

Sommaire

Périmètre du guide	7	7.	Modélisation des structures	52
1. Portée du présent document.....	7	7.1	Interaction sol-structure (ISS).....	52
2. Démarche et contenu du présent guide.....	8	7.2	Caractérisation du système de contreventement.....	53
3. Objectifs.....	9	7.3	Prise en compte des masses.....	54
4. Typologie des bâtiments visés.....	9	8.	Procédures de calcul utilisables	55
4.1 Limites de la typologie.....	10	8.1	État de la structure après séisme.....	55
4.2 Critères retenus.....	10	8.2	État de connaissance des structures.....	55
5. Choix des bâtiments pris comme exemples.....	16	8.3	Méthode du coefficient de comportement.....	56
5.1 Bâtiment de type MI2.....	16	8.4	Méthode de la poussée progressive.....	56
5.2 Bâtiment de type PB5.....	17			
5.3 Bâtiment de type PB3.....	19	Évaluation de la capacité résistante (calcul)	59	
5.4 Commentaire sur la représentativité des bâtiments choisis.....	20	1.	Généralités sur l'évaluation de la capacité résistante	59
6. Problématique des bâtiments existants.....	20	1.1	Les niveaux performanciels.....	59
		1.2	Les critères de vérification.....	59
Reconnaissance	29	1.3	Largeur des joints entre blocs.....	60
1. Généralités.....	29	2.	Bâtiments à portiques	61
2. Historique codificatif en France.....	29	2.1	Objet.....	61
3. Investigation des éléments structuraux.....	33	2.2	Méthode du coefficient de comportement.....	61
3.1 Reconnaissance préliminaire.....	33	2.3	Exposé général de la méthode d'évaluation proposée.....	61
3.2 Investigations complémentaires.....	34	2.4	Analyse élastique de la structure sous l'action du séisme.....	62
4. Caractéristiques par défaut des matériaux.....	41	2.5	Comportement postélastique.....	64
4.1 Béton.....	41	3.	Bâtiments contreventés par des murs en béton armé	71
4.2 Acier.....	41	3.1	Méthodes de conception.....	71
4.3 Maçonneries.....	41	3.2	Modélisation.....	71
5. Synthèse.....	42	3.3	Vérification des murs en béton armé.....	71
		4.	Bâtiments contreventés par des murs en maçonnerie porteuse chaînée	72
Calcul des sollicitations sismiques	47	4.1	Objet.....	72
1. Objectifs performanciels.....	47	4.2	Reconnaissance des points faibles du bâtiment et confortements préliminaires.....	72
2. Principes du calcul.....	48	4.3	Méthodes d'analyse.....	74
3. Méthode générale.....	48	4.4	Méthodes de renforcement.....	75
4. Méthode des forces latérales.....	48			
5. Prise en compte de la torsion.....	49			
6. Méthodes en poussée progressive.....	49			
6.1 Le principe.....	49			
6.2 Courbe de capacité.....	50			
6.3 Recherche du déplacement objectif.....	51			
6.4 Résumé de la méthode.....	51			

5.	Autres vérifications pour les éléments en béton armé	75	Renforcement des planchers - Solidarisation des solives - Augmentation de la surface d'appui des planchers	151
5.1	Généralités	75	Chaînage horizontal - Création ou réparation d'un chaînage en tête de bâtiment	155
5.2	Vérification des poteaux à la flexion composée et loi de comportement.....	76	Chaînage vertical - Création ou réparation d'un chaînage.....	159
5.3	Rotation et confinement des rotules plastiques.....	76	Encadrement des ouvertures - Création ou réparation de linteaux et de montants	165
5.4	Vérification effort tranchant	77	Renforcement de la structure secondaire : Cheminées, balcons, marquises, éléments de façade	169
5.5	Longueurs d'ancrage.....	77	Solidarisation des éléments de structure par ajout de précontrainte extérieure.....	175
5.6	Longueurs de recouvrement	78		
5.7	Flambement des armatures comprimées	79		
Méthodes de renforcement et adaptation aux types de bâtiments visés			Conclusion	177
		83		

1.	Description des méthodes envisageables	83	Annexe A : Retour d'expérience	183	
1.1	Contexte et objectifs	83	1.	Structures à portiques béton armé avec panneaux de remplissage en maçonnerie..	184
1.2	Objectifs techniques	85	1.1	Interaction panneau - poteaux dans le plan du portique	189
1.3	Stratégies	87	1.2	Sollicitation des poteaux d'angle	189
2.	Typologie des méthodes de renforcement	89	1.3	Facteurs d'incertitude	191
2.1	Objectifs	89	2.	Structures à voiles en béton armé coulés en place	192
2.2	Explicitation des symboles	90	2.1	Skopje, Yougoslavie (1963)	192
2.3	Croisement de la typologie des bâtiments et des techniques de renforcement	91	2.2	Anchorage, Alaska (1964)	192
2.4	Fiches techniques des méthodes de renforcement.....	96	2.3	Caracas, Venezuela (1967)	192
			2.4	Managua, Nicaragua (1972).....	193
			2.5	Myagi-Ken-Oki, Japon (1978)	193
			2.6	El Asnam (Chlef), Algérie (1980)	193
			2.7	Spitak, Arménie (1988).....	194
			2.8	Boumerdès, Algérie (2003)	194

Fiches Technique de renforcement

Renforcement des poteaux par fibres de carbone ou plats métalliques collés	97	3.	Structures à grands panneaux préfabriqués	196
Renforcement par fibres des poutres	101	3.1	Bucarest, Roumanie (1977)	196
Renforcement par fibres des murs.....	105	3.2	Spitak, Arménie (1988).....	196
Ajout de murs de contreventement		3.3	Boumerdès, Algérie (2003)	197
Voiles béton.....	109	4.	Structures à murs en maçonneries (chaînées ou non)	197
Remplissage d'un portique en maçonnerie ou en béton armé.....	115	4.1	San Fernando, Californie (1971).....	197
Chemisage en béton armé des poteaux	119	4.2	Spitak, Arménie (1988).....	197
Chemisage des poutres en béton armé	123	4.3	Facteurs d'incertitude	198
Chemisage en béton armé des voiles et des murs.....	125	5.	Plancher, élément de contreventement	199
Ajout de croix de contreventement - Contreventement métallique	129			
Amortissement des portiques - Contreventement métallique amorti	133			
Renforcement des fondations - Élargissement des semelles - Chaînage - Micropieux.....	139			
Renforcement des planchers - Coulage d'une dalle	145			

Annexe B : Recensement de 1999 et données quantitatives sur la typologie..... 203

1.	Typologie des bâtiments existants : étude bibliographique préliminaire.....	205
1.1	Étude de cas : influence des règles de construction sur la tenue des bâtiments au séisme.....	205
1.2	Séisme de Californie : influence du type et de la structure du bâtiment sur sa tenue au séisme.....	207
2.	Exploitation des données du recensement de 1999.....	209
2.1	Le nombre d'étages.....	209
2.2	Les matériaux de construction.....	212

Annexe C : Techniques d'auscultation des éléments de structure..... 217

1.	Caractérisation de la résistance des matériaux.....	217
1.1	Principe.....	217
1.2	Échantillonnage.....	218
1.3	Essais.....	218
2.	Localisation et détermination des armatures de béton armé.....	220
2.1	Le profomètre (pachomètre).....	220
2.2	Les radars hautes fréquences.....	221
2.3	La gammagraphie.....	222
2.4	Autres techniques.....	222

Annexe D : Exemples de calculs..... 225

1.	Type 1 : Bâtiment R+2 en maçonnerie porteuse chaînée.....	225
1.1	Définition du bâtiment.....	225
1.2	Définition du bâtiment « test ».....	230
2.	Type 2 : Bâtiment portique avec remplissage.....	241
2.1	Présentation de l'exemple.....	241
2.2	Modélisations et calculs élastiques : principales caractéristiques et données numériques.....	243
2.3	Approche simplifiée.....	243
2.4	Comportement postélastique.....	254
2.5	Comparaison avec le calcul éléments finis.....	260

3.	Type 3 : Bâtiment R+2 contreventé par voiles en béton armé.....	262
3.1	Description du bâtiment.....	262
3.2	Principe de l'étude.....	262
3.3	Hypothèses sismiques.....	262
3.4	Calcul des masses.....	262
3.5	Calcul des efforts sismiques.....	262
3.6	Vérification sens transversal.....	264
3.7	Vérification sens longitudinal.....	264
3.8	Conclusion sur l'existant.....	266
3.9	Confortement.....	267