
Jacques Betbeder-Matibet

G É N I E P A R A S I S M I Q U E

Risques et aléas sismiques

volume 2



040670

hermes

Lavoisier

GL 109 / Vol 2

Génie parasismique



volume 2

(2)

040670

Risques et aléas sismiques

Jacques Betbeder-Matibet



040670

hermes
Science
— publications —

Table des matières

Préface	9
Alain PECKER	
Avant-propos	11
PREMIÈRE PARTIE. LES EFFETS DES SÉISMES SUR LES CONSTRUCTIONS	23
Introduction	25
Chapitre 1. Effets des déformations subies par les terrains superficiels	29
1.1. Effets des déformations irréversibles	29
1.1.1. Dommages dus directement aux mouvements en surface des failles	29
1.1.2. Dommages dus aux déformations irréversibles du sol dans le sens horizontal (hors mouvements de failles)	37
1.1.3. Dommages dus aux déformations irréversibles du sol dans le sens vertical (hors mouvements de failles).	43
1.2. Effets des déformations réversibles	46
1.2.1. Particularités des effets dus aux déformations réversibles par rapport à ceux dus aux déformations irréversibles	46
1.2.2. Caractère statique ou dynamique des effets dus aux déformations réversibles	48
Chapitre 2. Effets des mouvements vibratoires	53
2.1. Effets au contact structure/sol de fondation	54
2.1.1. Glissement et basculement	54
2.1.2. Rupture du sol ou du système de fondation	63
2.2. Effets inertiels dans les structures	68

2.2.1. Considérations générales sur les effets inertiels	68
2.2.2. Modes d'endommagement et de ruine par effet inertiel horizontal pour les structures en béton	69
2.2.3. Modes d'endommagement et de ruine par effet inertiel horizontal pour les structures en acier	91
2.2.4. Modes d'endommagement et de ruine par effet inertiel horizontal pour les structures en maçonnerie ou en bois	102
2.2.5. Modes d'endommagement par effet inertiel vertical.	109
2.2.6. Effets de chocs	112
2.3. Effets sur les éléments non structuraux et les équipements supportés . .	120
2.3.1. Déformations imposées aux éléments non structuraux	120
2.3.2. Accélération transmises aux équipements supportés	123
Chapitre 3. Effets des phénomènes induits	129
3.1. Effets des phénomènes induits naturels.	129
3.1.1. Effets de la liquéfaction.	129
3.1.2. Autres phénomènes induits naturels	131
3.2. Phénomènes induits dans les réseaux et les installations industrielles. .	132
3.2.1. Perturbations du fonctionnement des réseaux.	132
3.2.2. Incendies.	134
3.2.3. Accidents dans les installations industrielles	136
Chapitre 4. Les échelles d'intensité macrosismique	137
4.1. Caractérisation de la force des séismes par l'appréciation de leurs effets	137
4.1.1. Histoire résumée des échelles d'intensité.	137
4.1.2. Description de quelques échelles d'intensité	139
4.1.3. Intérêt et limites de la notion d'intensité	144
4.2. Corrélations numériques utilisant les intensités	149
4.2.1. Corrélations des intensités avec les paramètres du mouvement vibratoire	149
4.2.2. Relations magnitude-intensités et lois d'atténuation de l'intensité	153
DEUXIÈME PARTIE. L'ALÉA SISMIQUE	159
Introduction	161
Chapitre 5. La distribution spatiale et temporelle de la sismicité	165
5.1. Les données disponibles sur la distribution spatiale temporelle de la sismicité.	165
5.1.1. Les données géologiques	165
5.1.2. La sismicité historique	167

5.1.3. Archéosismicité et paléosismicité	173
5.1.4. La sismicité instrumentale	178
5.2. Modèles de distribution temporelle de la sismicité	180
5.2.1. Périodes de retour	180
5.2.2. La loi de Gutenberg et Richter.	184
5.2.3. Le modèle du séisme caractéristique	189
5.3. La prévision des séismes	191
5.3.1. Les précurseurs sismiques	192
5.3.2. Questions actuelles sur la prévision.	194
Chapitre 6. Evaluation de l'aléa sismique.	199
6.1. Les méthodes d'évaluation de l'aléa sismique.	199
6.1.1. Considérations générales sur les différentes approches	199
6.1.2. Un exemple de méthode déterministe	201
6.1.3. Les méthodes probabilistes.	205
6.2. Pratique de l'évaluation de l'aléa sismique.	210
6.2.1. Evaluation normative et évaluation spécifique	210
6.2.2. Les zonages des codes parasismiques	211
6.2.3. Le microzonage sismique.	214
6.2.4. Ordres de grandeur pour l'aléa dû à une faille (mouvement vibratoire et rupture de surface)	217
6.2.5. Ordres de grandeur pour l'aléa vibratoire dans une zone à sismicité diffuse	228
6.2.6. Influence de la taille du site sur l'aléa vibratoire dans une zone à sismicité diffuse	237
TROISIÈME PARTIE. L'ACTION SISMIQUE.	243
Introduction	245
Chapitre 7. Le coefficient sismique	249
7.1. Le coefficient sismique dans les codes parasismiques passés.	249
7.1.1. Notion de coefficient sismique	249
7.1.2. Evolution du coefficient sismique.	250
7.2. Le coefficient sismique dans les codes parasismiques actuels	254
7.2.1. La structure des codes parasismiques actuels	254
7.2.2. La définition de l'action sismique et les règles de calcul dans les codes parasismiques actuels.	255
Chapitre 8. Le spectre de réponse.	259
8.1. Le spectre de réponse d'oscillateurs élastiques	259

8 Risques et aléas sismiques

8.1.1. Spectre de réponse d'oscillateurs élastiques associé à un accélérogramme naturel	259
8.1.2. Spectre de réponse d'oscillateurs élastiques utilisable pour le dimensionnement.	270
8.2. Introduction à l'analyse modale spectrale des structures élastiques	278
8.2.1. Présentation d'un exemple simple pour introduire l'analyse modale spectrale	278
8.2.2. Modèle de calcul pour l'exemple choisi	282
8.2.3. Modes propres non amortis.	285
8.2.4. Calcul de la réponse pour l'exemple choisi	293
8.2.5. Calcul des déplacements, des accélérations et des efforts pour l'exemple choisi	294
8.3. Les spectres de dimensionnement	302
8.3.1. Considérations sur la prise en compte forfaitaire des non-linéarités ; le coefficient de comportement	302
8.3.2. Spectre de dimensionnement élastiques et inélastiques	312
Chapitre 9. Autres représentations de l'action sismique	317
9.1. Accélérogrammes naturels ou synthétiques	317
9.1.1. Types d'analyses pour lesquels la représentation par accélérogrammes est nécessaire	317
9.1.2. Choix d'accélérogrammes pour des analyses linéaires	319
9.1.3. Choix d'accélérogrammes pour des analyses non-linéaires.	321
9.2. Processus aléatoires	329
9.2.1. Bruit blanc non filtré	330
9.2.2. Bruit blanc filtré	337
9.2.3. Le théorème du mouvement brownien généralisé	340
Bibliographie	351
Index	357
Sommaire général.	361

Pour améliorer la prévention des risques sismiques, il faut maîtriser la complexité et la variabilité des phénomènes. *Génie parasismique* en trois volumes donne une vue d'ensemble des disciplines concernées, depuis la sismologie appliquée jusqu'à la mise en œuvre des techniques de prévention. L'accent est mis sur le bilan des connaissances actuelles, l'appréciation des incertitudes et le sens des ordres de grandeur.

Le premier volume, *Phénomènes sismiques*, étudie les causes des séismes, les paramètres utilisés pour les caractériser et décrit leurs manifestations en surface (y compris les phénomènes induits). Il présente ensuite les mouvements vibratoires de fort niveau, qui sont les éléments de base pour la définition de l'action sismique.

Le deuxième volume, *Risques et aléas sismiques*, décrit les effets des séismes sur les constructions et montre l'importance de la conception d'ensemble et de détail. L'aléa sismique est ensuite envisagé du double point de vue de la distribution spatiale et temporelle de la sismicité et de ses méthodes d'évaluation. Enfin, la caractérisation de l'aléa en vue du calcul est présentée en détail.

Le troisième volume, *Prévention parasismique*, analyse les différents aspects du calcul sismique (modélisation, analyse modale spectrale, calcul transitoire, mouvements différentiels des appuis, calculs linéaires et non linéaires, coefficient de comportement, méthode de la poussée). Il décrit les techniques de la prévention parasismique et l'état actuel de la réglementation.

L'auteur

Polytechnicien et ingénieur des Ponts et Chaussées, Jacques Betbeder-Matibet s'est consacré à la prévention du risque sismique pour les centrales nucléaires d'EDF. Il est aujourd'hui expert auprès des instances chargées de la réglementation parasismique.

Hermès
Science
— PUBLICATIONS —

www.hermes-science.com

ISBN 2-7462-0688-9

