

## TECHNICIEN TERRITORIAL PRINCIPAL DE 2<sup>ème</sup> CLASSE

### Examen professionnel de promotion interne Examen professionnel d'avancement de grade

SESSION 2015

#### ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS

ÉPREUVE ÉCRITE :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.

Durée : 3 heures

Coefficient : 1

**SPÉCIALITÉ : BÂTIMENTS, GÉNIE CIVIL**

#### À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- ◆ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni votre numéro de convocation, ni signature ou paraphe.
- ◆ Aucune référence (nom de collectivité, nom de personne, ...) **autre que celles figurant le cas échéant sur le sujet ou dans le dossier** ne doit apparaître dans votre copie.
- ◆ Seul l'usage d'un stylo à encre soit noire, soit bleue est autorisé (bille non effaçable, plume ou feutre). L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou pour souligner, sera considérée comme un signe distinctif, de même que l'utilisation d'un surligneur.
- ◆ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ◆ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

**Ce sujet comprend 24 pages**

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend  
le nombre de pages indiqué**

*S'il est incomplet, en avertir le surveillant*

Vous êtes technicien territorial principal de 2<sup>ème</sup> classe au sein du service urbanisme de la commune de TECHNIVILLE qui compte 10 000 habitants. Cette commune est soumise au plan de prévention des risques sismiques.

Le Maire a pour projet de faire construire un ensemble de logements sociaux pavillonnaires (R + 1). Ces constructions seront édifiées dans une zone de sismicité moyenne (niveau II).

Dans un premier temps, afin de respecter la réglementation parasismique en vigueur, le Directeur Général des Services Techniques vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur la construction parasismique.

**10 points**

Dans un deuxième temps, compte tenu de votre expertise en la matière, il vous demande de formuler un certain nombre de préconisations d'ordre pratique afin de fiabiliser la construction de ce projet dans votre commune et de limiter l'impact en cas de réalisation du risque sismique.

**10 points**

*Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.*

#### **Liste des documents :**

- Document 1 :** « Vous allez construire en zone sismique ? » – *Direction Départementale de l'équipement des Hautes Pyrénées* – Août 2004 – 4 pages.
- Document 2 :** « Comprendre le risque sismique » (fiche pratique) – Martine Kis – *Le courrier des Maires et des élus locaux* – 1<sup>er</sup> juin 2011 – 4 pages.
- Document 3 :** « Les règles de construction parasismique » (extrait) – *www.prim.net* – Mai 2011 – 2 pages.
- Document 4 :** « La terre tremble !!! » – *Institut des risques majeurs* – Mai 2014 – 2 pages.
- Document 5 :** « Conception parasismique des bâtiments – Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrages et autorités » (extrait) – Professeur Hugo Bachmann – *Directives de l'Office Fédéral des Eaux et de la Géologie* – 2002 – 6 pages.
- Document 6 :** « Nouvelle réglementation parasismique applicable au 1<sup>er</sup> mai » – *Le Moniteur.fr* – 29 avril 2011 – 2 pages.
- Document 7 :** « L'après Plan Séisme : quelle politique de prévention du risque sismique en France ? » – Bureau de Recherches Géologiques et Minières – *www.planséisme.fr* – 9 octobre 2013 – 2 pages.

#### **Documents reproduits avec l'autorisation du CFC**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*

## Maîtres d'ouvrage

La réglementation parasismique est trop peu ou mal appliquée en France. Or, une partie des Hautes-Pyrénées est soumise au risque le plus fort présent en métropole (zone II).

Il est constaté que 90% des pertes en vies humaines lors d'un séisme sont dus à l'effondrement de constructions.

La **prévention** reste le moyen le plus efficace pour se prémunir contre les effets dévastateurs des tremblements de terre. C'est pourquoi, depuis le 1er janvier 1998, **l'application des règles parasismiques est obligatoire** pour les constructions nouvelles et certains aménagements en zone de sismicité I, II et III.

Les dommages survenus à des bâtiments construits non conformément aux règles parasismiques sont susceptibles de ne pas être pris en compte par les assureurs. Des maisons individuelles non conformes ont récemment été démolies et reconstruites aux frais des promoteurs (Alsace).

Maîtres d'ouvrage, **votre rôle est déterminant**. Si vous passez outre la réglementation parasismique, vous engagez votre **responsabilité** et risquez d'encourir des **sanctions pénales**.

**Vous allez construire  
en zone sismique ?**

**Respecter les règles  
parasismiques**

**C'est obligatoire...**



## Le parasismique, une obligation... Quel est votre rôle ?

### Les objectifs de la réglementation

L'objectif est de sauvegarder le maximum de vies humaines. La construction peut subir des dommages irréparables, mais ne doit pas s'effondrer sur ses occupants.

### Vos obligations

Les maîtres d'ouvrage et les gestionnaires des bâtiments sont responsables des dispositions et précautions prises pour respecter les règles parasismiques. En cas de non-respect, l'article R11-42 du code de la construction et de l'habitation prévoit une amende pour le maître d'ouvrage ou son mandataire.



Vous avez donc **l'obligation**, depuis le 1er janvier 1998, de **vous assurer que les règles de construction parasismiques sont bien prises en compte par les professionnels** et d'en prendre la responsabilité lors du dépôt du permis de construire.

Il n'y a **aucune dérogation possible**, vous devez exiger une qualité parasismique.

La construction de maisons individuelles aux normes parasismiques ne demande rien de plus que l'application de quelques principes simples, l'utilisation de matériaux de bonne qualité et, d'une manière plus générale, le respect des règles de bonne construction.

Le parasismique, une obligation...

## Quelles sont les normes de construction parasismique en vigueur ?

Depuis le **1er janvier 1998**, les règles dites « **PS 92** » (norme NF P 06-013, référence DTU, règles PS 92) s'appliquent **obligatoirement** en zone Ia, Ib, II et III lors de la construction ou de travaux de grande ampleur concernant :

- ✓ Bâtiments à usage d'habitation
- ✓ E.R.P\*
- ✓ Bâtiments à usage industriel ou à usage de bureau, accueillant plus de 300 personnes
- ✓ Centre de production collective d'énergie
- ✓ Etablissements sanitaires et sociaux
- ✓ Bâtiments stratégiques et primordiaux pour la sécurité, la défense et le maintien de l'ordre public (santé, secours, distribution d'eau, d'électricité, communication...).

La conformité de ces bâtiments doit être bien contrôlée sur site.

### Particularité concernant les ouvrages d'art

Les ponts nouveaux définitifs, publics et privés, ainsi que les murs de soutènement qui en sont solidaires doivent respecter les règles définies dans le « guide A.F.P.S 1992 pour la protection parasismique des ponts. »

### Particularité concernant les établissements à «risque spécial»

Certains bâtiments font l'objet d'une réglementation particulière de façon à obtenir un plus haut degré de protection : les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et les centrales nucléaires par exemple.



Le parasismique, une obligation...

## Quelles sont les normes de construction parasismique en vigueur ?

### Particularité des maisons individuelles

Il existe des règles simplifiées, dites "PS-MI 89 révisées 92" qui peuvent être utilisées pour les maisons individuelles ou bâtiments assimilés en zone Ia, Ib ou II.



### Les règles portent essentiellement sur :

- ✓ Des spécifications d'ensemble, concernant le traitement de l'interface entre le sol et la structure et entre blocs de superstructure
- ✓ La vérification des éléments de structure sous l'effet de l'action sismique
- ✓ Des détails constructifs, améliorant la ductilité des éléments et assurant la bonne liaison des éléments entre eux.

# Comprendre le risque sismique

par Martine Kis - 1er juin 2011

Depuis le 1er mai 2011, la France dispose d'une nouvelle carte de zonage sismique, harmonisée avec celles des Etats membres de l'Union européenne. En même temps, le gouvernement a modifié la réglementation parasismique de façon à répondre aux exigences du Code européen de construction parasismique (Eurocode 8). Ces deux mesures ont été prises par décrets le 22 octobre 2010.

Le séisme le plus important connu en France métropolitaine est celui survenu à Lambesc (13), le 11 juin 1909, de magnitude 6 sur l'échelle de Richter. Bilan: 46 morts, 250 blessés et plus de 2.000 constructions endommagées.

Les Antilles sont plus vulnérables, puisque les séismes peuvent y atteindre une magnitude de 8.

En France métropolitaine, un séisme d'une magnitude supérieure à 6 se produit en moyenne une fois par siècle.

Les Antilles peuvent s'attendre à un séisme de subduction d'une magnitude supérieure à 8, sous la mer, avec donc un risque de raz-de-marée.

## 1. Appréhender le risque

Les séismes ne peuvent pas être prévus. **On ne peut qu'identifier les zones à risques et la probabilité d'occurrence d'un séisme.**

**La société et les élus ne sont cependant pas impuissants.**

L'exemple du séisme du 11 mars 2011 au Japon, de magnitude 9, le prouve. Le tremblement de terre lui-même n'a provoqué que des dégâts mineurs et très peu de morts grâce à des constructions parasismiques de très haut niveau et une préparation exemplaire de la population. Les morts et les dégâts les plus importants sont le résultat du tsunami, conséquences du tremblement de terre.

**« Plus qu'au Japon, il faut comparer la France à l'Espagne, qui est aussi un pays à sismicité modérée et qui a subi, le 11 mai dernier, un séisme de magnitude 5,1 »,** explique Julien Rey, ingénieur sismologue au BRGM.

Bilan de cet événement: 9 morts, 300 blessés, 30.000 sans logis dans les premiers jours, 80% des immeubles touchés (40% des bâtiments inhabitables) et 70 millions d'euros de dégâts. «Un certain nombre de villes françaises présentent des profils comparables à celui de Lorca dans le sud de la France et dans les Pyrénées», alerte Julien Rey.

**Les élus peuvent donc agir en veillant au bon respect des règles de construction parasismique, en améliorant leur propre connaissance du risque ainsi que celle de leur population et en se préparant à la gestion de crise.**

## 2. Maîtriser le nouveau zonage

La dernière carte des zones sismiques datait de 2005 et couvrait 5.000 communes.

**La nouvelle carte, entrée en vigueur le 1er mai 2011 concerne désormais plus de 20.000 communes.**

**Désormais, 60% des communes françaises sont situées en zone 2 à 5 (voir conseil n°3) et les règles parasismiques sur la construction de maisons individuelles s'appliquent dans 25% des communes.**

Les principales régions concernées, auparavant épargnées par le zonage, sont situées dans le nord et le grand ouest.

D'autres, déjà reconnues comme sismiques, voient leur niveau de risque réévalué, comme l'Alsace, la Provence, les Alpes et les Pyrénées. Le nouveau zonage tient naturellement compte des progrès scientifiques. Il est de plus fondé sur une hypothèse probabiliste et non plus déterministe.

**En termes simples, résume Julien Rey, il s'agit d'un zonage qui détermine les zones où il faudra construire avec précaution en raison de la probabilité de destructions importantes et non seulement parce que cette zone a connu, dans le passé, un séisme important.**

### 3. Comprendre les différents classements

La nature du sol sur une dizaine de mètres sous la surface influe de façon décisive sur l'impact des mouvements sur les bâtiments. Plus le sol est mou, plus le signal sismique est amplifié et donc dangereux pour les bâtiments.

**Le nouveau zonage définit 5 catégories de sols, de 1 à 5, en fonction de l'accélération maximale pour un sol de type rocheux.**

Pour les ouvrages, le décret du 22 octobre 2010 distingue deux classes :

- à risque normal (ORN)
- à risque spécial (ORS).

Les ORN regroupent les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat. Les ORS sont ceux dont les effets du dommage ne peuvent être circonscrits au voisinage immédiat: barrages, centrales nucléaires, certaines installations classées pour la protection de l'environnement. La nouvelle réglementation ne porte que sur les ORN, classés en quatre catégories. A chacune correspondent des règles de constructions de plus en plus importantes.

#### **A noter**

**Les établissements scolaires sont systématiquement en classe III.** Cependant, sous réserve de respect de certaines règles de construction, les bâtiments scolaires simples peuvent appliquer les règles de la zone 2.

### 4. Connaître les conséquences sur les bâtiments existants

La réglementation parasismique détermine les obligations en fonction du risque, défini par le zonage sismique, et de la nature des ouvrages (ORN ou ORS).

La nouvelle réglementation n'impose pas de travaux sur les bâtiments existants. Son principe de base est la non-aggravation de la vulnérabilité du bâtiment. En revanche, en cas de travaux importants, ceux-ci doivent intégrer des mesures permettant de minorer l'action sismique à 60% de celle du neuf.

Les maîtres d'ouvrage sont encouragés à réduire volontairement la vulnérabilité de leurs bâtiments en améliorant leur comportement.

En ce cas, l'Eurocode 8 lui permet de moduler son objectif de confortement.

S'il réalise des travaux lourds, la structure modifiée doit répondre aux règles de construction d'un bâtiment neuf, mais en modulant l'action sismique de référence.

Enfin, en cas de création d'une extension désolidarisée du bâtiment d'origine, elle doit être dimensionnée comme un bâtiment neuf.

Les travaux importants consistent en la suppression de plancher, création importante de surface, ajout d'un équipement lourd sur le toit.

### 5. Connaître les conséquences sur les nouvelles constructions

Aucune règle de construction parasismique ne s'applique aux bâtiments en zone 1 ni aux bâtiments de catégorie II en zone 2.

Une bonne connaissance de la carte des risques permet d'identifier les zones les moins vulnérables où implanter les bâtiments les plus sensibles ou stratégiques: hôpitaux, caserne de pompiers, écoles.

Des règles de constructions parasismiques spécifiques portent sur les canalisations, les réservoirs de stockage dans les zones de sismicité 2 à 5.

En ce qui concerne les ponts, les règles seront précisées par arrêté ministériel.

**Alors que le respect des règles de construction était très peu vérifié dans le cas des maisons individuelles, ce ne sera désormais plus le cas. Dès 2011, les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dréal) mettront en œuvre des contrôles aléatoires.**

### 6. Intégrer les conséquences sur le permis de construire

Les règles parasismiques antérieures restent valables pour tout permis de construire, déclaration préalable et autorisation de début de travaux déposés avant le 31 octobre 2012, pour les bâtiments de catégorie II, III ou IV. **Cependant, les valeurs d'accélération sont modifiées.**

Lorsqu'une mission PS (parasismique) est obligatoire pour un bâtiment, le contrôleur technique doit fournir lors de la demande de permis de construire une attestation spécifiant qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques lors de la conception du bâtiment.

Une fois le bâtiment achevé, le maître d'ouvrage doit fournir une nouvelle attestation sur son respect des avis du contrôleur technique.

Pour les bâtiments à enjeu important, la mission PS s'accompagne d'une mission solidité (L) et sécurité (S). Le permis de construire peut être refusé si la première attestation n'a pas été produite. L'absence de la seconde attestation peut permettre de refuser la conformité des travaux au permis.

#### **A noter**

Les documents de planification (Scot, PLH, PLU etc.) doivent intégrer les risques naturels, dont le risque sismique.

### **7. Disposer d'un contrat d'assurance dommages aux biens**

**En matière de dommages aux biens, le dispositif assurantiel et institutionnel français, mis en place par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, propose aux collectivités territoriales assurées une couverture étendue faisant intervenir la solidarité nationale.**

Dans l'hypothèse d'un événement géologique majeur, tel un séisme, la procédure de constatation de l'état de catastrophe naturelle sera enclenchée par les autorités administratives françaises.

**L'état de catastrophe naturelle (catnat), ouvrant droit à garantie, sera alors constaté par un arrêté interministériel.**

Dès lors, en application de l'article L125-1 du Code des assurances, les contrats d'assurance souscrits par les collectivités territoriales et garantissant les dommages d'incendie ou tous autres dommages à des biens situés en France, ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur, ouvrent droit à la garantie de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles.

Cette garantie peut même être étendue aux pertes d'exploitation si le contrat d'assurance les prévoit expressément.

Sont ainsi garantis au titre du régime catnat, les immeubles et meubles, y compris les véhicules terrestres à moteur assurés contre les dommages d'incendie ou tout autre type de dommage (vol, dégâts des eaux, etc.) appartenant aux collectivités territoriales. La garantie des catastrophes naturelles s'applique alors dans les mêmes conditions que la garantie du contrat de la collectivité territoriale sinistrée en ce qui concerne les valeurs assurées, les limites de garantie et les modalités d'estimation des dommages.

**Sont donc inclus dans le champ d'application de la loi de 1982, dans la mesure où tous ces biens sont couverts par un contrat d'assurance dommages aux biens:**

- les dommages aux bâtiments et à leur contenu ;
- les dommages aux serres considérées en tant que bâtiments ;
- les dommages aux forêts (à condition qu'elles soient assurées contre l'incendie)
- les frais de déblais et de démolition, les frais de pompage, de nettoyage et de désinfection directement liés à la réparation du sinistre.

**Sont, en revanche, exclus du champ d'application du régime catnat :**

- les dommages corporels ;
- les biens non assurés ou généralement exclus des contrats d'assurance dommages (terrains, plantations, clôtures, murs de soutènement, sépultures, canalisations, etc.) ;
- les frais annexes tels que frais de déplacement, frais de règlement, pertes de loyers, remboursement d'honoraires d'experts... de même que les dommages indirectement liés à la catastrophe (dommages aux appareils électriques ou au contenu des congélateurs suite à une interruption dans la fourniture de courant électrique) ;
- la réparation pécuniaire des dommages garantis par une assurance de responsabilité.

#### **A noter**

En cas de séisme, pour contribuer à la réparation des dégâts causés sur les biens non assurables des collectivités territoriales, l'Etat fera légalement jouer la solidarité nationale par l'attribution de subventions.

### **8. Savoir recourir au fonds de solidarité**

Le séisme peut être trop modéré ou trop localisé pour qu'il justifie la mise en œuvre de la solidarité nationale. Afin de répondre à cette problématique, l'article L1613-6 du CGCT institue un fonds de solidarité. Ce fonds apporte aux collectivités territoriales sinistrées une aide complémentaire au dispositif d'indemnisation des compagnies privées afin qu'elles continuent à assurer, dans des conditions normales, leurs missions de service public. Sont notamment concernés les biens du domaine routier et leurs dépendances, les digues, les réseaux de distribution et d'assainissement de l'eau, les stations d'épuration et de relevage des eaux, de même que les travaux urgents de restauration des capacités d'écoulement des cours d'eau.

Toutes les collectivités touchées par un même événement géologique sont éligibles au fonds de solidarité les opérations de réparation des dégâts d'un montant compris entre 150 000 € HT et 4.000.000 € HT.

En matière de responsabilité, les contrats d'assurance des collectivités territoriales excluent systématiquement les dommages causés directement par les tremblements de terre. Cette exclusion peut être levée si le contrat prévoit que demeurent garantis les dommages résultant de ce type de sinistre et causés par la présence ou le mauvais fonctionnement d'un ouvrage public.

Toutefois, ce rachat d'exclusion trouve ses limites dans la force majeure qui pourrait être opposée aux tiers victimes de dommages.

Dans le régime général de la responsabilité publique, la force majeure est une cause exonératoire de responsabilité des collectivités territoriales pour les dommages d'ouvrages et de travaux publics. Il ne fait pas de doute qu'un séisme est un événement extérieur à la collectivité, imprévisible et irrésistible.

Enfin, la nouvelle réglementation parasismique n'a pas de conséquences directes sur l'assurance construction. Si elle ne constitue pas un nouveau risque pour les assureurs, elle constitue en revanche une nouvelle contrainte pour le maître d'ouvrage public qui fait supporter celle-ci au constructeur, accroissant de fait leur responsabilité respective.

## **9. Ne pas négliger les possibilités de financement**

Les collectivités locales peuvent bénéficier de deux types de financement.

La loi Grenelle 2 a augmenté le taux de participation du Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM dit «fonds Barnier») aux études et travaux de prévention du risque sismique et a ouvert une catégorie de dépense spécifique à ce risque en faveur des Sdis et HLM. Le fonds finance ces mesures lorsqu'elles sont réalisées sous la maîtrise d'ouvrage des collectivités territoriales ou de leur groupement, dans les communes couvertes par un PPRN. Avec un PPRN approuvé, les taux d'aide sont de 50% pour les études et les travaux de prévention en zone de forte sismicité. Les travaux de prévention bénéficient d'un taux de 50% avec un PPRN approuvé, de 40% s'il est prescrit. Les travaux de protection, d'un taux de 40% et 25%. Le fonds peut contribuer au financement des études et travaux de prévention du risque sismique pour les bâtiments, équipements et installations nécessaires au fonctionnement des Sdis ainsi qu'au confortement des HLM, ceci jusqu'au 31 décembre 2013 et dans la limite de 5 millions d'euros par an.

## **10. Penser au volet information**

Le maire doit élaborer un **dossier communal d'information sur les risques majeurs (Dicrim) et mettre à disposition de la population le dossier communal d'information (DCI) sur les risques** (Code de l'environnement, art. L125-5).

Le **plan de prévention des risques naturels** prescrit ou approuvé doit être communiqué périodiquement.

En outre, des **réunions publiques d'information sur les risques** ou autres moyens d'information doivent diffuser l'information sur le PPRN au moins tous les deux ans (Code de l'environnement, art. L.125-2).

Enfin, **le maire doit organiser l'affichage des risques et des consignes à respecter en cas de séisme.**

L'arrêté interministériel du 9 février 2005 définit l'affiche, les symboles et les consignes de sécurité à porter à la connaissance des habitants.

Le maire peut imposer l'apposition de cette affiche dans les ERP, les immeubles d'activité occupés par plus de 50 personnes, sur les terrains de camping et de stationnement des caravanes d'une capacité de plus de 50 campeurs ou 15 tentes ou caravanes à la fois, dans les locaux d'habitation de plus de 15 logements.

Les prescriptions opposables aux tiers, découlant du PPRN-sismique annexé au PLU, doivent être portées à la connaissance des habitants par des documents spécifiques ou par le bulletin municipal, ou encore à l'occasion de réunions publiques.



## 3.3 - Les règles de construction parasismique

### Nouveau cadre réglementaire

Afin d'harmoniser les règles techniques de construction au sein de l'Union Européenne, la commission européenne a lancé un vaste projet d'eurocodes structuraux, parmi lesquels l'**Eurocode 8 relatif au calcul des structures pour leur résistance aux séismes**.

Ces règles de calcul visant au **dimensionnement parasismique des structures** reposent sur une **approche probabiliste** du risque sismique. Les objectifs de dimensionnement induits par l'application de ces règles sont les suivants

- protéger les vies humaines
- limiter les dégâts
- garantir l'opérationnalité des structures importantes pour la protection civile.

Au travers de sa transposition française et la publication des décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 relatifs à la prévention du risque sismique et au zonage sismique, l'Eurocode 8 s'impose à partir du 1er mai 2011 comme nouvelles règles de construction parasismique.

Dans le cadre de cette transposition, d'autres évolutions sont apparues. Il s'agit en particulier :

- D'un nouveau zonage probabiliste,
- D'une redéfinition des classes de sol,
- D'une redéfinition des accélérations nominales de référence,
- D'une redéfinition des catégories d'importance d'ouvrage à risque normal.

### Cadre réglementaire général pour les bâtiments à risque normal

A partir du 1er mai 2011, les règles de **construction parasismique** à appliquer pour **un bâtiment** à risque normal (pour lesquels les conséquences d'un séisme sont limitées à la structure même du bâtiment et à ses occupants) reposent sur les règles Eurocode 8 (normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-3 et NF EN 1998-5 et annexes nationales associées, septembre 2005).

Le maître d'ouvrage a cependant la possibilité de recourir à des règles simplifiées (qui dispensent de l'Eurocode 8) pour la construction de bâtiments simples ne nécessitant pas de calculs de structure approfondis. Le niveau d'exigence de comportement face à la sollicitation sismique est alors atteint par l'application de dispositions forfaitaires tant en phase de conception que d'exécution du bâtiment :

- les règles de construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés, dites « **Règles PS-MI 89, révisées 1992** » (norme NF P 06-014, mars 1995) s'appliquent aux bâtiments neufs de catégorie II répondant à un certain nombre de critères, notamment géométriques, dans les zones de sismicité 3 et 4.



- les « **Règles CP-MI Antilles** » (guide de recommandation AFPS, édition 2004) permettent de construire des bâtiments simples de catégorie II dans la zone de sismicité forte (5), sous certaines conditions stipulées dans le guide.

Ces règles fixent des **exigences en matière de conception** mais également sur les **dispositions constructives** à mettre en œuvre en fonction des solutions techniques retenues (construction en béton armé, maçonnerie, acier ou bois).

Durant une **période transitoire**, les règles parasismiques PS 92 restent applicables pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III et IV ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire, d'une déclaration préalable de travaux ou d'une autorisation de début de travaux avant le 31 octobre 2012. Les valeurs d'accélération à prendre en compte sont majorées (art.5 de l'arrêté du 22 octobre 2010).

Les règles de construction, générales (EC8 ou PS92) ou forfaitaires (PSMI 89 et CPMI Antilles) interviennent pour dimensionner et donner des prescriptions précises en termes de construction. Elles doivent être précédées d'une attention particulière relative à l'implantation de la construction, à la conception de la structure puis, en aval du dimensionnement, ces règles doivent être accompagnées d'un soin particulier lors de l'exécution des travaux. Le schéma en annexe permet de résumer les grands principes de base de la réglementation parasismique.

### Réglementation sur les bâtiments neufs

Dans le détail, les règles applicables aux bâtiments neufs dépendent donc de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité dans laquelle il se trouve.

	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2	aucune exigence		Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 0,7 \text{ m/s}^2$	
Zone 3	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$	
Zone 4	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 1,6 \text{ m/s}^2$	
Zone 5	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr} = 3 \text{ m/s}^2$	

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve des conditions de la norme PS-MI

<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

<sup>3</sup> Application obligatoire des règles de l'Eurocode 8

Les établissements scolaires, classés systématiquement en catégorie III, peuvent faire l'objet des règles forfaitaires simplifiées PS-MI en zone 2 sous réserve du respect des conditions d'application de celles-ci.



## Réglementation sur les bâtiments existants

La réglementation n'impose pas de travaux sur les bâtiments existants. Si des travaux conséquents sont envisagés, un dimensionnement est nécessaire avec une minoration de l'action sismique à 60% de celle du neuf. Dans le même temps, les maîtres d'ouvrage volontaires sont incités à réduire la vulnérabilité de leurs bâtiments en choisissant le niveau de confortement qu'ils souhaitent atteindre. Enfin, le cas des extensions avec joint de fractionnement est traité comme les bâtiments neufs.

### Gradation des exigences

TRAVAUX	Principe de base	Je souhaite améliorer le comportement de mon bâtiment	Je réalise des travaux lourds sur mon bâtiment	Je crée une extension avec joint de fractionnement
	L'objectif minimal de la réglementation sur le bâti existant est la non-aggravation de la vulnérabilité du bâtiment.	L'Eurocode 8-3 permet au maître d'ouvrage de moduler l'objectif de confortement qu'il souhaite atteindre sur son bâtiment.	Sous certaines conditions de travaux, la structure modifiée est dimensionnée avec les mêmes règles de construction que le bâti neuf, mais en modulant l'action sismique de référence.	L'extension désolidarisée par un joint de fractionnement doit être dimensionnée comme un bâtiment neuf.

Pour limiter la vulnérabilité, l'ajout ou le remplacement d'éléments non structuraux dans le bâtiment doit s'effectuer conformément aux prescriptions de l'Eurocode 8 partie 3.



## Contrôle de l'application des règles de construction parasismique

Afin de renforcer l'application des règles Eurocode 8 lors de la construction d'un bâtiment, l'Etat met en place un triple dispositif de contrôle par :

### • le contrôle technique

Le contrôle technique est rendu obligatoire pour les bâtiments présentant un enjeu important vis-à-vis du risque sismique (article R.111-38 du code de la construction et de l'habitation) : bâtiments de plus de 8 mètres en zones de sismicité 4 et 5 et bâtiments de catégories III et IV en zones de sismicité 2, 3, 4 et 5. Dans ces cas, la mission parasismique (PS) doit accompagner les missions de base solidité et sécurité.

### • les attestations de prise en compte des règles parasismiques

Le Code de l'Urbanisme (articles R.431-16, A.431-10 et 11) impose, pour le maître d'ouvrage soumis à l'obligation de contrôle technique de joindre au dossier de dépôt de permis de construire une attestation établie par le contrôleur technique stipulant que ce dernier a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques dans le projet concerné.

A l'issue de l'achèvement des travaux, le maître d'ouvrage doit fournir une nouvelle attestation stipulant qu'il a tenu compte des avis formulés par le contrôleur technique sur le respect des règles parasismiques (articles R.462-4 et articles A.462-2 à 4 du Code de l'Urbanisme).

### • les contrôles et sanctions opérés par l'administration

En vertu des articles L.151-1 et L.152-1 du Code de la Construction et de l'Habitation, toute construction de bâtiment peut faire l'objet d'un contrôle de l'application des règles de construction pendant les travaux et dans un délai de trois ans après l'achèvement de ceux-ci.

En cas d'infraction aux règles de construction et notamment aux règles de construction parasismique, un procès-verbal mettant en jeu la responsabilité pénale du maître d'ouvrage et des acteurs de la construction peut ainsi être dressé par un agent assermenté et commissionné à cet effet. Des sanctions pénales définies par l'article L.152-4 du Code de la Construction et de l'Habitation peuvent alors être prononcées sur décision du juge à l'encontre des responsables de ces non conformités. Des campagnes de contrôles seront menées en 2011.

Outre ces sanctions, l'article L.152-2 du Code de la Construction et de l'Habitation prévoit la possibilité d'ordonner l'interruption des travaux.



## Cadre réglementaire général pour les autres ouvrages à risque normal et à risque spécial

### Les autres ouvrages à risque normal : les équipements et installations, les ponts

Pour les **ponts** nouveaux définitifs, publics ou privés, « à risque normal » de catégories d'importance I à III situés en zone de sismicité 2 à 5, les règles de construction parasismique sont celles de la norme NF EN 1998-2, dites « règles Eurocode 8 » accompagnée du document nommé « annexe nationale » s'y rapportant. Un arrêté ministériel abrogera l'arrêté du 15 septembre 1995 précisant les anciennes règles de construction particulières à respecter.

Pour les **équipements et installations** « à risque normal » (définis par les systèmes de canalisations aériennes et enterrées, les réservoirs de stockage et les structures hautes et élancées) de catégories d'importance II, III et IV situés en zone de sismicité 2 à 5, les règles de construction parasismique sont celles des normes NF EN 1998-4 et NF EN 1998-6 dites « règles Eurocode 8 » accompagnées des documents nommés « annexes nationales » s'y rapportant. Un arrêté ministériel fixera ces règles.

### Les ouvrages à risque spécial : les installations classées, les barrages et les équipements et installations.

Les ouvrages à risque spécial, c'est-à-dire ceux dont les effets en cas de séisme ne peuvent être circonscrits au voisinage immédiat desdits ouvrages, font l'objet d'un cadre réglementaire spécifique. Ces ouvrages regroupent quelques équipements et installations, les barrages, les installations classées pour la protection de l'environnement et les installations nucléaires de base.

Pour les **équipements et installations** « à risque spécial », un arrêté ministériel fixera les règles parasismiques applicables à ces ouvrages.

Les **installations nucléaires** de base sont l'objet de recommandations et de règles de sûreté spécifiques.

Pour les **installations classées « à risque normal »**, elles respectent les dispositions prévues pour les bâtiments, équipements et installations de la classe « à risque normal » fixées par les arrêtés pris en application de l'article R.563-5 du code de l'environnement.

Pour les **installations classées « à risque spécial »**, une étude spécifique doit être élaborée permettant de déterminer les moyens techniques nécessaires à leur protection parasismique.

L'arrêté du 10 mai 1993 sera abrogé et sera remplacé par un arrêté ministériel modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 (relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation) et fixera les règles parasismiques applicables aux installations soumises à la législation sur les installations classées.

Pour les **barrages**, un arrêté ministériel fixera les règles parasismiques applicables à ces ouvrages.



mai 2014

## Les Plans de Prévention du risque sismique (PPRS) ou la prise en compte des spécificités locales

Créés en 1995 suite à la loi Barnier, les Plans de Prévention des Risques (PPR) prennent en compte les risques spécifiques d'une région en élaborant des règles d'urbanisme et de construction. Dans le cas des séismes, on parle de PPRS mais ce dernier est, dans nos régions, toujours mené dans le cadre d'un plan multirisque au côté des mouvements de terrain, éboulement et autres inondations.

Les Plans de Prévention des Risques Sismiques précisent à la fois géographiquement et quantitativement les mouvements du sol auquel on peut s'attendre dans une zone donnée. Ils permettent d'adapter les règles parasismiques aux spécificités locales (effet de site, liquéfaction). Celles-ci ne sont d'ailleurs pas forcément plus strictes : le sol, sondé plus précisément, peut être meilleur que celui prévu par la réglementation nationale. Les PPRS définissent également des règles d'urbanisme et de gestion de l'existant. Ils aboutissent à un zonage réglementaire délimitant les zones de constructibilité et les prescriptions réglementaires qui s'appliquent dans ces zones.

L'élaboration d'un PPRS débute par une cartographie de l'aléa sismique. Ensuite on passe en revue les enjeux présents dans la zone étudiée. Il s'agit des espaces urbanisés, des bâtiments recevant du public, des établissements nécessaires à la gestion de crise, ou encore des infrastructures routières et des canalisations. Enfin, la compilation de ces éléments, associée à une étroite discussion avec les élus, permet d'établir une carte réglementaire. Elle définit les zones inconstructibles (rouge), les zones nécessitant des aménagements spéciaux (bleu foncé ou violet en Isère) et les zones où les propriétaires sont responsables de mettre en œuvre les règles d'urbanismes et de construction (bleu clair). Le risque sismique ne peut pas rendre une zone inconstructible, il provoque uniquement des prescriptions particulières à prendre en compte pour les constructions neuves et le bâti existant.

En Rhône-Alpes, plusieurs agglomérations sont soumises à des effets sismiques locaux en raison des alluvions mal consolidées qui constituent le sous-sol des vallées alpines. Ainsi, la préfecture de Haute-Savoie a-t-elle prescrit un PPR multirisques sur 10 communes du bassin Annecien (Annecy, Annecy-le-Vieux, Epagny, Metz-Tessy, Pringy, Seynod, Aragonay, Cran-Gévrier, Meythet et Poisy) qui comprend un volet risque sismique notamment à cause de la faille du Vuache qui traverse le bassin. Ce PPR aboutit à un ensemble de prescriptions dont voici quelques exemples concrets :

### - En termes de règles d'urbanisme

- Les bâtiments importants (établissement recevant du public, hôpitaux, casernes, centraux téléphoniques ...) ne doivent pas être construits dans une bande d'environ 500m encadrant la faille du Vuache. Si l'implantation y est impérative, alors la conception de la structure doit prendre en compte un déplacement de 10 cm.
- Les bâtiments rigides ou de faible hauteur doivent être construits dans les zones bleu foncé (sol mou)
- Les bâtiments souples ou de grande hauteur dans les zones bleu clair (sol plus compact)

### - En termes de règles de construction

- Les constructions situées au sommet de reliefs topographiques doivent prendre en compte l'amplification topographique (concentration des ondes en haut des reliefs) au travers d'un coefficient forfaitaire.
- Une étude géotechnique de fondation doit être réalisée pour les bâtiments importants afin de prévenir les effets de liquéfaction.

### - En termes de règles d'utilisation

- les éléments secondaires tels que les panneaux solaires, les cheminées, les chauffe-eau, climatiseur, antenne, parabole doivent être ancrés, fixés solidement et stabilisés.

### - Prescriptions pour l'existant

- Les établissements recevant du public et les bâtiments d'habitation collective de plus de deux niveaux doivent faire l'objet d'une étude simplifiée de vulnérabilité dans les 5 ans à compter de la date d'approbation du PPR.
- Les bâtiments stratégiques doivent subir un diagnostic de vulnérabilité plus poussé qui prend en compte les éventuels effets de site et de liquéfaction dans un délai de 3 à 5 ans selon la classe du bâtiment.

## Inculquer une culture du risque : le Plan Séisme

**La rareté des séismes de grande ampleur dans nos régions a tendance à faire oublier ce risque. Le plan séisme a été mis en place pour améliorer la prise de conscience du risque sismique auprès de tous les acteurs : depuis la production de connaissance à sa diffusion en passant par l'application dans les constructions.**

Lancé en novembre 2005 par Mme Olin, alors ministre de l'Ecologie et du Développement Durable, le Plan Séisme (2005-2010) a pour objectif de réduire la vulnérabilité de la France (territoire et population) au risque sismique. Cela suppose une bonne connaissance du risque, une bonne formation des acteurs de la construction et une bonne information de la population. Ce plan suit donc trois axes principaux : approfondir la connaissance scientifique, améliorer l'application des normes parasismiques dans la construction, et sensibiliser la population au risque sismique.

Une meilleure connaissance du risque passe nécessairement par une évaluation précise de l'aléa. C'est l'objectif des microzonages réalisés dans les villes présentant un fort risque comme Annecy. Dans le cadre du Plan Séisme, des recherches sont menées afin d'établir une méthodologie pour déterminer l'aléa sismique avec des sites pilotes comme Nice ou Grenoble. Des modélisations de séismes sont également proposées pour mieux comprendre les mécanismes de rupture. Enfin, des études sur les sols liquéfiables sont effectuées dans des conditions réelles.

Pour appliquer correctement les dispositions parasismiques, il faut les connaître, les comprendre et en mesurer l'intérêt. C'est pourquoi, des journées de formations destinées aux acteurs de la construction (architectes, ingénieurs, artisans) sont organisées. Une étude a en effet montré un hiatus important entre les connaissances scientifiques du comportement des structures et leur application dans le secteur du bâtiment. Ces journées permettent de corriger certains préjugés tels que « construire parasismique, c'est coûteux, compliqué et restrictif ». Enfin, ces formations sont aussi faites pour anticiper les changements occasionnés par l'évolution réglementaire fin 2008 : parution du nouveau zonage sismique et passage aux normes parasismiques européennes, l'Eurocode8.

Dans la région, une journée « Construire parasismique en Rhône-Alpes », organisée par l'UJF a eu lieu le 17 janvier 2008 rassemblant plus de 70 personnes. La DIREN Rhône-Alpes initie ainsi une série de formations spécialisées de 2 jours à destination des ingénieurs, portant respectivement sur les constructions béton, les structures métalliques et bois, et la géotechnique, débutant à l'été 2009.

Enfin, la communication vise également les pouvoirs publics et la population. A titre d'exemple, des semaines de formation en construction parasismique pour des professeurs de l'Education Nationale ont déjà été organisées dans les académies de Toulouse, Marseille et Lyon. Elles présentent le phénomène physique, expliquent simplement la réaction des structures, et donnent les réflexes à adopter.

Pour le grand public, l'exposition « Sismo-Tour », version itinérante de l'exposition « Séismes, tsunamis, vivre avec le risque » du Palais de la Découverte propose de nombreuses expériences dont une simulation de séisme à l'aide d'une plateforme vibrante. Le Sismo-Tour a fait sa première escale à Nice au printemps 2008 et fera étape dans la région à plusieurs reprises courant 2009 (se reporter au calendrier ci-dessous). Enfin, des manifestations sont prévues pour le centenaire du séisme de Lambesc en juin 2009.

# Conception parasismique des bâtiments – Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrages et autorités

Professeur Hugo Bachmann - Directives de l'OFEG

Le présent document offre un large aperçu de l'art de la conception parasismique des bâtiments. Il expose des principes de base à suivre pour réaliser des ouvrages aptes à résister aux tremblements de terre. Ces principes régissent essentiellement

- la conception et
- les dispositions constructives

pour

- la structure porteuse et
- les éléments non porteurs

La conception et le choix des détails constructifs de la structure porteuse (parois, colonnes, dalles) et des éléments non-porteurs (cloisons intérieures, éléments de façade) jouent un rôle déterminant dans la tenue des bâtiments (comportement avant la rupture) et leur vulnérabilité face aux séismes (sensibilité à l'endommagement). En effet, aussi poussés soient-ils, les calculs d'ingénieur et le dimensionnement ne sont pas à même de compenser à posteriori les erreurs ou les défauts de conception au plan parasismique. Il est en outre impératif de concevoir les bâtiments selon les règles parasismiques si l'on entend les doter d'une bonne tenue aux tremblements de terre sans occasionner de surcoûts notables.

Les principes figurant dans ce document s'appliquent donc essentiellement aux nouvelles constructions. Cependant, il est bien clair qu'ils peuvent aussi être mis à contribution pour expertiser et assainir le cas échéant les bâtiments existants. C'est pourquoi certains exemples de mise en œuvre des principes sont tirés d'ouvrages existants.

Les principes de base sont intentionnellement simples. Les calculs et le dimensionnement ne sont introduits que de manière marginale. Le lecteur a la possibilité d'approfondir les points qui l'intéressent en consultant la littérature spécialisée (p. ex. [Ba 02]).

La formule des principes de base est née dans le cadre de nombreux exposés que l'auteur a présentés entre 1997 et 2000 et dont le contenu a été continuellement approfondi et remanié. Chaque principe est introduit par une figure schématique (synthèse du principe), puis par un texte d'ordre général. Chaque principe est illustré par des photos de dégâts, des exemples positifs ou négatifs et des explications spécifiques.

Les principes de base (PB) sont regroupés selon les thèmes suivants:

- collaboration, normes et coûts (PB 1 à PB 3);
- contreventements et déformations (PB 4 à PB20);
- conception dans le plan horizontal (PB21 et PB 22);
- mise en œuvre des dispositifs constructifs (PB 23 à PB 27);
- fondations et sols (PB 28 à PB 31);
- éléments non-porteurs et installations (PB 32 à PB 35).

Il va de soi que tous les principes ne revêtent pas la même importance, que ce soit dans un contexte général ou en relation avec un objet précis. Des compromis, basés sur le jugement de l'ingénieur, peuvent être admis en fonction du danger encouru (zone de danger sismique, caractéristiques locales des sols) et des particularités de l'ouvrage concerné. On respectera toujours scrupuleusement les principes de base déterminants pour la sécurité des personnes, notamment ceux qui ont trait aux contreventements. Seuls les principes essentiellement destinés à réduire les dégâts matériels peuvent par contre faire l'objet de concessions.

Ce document s'adresse d'abord aux professionnels de la construction, tels qu'ingénieurs civils et architectes, mais il intéressera également les maîtres d'ouvrages et les autorités en charge de la construction. S'il se prête bien à l'étude personnelle, on peut également s'en servir avec profit pour élaborer des exposés lors de séminaires et de cours de perfectionnement ou pour dispenser des cours dans les Hautes écoles. A cet effet, des illustrations peuvent être obtenues auprès de l'éditeur sous forme numérique (CD). Tous les autres droits, concernant notamment la reproduction des illustrations et du texte, restent réservés.

# L'architecte et l'ingénieur civil collaborent d'emblée!

Principes de base pour concevoir des bâtiments parasismiques

Maitre de l'ouvrage

Architecte      Ingénieur civil

L'architecte et l'ingénieur civil collaborent d'emblée!

Prof. Hugo Bachmann      ibk - EPF Zurich

Principes de base pour concevoir des bâtiments parasismiques

Faux:

«Conception en série»

1. Architecte: conception de la structure porteuse et des éléments non-porteurs
2. Ingénieur: dimensionnement...

1. Structure porteuse pour les charges verticales
2. Eléments non-porteurs
3. Structure porteuse parasismique

Plus efficace et meilleur marché:

«Conception commune»

- L'architecte et l'ingénieur élaborent ensemble le projet
- «Structure porteuse polyvalente» et éléments non-porteurs

Prof. Hugo Bachmann      ibk - EPF Zurich

Lorsqu'il s'agit de concevoir un bâtiment, de nombreux maîtres d'ouvrages et architectes croient encore à tort qu'il suffit d'associer l'ingénieur civil à la fin du processus, en lui confiant le mandat consistant à «calculer» la structure porteuse pour résister aux séismes. Or cette démarche doit être qualifiée de mauvaise. Elle peut avoir de graves conséquences et occasionner des surcoûts importants. En effet, aussi poussés soient-ils, les calculs et le dimensionnement ne sont pas à même de compenser à posteriori les défauts de conception de la structure porteuse et les erreurs dans le choix des éléments non-porteurs, notamment des cloisons intérieures et des éléments de façade.

essentiellement de l'esthétique du bâtiment et de ses fonctions, tandis que l'ingénieur conçoit au meilleur prix une structure porteuse sûre et efficace. C'est pourquoi la collaboration entre l'architecte et l'ingénieur doit commencer dès les premiers coups de crayon! La démarche «en série» est notoirement mauvaise et inefficace. Il n'est pas du tout pertinent que l'architecte attende d'avoir élaboré un projet de structure porteuse et choisi les cloisons intérieures non-porteuses et les éléments de façade, avant de s'adresser à l'ingénieur pour lui confier le calcul et le dimensionnement de la structure porteuse. Il est tout aussi faux de commencer par concevoir la structure porteuse en fonction des seules charges verticales, puis de choisir les cloisons intérieures non-porteuses et les éléments de façade et enfin de compléter la structure pour qu'elle résiste aux actions sismiques. Il en résulte souvent un «bricolage» onéreux et insatisfaisant.

Principes de base pour la conception parasismique des bâtiments

Aussi poussés soient-ils, les calculs et le dimensionnement ne sont pas à même de compenser à posteriori les défauts de conception de la structure porteuse et des éléments non-porteurs!

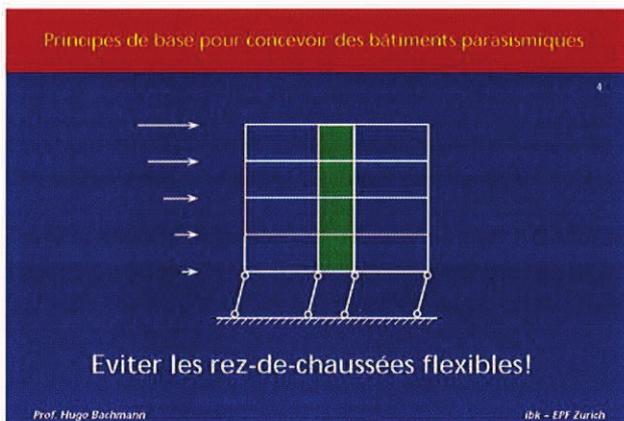
→ L'architecte et l'ingénieur civil collaborent dès les premiers coups de crayon!

Prof. Hugo Bachmann      ibk - EPF Zurich

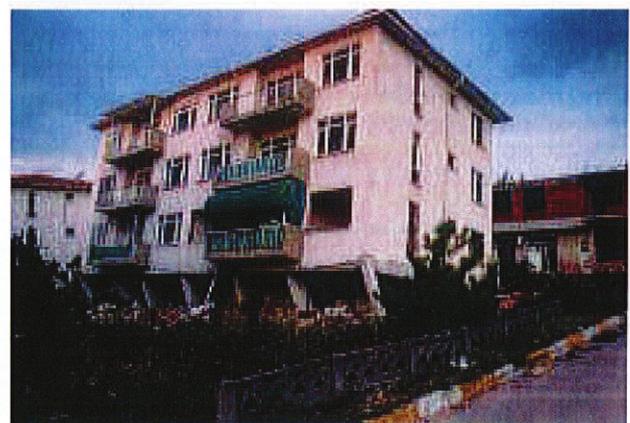
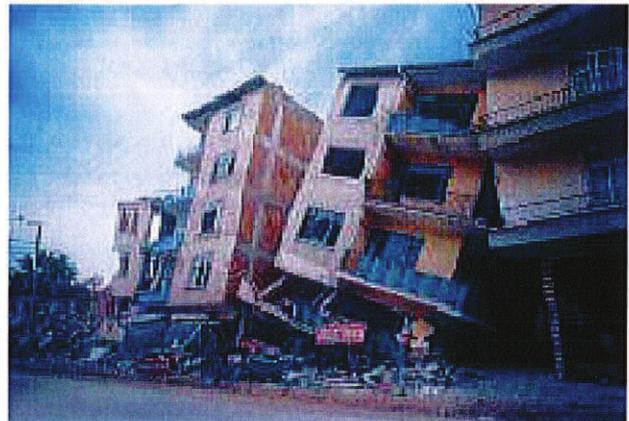
Il est beaucoup plus judicieux et plus avantageux de travailler de concert. L'architecte et l'ingénieur prennent en compte les souhaits esthétiques et les impératifs fonctionnels pour élaborer ensemble une structure porteuse «polyvalente» (adaptée aux charges verticales et aux actions sismiques), sûre, efficace et bon marché. Puis ils choisissent ensemble des cloisons intérieures et des éléments de façade dont la déformabilité soit compatible avec la structure porteuse. Comme c'est la démarche qui fournit les meilleurs résultats, le maître de l'ouvrage est également très intéressé à ce qu'un esprit de confiance mutuelle et de collaboration étroite règne entre l'architecte et l'ingénieur. Le moment opportun pour l'instaurer n'est pas l'étape des derniers calculs et des plans de détail, mais la phase où sont opérés les choix cruciaux vis-à-vis de la tenue au séisme et de la vulnérabilité de l'ouvrage, soit au tout début du projet.

Il est impératif que l'architecte et l'ingénieur collaborent étroitement dès la première étape de tout projet de bâtiment, pour en assurer le bon déroulement, garantir la sécurité de l'ouvrage, limiter sa vulnérabilité et maintenir les coûts dans des limites raisonnables. Ce faisant, les deux partenaires regroupent des compétences aussi différentes qu'indispensables. L'architecte s'occupe

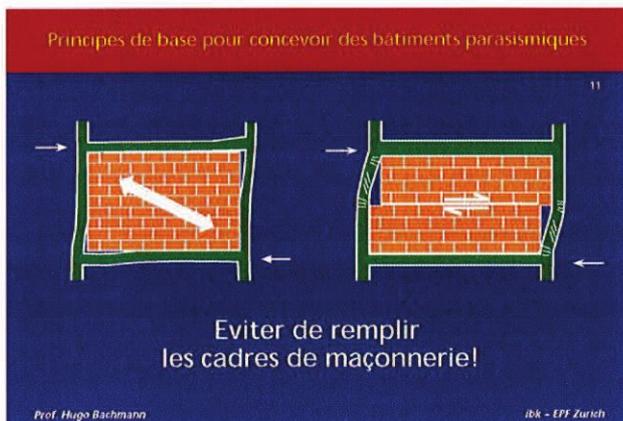
# Eviter les rez-de-chaussées flexibles!



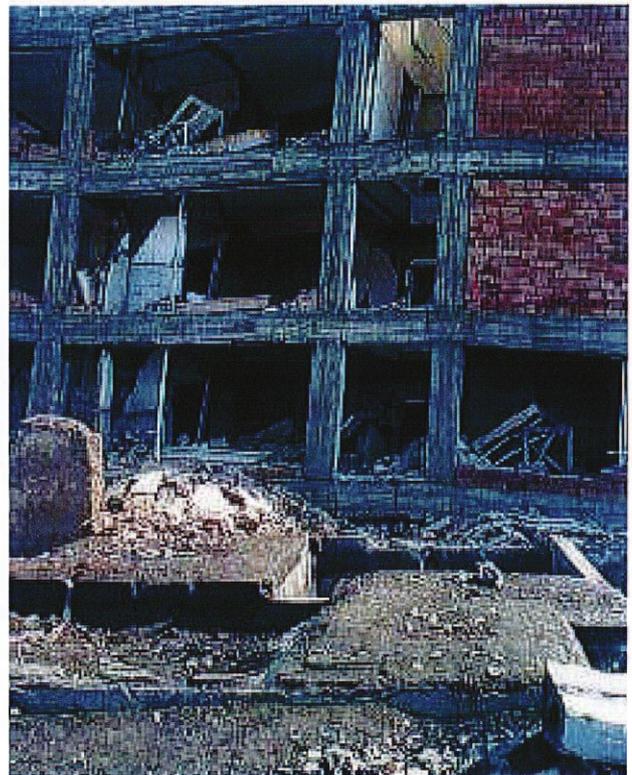
L'effondrement d'un bâtiment soumis à un tremblement de terre est souvent imputable au fait que si les étages supérieurs sont bien contreventés (parois ou autres), le rez-de-chaussée est ajouré et ne comprend que des colonnes porteuses. Il en résulte un niveau «mou» («soft storey»), flexible dans le plan horizontal. Or les colonnes sont souvent incapables de suivre sans dégâts les déplacements relatifs entre le sol qui oscille et la partie supérieure du bâtiment qui tend à rester sur place. Les déformations plastiques, dites «rotules plastiques», qui apparaissent aux extrémités des colonnes déclenchent un mécanisme redouté dit «de colonnes» (ou «d'étage»), caractérisé par une concentration des déformations plastiques aux extrémités des colonnes. Il en résulte un comportement instable et l'effondrement du bâtiment est souvent inévitable.



# Eviter de remplir les cadres de maçonnerie!

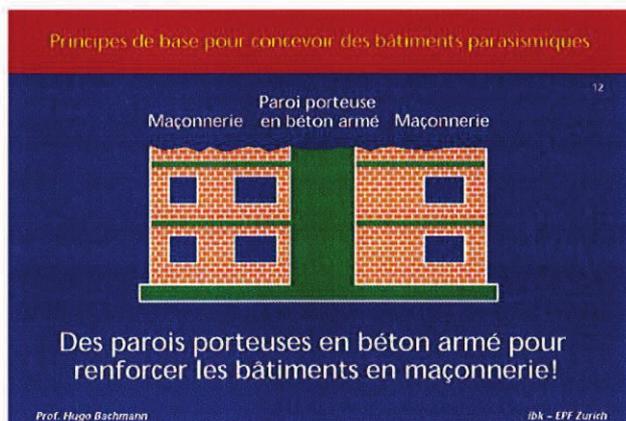


Une idée toujours très répandue consiste à croire qu'en remplissant les cadres en béton armé (colonnes et dalles ou sommiers) avec de la maçonnerie, on améliore leur tenue aux actions horizontales, c'est-à-dire aux forces sismiques dirigées dans leur plan. Or cela n'est avéré que pour de petits efforts tant que la maçonnerie reste pratiquement intacte. Cette combinaison de deux types de construction très différents et peu compatibles réagit mal aux tremblements de terre: les cadres sont relativement souples et ductiles, tandis que la maçonnerie non-armée, très rigide mais fragile, peut déjà «exploser» sous l'effet de petites déformations. Au début d'un tremblement de terre, la maçonnerie reprend presque toutes les forces sismiques. Mais elle cède ensuite sous l'effet d'un mécanisme de bielles obliques ou par glissement, car le frottement est généralement faible, dû au manque de charges verticales. L'apparition de fissures en croix est caractéristique de ce mécanisme. On peut distinguer deux cas: soit les colonnes du cadre sont plus résistantes que le remplissage de maçonnerie, soit c'est l'inverse. Dans le cas de colonnes fortes, la maçonnerie est détruite et tombe hors du cadre. Dans le cas contraire, elle risque d'endommager les colonnes et notamment de les cisailier, ce qui provoque souvent l'effondrement de l'ouvrage.



11/1 Ici, les colonnes étaient manifestement les plus résistantes. Une grande partie de la maçonnerie est tombée, mais le cadre a tenu (Erzincan, Turquie, 1992).

# Des parois porteuses en béton armé pour renforcer les bâtiments en maçonnerie!



Traditionnellement, en Suisse, les maisons d'habitation et les petits bâtiments voués à l'artisanat ont souvent des parois porteuses en maçonnerie non-armée composée de briques (en terre cuite, ciment ou matériaux silico-calcaires). Certains bâtiments construits selon ce principe comptent jusqu'à seize étages (!). La maçonnerie est certes bien adaptée du point de vue de l'isolation, du stockage thermique et du confort, ainsi que pour reprendre les charges verticales. Mais les constructions y recourant exclusivement sont peu aptes à résister aux actions sismiques. D'une part, ces bâtiments sont relativement rigides – ils ont habituellement une fréquence propre élevée, située sur le plateau du spectre de dimensionnement –, si bien qu'ils subissent d'importants efforts lorsqu'ils sont affectés par un séisme. D'autre part, les parois en maçonnerie non-armée sont relativement fragiles et défavorables du point de vue de la dissipation d'énergie. Comme il est généralement difficile de démontrer une résistance suffisante d'après la norme, même pour une action sismique modérée (p. ex. en zone 1 d'aléa sismique selon SIA 160), des mesures parasismiques additionnelles sont nécessaires.

Une solution consiste à renforcer les bâtiments en maçonnerie non-armée avec des parois porteuses en béton armé. Ce procédé permet notamment de limiter les déformations horizontales de la maçonnerie et de préserver ainsi sa résistance ultime aux charges verticales. Les parois porteuses doivent être suffisamment rigides, leur longueur et leur armature jouant un rôle déterminant à cet égard. Elles doivent être capables de supporter les forces sismiques et de les transmettre aux fondations tout en restant élastiques, c'est-à-dire sans plastification notable de l'armature. Les mouvements horizontaux affectant les parois porteuses en béton armé sous l'effet du séisme de dimensionnement n'excéderont pas le déplacement structurellement admissible pour les parois en maçonnerie les plus rigides, soit les plus longues horizontalement.

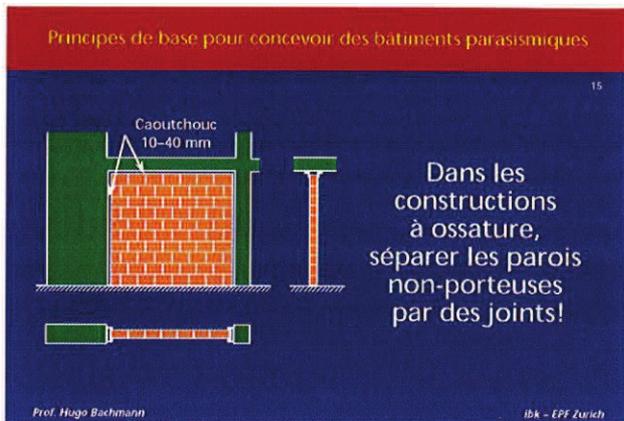


12/1 De tels bâtiments en maçonnerie – et même de moins hauts – sont extrêmement sensibles aux tremblements de terre s'ils ne sont pas renforcés par des parois porteuses en béton armé (Suisse, 2001).



12/2 Cette nouvelle villa de trois étages, comprenant des parois porteuses en maçonnerie non-armée, est renforcée longitudinalement par une paroi porteuse en béton armé dans chaque façade et transversalement par un mur de refend disposé à l'intérieur du bâtiment (Suisse, 2001).

# Dans les constructions à ossature, séparer les parois non-porteuses par des joints!



Dans les constructions à ossature relativement peu rigides, il peut s'avérer judicieux de prévoir des joints pour séparer la structure porteuse et les parois intermédiaires non-porteuses, notamment les parois en maçonnerie, qui ont un comportement rigide et fragile. On évitera ainsi qu'elles soient endommagées par des tremblements de terre de faible intensité. Il convient de disposer des joints le long des colonnes, parois porteuses et dalles, et de les remplir de matériau tout à la fois souple et insonorisant, telles les plaques en caoutchouc. Les mousses dures, le liège, etc., sont en revanche trop rigides. L'ouverture des joints, généralement de 10 à 40 mm, dépend de la rigidité de la structure porteuse et de la déformabilité des parois intermédiaires, ainsi que du degré de protection souhaité (séisme pour lequel apparaissent les premiers dégâts < séisme de dimensionnement). Habituellement, il y a également lieu d'assurer les parois contre les accélérations hors plan, par exemple à l'aide de cornières.



15/1 Ici, la paroi en maçonnerie et la colonne en béton armé sont séparées par un joint vertical, certainement beaucoup trop mince (Suisse, 1994).



## Nouvelle réglementation parasismique applicable au 1er mai

Wolfgang JALIL, Président du Comité de rédaction des règles PS92 - [LE MONITEUR.FR](http://LE.MONITEUR.FR)- Publié le 29/04/11 à 08h55

A partir du 1<sup>er</sup> mai, la France se dote d'une nouvelle carte de zonage sismique qui fixe les règles en matière de construction dans les zones à risques. Harmonisées avec celles de l'Union européenne, ces règles introduisent un zonage plus précis à l'échelle communale que la précédente version de 2005. Décryptage des changements.

Le 21 novembre 2005, la ministre de l'écologie Nelly Ollin avait fait connaître la nouvelle carte d'aléas sismiques lors d'une conférence de presse. Ainsi, depuis 5 ans, la profession était toujours dans l'attente de la publication de ces textes qui rendront applicable l'Eurocode 8.

Les deux décrets et l'arrêté concernant le nouveau zonage sismique et les règles de construction qui viennent renforcer la prévention du risque sismique en France ont été publiés le 22 octobre 2010 avec une entrée en vigueur le 1er mai 2011.

Les éléments nouveaux du décret portent surtout sur la terminologie utilisée :

– le mot « catégories » est remplacé par « classes », et ces dernières par catégories lesquelles correspondent dans leurs définitions aux classes actuelles, avec une précision concernant la catégorie IV (classe D avant)) pour laquelle l'opérabilité des équipements est primordiale pour la sécurité et la garantie de la continuité de fonctionnement en cas de séisme ;

– le territoire national est divisé en 5 zones dénommées respectivement : (1) zone de séismicité « très faible », (2) « faible », (3) « modérée », (4) « moyenne », et (5) « forte », pour lesquelles l'arrêté donne respectivement les accélérations horizontales au rocher dites « Agr » suivantes (équivalent de An dans les PS92/2004)) : 0,4 – 0,7 – 1,1 – 1,6 et 3 m/s<sup>2</sup> ; soit le bas de la fourchette présentée en 2005 et figurant sur la carte du nouveau zonage.

Le projet d'arrêté est conçu pour s'appliquer avec l'Eurocode 8,1 (norme NF-EN 1998,1). Il reprend les valeurs des coefficients d'importance des bâtiments de l'EC8 (0,8 – 1 – 1,2 et 1,4 pour les catégories I à IV) qui viennent majorer les accélérations Agr, a lors que dans les PS92, ces majorations étaient implicites.

## Date d'application

Ces dispositions entrent en vigueur le **1er mai 2011**.

Une période transitoire de «cohabitation» des PS92/2004 et EC8,1 existera jusqu'au 31 octobre 2012.

Une période transitoire de « cohabitation » des PS92/2004 et EC8,1 existera jusqu'au 31 octobre 2012 pour les projets dont les demandes de permis de construire auront été déposés après le 1er mai 2011. Dans ce cas, on pourra continuer à utiliser les PS92/2004, mais avec un nouveau tableau des accélérations « an », donné dans l'arrêté, en remplacement du tableau 3,3 des règles PS92 qui est très défavorable dans le cas des bons sols.

## Les nouveautés

La nouvelle carte présente cinq zones de risques sismiques allant croissant d'un risque très faible (1), faible (2), modéré (3), moyen (4), à fort (5), cette dernière s'appliquant exclusivement aux Antilles françaises. La zone 4 de sismicité moyenne inclut le sud de l'Alsace, le fossé rhénan ainsi que les massifs alpin et pyrénéen alors que la zone 1 comprend les bassins aquitain et parisien.

De nouvelles zones de sismicité du territoire apparaissent, telles que la Vendée, les Deux Sèvres (régions passant de 1 à 3), la région de Lyon, Nantes, Marseille, Lille, Valenciennes etc...(cf carte). On remarque que certaines accélérations ont augmenté et d'autres diminués, lorsqu'on est situé sur un bon sol (cas de Nice par exemple : 1,6 au lieu de 2,5m/s<sup>2</sup>).

Prenant en compte les codes parasismiques de l'Eurocode 8 de l'UE, les sols sont classés en cinq catégories principales allant de A (sol de type rocheux) à E (sol mou) avec des exigences en matière de conception et construction des bâtiments neufs. Ces exigences elles-mêmes sont liées à l'importance des bâtiments dans leur usage social et de la zone de sismicité.

La construction d'un simple hangar sera libre de contraintes, alors que les immeubles d'habitation, de bureaux, centres de soins, de production d'énergie et de gestion de crise, par exemple, devront répondre à des normes strictes selon l'intensité du risque sismique de leur zone.

## Pourquoi ces différences ?

Il y a principalement 2 raisons majeures à ces changements :

1 – l'approche de la sécurité de l'ancien zonage était basée sur une conception déterministe de la sécurité, qui consiste à se baser sur les séismes majeurs historiques connus (par exemple, en région PACA, c'est le séisme de Lambesc qui a conduit au zonage de cette région).

L'Eurocode, quant à lui, est basé sur une conception probabiliste de la sécurité qui intègre en plus la fréquence d'occurrence des séismes (est-ce une fois en 2000 ans ou tous les 300 ans ?, par exemple).

2 – Les spectres ont également été modifiés, et les mauvais sols sont pénalisés par une majoration de l'accélération qui peut atteindre jusqu'à 80 % (c'est l'introduction du coefficient S dans l'Eurocode).

A contrario les bons sols subissent des accélérations plus faibles : cela résulte des retours d'expérience de nombreux séismes de ces 20 dernières années (Mexico, San Francisco, Los Angeles, Annecy...)

## Exigences pour les bâtiments neufs

Les classes de bâtiments « à risque normal » A, B, C, D sont rebaptisées catégories d'importance I, II, III, IV.

### Les règles ne s'appliquent pas :

- en zone de sismicité 1 : aucune exigence, et en catégorie I (classe A anciennement) aucune exigence quelle que soit la zone

### Les règles s'appliquent :

a) A la construction de bâtiments neufs de catégorie d'importance III et IV (classes C et D avant) ;

b) A la construction de bâtiments nouveaux des catégories d'importance II, III et IV (classes B, C et D avant) dans les zones de sismicité 3, 4 et 5.

- Pour les zones 3 et 4, et pour la catégorie 2, on applique les PSMI (Norme P 06-14) si on répond aux critères ; sinon, on applique l'EC8,1 ;

- l'EC8,1 s'applique aussi pour les catégories 3 et 4.

- En zone 5 (Antilles) : pour la catégorie II, on applique le guide CPMI (\*) si les critères de ce guide sont remplis, sinon l'EC8,1 pour les catégories 2, 3 et 4.

(\*) Le guide CPMI (« Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles : CPMI Antilles » a été rédigé par l'AFPS (Association Française Parasismique).



www.planseisme.fr

Le site internet de la prévention du risque sismique  
Bureau de recherches géologiques et minières



## L'après Plan Séisme : quelle politique de prévention du risque sismique en France ?

Mercredi 9 octobre 2013

Le Programme National de Prévention du Risque Sismique, appelé Plan Séisme, s'est achevé à la fin de l'année 2010, après 5 années d'actions diverses réalisées dans le but de limiter l'accroissement de la vulnérabilité de notre société face au risque sismique. Sa stratégie consistait à favoriser une prise de conscience des citoyens, des professionnels du bâtiment et des pouvoirs publics, ainsi qu'à mettre en œuvre des dispositifs réglementaires et techniques indispensables pour améliorer la résistance des bâtiments.

A côté de ce programme national, le Plan Séisme Antilles a été créé en 2007 et pour une période de plusieurs dizaines d'années afin de réduire la vulnérabilité aux séismes des populations antillaises (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy). Ce programme possède une gouvernance, des objectifs et des moyens spécifiques. Il comporte, outre des actions de sensibilisation, de formation, d'amélioration de la connaissance et de préparation à la gestion de crise, un volet important d'actions de renforcement ou de reconstruction du bâti public existant, estimé à 5 milliards d'euros. Ce plan se poursuit à un bon rythme mais doit encore être amplifié.

### Un bilan positif du Plan Séisme 2005-2010

Le programme national a été marqué par de nombreuses avancées sur tous les champs de la prévention, depuis l'information préventive jusqu'à la réduction de la vulnérabilité et la préparation à la gestion de crise. De nombreux supports de communication ont été produits, dont un grand nombre par les régions concernées elles-mêmes. La sensibilisation des populations est cependant variable selon les régions et mérite d'être poursuivie, en particulier dans les zones nouvellement concernées par la réglementation parasismique.

Un élément essentiel à la réduction de la vulnérabilité sismique a été la publication de la nouvelle réglementation, qui introduit l'application des normes parasismiques Eurocode 8 au contexte français et la nouvelle carte de zonage sismique de la France. Cette réglementation permettra de garantir un meilleur niveau de sécurité relatif aux constructions neuves. L'accompagnement des professionnels du bâtiment, par la mise en place de formations adaptées, a commencé dans certaines régions.

Concernant le bâti existant, à l'exception des Antilles, trop peu d'actions ont été menées sur le territoire. Des efforts sont à faire pour inciter les propriétaires de bâtiments à s'interroger sur la vulnérabilité sismique de leur bien et à envisager les mesures de confortement nécessaires.

### **Et maintenant...**

L'important travail mené depuis 6 ans doit se poursuivre, en ciblant les actions sur la réduction concrète de la vulnérabilité des populations. Les travaux menés en 2010 par le groupe de travail n° 2 (GT 2) du Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs (COPRNM<sup>2</sup>) réunissant les principaux acteurs de la prévention du risque sismique (collectivités territoriales, professionnels de la construction, associations et les organismes scientifiques, services de l'Etat, assureurs,...) ont abouti à des **orientations stratégiques selon 3 axes** :

- 1. la mise en œuvre d'une gouvernance partagée de la politique de prévention du risque sismique, basée sur des objectifs quantitatifs et au plus près des spécificités des territoires ;**
- 2. la mobilisation et l'association accrue des collectivités territoriales au pilotage des actions de réduction de la vulnérabilité et à la poursuite de la sensibilisation du grand public ;**
- 3. le développement indispensable des pratiques de réduction de la vulnérabilité des constructions neuves et du renforcement du bâti existant en mobilisant les professionnels, les organismes de formation et les services de contrôle des règles de construction parasismique.**

Il est entendu que les actions relatives à la préparation à la gestion de crise seront poursuivies par l'organisation d'exercices de crise réguliers de type « RICHTER » et par la réalisation de retours d'expériences sur des séismes ayant lieu en France ou dans le monde.

La question de la qualité du bâti existant et, notamment, la connaissance de sa vulnérabilité face au risque sismique sont également des champs importants de la politique de prévention du risque sismique dans les années à venir.

Les acteurs de la prévention du risque sismique, et, en premier lieu, les collectivités territoriales, ont un rôle essentiel à jouer. L'objectif est d'amener les populations à acquérir une culture du risque sismique, ainsi qu'à intégrer, dans leurs décisions, les choix qui permettront une réduction globale de la vulnérabilité de notre société aux séismes.

**Ces orientations, ainsi que le rapport du groupe, ont été transmis par courrier à la ministre de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement qui, par réponse du 22 juin 2011, a partagé ce constat et a souhaité que soit engagée une réflexion sur le pilotage et la mise en œuvre des actions identifiées dans le rapport.**

