

Journée technique AFPS – Lourdes

Renforcement parasismique des bâtiments
Guide et recueil d'opérations de renforcement parasismique

Guide DRBE

- Fortes contraintes relatives au renforcement parasismique :
 - Mauvaise connaissance du bâti
 - Difficulté de choisir une stratégie de renforcement
 - Dimension socio-économique

Proposer une démarche pour l'évaluation et le renforcement parasismique de bâtiments existants

- Réalisé entre 2008 et 2012 par un groupe de travail commun AFPS et CSTB
- Document principal et annexes

Guide
construction
parasismique

Mars 2013

Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme

Groupe de travail AFPS-CSTB



Contenu du guide DRBE

- A destination des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises
- Pas de statut réglementaire ni normatif

Chapitre 1 – Conseil au maître d'ouvrage. Niveau de performance à atteindre

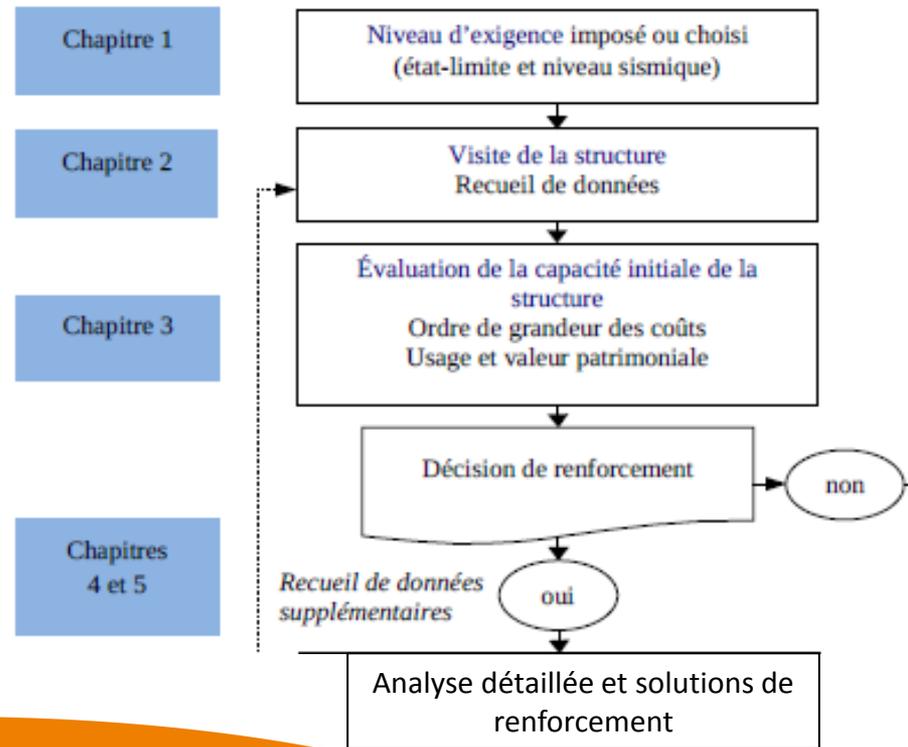
Chapitre 2 – Collecte d'informations

Chapitre 3 – Méthode d'évaluation de l'existant

Chapitre 4 – Solutions de renforcement

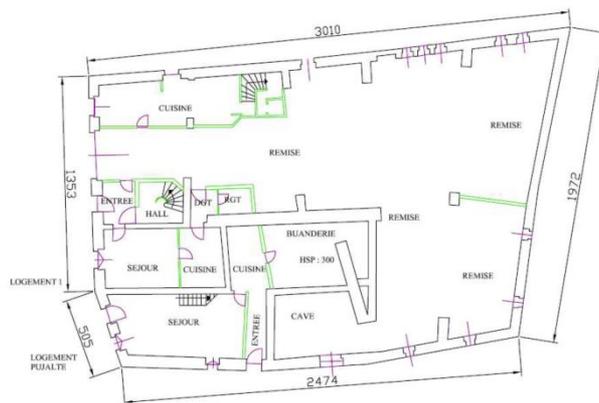
Chapitre 5 – Justifications des ouvrages renforcés

Chapitre 6 – Types de dommages – images et commentaires



Annexes du guide DRBE

Bâtiment en maçonnerie



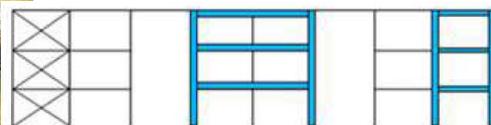
Bâtiment en béton



Bâtiment en bois

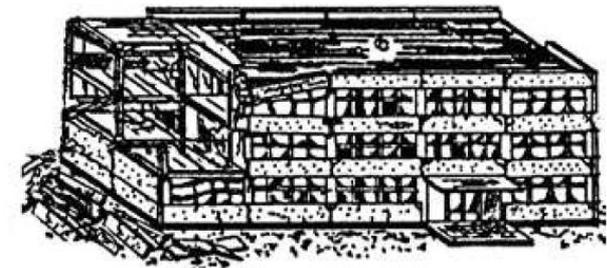
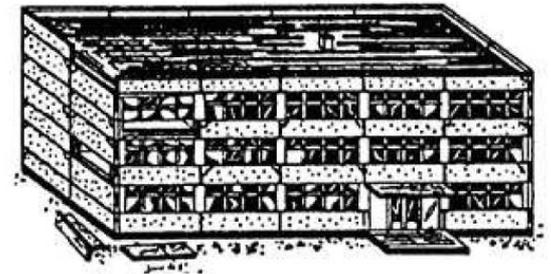


Bâtiment en acier



Niveau de performance à atteindre

- Présentation de la réglementation parasismique en France et des règles techniques
- Evaluation de la performance actuelle du bâtiment → facteur de conformité
- Niveau de performance à atteindre
 - Choix d'un état limite
 - Non effondrement
 - Dommages significatifs
 - Limitation de dommages
 - Actions sismiques de référence pour la vérification des différents états limites



| État limite à vérifier | Catégorie d'importance | | |
|------------------------|------------------------|-----|------|
| | II | III | IV |
| Non-effondrement | 1 | 1,2 | 1,4 |
| Dommages significatifs | 0,75 | 0,9 | 1,05 |
| Limitation de dommages | 0,5 | 0,6 | 0,7 |

Collecte d'information

- **Informations recherchées sur le bâtiment**
 - Implantation dans l'environnement
 - Liaison avec le sol et comportement de celui-ci
 - Caractéristiques structurales du bâtiment
 - Qualité de conception et de réalisation du bâtiment
 - Points de détails

- **Deux niveaux de collecte d'informations** : avant l'analyse simplifiée et avant l'analyse détaillée

Collecte d'information

Année de construction

| Domaine | Règles | 1945 à 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | | |
|------------|-------------|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| | | Béton armé | CCBA45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CCBA60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CCBA68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAEL80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAEL83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAEL90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maçonnerie | DTU 20.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | DTU 20.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actions | NF P 06-001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | NV65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Collecte d'information

Visite du bâtiment et de son environnement

| | | Type | Commentaire, référence document, annexe photo/schéma/plan | Fiab | Fav |
|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|-----|
| 1 | | Implantation dans l'environnement | | | |
| 1.1 | | Conditions de sol | | | |
| <i>Caractérisation du sol</i> | | | | | |
| Rochers | | | | | |
| Alluvions | | | | | |
| Sable | | | | | |
| Sol rapporté | | | | | |
| Ancien marais, décharge | | | | | |
| Autres | | | | | |
| <i>Étude de sol</i> | | | | | |
| Classe Eurocode 8 | | A, C, D, E, S1, S2 | | | |
| 2.10 | Techniques de construction | | | | |
| <i>Structure porteuse verticale</i> | | | | | |
| Voile béton banché | | Préciser si coffrage tournant | | | |
| Ossature BA + remplissage | | Préciser dimensions des poteaux | | | |
| Système mixte portique-voile | | | | | |
| Système poteau-dalle | | | | | |
| Maçonnerie porteuse chaînée | | | | | |
| Maçonnerie armée | | | | | |
| Ossature charpente métallique | | | | | |
| Ossature charpente bois | | | | | |
| Autres | | | | | |
| Dispositions constructives favorables | | Dispositions constructives apportant une réserve de ductilité importante, ou toute autre disposition jugée favorable pour le comportement de l'ouvrage | | | |
| Dispositions constructives défavorables | | Défauts génériques rencontrés (ex : enrobage insuffisant, absence de chaînage) | | | |
| <i>Planchers</i> | | | | | |

Fiab : Fiabilité de l'information

- C certaine
- P probable

Fav : Appréciation sur le comportement

- F favorable
- D défavorable

Evaluation de l'existant

- Objectif : déterminer le **coefficient de conformité initial α avant renforcement**
- Différents niveaux de diagnostics :

Analyse simplifiée

Permet aux maîtres d'ouvrage de prendre une décision sur la poursuite du renforcement : préciser le degré de faiblesse du bâtiment et le degré de faisabilité des renforcements

- Détection visuelle des points faibles
- Calcul simplifié

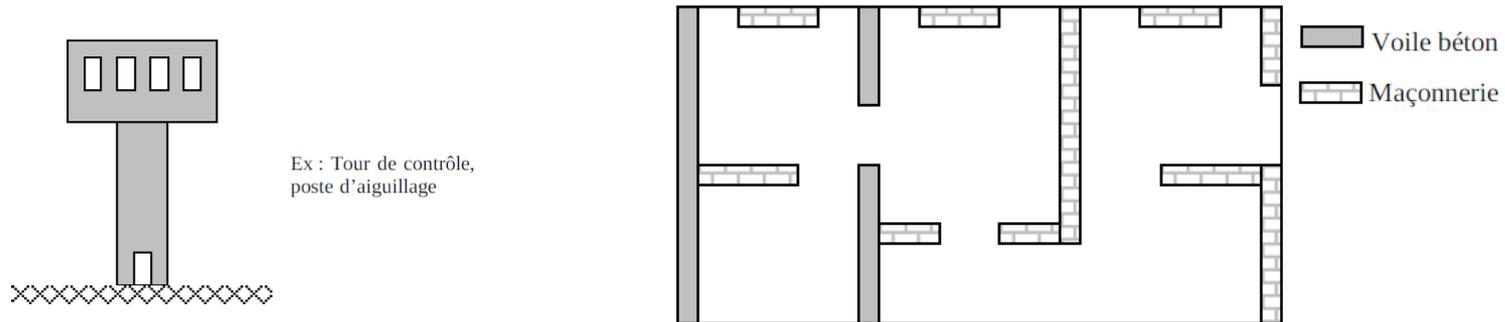
Analyse détaillée

Evaluation plus précise pour conduire à un renforcement

Evaluation de l'existant – analyse simplifiée

Détection visuelle des points faibles

- Forme générale



- Facteurs de risque (joints entre blocs, ouvertures...)
- Points faibles spécifiques à chaque type de bâtiment (bâtiment à ossature béton, en maçonnerie, charpente métallique...)

Exemple des modes de ruines des bâtiments à ossature en béton

- Discontinuité de capacité de résistance élévation
- Cisaillement des poteaux courts
- Zones critiques : nœuds poteaux-poutres

Evaluation de l'existant – analyse simplifiée

Calcul simplifié

Demande D_i

- Efforts sismiques à reprendre → forces latérales
- Répartition dans les éléments au prorata des raideurs

Capacité C_i

- Evaluation sommaire de la capacité à reprendre les efforts

$$\text{Rapport } \rho = D_i/C_i$$

Ductile

$$\rho_{\max}/\rho_{\min} < 2,5$$

oui

non

S'assurer que chaque élément peut admettre ρ

Pas acceptable

Fragile

$$\rho < 1$$

oui

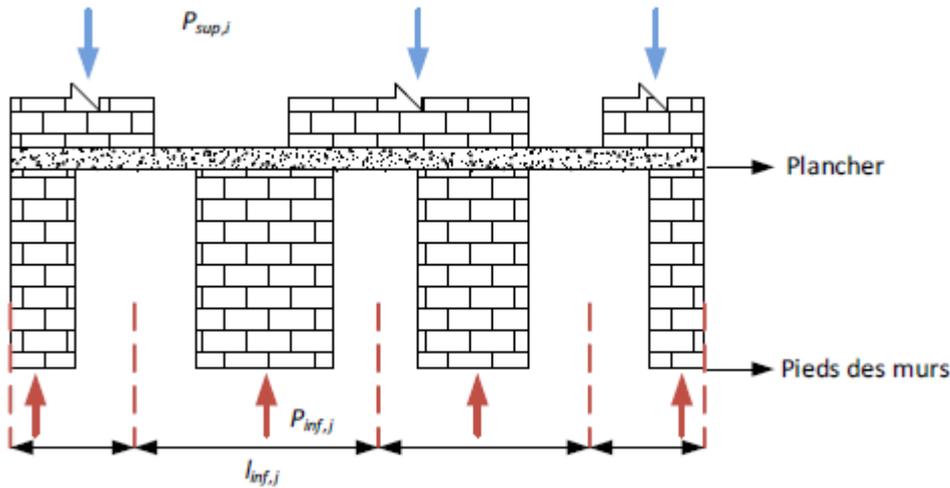
non

Suffisamment résistant

Élément à négliger ou à conforter

Evaluation de l'existant – analyse simplifiée

Calcul simplifié – exemple du bâtiment maçonnerie en annexe



Facteur de conformité

- $\alpha = 0,53$
- Remplacement des plancher bois

| Niveau | Symbole | Unité | Longueur | | Epaisseur | Isolation | | Caractéristiques | | | | | | Effort maximum | | Combinaison | | V _{ed} | Surface revêtement du mur | | Charges du au plancher | | Poids du mur | | N _{ed} | e | o | N _{ed} | f _{td} | M _u | L _{cr} | L _{ed} | FR |
|--------|---------|-------|----------|---|-----------|----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----|
| | | | l | h | | H _u | H _o | H _{u+} | H _{u-} | H _{u0+} | H _{u0-} | H _{u1} | H _{u2} | H _{u3} | H _{u4} | H _{u5} | H _{u6} | | H _{u7} | H _{u8} | H _{u9} | H _{u10} | H _{u11} | H _{u12} | | | | | | | | | |
| | X1 | | 4.6 | 3 | 63 | 289 | 0 | 174 | 0 | 100 | 0 | 463 | 0 | 463 | 139 | 463 | 9.2 | 36 | 190 | 575 | 0.49 | 0.90 | 1440 | OK | 0.30 | 2339 | 3.30 | 80 | 0.61 | | | | |
| | X2 | | 7.7 | 3 | 63 | 658 | 0 | 422 | 0 | 244 | 0 | 1080 | 0 | 1080 | 324 | 1080 | 9.8 | 38 | 320 | 970 | 0.50 | 0.90 | 2427 | OK | 0.30 | 5407 | 7.26 | 32 | 0.58 | | | | |
| | X3 | | 5.5 | 3 | 60 | 377 | 0 | 270 | 0 | 156 | 0 | 647 | 0 | 647 | 194 | 647 | 10.7 | 42 | 218 | 787 | 0.50 | 0.90 | 1651 | OK | 0.30 | 3180 | 4.46 | 54 | 0.56 | | | | |
| | X4 | | 3.1 | 3 | 60 | 126 | 0 | 97 | 0 | 56 | 0 | 223 | 0 | 223 | 67 | 223 | 8.2 | 32 | 123 | 547 | 0.50 | 0.90 | 930 | OK | 0.30 | 1082 | 2.18 | 118 | 0.80 | | | | |
| | X5 | | 2.7 | 3 | 60 | 92 | 0 | 73 | 0 | 42 | 0 | 165 | 0 | 165 | 50 | 165 | 4.4 | 17 | 107 | 357 | 0.46 | 0.90 | 810 | OK | 0.30 | 797 | 1.72 | 140 | 0.85 | | | | |
| | X6 | | 5.2 | 3 | 75 | 429 | 0 | 294 | 0 | 170 | 0 | 723 | 0 | 723 | 217 | 723 | 11.7 | 46 | 257 | 696 | 0.49 | 0.90 | 1951 | OK | 0.30 | 3582 | 3.74 | 38 | 0.53 | | | | |
| | X7 | | 1.7 | 3 | 74 | 35 | 0 | 25 | 0 | 14 | 0 | 60 | 0 | 60 | 18 | 60 | 4.6 | 18 | 83 | 284 | 0.50 | 0.90 | 629 | OK | 0.30 | 297 | 1.05 | 105 | 1.75 | | | | |
| | ... | | 3.7 | 3 | 74 | 225 | 0 | 156 | 0 | 90 | 0 | 381 | 0 | 381 | 114 | 381 | 5.9 | 23 | 181 | 547 | 0.48 | 0.90 | 1370 | OK | 0.30 | 1883 | 2.46 | 247 | 0.61 | | | | |

L'analyse simplifiée permet de conclure sur l'intérêt de poursuivre le renforcement

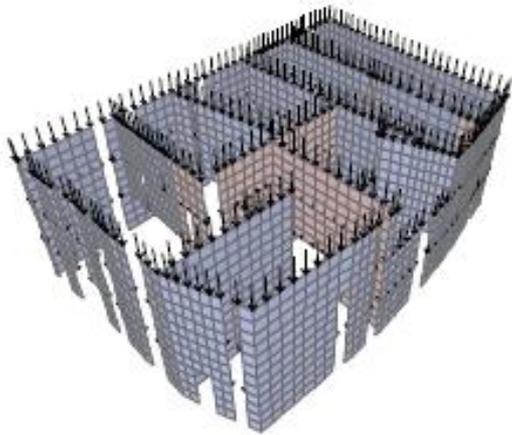
Evaluation de l'existant – analyse détaillée

- Evaluation de la **demande sismique** -
Méthodes de calcul :
 1. Méthode des forces latérales
 2. Méthode du coefficient de comportement à partir d'une analyse modale
 3. Méthode de calcul en déplacement de type analyse poussée progressive
- Evaluation de la **capacité résistante** des structures
 - Capacité résistante en termes d'efforts
 - Capacité de déformation

| Élément | Type d'action /renforcement | Méthode | Référence |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Poutres et poteaux | Flexion simple ou composée | Limitation de la rotation de corde | EN 1998-3 §A3.2 |
| | Effort tranchant | Méthode générale de la partie 1 et spécificité des renforcements | EN 1998-3 §A3.3 EN 1998-1 §5.5.3.1.2 EN 1998-1 §5.5.3.2.1 |
| | Nœud poteau-poutre | Méthode générale de la partie 1 | EN 1998-3 §A3.4 EN 1998-1 §5.5.2.3 EN 1998-1 §5.5.3.3 |
| | Chemisage béton armé | Méthode générale avec limitation de la capacité | EN 1998-3 §A4.2 |
| | Chemisage métallique | Contribution du chemisage | EN 1998-3 §A4.3 |
| | Collage de fibres | Contribution du chemisage | EN 1998-3 §A4.4 |
| Murs | Flexion simple ou composée | Limitation de la rotation | EN 1998-3 §A3.2 |
| | Effort tranchant | Méthode générale de la partie 1 et spécificité des renforcements | EN 1998-3 §A3.3 |
| | Chemisage béton armé | Méthode générale avec limitation de la capacité | EN 1998-3 §A4.2 |
| | Chemisage métallique | Contribution du chemisage | EN 1998-3 §A4.3 |
| | Chemisage par fibres | Contribution du chemisage | EN 1998-3 §A4.4 |

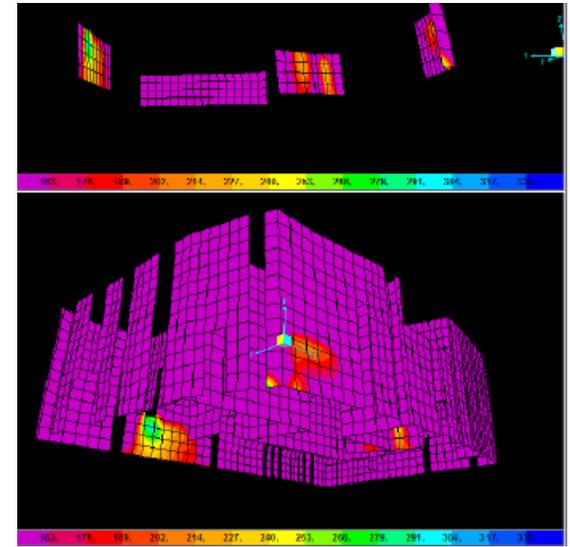
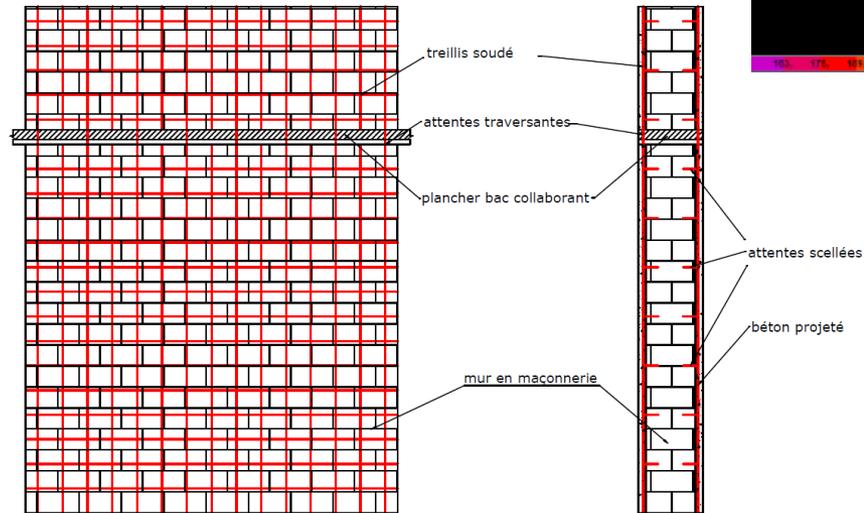
Evaluation de l'existant – analyse détaillée

Exemple du bâtiment maçonnerie en annexe



Modélisation du bâtiment existant

Technique de renforcement choisie



Analyse du bâtiment renforcé

Solutions de renforcement

- Données essentielles pour décider d'une solution de renforcement :
 - Budget
 - Délais
 - Valeur du bâtiment
 - Gain escomptable après travaux en terme de sécurité parasismique
 - Efficacité d'un renforcement non linéaire : palier dans l'évolution du coût en fonction de son efficacité à réduire le risque

→ **Etablir une stratégie de renforcement parasismique**

- Approches possibles pour diminuer la vulnérabilité
 - Amélioration du comportement d'ensemble de la structure
 - Amélioration de la capacité à résister au séisme

Solutions de renforcement – diminution de la vulnérabilité

Amélioration du comportement d'ensemble de la structure

- Amélioration de la régularité de la structure
- Diminution de la masse de la structure
- Isolation parasismique



Diminution de la masse de la structure



Isolation parasismique

Solutions de renforcement – diminution de la vulnérabilité

Amélioration de la capacité à résister au séisme

- Rendre le bâtiment moins fragile
- Améliorer la ductilité du bâtiment
- Augmenter la résistance du bâtiment



Éléments fragiles

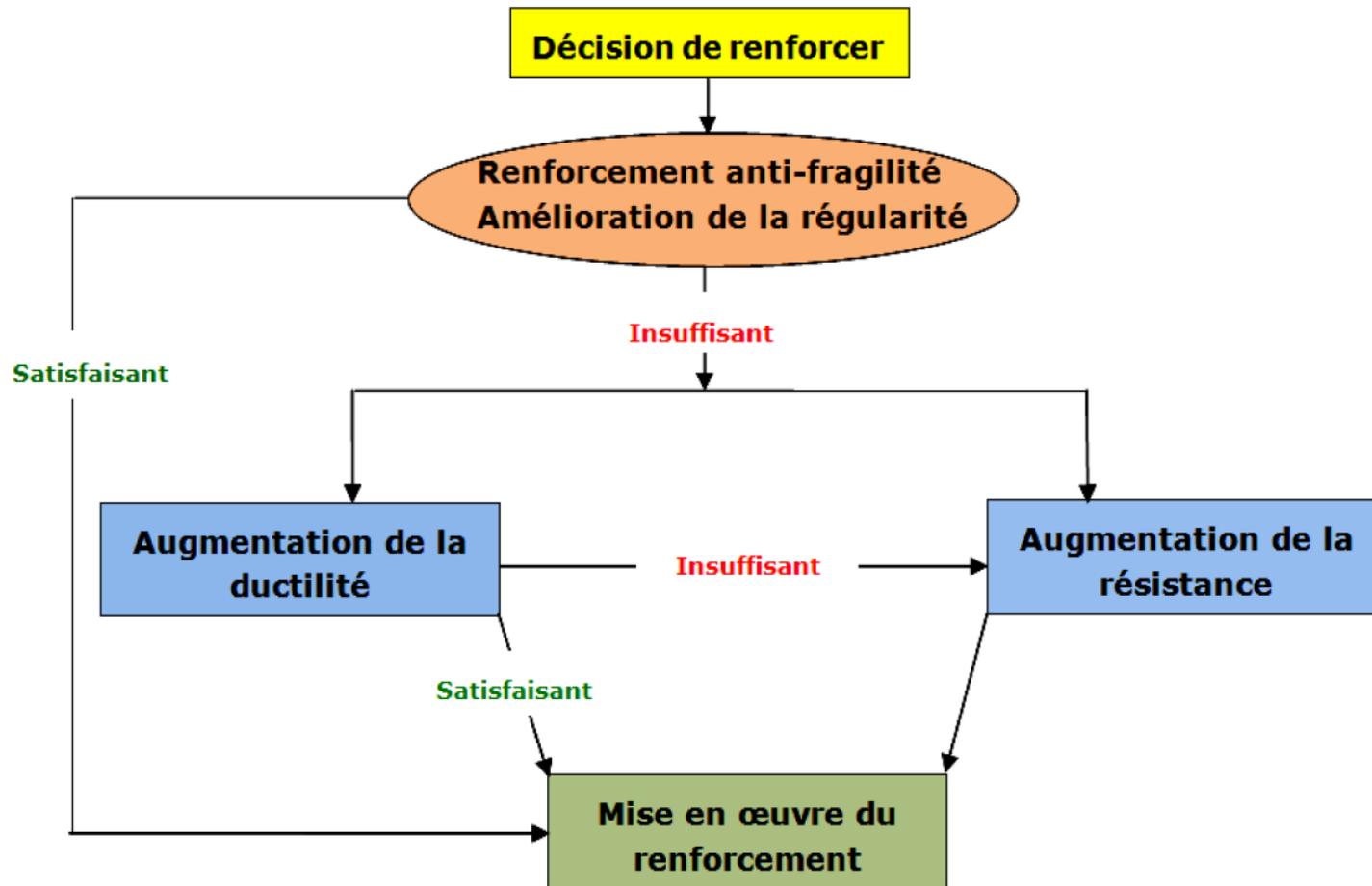


Améliorer ductilité



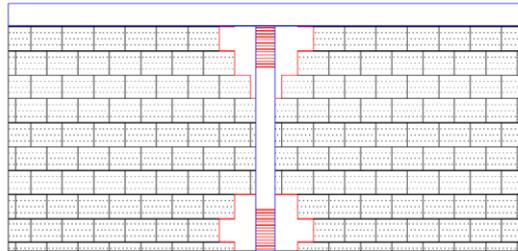
Améliorer résistance

Stratégie de renforcement



Méthodes de renforcement – Fiches techniques

Renforcement des poteaux par fibres de carbone ou plats métalliques collés



Domaine de renforcement : local

Types de bâtiments concernés : bâtiments à portiques

Caractéristiques mécaniques visées :

- Ductilité
- Confinement
- Augmentation de la résistance en compression et en flexion

| Avantages | Inconvénients |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Travaux légers Renforcement local Pas de surcharges Diversité des matériaux et de la mise en œuvre Pas d'affaiblissement de la structure en cours de renforcement | Mise œuvre spécialisée Coût élevé Qualités techniques à confirmer |

Commentaires :

Technique utilisée en génie civil pour le renforcement des ponts. Technique récente, dont les applications dans le bâtiment sont à développer. Ces fibres sont disponibles sous divers formats : tissu, treillis, plaque, lamelles.

Objectifs :

- Améliorer la ductilité du poteau ou de l'ensemble de la structure en confinant le béton dans les zones critiques. En effet, ces zones proches des nœuds sont souvent insuffisamment frettées. Les fibres empêchent également les armatures de flamber. Il faut néanmoins veiller à ne pas augmenter la raideur des poteaux traités, sinon ils vont reprendre plus de charges et risquent de devenir sous dimensionnés. La solution consiste à orienter les fibres dans le sens transversal de sorte que la résistance longitudinale du renforcement soit négligeable. L'emploi de fibres sous forme de tissu est à faire avec beaucoup de précautions, car les fibres sont orientées dans les deux sens.
- Garantir la localisation des rotules plastiques. On dispose alors des fibres dans les deux directions, pour renforcer aussi la résistance du poteau en flexion dans le but de surdimensionner le poteau ; on souhaite en effet que les rotules plastiques se forment dans la poutre. Cette technique entraîne une redistribution des efforts du fait que le poteau a une plus grande raideur ; il faut alors vérifier l'ensemble de la structure par un calcul d'ensemble intégrant le renforcement.

Précautions et limites d'utilisation :

Propriétés à vérifier. Durabilité pouvant être remise en question sous certains environnements agressifs (chaleur, humidité). Tenir compte d'une redistribution des efforts due au renforcement local d'un élément de la structure.

Mise en œuvre pratique :

Poteau sans remplissage

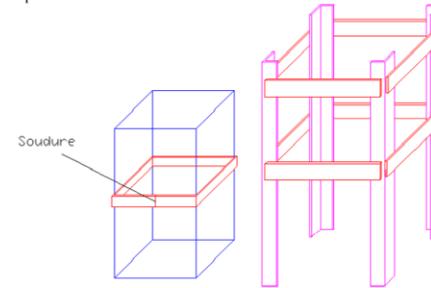
- Préparation du support :
Décaper le poteau pour enlever le revêtement et faire apparaître le béton brut. Bien nettoyer pour éliminer toutes les poussières
- Mise en œuvre des fibres :
Encoller l'élément dans les zones critiques, puis positionner les fibres en les tendant pour améliorer l'adhérence. Passer le rouleau pour éliminer les bulles. Laisser sécher.
- Finitions :
Enduire le poteau et poser le revêtement.

Poteau avec remplissage

- Préparation du support :
Décaper le poteau pour enlever le revêtement et faire apparaître le béton brut. Détruire le remplissage à l'interface avec le poteau au niveau de la zone à renforcer pour laisser passer les fibres. Bien nettoyer pour éliminer toutes les poussières
- Mise en œuvre des fibres :
Encoller l'élément dans les zones critiques, puis positionner les fibres en les tendant pour améliorer l'adhérence. La pose est plus difficile car il faut une personne de chaque côté de la cloison et faire passer les fibres dans l'ouverture et ceinturer le poteau dans la zone à renforcer. Passer le rouleau pour éliminer les bulles. Laisser sécher.
- Finitions :
Boucher les ouvertures dans le remplissage avec le même matériau pour éviter la formation de points durs ou à l'inverse de poteaux courts. Enduire le poteau et la partie du remplissage qui a été réparée et poser le revêtement.

Variante :

Utilisation de lamelles métalliques :



On peut remplacer les fibres par des lamelles métalliques (plats) collés sur le poteau de façon à former des anneaux encerclant le poteau dans les zones faibles. La mise en œuvre est identique. Par contre, il faut donner la forme de la section du poteau au plat avant la pose et veiller à ce qu'il n'y ait pas de jeu pour que le collage soit efficace. Dans le cas où on souhaite aussi améliorer la résistance en flexion, on peut coller des cornières dans les angles du poteau, encerclées par des anneaux en plat métalliques visant à éviter leur flambement. Le renforcement fonctionne comme un ferrailage (longitudinal et transversal). Il convient de vérifier les propriétés d'adhérence de la colle pour assurer une bonne cohésion et la transmission des efforts. Du fait de leur position à l'extérieur du poteau et de la section d'acier mise en œuvre, le gain en résistance peut être très élevé. Vérifier absolument que le reste de la structure peut le supporter. Un dispositif de serrage des anneaux doit être mis en place pour les maintenir et les fermer.

On cherchera aussi à alterner la face du poteau sur laquelle est présente le raccord pour ne pas introduire de dissymétries.

Éléments à prendre en compte dans le calcul du coût de renforcement :

Technique récente. La mise en œuvre doit être très soignée pour garantir un comportement correct.

Méthodes de renforcement – Fiches techniques

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Renforcement des poteaux par fibres de carbone ou plats métalliques collés | 76 |
| Renforcement par fibres des poutres | 78 |
| Renforcement par fibres des murs | 80 |
| Ajout de murs de contreventement Voiles béton..... | 82 |
| Remplissage d'un portique en maçonnerie ou en béton armé..... | 85 |
| Chemisage en béton armé des poteaux..... | 88 |
| Chemisage en béton armé des poutres..... | 90 |
| Chemisage en béton armé des voiles et des murs | 92 |
| Ajout de croix de contreventement - Contreventement métallique..... | 94 |
| Amortissement des portiques - Contreventement métallique amorti | 96 |
| Renforcement des fondations Élargissement des semelles Chaînage Micropieux..... | 99 |
| Renforcement des planchers - Coulage d'une dalle..... | 102 |
| Renforcement des planchers - Solidarisation des solives - Augmentation de la surface d'appui des planchers . | 105 |
| Chaînage horizontal - Création ou réparation d'un chaînage en tête de bâtiment..... | 107 |
| Chaînage vertical - Création ou réparation d'un chaînage..... | 110 |
| Encadrement des ouvertures Création ou réparation de linteaux et de montants..... | 113 |
| Renforcement de la structure secondaire : Cheminées, balcons, auvents, éléments de façade | 115 |
| Solidarisation des éléments de structure par..... | 119 |
| Ajout de précontrainte extérieure..... | 119 |
| Isolateurs | 120 |

Types de dommages et solutions de renforcement



Kobé 1999
Mairie, rupture
du 6^{ème} niveau



Aquila 2009



Chili 2010

Types de dommages et solutions de renforcement



Lambesc 1909



Annecy
1996



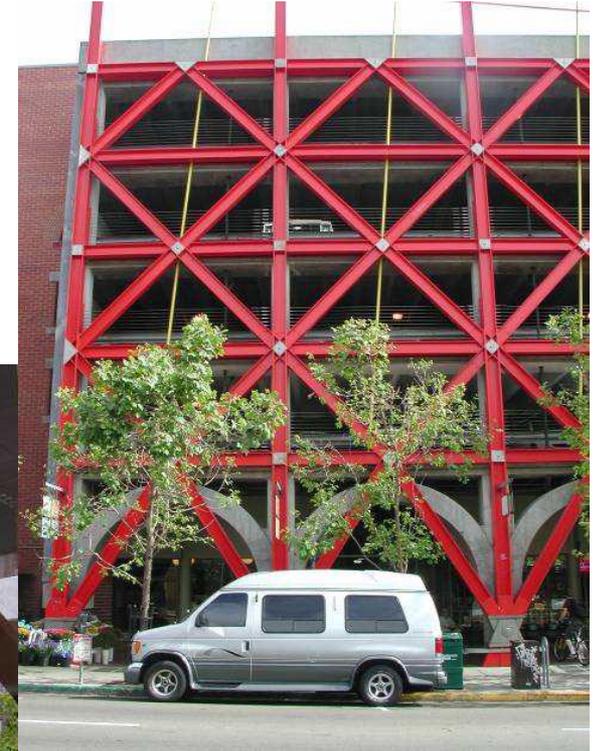
Types de dommages et solutions de renforcement



Isolateur
parasismique



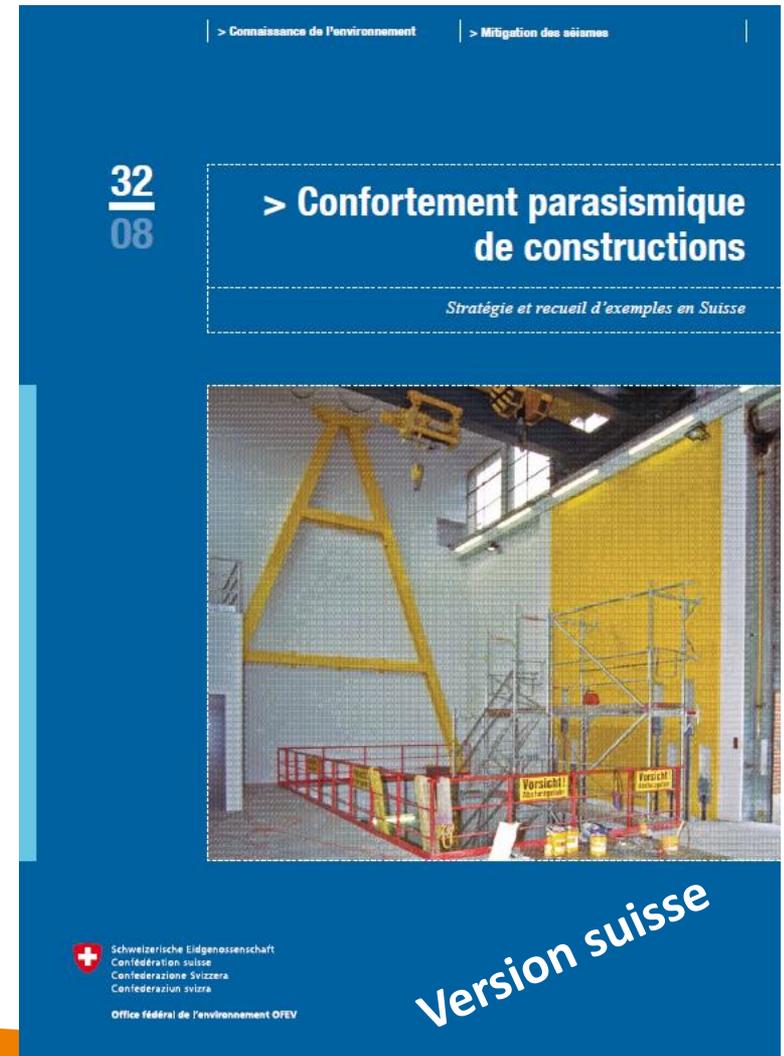
Eléments de stabilité avec amortisseurs



Ajout d'une
ossature métallique
de contreventement

Recueil d'opérations de renforcement parasismique

- Document en cours de finalisation
- A destination
 - Des **maîtres d'ouvrage** : sensibiliser sur la faisabilité et l'intérêt des projets de renforcements parasismiques
 - Et des **professionnels du bâtiment** : exemples de stratégies de renforcement
- Des **fiches exemples** de renforcement :
 - 2 exemples en métropole et 6 aux Antilles
 - Contexte du renforcement, points faibles de la structure, confortement parasismique, caractéristiques du renforcement (coût, facteur de conformité...)



Recueil d'opérations de renforcement parasismique

4 Ecole maternelle du Carmel à Basse-Terre (Guadeloupe)

Etat initial

L'école maternelle du Carmel de Basse-Terre (Guadeloupe) occupe un bâtiment datant du 19^{ème} siècle et inscrit au titre des monuments historiques. Constitué initialement de murs en maçonnerie de pierre et de planchers en bois, le bâtiment dispose d'une surface de 800 m² répartie sur 3 niveaux.

Contexte

Les travaux de renforcement ont été entrepris alors que ce bâtiment de l'école n'était plus utilisé.

Points faibles de la structure

Le bâtiment avant renforcement était structurellement défaillant du fait de l'effondrement de ses planchers bois endommagés par les termites.

D'un point de vue sismique, aucune règle parasismique n'a été prise en compte lors de la construction initiale du bâtiment. Le bâtiment existant présentait des faiblesses liées à l'absence de diaphragmes et à la constitution fragile des murs en pierre. Les murs en maçonnerie de pierre non armée résistent mal aux sollicitations sismiques du fait de leur faible résistance à la traction et de leur mode de rupture fragile.

Divers ajouts en béton armé, datant du début du 20^{ème} siècle, étaient très endommagés par la corrosion. C'était le cas notamment des courives présentes à l'avant et sur le côté gauche du bâtiment.

Confortement parasismique

Le renforcement parasismique a consisté en un remplacement des planchers bois par des planchers béton pour assurer le système de diaphragme transmettant les efforts horizontaux aux éléments de contreventement. Les dalles béton reposent principalement sur deux poutres elles-mêmes supportées par trois poteaux (deux poteaux intégrés à la maçonnerie aux extrémités et un poteau intermédiaire).

Les murs en maçonnerie de pierres ont été renforcés à l'aide de chaînages verticaux intérieurs en béton armé. Ces chaînages ont été réalisés en détruisant une partie de la maçonnerie, créant un espace dans lequel des armatures en acier ont été placées avant le bétonnage. Le béton étant coulé au contact de la maçonnerie existante, la maçonnerie de pierre et les chaînages béton armé forment un ensemble solidaire sous sollicitation sismique. Le contreventement de la structure est donc assuré par ces panneaux élancés se comportant comme des poutres en flexion ; le chaînage reprenant la traction et la maçonnerie la compression.

Pour assurer la bonne transmission des efforts au niveau du sol, les fondations ont été reprises en sous-œuvre.



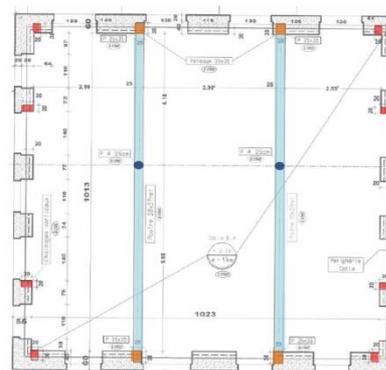
Vue globale de l'école après renforcement – face avant droite



Structure existante de l'école dépourvue de sa toiture et de ses planchers bois – courives du 20^{ème} siècle non encore démolies – Photo de la face avant



Vue intérieure du bâtiment après ajout des renforcements



Vue en plan du plancher haut RDC

Mur en maçonnerie existant

Eléments de structure ajoutés lors du renforcement :

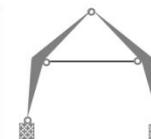
- Chaînage vertical en béton armé 20cmx30cm
- Poteau béton armé 25cmx35cm jouant aussi le rôle de chaînage vertical
- Poteau béton armé Ø25cm
- Poutre béton armé 20cmx37cm supportant la nouvelle dalle béton armé

Le 3^{ème} niveau et la toiture ont été réalisés avec une charpente mansardée en lamellé-collé. Cette charpente est auto-contreventée par sa constitution en fermes triangulées et articulées (l'articulation est réalisée par un assemblage non suffisamment rigide pour s'opposer à la rotation entre les éléments). L'avantage de cette structure légère en bois est de limiter la présence de masse en hauteur du bâtiment. Le dernier étage initial en maçonnerie a été démolí au profit de cette charpente bois.

— Eléments de structure de charpente

○ Assemblage articulé

■ Murs en maçonnerie



Principe de fonctionnement de la charpente – vue en coupe

Les courives qui avaient fortement soufferts de la corrosion ont été détruites et de nouvelles ont été réalisées uniquement sur le côté gauche de la structure.

Le bâtiment a été renforcé en considérant une accélération égale à celle du neuf. Cependant, du fait du comportement aléatoire des maçonneries, on peut escompter un coefficient de conformité entre 0.8 et 1.

Caractéristiques

| | |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Maître d'ouvrage | Ville de Basse-Terre |
| Année de construction | 19 ^{ème} siècle |
| Affectation du bâtiment | Ecole |
| Type de construction initial | Maçonnerie de pierres |
| Catégorie d'importance | Classe B (PS 92) |
| Zone d'aléa sismique | Zone III (PS 92) |
| Classe de sol de fondation | - |
| Facteur de conformité (état initial/ après renforcement) | - / [0.8 ; 1] |
| Date d'exécution du renforcement | 2004 |
| Coût du renforcement parasismique (EHT) | 438 000 € |
| Motivation pour le renforcement | Volontaire |
| Maîtrise d'œuvre | BET HAUSS/ Nicolas architecte Pointe à Pitre |



Charpente mansardée en lamellé-collé positionnée au-dessus des deux niveaux maçonnés : (a) vue extérieure arrière gauche et (b) vue intérieure

Où trouver ces informations

Site du plan séisme
www.planseisme.fr

Le site internet de la prévention du
risque sismique!

[http://www.planseisme.fr/Sortie-
du-guide-Diagnostic-et-
renforcement-du-bati-
existant.html](http://www.planseisme.fr/Sortie-du-guide-Diagnostic-et-renforcement-du-bati-existant.html)



Écosciences pour une Terre durable
brgm
www.planseisme.fr
Le site internet de la prévention du risque sismique

Cartographie | FAQ | Glossaire | Abonnement à la lettre du Plan Séisme
Rechercher OK

Un jour, un séisme :
Mardi 28 septembre 1943

ACTUALITÉS | PRÉVENTION | SCIENCES | RÉGIONS | MÉDIATHÈQUE | RISQUE SISMIQUE | RÉGLEMENTATION | FORMATION | TSUNAMIS

Accueil > Actualités > Communiqués > Sortie du guide Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme

Sortie du guide Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme

Judi 25 septembre 2014

La résorption de la vulnérabilité du bâti existant est l'un des enjeux de la réduction du risque sismique sur le territoire français. Cependant, les contraintes relatives au renforcement parasismique sont parfois fortes : prise en compte de la dimension socio-économique du projet, mauvaise connaissance du bâti, difficulté pour choisir une stratégie de renforcement.

L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié vient faciliter les démarches de renforcement volontaire de la part d'un maître d'ouvrage, en permettant de choisir le niveau de confortement.

Le ministère de l'égalité des territoires et du logement (METL) et le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE*) ont souhaité apporter aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises des éléments de réponse relatif au diagnostic et au renforcement du bâti existant.

Pour cela, la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) a confié à l'Association Française de Génie Parasismique (AFPS*) et au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB*) la rédaction d'un guide explicitant la démarche à adopter pour le traitement des bâtiments existants.

Le guide s'appuie sur les dispositions relatives au renforcement volontaire défini dans l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié et sur les dispositions de l'Eurocode 8 partie 3, règles de construction retenues par la réglementation (NF EN 1998-3 décembre 2005).

Ce guide n'a pas de statut réglementaire ni normatif. Il est destiné aux maîtres d'ouvrage qui s'engagent dans une démarche de renforcement et plus particulièrement aux bureaux d'étude amenés à réaliser le diagnostic et à proposer une stratégie de renforcement. Il s'appuie sur des exemples de démarches de diagnostic et renforcement de bâtiments existants pour illustrer les méthodologies et stratégies de renforcement décrites dans l'Eurocode 8. Il livre également (en annexe) des outils techniques adaptés aux différents intervenants du projet (rapport de visite, études de cas, fiches techniques).

Sommaire

- Publication de l'arrêté du 19 mai 2015 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 (ICPE)
- Guide de dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti

Archives

- Planification de l'arrêté modificatif du 15 septembre 2014
- Réglementation parasismique applicable aux ICPE ; arrêté modificatif du 13 septembre 2013
- Sortie du guide Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme
- Communiqué à propos de l'arrêté du 25 octobre 2012
- Nouvelles règles parasismiques pour les ponts
- Guide d'aide au reensembler et la classification des bâtiments, équipements, installations et ponts de catégorie d'importance IV
- Monographies de séismes majeurs
- Mise à jour de la FAQ
- Réalisation d'un document d'information sur les nouvelles règles de construction parasismique
- Retour sur la Journée Technique 2010 du Plan Séisme
- Nouveau site internet
- COMMUNIQUE DE PRESSE
- Nouvelle réglementation parasismique
- Publication d'un ouvrage sur la sécurité sismique et les écoles
- Séisme du 27 février 2010 (Mw = 8.8) au Chili
- Séisme du 12 janvier 2010 (Mw = 7.0) à Haïti
- Journée régionale « Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France »
- Stage de formation « Géotechnique et Parasismique » - 17-18 novembre 2009
- Réalisation d'un film sur le renforcement parasismique des

Bibliothèque

Guide Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme
Télécharger le document

Guide Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme - Annexes
Télécharger le document

Merci pour votre attention



Norcia (Italie), octobre 2016