



Détermination de l'habitabilité  
des bâtiments résidentiels

# Manuel pour l'évaluation des bâtiments après un tremblement de terre



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de la protection de la population OFPP

## Impressum

### Editeurs

Office fédéral de la protection de la population (OFPP)  
Monbijoustrasse 51 A, 3003 Berne  
Tél.: 031 322 50 11  
www.protopop.ch

Association des établissements cantonaux d'assurance  
incendie (AEAI)  
Bundesgasse 20, 3001 Berne  
Tél.: 031 320 22 22  
www.vkf.ch

Association Suisse d'Assurances (ASA)  
C. F. Meyer-Strasse 14, 8022 Zurich  
Tél.: 044 208 28 28  
www.svv.ch

### Tirage

800 d / 300 f / 100 i

### Citation

Manuel pour l'évaluation des bâtiments après un tremblement de terre  
Office fédéral de la protection de la population (OFPP),  
Association des établissements cantonaux d'assurance  
incendie (AEAI) et Association Suisse d'Assurances (ASA)  
(édit.), Berne, 2010.

### Photos

Grünthal, G. and Levret, A. (eds.): L'Echelle Macrosismique  
Européenne.  
Cahiers du centre Européen de Géodynamique  
et de Séismologie, Volume 19, Luxembourg, 2001.

Conception parasismique des bâtiments – Principes de base  
à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrage  
et autorités. Hugo Bachmann, Richtlinien des BWG – Direc-  
tives de l'OFEG – Directive dell'UFAEG, Berne, 2002

Dazio, Beyer, Braune, Fritsche, Mittaz:  
Das Mw = 6.3 Erdbeben von L'Aquila am 6. April 2009  
Bericht der SGEB Erkundungsmission vom 15. – 18. April 2009  
SGEB, Zürich, August 2009

### Adresse de commande:

Office fédéral de la protection de la population OFFP  
forschung@babs.admin.ch

Septembre 2010

### Auteurs

Jost A. Studer, Dr sc. techn.  
Studer Engineering, Zurich

Martin Jordi  
Association des établissements cantonaux d'assurance  
incendie (AEAI), Berne

Dr Oliver Lateltin  
Association des établissements cantonaux d'incendie  
(AEAI), Berne

Christoph Werner  
Office fédéral de la protection de la population (OFPP),  
Berne

### Commission de suivi

Hanspeter Bieri  
Bâloise Assurances, Bâle

Dr Peter J. Blumer  
Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments de Bâle-  
Ville, Bâle

Friederike Braune  
Office fédéral de l'environnement (OFEV), Ittigen

Dr Donat Fäh  
Service sismologique suisse SSS/EPFZ, Zurich

Jörg Meyer  
Bâloise Assurances, Bâle

Stefano Villa  
Aide militaire d'urgence, Berne

Dr Thomas Wenk  
Société suisse du génie parasismique et de la dynamique  
des structures (SGEB), Zurich

## Bibliographie

### EMS 98

Grünthal, G. and Levret, A. (eds.): L'Echelle Macrosismique  
Européenne.  
Cahiers du centre Européen de Géodynamique  
et de Séismologie, Volume 19, Luxembourg, 2001.

### Rapid Assessment

Rapid Assessment – Schnelle Analyse komplexer Schaden-  
gebiete, Etat-major de conduite de l'armée Département  
fédéral de la défense, de la protection de la population et  
des sports (DDPS), Berne, 2009 (en allemand)

### ATC-20-1

Field manual: post earthquake safety evaluation of buildings,  
2nd edition, Applied Technology council, USA

## 4 Exposé du problème

## 5 Gestion d'un tremblement de terre

**Phase préalable: Estimation de l'ampleur des destructions**

**Phase 1: Localisation et sauvetage**

**Phase 2: Détermination de l'habitabilité**

**Phase 3: Evaluation des dommages**

## 6 Procédure suivie pour la phase 2

**Tâche et objectif**

**Compétences**

**Temps imparti**

**Exécution**

## 7 Détermination de l'habitabilité

**Subdivision selon le degré de dommage**

**Classification des bâtiments selon le système des feux de signalisation**

**Catégorie «verte»**

**Catégorie «jaune»**

**Catégorie «rouge»**

## 8-23 Annexe

8-11 **Annexe 1: Liste de contrôle de l'habitabilité**

12-14 **Annexe 2: Affiches vert/jaune/rouge pour le marquage des bâtiments**

15 **Annexe 3: Degrés de dommage aux bâtiments en maçonnerie ou béton armé**

16-20 **Annexe 4: Photos de degrés de dégâts et de dommages possibles (exemples)**

21 **Glossaire / Explications**

22-23 **Liste de contrôle de la terminologie technique**

# Exposé du problème

**Un séisme de grande ampleur en Suisse endommagerait des constructions et des infrastructures sur un vaste périmètre. Ces dommages auraient notamment des conséquences importantes sur l'habitabilité des bâtiments résidentiels. Il faudrait dans un tel cas procéder au plus vite à leur évaluation afin d'autoriser ou d'interdire d'y habiter.**

Phase	Tâche	Responsables	Exécutants	Support
Phase préalable	Observations pendant le séisme	Service Sismologique SSS	Population Non-spécialistes	Formulaires SSS Réseau d'observation numérique SSS
Phase 1	Localisation et sauvetage	Organe de conduite	Sapeurs-Pompiers Protection civile	Liste de contrôle
Phase 2	Détermination de l'habitabilité	Organe de conduite	Professionnels du bâtiment	Visite Manuel
Phase 3	Evaluation détaillée des dommages	Assurances	Spécialistes du bâtiment	Visite Calculs

Les évaluations menées lors des différentes phases requièrent des qualifications techniques diverses. Elles doivent être effectuées indépendamment les unes des autres, aussi bien dans le temps que s'agissant du personnel appelé.

Dans la mesure du possible, les résultats des phases préalables doivent fournir des informations de base pour l'évaluation subséquente. La complexité croît nettement à chaque phase.

# Gestion d'un tremblement de terre

La gestion d'un tremblement de terre permet de distinguer quatre phases relatives aux dommages causés aux bâtiments, à savoir:

la phase préalable «Estimation de l'ampleur des destructions»,  
la phase 1 «Localisation et sauvetage»,  
la phase 2 «Détermination de l'habitabilité» et  
la phase 3 «Evaluation des dommages».  
Certaines de ces phases se chevauchent dans le temps.

## Phase préalable: Estimation de l'ampleur des destructions

L'objectif est de se faire rapidement une première idée de l'étendue des dommages et de différencier de cette manière les secteurs présumés avec des dommages majeurs des secteurs dans lesquels de faibles dégâts sont attendus.

Grâce à son réseau d'observation, le Service sismologique suisse (SSS) détermine en quelques minutes la puissance (magnitude) et l'épicentre du séisme. Ces informations sont transmises avec une première carte de l'intensité possible des secousses (EMS 98) découlant de modélisations à la Centrale nationale d'alarme (CENAL) de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) et à d'autres services. Ces données sont également publiées sur le site web du SSS ([www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch)). La CENAL informe les états-majors de conduite des cantons.

La population peut également remplir un questionnaire sur les séismes sur le site web du SSS cité plus haut. Le Service sismologique suisse utilise ces données pour compléter la carte sur les conséquences d'un séisme.

*Période: juste après le séisme.*

## Phase 1: Localisation et sauvetage

La localisation et le sauvetage relèvent de la compétence des forces d'intervention (sapeurs-pompiers, services sanitaires, protection civile et, subsidiairement, armée). Ces travaux ont la priorité sur tous les autres.

Les activités des forces d'intervention se concentrent sur les constructions partiellement ou totalement effondrées. Les zones dangereuses à proximité de ces bâtiments sont bouclées. La documentation *Rapid Assessment – Schnelle Analyse komplexer Schadensgebiete* (Etat-major de conduite de l'armée, 24.8.2009) peut être utilisée comme référence pour cette phase.

*Période: trois à cinq jours après le séisme.*

## Phase 2: Détermination de l'habitabilité

L'objectif est la détermination rapide de l'habitabilité de bâtiments résidentiels. Le présent manuel fait office de support méthodologique pour cette phase.

*Période: de plusieurs jours à semaines après le séisme.*

## Phase 3: Evaluation des dommages

Les dommages subis par le bâtiment font l'objet d'une analyse détaillée par des professionnels de la construction. Ceux-ci procèdent à des visites lors desquelles des éléments structuraux sont dégagés et ainsi qu'à des analyses poussées.

Le résultat de cette phase sert de préparation à la remise en état, et aussi plus particulièrement de base aux propriétaires immobiliers et aux assurances afin de régler les sinistres le plus rapidement possible.

*Période: des semaines et des mois après le séisme.*

# Procédure suivie pour la phase 2

**Le présent manuel se centre sur la phase 2, plus précisément la détermination de l'habitabilité de bâtiments résidentiels. L'évaluation de l'habitabilité est cruciale notamment pour recenser le nombre des logements d'urgence nécessaires.**

## Tâche et objectif

Le manuel convient notamment pour évaluer les dommages causés aux bâtiments résidentiels ayant une structure simple, plus précisément des villas familiales ou des maisons d'habitation comptant quelques logements. Il ne permet pas d'évaluer des bâtiments aux structures plus complexes comme les grands immeubles locatifs.

La liste de contrôle de l'habitabilité est l'élément clé de l'évaluation des bâtiments (annexe 1).

## Compétences

L'organe de conduite compétent joue le rôle central pour l'accomplissement des tâches de la phase 2:

- Avant l'événement: formation et détermination de l'indemnisation des professionnels de la construction effectuant l'évaluation, mise à disposition des listes de contrôle et des moyens auxiliaires nécessaires comme le ruban interdisant l'accès à la zone, etc.
- Juste après l'événement: organisation et encadrement des équipes d'évaluation, transmission des informations nécessaires.
- Après l'événement: traitement / archivage adéquat des listes de contrôle, organisation de l'autorisation d'accès aux bâtiments de la catégorie jaune.

## Temps imparti

L'évaluation de l'habitabilité de bâtiments d'habitation fondée sur le système des feux de signalisation doit prendre une heure au plus pour un bâtiment moyen (de trois à six logements).

## Exécution

Dans les premiers jours suivant un séisme, les experts de la construction seront fortement sollicités pour évaluer les dommages subis par des infrastructures critiques comme les hôpitaux. Ils auront par conséquent peu de temps à consacrer à des bâtiments résidentiels. Pour ce type d'évaluations, il faudra donc s'adresser à des professionnels de la construction (maîtres d'Etat).

Les questions juridiques (responsabilités) ne sont pas traitées dans le présent manuel.



# Annexe 1: Liste de contrôle de l'habitabilité

Une seule réponse possible!  Plusieurs réponses possibles

## Situation / Objet

Propriétaire	Photo n°
Rue	Numéro
Commune	NPA
District	Canton
Nombre de logements concernés	Nombre d'habitants

## Année de construction

avant 1900  entre 1900 et 1970  entre 1970 et 1990  après 1990

## Affectation

Logements <input type="checkbox"/>	Ecole <input type="checkbox"/>	Bât. forces d'intervention <input type="checkbox"/>
Bureaux <input type="checkbox"/>	Centre commercial <input type="checkbox"/>	Bâtiment historique <input type="checkbox"/>
Entrepôts <input type="checkbox"/>	Bâtiment administratif <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/>
Bâtiment vide <input type="checkbox"/>	Hôpital <input type="checkbox"/>	

## Niveaux au-dessus du sol

1 à 2  3 à 4  5 à 6  7 à 10  plus de 10

## Niveaux souterrains

aucun  inconnu  1 à 2  3 ou plus

## Système porteur / Type de construction

Maçonnerie / planchers avec poutres en bois <input type="checkbox"/>	Cadre en béton armé <input type="checkbox"/>	Construction en bois <input type="checkbox"/>
Maçonnerie / Dalles en béton <input type="checkbox"/>	Cadres métallique <input type="checkbox"/>	Pierres naturelles <input type="checkbox"/>
Ossature avec parois porteuses en béton armé <input type="checkbox"/>	Contreventements métalliques <input type="checkbox"/>	Inconnu <input type="checkbox"/>
Construction mixte (dalles) <input type="checkbox"/>	Construction mixte (parois) <input type="checkbox"/>	

Etat de conservation	bon <input type="radio"/>	mauvais <input type="radio"/>
Configuration en élévation régulière	oui <input type="radio"/>	non <input type="radio"/>
Configuration en plan régulière	oui <input type="radio"/>	non <input type="radio"/>
Etage souple	oui <input type="radio"/>	non <input type="radio"/>
Colonnes courtes	oui <input type="radio"/>	non <input type="radio"/>
Ancrages de maçonnerie présents	oui <input type="radio"/>	non <input type="radio"/>
Bâtiment d'angle / en bout de rangée	oui <input type="radio"/>	non <input type="radio"/>





### Dommages aux installations du bâtiment

Dégâts	Mesures
Branchement défectueux de l'alimentation en eau (invasion d'eau)	Informer approvisionnement en eau
Branchement défectueux de l'alimentation en gaz (odeur de gaz)	Informer approvisionnement en gaz
Installations de combustion défectueuses (cheminée, poêles)	
Conduites électriques arrachées / dénudées	

### Mesures de sécurité

aucune mesure nécessaire     mesures nécessaires     mesures nécessaires d'urgence

### Genre des mesures de sécurité


### Evaluation globale

Si un point doit être jugé jaune ou rouge dans l'appréciation des dommages ci-dessus, tout le bâtiment doit être évalué jaune ou rouge.

vert <input type="radio"/>	jaune <input type="radio"/>	rouge <input type="radio"/>
Utilisation permise aux personnes habilitées	Accès autorisé de façon limitée seulement	Accès interdit

### Evaluateurs

(Personnes ayant évalué le bâtiment)

### Personne donnant accès au bâtiment

(propriétaire du bâtiment)

Noms \_\_\_\_\_

Lieu / Date / Heure \_\_\_\_\_

Signatures \_\_\_\_\_

# Annexe 2: Affiches vert/jaune/rouge pour le marquage des bâtiments

## Utilisation autorisée aux personnes habilitées!

Ce bâtiment a fait l'objet d'une évaluation visuelle et aucun problème apparent n'y a été décelé.

évalué de l'extérieur seulement

évalué de l'intérieur et de l'extérieur

Les éventuels problèmes de sécurité doivent être annoncés à l'organe de conduite!

Remarques des évaluateurs:

---

---

---

---

---

---

---

---

Adresse du bâtiment:

---

---

---

---

---

---

---

---

Date:

Heure:

**A T T E N T I O N !**

**Des répliques ultérieures à l'inspection peuvent amoindrir la sécurité du bâtiment.**

L'évaluation a eu lieu sur mandat de l'organe de conduite de:

---

---

---

---

---

---

---

---

Noms des évaluateurs:

---

---

---

---

---

---

---

---

Signatures:

---

---

---

---

---

---

---

---

**Il est interdit de modifier cette affiche, d'y coller quoi que ce soit ou de l'enlever sans l'autorisation de l'organe de conduite!**

# Accès limité!

Ce bâtiment a été évalué et les problèmes suivants ont été relevés:

---



---



---



---

Accès avec l'autorisation de l'organe de conduite, avec les restrictions suivantes:

- il est interdit d'accéder aux secteurs suivants:
- accès de brève durée pour mise en lieu sûr d'objets de valeur
- autres restrictions:

Adresse du bâtiment:

---



---

Date:

---

Heure:

---

## ATTENTION!

Des répliques ultérieures à l'inspection peuvent amoindrir la sécurité du bâtiment.

L'évaluation a eu lieu sur mandat de l'organe de conduite de:

---



---

Noms des évaluateurs:

---



---

Signatures:

---



---

**Il est interdit de modifier cette affiche, d'y coller quoi que ce soit ou de l'enlever sans l'autorisation de l'organe de conduite!**

# Accès interdit!

(cette affiche n'autorise pas la démolition)

Ce bâtiment a été évalué et classé comme dangereux. Les problèmes suivants ont été relevés

Date:

Heure:

L'évaluation a été menée sur mandat de l'organe de conduite de:

Accès permis uniquement avec l'autorisation spéciale écrite de l'organe de conduite.

Noms des évaluateurs:

Adresse du bâtiment:

Signatures

**Il est interdit de modifier cette affiche, d'y coller quoi que ce soit ou de l'enlever sans l'autorisation de l'organe de conduite!**

# Annexe 3: Degrés de dommage aux bâtiments en maçonnerie ou béton armé selon l'EMS 98



## Classification des dommages aux bâtiments en maçonnerie

**Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structural, légers dégâts non structuraux)** Fissures capillaires dans très peu de murs. Chute de petits débris de plâtre uniquement. Dans de rares cas, chute de pierres descellées provenant des parties supérieures des bâtiments.



**Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés)** Fissures dans de nombreux murs. Chute de grands morceaux de plâtre. Effondrement partiel des cheminées.



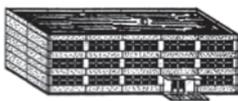
**Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants)** Fissures importantes dans la plupart des murs. Fractures des cheminées à la jonction avec le toit; défaillance d'éléments non structuraux séparés (cloisons, murs pignons).



**Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants)** Défaillance sérieuse des murs; défaillance structurale partielle des toits et des planchers.

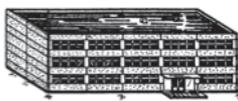


**Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants)** Effondrement total ou presque total.



## Classification des dommages aux bâtiments en béton armé

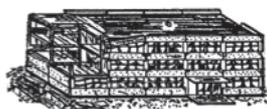
**Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structural, légers dégâts non structuraux)** Fissures fines dans le plâtre sur l'ossature ou sur les murs inférieurs. Fissures fines dans les cloisons et les remplissages.



**Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés)** Fissures dans les colonnes et les poutres et dans les murs porteurs. Fissures dans les cloisons et les murs de remplissage; chute des revêtements friables et du plâtre. Chute du mortier aux jonctions entre panneaux et murs.



**Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants)** Fissures dans les poteaux et dans les nœuds à la base de l'ossature et aux extrémités des linteaux des murs avec des ouvertures. Ecaillage du revêtement de béton, flambement des barres d'armature longitudinale. Fissures importantes dans les cloisons et les murs de remplissage, défaillance de certains panneaux de remplissage.



**Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants)** Fissures importantes dans les éléments structuraux avec défaillance en compression du béton et rupture des barres à haute adhérence; perte de l'adhérence barres-béton; basculement des poteaux. Eroulement de quelques poteaux ou d'un étage supérieur.



**Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants)** Effondrement total du rez-de-chaussée ou de parties de bâtiments.

# Annexe 4: Photos de degrés de dégâts et de dommages possibles (exemples)



**Photo 1**  
Fissures superficielles, plâtre écaillé, concerne peu de parois: *DD 1*



**Photo 2**  
Cheminée endommagée: *DD 1*



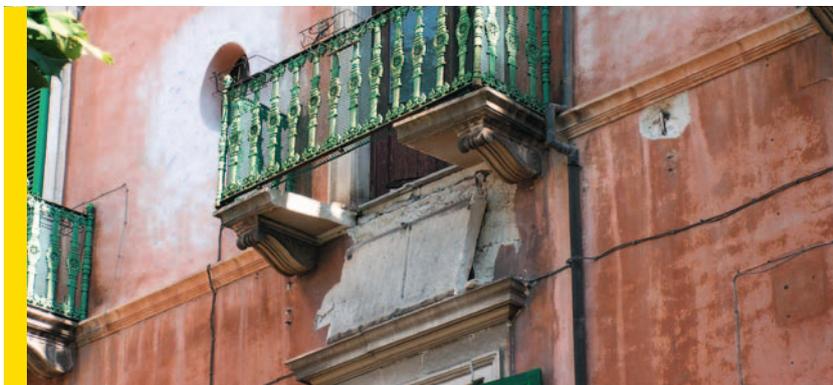
**Photo 3**  
Chute d'éléments de façade, autre chute possible en cas de réplique: *DD 2*

**Photo 4**

Chute de mur pignon (non porteur), autre chute possible en cas de réplique, boucler les alentours: [DD2](#)

**Photo 5**

Tassement de la toiture, déplacement et chute de tuiles: [DD2](#)

**Photo 6**

Balcon détruit, autres chutes possibles en cas de réplique: [DD2](#)

**Photo 7**

Fissures dans de nombreux murs, écaillage important du crépi: [DD2](#)

**Photo 8**Fissures ouvertes et traversantes: *DD3***Photo 9**Pan de mur effondré: *DD3***Photo 10**Mur pignons détruit (endommagement important d'un élément non porteur): *DD3***Photo 11**Eclatement du béton, armature déformée, concerne peu de colonnes: *DD3***Photo 12**Déformation plastique de l'armature: *DD3*

**Photo 13**

Fissures ouvertes et traversantes, concerne nombreux murs: *DD3*

**Photo 14**

Fissures ouvertes et traversantes, boucler les alentours, murs désolidarisés au niveau de la toiture: *DD4*

**Photo 15**

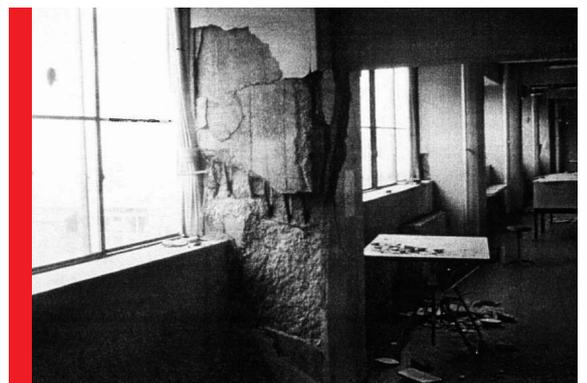
Murs désolidarisés aux angles, concerne nombreuses parois: *DD4*

**Photo 16**

Armature mise à nu, concerne nombreuses colonnes: *DD4*

**Photo 17**

Nombreux pans de murs porteurs détruits, Effondrement partiel de la toiture et de planchers: *DD4*

**Photo 18**

Déformations plastiques des colonnes, concerne nombreuses colonnes: *DD4*

**Photo 19**

Maçonnerie partiellement effondrée et fortement fissurée: [DD4](#)

**Photo 20**

Majorité des parois de rez avec éclatement important du béton, armature déformée: [DD4](#)

**Photo 21**

Colonnes détruites, armature déformée: [DD3](#)

**Photo 22**

Armature mise à nu, éclatement important du béton: [DD4](#)

# Glossaire / Explications

## Connaissances de base des échelles de mesures sismiques

### *EMS 98*

L'échelle macrosismique européenne (EMS) sous-tend l'évaluation de l'intensité sismique des tremblements de terre. On la désigne également EMS 98. Elle comprend un manuel détaillé comportant des directives, des illustrations et des exemples d'application.

### *Intensité*

L'intensité est une mesure de l'effet du séisme à un endroit déterminé. L'intensité est mesurée à l'aide de l'échelle MSK. Celle-ci est indiquée en chiffres romains de I à XII.

### *Magnitude*

La magnitude est une mesure de l'énergie libérée pendant un séisme.

### *Degré de dommage*

Classification des bâtiments endommagés en cinq catégories (degré de dommage) en conformité avec l'échelle macrosismique européenne (cf. Annexe 3).

## Organisation

### *Professionnels de la construction*

Personnes au bénéfice d'une formation d'une école supérieure dans le domaine de la construction. Exemples: technicien ES, contremaître. Elles n'exécutent pas de calculs statiques dans leur activité professionnelle quotidienne.

### *Experts de la construction*

Personnes au bénéfice d'une formation d'une haute école dans le domaine de la construction. Exemple: ingénieur. Elles réalisent des calculs statiques dans leur activité professionnelle quotidienne.

### *Organe de conduite*

L'organe de conduite a la responsabilité de conduire et soutenir l'autorité dans la préparation des décisions nécessaires. Parmi ses tâches importantes, citons les suivantes:

- information de la population sur les menaces, les possibilités et les mesures de protection,
- alerte et transmission de l'alarme à la population et diffusion de consignes de comportement,
- conduite,
- coordination des préparatifs et des interventions des organisations partenaires du système coordonné de protection de la population.

### *Questions juridiques*

Dans le présent manuel, on entend essentiellement, par questions juridiques, la réglementation de la responsabilité et de la sécurité juridique pour les exécutants. Ces conditions générales ne sont pas réglées dans le manuel sur l'évaluation des bâtiments après un tremblement de terre.

# Liste de contrôle de la terminologie technique

## Liquéfaction du sol

Si elles subissent de fortes secousses, des couches de sol sablonneuses peu compactes et saturées d'eau peuvent perdre leur cohésion et se comporter momentanément comme un fluide.

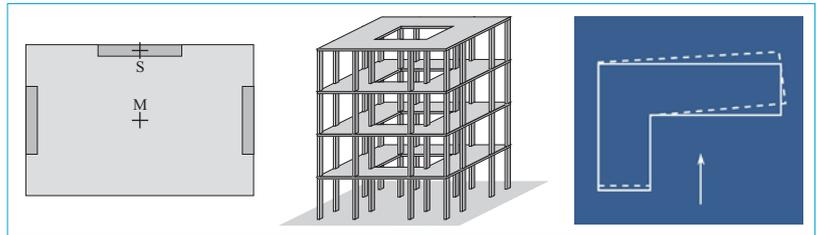
Des tassements importants et le renversement de bâtiments sont des conséquences typiques de la liquéfaction du sol.



## Configuration en plan régulière

Un bâtiment a une configuration régulière dans le plan lorsque:

- la répartition de la rigidité horizontale et de la masse est environ symétrique dans les deux directions orthogonales du bâtiment,
- la forme en plan du bâtiment est compacte (longueur cumulée des ouvertures et des parties saillantes inférieure à 25 % de la dimension extérieure du bâtiment dans la direction considérée),
- la rigidité des planchers dans leur plan est grande par rapport à la rigidité horizontale des éléments porteurs verticaux.

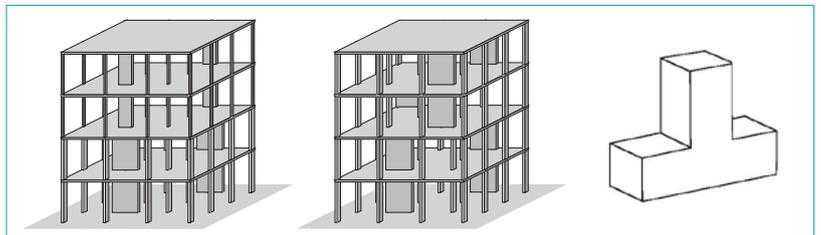


Exemples de configurations irrégulières en plan: distribution fortement asymétrique des éléments de contreventement, grandes ouvertures, forme non compacte.

## Configuration régulière en élévation

Un bâtiment est considéré comme régulier en élévation lorsque:

- les éléments servant à la stabilisation horizontale du bâtiment (noyaux, parois, cadres, treillis) sont continus de la fondation du bâtiment au sommet de la partie du bâtiment considérée.
- La rigidité horizontale, la résistance aux efforts horizontaux et la masse des différents étages sont constants sur la hauteur du bâtiment ou se réduisent régulièrement avec celle-ci sans changements brusques (exception: transition entre étages supérieurs et sous-sols).



Exemples de configurations irrégulières en élévation

### Etages souples («soft storey»)

Beaucoup d'effondrements sont causés par les étages souples. Les éléments de contreventement, par exemple les parois porteuses, présentes dans les étages supérieurs sont interrompues au niveau du rez-de-chaussée. Par ce fait, un rez-de-chaussée souple en direction horizontale est créé. Les colonnes ne sont pas en mesure de résister aux mouvements différentiels entre le sol et la partie supérieure du bâtiment sans endommagement. Les grandes déformations plastiques aux extrémités des colonnes mènent au redouté mécanisme de colonne et à l'effondrement de l'étage concerné, voir du bâtiment entier.

Un étage souple peut également se trouver dans les étages supérieurs. Le mécanisme de rupture et les conséquences sont les mêmes que pour le rez-de-chaussée souple.



Rez-de-chaussée souple

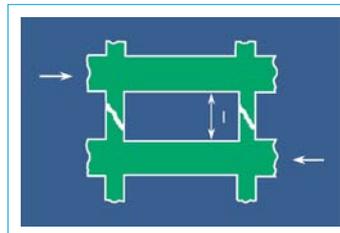
Mécanisme de colonne au rez

Etage supérieur souple

### Colonnes courtes

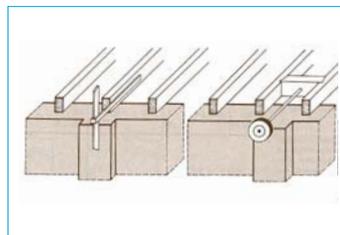
La rupture par cisaillement de colonnes courtes est une cause fréquente d'endommagement important ou d'effondrement de bâtiments lors de séismes.

Il s'agit de colonnes avec un faible élancement, c'est-à-dire une grande dimension horizontale par rapport à la hauteur libre. Celles-ci sont fréquemment encastées dans des poutres massives ou restreintes dans leur mouvement par l'agencement de parapets («colonnes raccourcies de manière non planifiée»).



### Ancrage de maçonnerie

Moyen d'assemblage en acier pour tenir des façades en maçonnerie par liaison avec d'autres murs en maçonnerie ou par liaison avec les planchers.





ASA | SVV

**Association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEA I**

**Association Suisse d'Assurances ASA**

88.028 f 10.2010 300 860249775