandation pour l'octroi d'aides financières

N'octroyer d'aides financières pour des biens culturels d'importance nationale que si leur sécurité parasismique a été contrôlée et que la documentation de sécurité relative à l'objet concerné est disponible.

En vertu de la Constitution, le droit immobilier relève de la compétence des cantons. Une révision de la Constitution s'impose donc pour améliorer la sécurité des bâtiments en cas de séisme. Une initiative parlementaire déposée par la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national (CEATE-CN), qui avait pour objet une telle modification de la Constitution, a été rejetée par la même commission le 18 novembre 2003.

Demandes du groupe de travail et implications financières

Le groupe de travail demande que les mesures suivantes soient prises:

- Application des standards définis pour les documentations de sécurité et plans d'intervention futurs
- Analyse du risque sismique auquel sont exposés les biens culturels meubles d'importance nationale et internationale, en commençant par les objets situés dans les zones à haut risque sismique
- Création, auprès de l'EPF de Lausanne ou de Zurich ou de leurs centres d'expertise pour la conservation du patrimoine bâti, d'une unité de recherche sur les techniques d'assainissement parasismique des biens culturels
- Création d'un groupe de spécialistes PBC «Séismes et autres catastrophes naturelles» auprès de la Section PBC de l'OFPP (DDPS)
- Elaboration des bases juridiques qui font défaut pour la mise en œuvre de ces mesures. Rédaction préalable par le DETEC d'un rapport sur l'adaptation des ordonnances
- Dans le cadre de l'ordonnance concernant les dommages dus aux éléments naturels, examen de la possibilité d'assurer les biens culturels au niveau national

Mesures	Finances 2005 – 2008	Responsabilité	Moyens	
			act.	nouv.
Standards pour les documentations de sécurité		OFPP (PBC), OFC	X	
Analyse du risque sismique auquel sont exposés les biens culturels d'importance nationale et internationale	Fr. 100'000.–	OFEG		X
Unité de recherche auprès de l'EPFL, de l'EPFZ ou du centre d'expertise pour la conservation du patrimoine bâti (qui leur est rattaché)	Fr. 200'000.– par an	EPFL / EPFZ		X
Changement d'affectation d'abris		OFPP (infrastructure de protection/PBC)	X	
Création d'un groupe de spécialistes PBC pouvant intervenir en cas de séisme		OFPP (PBC)		X
Elaboration de la législation nécessaire		DETEC, DDPS, DFI		X
Apport d'une couverture d'assurance pour les dégâts dus aux séismes		OFAP		X

Implications financières et personnel

Les coûts d'évaluation de la sécurité parasismique des biens culturels d'importance nationale dans les zones de risque sismique 2, 3a et 3b, conformément à la norme SIA 261 (env. 100'000 francs par an), sont pris en charge par le budget de la Centrale de coordination pour la mitigation des séismes (OFEG). Le contrôle de la sécurité sismique dans le cadre de la restauration d'environ 25 objets par an est également inclus dans ce budget.

En ce qui concerne la recherche, il convient d'examiner les solutions envisageables avec l'EPFZ, l'EPFL ou le centre d'expertise pour la conservation du patrimoine bâti et de prévoir un budget de 200'000 francs par an pour cette unité de recherche à partir du 1^{er} janvier 2005 (voir p. 29). L'unité de recherche détiendra un poste de travail.

Le surcoût d'environ 200.000 francs par an pour d'autres activités dans le cadre des séismes et des biens culturels peut être compensé de manière interne par différents offices fédéraux (OFCL, OFC, OFPP, DDC) dans le cadre des activités en cours:

- Par l'OFPP (PBC) pour la standardisation des documentations de sécurité (voir p. 28)
- Par l'OFPP (PBC) pour les bases nécessaires à l'élaboration de plans de catastrophe et de plans d'intervention (voir p. 31)
- Par la DDC pour la création d'un groupe de spécialistes PBC «Séismes» (voir p. 31)

Glossaire

- **Aléa sismique**

Grandeur indiquant la fréquence à laquelle une certaine intensité sismique est atteinte ou dépassée à un endroit donné.

- **Assainissement parasismique**

Amélioration de la sécurité parasismique d'un bâtiment existant par des mesures constructives.

- **CCMS**

Centrale de coordination de la Confédération pour la mitigation des séismes, auprès de l'OFEG, 2501 Bienne.

- **DFI**

Département fédéral de l'intérieur, 3003 Berne.

- **Dimensionnement**

Détermination des dimensions, des matériaux de construction (et de leurs propriétés) et des détails constructifs d'une structure sur la base de considérations relatives à la construction et à l'exécution ainsi que de vérifications de calculs.

- **Dimensionnement parasismique**

Dimensionnement d'un bâtiment pour le séisme de dimensionnement.

- **DDPS**

Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports, 3003 Berne.

- **DFI**

Département fédéral de l'intérieur, 3003 Berne.

- **DETEC**

Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, 3003 Berne.

- **Echelle EMS ou échelle macrosismique européenne**

Echelle utilisée en Europe depuis 1998 pour la mesure de l'intensité d'un séisme. Elle comprend douze degrés (de I à XII). Elle remplace l'échelle MSK, nommée ainsi d'après Medvedev, Sponheuer et Karnik.

- **Ecorce terrestre**

Zone supérieure de la lithosphère (couche terrestre supérieure d'une épaisseur de 20 à 70 km sous les continents et d'environ 10 km sous les océans, composée de roches solides).

- **Effet de site**

Influence des spécificités locales du sol de fondation sur la sollicitation sismique pour le site de la structure considérée.

- **EPFL**

Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne.

- **EPFZ**

Ecole polytechnique fédérale de Zurich, 8092 Zurich.

- **Epicentre**

Point sur la surface terrestre situé au-dessus à la verticale du foyer d'un séisme.

- **Intensité**
Mesure d'un séisme à partir des répercussions constatées. L'échelle de mesure de l'intensité utilisée en Europe est l'échelle EMS.
- **Intensité de dimensionnement**
Intensité du séisme de dimensionnement.
- **Intensité épicentrale**
Intensité maximum d'un séisme. On la trouve à proximité de l'épicentre.
- **Lithosphère**
Ecorce supérieure de la terre d'une épaisseur d'environ 100 km. La surface terrestre se compose de plaques de différentes dimensions. Ces plaques se sont déplacées au fil de l'histoire terrestre et se déplacent encore aujourd'hui de quelques centimètres par an.
- **Macrosismique**
Description non instrumentale des répercussions d'un séisme.
- **Magnitude**
La magnitude est l'expression de l'énergie libérée par le foyer du tremblement de terre et est calculée à partir du mouvement maximal du sol. C'est l'échelle de Richter (échelle logarithmique) qui est généralement utilisée pour l'exprimer.
- **Normes SIA relatives aux structures porteuses**
Les normes SIA relatives aux structures porteuses contiennent les règles pour l'élaboration des projets, les méthodes de calcul et le dimensionnement des constructions. Il s'agit des normes suivantes: Norme SIA 260: Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, Norme SIA 261: Actions sur les structures porteuses, Norme SIA 262: Construction en béton, Norme SIA 263: Construction en acier, Norme SIA 264: Construction mixte acier-béton, Norme SIA 265: Construction en bois, Norme SIA 266: Construction en maçonnerie, Norme SIA 267: Géotechnique.
- **OFAP**
Office fédéral des assurances privées, 3003 Berne.
- **OFC**
Office fédéral de la culture, 3003 Berne.
- **OFEG**
Office fédéral des eaux et de la géologie, 2501 Bienne.
- **OFPP**
Office fédéral de la protection de la population, 3003 Berne.
- **PBC**
Protection des biens culturels (en général) et Section de la protection des biens culturels au sein de l'OFPP, 3003 Berne.
- **Période retour**
Sur une très longue période d'observations, durée au bout de laquelle un séisme d'une force donnée ou supérieure sera enregistré en moyenne une fois.
- **PLANAT**
Commission extraparlamentaire «Plate-forme, Dangers naturels», auprès de l'OFEG, 2501 Bienne.
- **Profondeur du foyer**
Profondeur d'un séisme (en kilomètres) sous la surface terrestre.
- **Protection parasismique**
Amélioration de la sécurité parasismique d'un bâtiment par des mesures constructives.

- **Risque sismique**

Le risque sismique est fonction de trois facteurs: l'aléa sismique, la vulnérabilité et la valeur à laquelle s'élèvent les dommages subis par les personnes et biens exposés. Il est indiqué en valeur annuelle.

- **Sécurité parasismique**

Garantie pour l'action sismique de la sécurité structurale et de l'aptitude au service ainsi que respect des mesures relatives à la conception et des mesures constructives, conformément aux normes SIA concernant les structures porteuses.

- **Sécurité structurale**

Compte tenu d'une fiabilité requise fixée, aptitude d'une structure porteuse et de ses éléments à garantir la stabilité d'ensemble ainsi qu'une résistance ultime suffisante (résistance à la fatigue incluse) face aux actions considérées.

- **Séisme de dimensionnement**

Séisme d'une force donnée, dont les répercussions servent de grandeurs de dimensionnement.

- **SGEB**

Société suisse du génie parasismique et de la dynamique des structures (groupe spécialisé de la SIA).

- **SIA**

Société suisse des ingénieurs et architectes, 8039 Zurich.

- **Sismicité**

Voir aléa sismique.

- **Sismologie**

La sismologie est la science traitant des séismes, de la génération et de la propagation des ondes sismiques dans le globe et à la surface parasismique d'un bâtiment par des mesures constructives.

- **SSS**

Service sismologique suisse, Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Hönggerberg, 8093 Zurich.

- **Structure porteuse**

Ensemble formé des éléments de construction et du sol de fondation nécessaire pour garantir l'équilibre et la conservation de la forme d'une construction.

- **Tectonique des plaques**

Théorie de la constitution de l'écorce terrestre, des forces et du mouvement qui modifient la structure.

- **Vulnérabilité**

Propension de bâtiments à subir des dégâts en fonction de la force du séisme.

- **Zone sismique**

Zone géographique caractérisée par un séisme de dimensionnement constant. D'après la norme SIA 261, la Suisse se divise en quatre zones sismiques.

Bibliographie

- Bachmann, Hugo:** Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten – Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden. Richtlinien des BWG, Bern 2002.
- Bachmann, Hugo:** Erdbebensicherung von Bauwerken. 2. Auflage, Birkhäuser Verlag, Basel 2002.
- Carmenati, Francesco:** Faktoren und Risikoanalyse sowie zu treffende vorsorgliche Schutzmassnahmen für mobile Kulturgüter in Archiven und Bibliotheken im Falle eines Erdbebens. Università degli Studi di Siena, Siena 2002.
- Commission fédérale des monuments historiques:** Erdbebensicherheit bei Baudenkmälern. Tec21 (Schweizer Ingenieur-Norm SIA 260: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2003.
- Deichmann, Nicolas und Fäh, Donat:** Das nächste Erdbeben kommt bestimmt. Presseartikel des Schweizerischen Erdbebendienstes ETH, erstellt im Auftrag der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB), 1999.
- Forum PBC 4/2004:** OFPP, Section PBC (éditeur), point fort: Séismes et biens culturels.
- Grünthal G., Musson R.M.W., Schwarz J., Stucchi M.:** European Macro-seismic Scale 1998 (EMS-98). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, vol. 15, Conseil de l'Europe, Luxembourg 1998.
- Inventaire suisse des biens culturels** d'importance nationale et régionale, Berne 1995.
- Knechtli, Peter:** Ein Erdbeben könnte Basel von der Landkarte verbannen. Online-Reports.ch, 1995.
- Koenig, Martin A.:** Geologische Katastrophen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt. Vulkane, Erdbeben, Bergstürze. Thun 1984.
- Münster, Sebastian:** Cosmographie, Basel 1545.
- Norm SIA 261:** Einwirkungen auf Tragwerke. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2003.
- Office fédéral de la protection de la population:** Section de la protection des biens culturels (éditeur): Forum PBC – Revue de la protection des biens culturels (paraît 1 à 2 fois par an). Berne 2001ss.
- Office fédéral de la protection de la population:** (éditeur): KATARISK, Berne 2003.
- Office fédéral de la protection de la population:** (éditeur): KATANOS – Catastrophes et situations d'urgence en Suisse, Berne 1995.
- Pfister, Franz:** Gutachten über den baulichen Zustand der Kirche (Pfarrkirche Sarnen) nach dem Erdbeben vom 17. Februar 1964.
- Robinson, Andrew:** Erdgewalten. Erdbeben, Unwetter und andere Katastrophen. Köln 1994.
- Sägesser R., Mayer-Rosa D.:** Erdbebengefährdung in der Schweiz. Schweizerische Bauzeitung, Nr. 7, Zürich 1978.
- Schneider J., Kölz E., Bürge M.:** Beurteilung der Erdbebensicherheit eidgenössischer Bauwerke. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel 2002.

- Service sismologique suisse:** Erdbebenkatalog der Schweiz (ECOS). SED, ETH Zürich 2002.
- Société suisse du génie parasismique et de la dynamique des structures (SGEB):** Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz. Dokumentation D 0150, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1998.
- Stadlin, Daniel:** Sicherstellungsdokumentation. KGS Guidelines Nr. 2, BABS, Fachbereich KGS, Bern 2005 (Stand der Arbeitsgruppe als Entwurf 2004 zur Verfügung).
- Strasser, Beat:** Sicherstellung und Erdbebenertüchtigung von Baudenkmälern. Anforderungen an Sicherstellungsdokumentationen vom 14. Mai 2003, Bern 2003.
- Weidmann, Markus:** Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst. Chur 2002.
- Wenk T., Dazio A., Hertelendy P., Zimmerli D:** Das Erdbeben in Italien vom 26. September 1997. Schweizer Ingenieur und Architekt. Vol. 115. Nr. 44, Zürich 1997.
- Wenk, T.:** Beurteilung der Erdbebensicherheit der Pfarrkirche St. Peter und Paul in Sarnen. Interner Bericht vom 27. November 2002 an das Bundesamt für Wasser und Geologie, Zürich 2002.
- Wenk, T.:** Beurteilung der Erdbebensicherheit der Kathedrale Saint-Nicolas in Fribourg. Interner Bericht vom 27. Januar 2003 an das Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Zürich 2003.
- Wenk T., Lestuzzi P.:** Erdbeben. Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Einwirkungen auf Tragwerke, Einführung in die Normen SIA 260 und 261. Dokumentation D 0181, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2003.

Formulaire de l'OFEG, étape 1

Office fédéral des eaux et de la géologie Centrale de coordination pour la mitigation des séismes

Recensement du risque sismique affectant les bâtiments Inventaire - Etape 1

Ouvrage: Code

Emplacement:

Conséquences possibles de l'effondrement du bâtiment:

Ensevelissement:

- ☐ Aucune répercussion
☐ Répercussions limitées
☐ Graves répercussions

Perte de fonction:

- ☐ Aucune fonction
☐ Transports publics
☐ Logistique
☐ Hôpital
☐ Communications
☐ Alimentation en énergie
☐ Unité de secours
☐

Classification en fonction des conséquences, ampleur des dommages:

Classe de fonction: AIF

- ☐ FK I 1
☐ FK II 2
☐ FK III 5

$$ADP = 0,1 \cdot \frac{\dots}{\dots} \cdot \frac{\dots}{24} \cdot \frac{\dots}{7} = \dots$$

$$ADS = \dots \quad AZPS = (ADS + ADP) \cdot AIF = \dots$$

Zone sismique, année du projet

	1	2	3a	3b	Terrain	WB
Zone sismique:					Bon	1
Année du projet: < 1970	3	6	15	30	Moyen	2
1970-1989	2	4	8	15	Mauvais	4
> 1989	1	1	1	1		

$$WEPB = WEP \cdot WB = \dots$$

Structure:

Contreventement en plan

	WG
Approprié	0
Inapproprié	2
Aucun	5

Contreventement en élévation WA

Continu	0
Discontinu	2
"Soft Storey"	5

Nature du contreventement

	WW
Noyau, parois	0
Cadres translatables	1
Treillis	2
Cadres avec paroi de remplissage	2-4
Système combiné	3

Contour de l'ouvrage

	WK
Compact	0
Anguleux ou allongé	1

Mode de construction, ductilité

	WD
Béton armé, acier, composite	0
Maçonnerie armée	2
Préfabriqué, bois	3
Maçonnerie, béton non armé	3 + n

Fondation

	WF
Toute la surface	0
Isolée	1

$$WBAU = (1 + WG + WA + WW + WK + WD + WF) = \dots$$

Observations:

$$WZ = WEPB \cdot WBAU = \dots$$

$$RZPS = AZPS \cdot WZ = \dots$$

Evaluation basée sur:

- ☐ Vision locale
☐ Plans
☐ Photos

Levé effectué par:

Date:

Sceau:

Signatures:

Adaptation

Formulaire de l'OFEG, étape 1

Recensement du risque sismique affectant des édifices religieux historiques

Inventaire - Etape 1

Ouvrage.....Pfarrkirche St. Peter und Paul.....Code.....

Emplacement...Sarnen OW.....

Documents.....Contact.....

Importance du bien culturel.....

Classement en fonction de l'ampleur des dommages:

$$ADP = 0,1 \cdot 300 \cdot 1 / 24 \cdot 1 / 7 = 1$$

$$ADS = 17$$

$$AZPS = (ADS + ADP) = 18$$

Zone sismique, année du projet	WEP				Sol de fondation	WB
Zone sismique:	1	2	3a	3b	Bon	1
Année du projet : < 1970	3	6	15	30	Moyen	2
1970 - 1989	2	4	8	15	Mauvais	4
> 1989	1	1	1	1		

$$WEPB = WEP \cdot WB = 24$$

Structure:

Contreventement en plan	WG	Tours, pinacles	WT
Approprié	0	Aucun	0
Inapproprié	2	Compacts	2
Aucun	5	Élancés	5
Voûtes	WE	Contour de l'ouvrage	WK
Aucune	0	Compact	0
Avec tirants	2	Anguleux ou allongé	1
Sans tirants	3		
Particulièrement élancées	4		
Mode de construction	WU	Fondation	WF
Maçonnerie en:		Toute la surface	0
- pierres naturelles	2 + n	Isolée	1
- briques	3 + n		
- moellons	4 + n 4+3=7		
Bois, y compris colombage	3		

$$WBAU = (1 + \frac{0}{1} WG + \frac{2}{1} WT + \frac{2}{1} WE + \frac{0}{1} WK + \frac{7}{1} WU + \frac{1}{1} WF) = 13$$

Observations:..... WZ = WEPB • WBAU = 312

..... RZPS = AZPS • WZ = 5616

.....

Séismes historiques: 1964 Intensité: VII Degré d'endommagement: 2

Date: 11.11.03 Nom: Wenk

Liste des séismes historiques d'intensité VI ou supérieure, survenus en Suisse

Année	Mois	Jour	Coord. Y	Coord. X	Localité	Magnitude (Mw)	Intensité épicentrale (Io)
250	0	0	619694	261060	Kaiseraugst (Augusta Raurica)	6,9	IX
1295	9	4	760103	183856	Churwalden	6,5	VIII
1356	10	18	612148	266599	Basel	6,2	VII – VIII
1356	10	18	612167	257371	Basel	6,9	IX
1416	7	21	611393	267710	Basel	4,2	VI
1428	12	13	612152	264709	Basel	5,0	VII
1498	9	3	599567	149854	Zweissimmen	4,2	VI
1504	3	0	810074	184665	Ardez	5,0	VII
1524	4	0	586999	124300	Ardon	6,4	VIII
1569	8	6	611319	267265	Basel	4,7	VI
1572	6	1	611393	267710	Basel	5,0	VII
1584	3	11	563683	131399	Aigle	6,4	VII
1584	3	14	564675	129948	Aigle	4,7	VI
1593	11	15	548919	205658	Neuchâtel	4,2	VI
1601	9	18	670179	196956	Unterwalden	6,2	VII
1610	11	29	611393	267710	Basel	5,0	VII
1622	8	3	812969	189216	Ftan	5,0	VII
1650	9	21	606879	266591	Basel	5,6	VI
1685	3	8	614749	125416	Ober-Wallis	6,1	VI
1720	12	20	749973	265154	Arbon	4,6	VI
1721	7	3	612166	257704	Aesch	5,3	VI
1729	1	13	614655	164324	Frutigen	5,6	VI
1736	6	12	613672	258819	Aesch	5,5	VI
1754	9	19	580821	120982	Haut de Cry, Daillon	4,7	VI
1755	12	9	641695	129988	Brig, Naters	6,1	VIII
1770	3	20	580370	147997	Château-d'Oex	5,7	VI
1771	8	11	740053	270471	Niedersommeri	5,4	VI
1774	9	10	693912	189499	Altdorf	5,9	VII
1775	1	23	684760	189362	Uri-Rotstock, Altdorf	4,7	VI
1777	2	7	664872	194673	Wisserlen, Kerns	5,1	VII
1777	3	25	661119	189074	Sachselsn	4,2	VI
1777	3	27	661824	194640	Sarnen	4,2	VI
1785	11	18	807444	172337	Zernezh	4,7	VI
1795	12	6	749891	229562	Wildhaus	5,3	VII
1796	4	20	749891	229562	Grabs	5,3	VII
1835	10	29	739668	254892	Abtwil	4,6	VI
1837	1	24	640696	129648	Birgisch	5,7	VII
1846	8	17	534646	180227	Method, Yverdon-les-Bains	5,5	VI
1855	7	25	631735	119923	Törbel	6,4	VIII
1855	7	26	634050	119935	Stalden, Visp	5,6	VII
1855	7	26	629421	119911	Stalden, Visp	5,2	VI

Année	Mois	Jour	Coord. Y	Coord. X	Localité	Magnitude (Mw)	Intensité épicentrale (Io)
1855	7	28	629410	122134	Stalden, Visp	5,2	VII
1855	8	24	634037	122158	Stalden, Visp	5,4	VI
1855	10	28	636891	122175	Stalden, Visp	4,8	VI
1855	11	6	637135	119953	Stalden	4,9	VI
1857	8	27	814654	184827	Tarasp-Funtana	4,6	VI
1867	12	10	587184	209899	Bargen, Aarberg	4,0	VI
1876	4	2	562837	205554	Neuchâtel	4,5	VI
1876	5	7	528213	172518	Orbe	4,3	VI
1877	5	2	706965	239754	Hinwil	4,4	VI
1880	7	4	627883	118792	Embd	5,2	VI
1880	9	19	580491	185126	Fribourg	4,2	VI
1880	9	21	580491	185126	Fribourg	4,5	VI
1881	1	27	604676	194323	Bern	5,0	VII
1881	11	18	750119	229568	Gams	5,0	VI
1885	4	13	595504	157638	Zweisimmen	5,0	VI
1898	2	22	535980	183547	Ste-Croix, Yverdon	4,6	VI
1898	5	6	618494	160999	Kandersteg	4,8	VII
1898	6	14	756412	220833	Sevelen, Buchs	4,4	VI
1905	4	29	558338	104420	Lac d'Emosson	5,7	VII – VIII
1905	12	25	755792	186342	Domat/Ems	4,8	VI
1905	12	26	751779	194023	Tamins	5,1	VI
1910	5	26	602365	258804	Metzerlen	4,8	VI
1915	8	25	570718	105459	Martigny	4,9	VI
1917	12	9	779842	148091	Silvaplana	5,0	VI
1924	4	15	640170	127754	Brig	5,5	VI
1925	1	8	519860	177071	Ballaigues	5,0	VI
1929	3	1	545069	175675	Bioley-Magnoux	5,3	VII
1933	8	12	551120	167840	Moudon	5,0	VII
1946	1	25	597025	133180	Ayent	6,1	VIII
1946	1	26	599334	125398	Ayent	5,2	VI
1946	5	30	598332	127622	Ayent	6,0	VII
1954	5	19	590084	125406	Mayens de My, Daillon	5,4	VI
1960	3	23	644735	135568	Brig	5,3	VIII
1964	2	17	663139	192764	Flüeli	5,0	VII
1964	3	14	666970	191027	Alpnach	5,7	VII
1971	9	29	719967	194968	Vorstegstock, Linthal	5,1	VI
1991	11	20	759611	177657	Vaz	4,6	VI

Source: ECOS – SSS 2003, années 250 à 2000

Illustrations

- Illustration 1:** Eidg. Archiv für Denkmalpflege
- Illustration 2:** T. Wenk, Zürich
- Illustration 3:** P. Smith NAZ, Zürich
- Illustration 4:** ECOS-SED, Zürich
- Illustration 5:** Universitätsbibliothek, Basel
- Illustration 6:** SED Zürich, Lithografie de Christian Heusser, 1865 (in: Anton Gattlen: Druckgrafische Ortsansichten des Wallis, Bd. 2, Nr. 2464)
- Illustration 7:** Fotopress, Zürich
- Illustration 8:** G. Croci, Rom
- Illustration 9:** Foto Reinhard, Sachseln
- Illustration 10:** Landesarchiv, Glarus
- Illustration 11:** Kant. Denkmalpflege Zug, D. Stadlin
- Illustration 12:** Kant. Denkmalpflege Zug, A. Ottiger

Présentation des membres du groupe de travail



Dr Hans Laupper (présidence)

Archiviste et bibliothécaire du canton de Glaris, membre du Comité suisse pour la protection des biens culturels
hans.laupper@gl.ch



Rino Büchel

Chef de la Section de la protection des biens culturels (PBC), Office fédéral de la protection de la population
rino.buechel@babs.admin.ch



Dr Olivier Lateltin

Chef de la Section des risques géologiques, Office fédéral des eaux et de la géologie
olivier.lateltin@bwg.admin.ch



Dr Pierino Lestuzzi

Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne (EPFL)
pierino.lestuzzi@epfl.ch



Hans Schüpbach

PBC, Information et relations internationales, Office fédéral de la protection de la population
hans.schuepbach@babs.admin.ch



Stefan Thurnherr

Managing Director,
VZ Insurance Services AG, Zurich
stefan.thurnherr@vzis.ch



Dr Thomas Wenk

Wenk Erdbeningenieurwesen und Baudynamik GmbH, Zurich
wenk@member-sia.ch



Ivo Zemp

Office fédéral de la culture, membre du Comité suisse pour la protection des biens culturels
ivo.zemp@bak.admin.ch

Jusqu'en 2002: Prof. Eugen Bruehwiler, Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne (EPFL)
Jusqu'en 2003: Cécile Gagnebin-Bang, restauratrice, membre du Comité suisse pour la protection des biens culturels



