

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
Nikolaos LIMNIOS, Eleftheria PAPANIMITRIOU et George TSAKLIDIS	
<b>Chapitre 1. Estimation de la densité par noyau en sismologie</b> . . . . .	5
Stanisław LASOCKI	
1.1. Introduction . . . . .	5
1.2. Complexité de la répartition de la magnitude . . . . .	11
1.3. Estimation par noyau de la répartition de la magnitude . . . . .	17
1.4. Implications pour l'évaluation des risques . . . . .	19
1.5. Estimation par intervalle de la FR de la magnitude et des paramètres de risque associés . . . . .	21
1.6. Transformation en dimensions équivalentes . . . . .	25
1.7. Bibliographie . . . . .	29
<b>Chapitre 2. Développement et application de simulateurs de tremblements de terre</b> . . . . .	33
Rodolfo CONSOLE et Roberto CARLUCCIO	
2.1. Introduction . . . . .	34
2.2. Développement de simulateurs de séismes dans la littérature sismologique . . . . .	35
2.2.1. ALLCAL . . . . .	35
2.2.2. Séisme virtuel . . . . .	36
2.2.3. RSQSim . . . . .	36
2.2.4. ViscoSim . . . . .	37
2.2.5. Autres codes de simulation . . . . .	37
2.2.6. Comparaisons entre simulateurs . . . . .	38

2.3. Évolution conceptuelle d'un simulateur de séismes basé sur la physique. . . . .	39
2.3.1. Simulateur de tremblements de terre basé sur la physique (2015) . . . . .	39
2.3.2. Distribution fréquence-magnitude du catalogue simulé (2015) . . . . .	43
2.3.3. Caractéristiques temporelles du catalogue de synthèse (2015) . . . . .	45
2.3.4. Améliorations du simulateur de séismes basé sur la physique (2017-2018) . . . . .	47
2.3.5. Application à la sismicité de l'Italie centrale. . . . .	52
2.3.6. Autres améliorations du code du simulateur (2019). . . . .	54
2.4. Application de la dernière version du simulateur au système de failles à méga-chevauchement de Nankai . . . . .	57
2.5. Annexe 1 : relations entre les paramètres des sources adoptées dans le modèle de simulation . . . . .	63
2.6. Annexe 2 : structure du programme de simulation. . . . .	65
2.7. Bibliographie. . . . .	66

### **Chapitre 3. Lois statistiques de l'activité post-sismique . . . . . 71**

Peter SHEBALIN et Sergey BARANOV

3.1. Introduction. . . . .	71
3.2. Productivité des séismes . . . . .	72
3.2.1. Méthode proposée pour étudier la productivité . . . . .	74
3.2.2. Productivité des tremblements de terre au niveau mondial. . . . .	77
3.2.3. Indépendance de la fonction de proximité . . . . .	82
3.2.4. Productivité sismique au niveau régional . . . . .	86
3.2.5. Productivité par rapport au seuil de la fonction de proximité . . . . .	88
3.2.6. Discussion . . . . .	89
3.3. Distribution en fonction du temps de la plus grande magnitude de la réplique . . . . .	91
3.3.1. Répartition de la magnitude de la plus grande réplique par rapport au temps . . . . .	92
3.3.2. Concordance entre la loi dynamique de Båth et les observations . . . . .	95
3.3.3. Discussion . . . . .	97
3.4. La loi de probabilité de la période d'aléas . . . . .	98
3.4.1. Un modèle pour la durée de la période d'aléa . . . . .	99
3.4.2. Détermination des paramètres du modèle. . . . .	102
3.4.3. Utilisation des premières répliques. . . . .	107
3.5. Conclusion . . . . .	109
3.6. Bibliographie. . . . .	111

<b>Chapitre 4. Explication des chocs précurseurs et de la loi de Båth</b> . . . . .	115
Jiancang ZHUANG	
4.1. Introduction. . . . .	115
4.1.1. Questions liées aux secousses préliminaires . . . . .	116
4.1.2. Questions liées à la loi de Båth . . . . .	118
4.1.3. Objectifs de l'étude . . . . .	119
4.2. Théories relatives à la probabilité de secousses préliminaires et à la loi de Båth sous les hypothèses du modèle ETAS. . . . .	119
4.2.1. Modèle ETAS espace-temps, dégroupage stochastique et classification des tremblements de terre . . . . .	119
4.2.2. Équation maîtresse . . . . .	121
4.2.3. Propriété asymptotique de $F(m')$ . . . . .	123
4.2.4. Probabilités de répliques et distribution de leur magnitude dans le modèle ETAS . . . . .	128
4.2.5. Explication de la loi de Båth par le modèle ETAS . . . . .	130
4.3. Simulations de secousses préliminaires basées sur le modèle ETAS . . . . .	131
4.3.1. Études de Helmstetter <i>et al.</i> . . . . .	131
4.3.2. Études de Zhuang <i>et al.</i> . . . . .	131
4.3.3. Preuve des statistiques entre les chocs principaux et les secousses préliminaires. . . . .	132
4.3.4. Des résultats de simulation différents . . . . .	133
4.4. Simulation de la loi de Båth basée sur le modèle ETAS . . . . .	135
4.4.1. Étude de simulation de Helmstetter . . . . .	135
4.4.2. Observation sur la loi de Båth pour les essaims de séismes volcaniques . . . . .	135
4.5. Conclusion . . . . .	136
4.5.1. Retour au point de départ . . . . .	136
4.5.2. Comparaison entre la probabilité de chocs précurseurs dans le modèle ETAS et dans les catalogues réels . . . . .	137
4.5.3. Impraticabilité du concept de choc précurseur . . . . .	137
4.5.4. Que faire ? . . . . .	138
4.6. Remerciements. . . . .	138
4.7. Bibliographie. . . . .	138
<b>Chapitre 5. La genèse des répliques dans les modèles masse-ressort</b> . . . . .	143
Eugenio LIPPIELLO, Giuseppe PETRILLO, François LANDES et Alberto ROSSO	
5.1. Introduction. . . . .	143
5.2. Équation du taux et de l'état . . . . .	146
5.3. Le modèle de Dieterich. . . . .	147

5.3.1. Temps nécessaire à l'instabilité. . . . .	147
5.3.2. Conditions initiales pendant la sismicité stationnaire . . . . .	149
5.3.3. Effet d'une augmentation constante de la contrainte $\Delta\tau$ . . . . .	150
5.4. La mécanique du post-glissement. . . . .	151
5.5. Le modèle à deux blocs. . . . .	153
5.5.1. Catalogues synthétiques . . . . .	155
5.5.2. Loi de Gutenberg-Richter . . . . .	159
5.6. Conclusion . . . . .	160
5.7. Bibliographie. . . . .	161

**Chapitre 6. Modèles de régression de Markov pour les séries chronologiques de comptage des séismes . . . . . 165**

Dimitris KARLIS et Katerina ORFANOIANNAKI

6.1. Introduction. . . . .	165
6.2. MMC de régression de Markov : définition et notation . . . . .	168
6.3. Application . . . . .	169
6.3.1. Données . . . . .	169
6.3.2. Résultats . . . . .	173
6.4. Conclusion . . . . .	177
6.5. Remerciements. . . . .	178
6.6. Bibliographie. . . . .	178

**Chapitre 7. Propriétés d'échelle, multifractalité et plage de corrélations dans les séries temporelles : les séismes sont-ils aléatoires ? . . . . . 181**

Georgios MICHAS et Filippos VALLIANATOS

7.1. Introduction. . . . .	181
7.2. Gamme des corrélations dans les séries chronologiques de séismes . . . . .	183
7.2.1. Corrélations à courte portée. . . . .	184
7.2.2. Corrélations à longue portée . . . . .	187
7.3. Propriétés de la loi d'échelle des séries temporelles de séismes . . . . .	194
7.3.1. La fonction de répartition de probabilité . . . . .	194
7.3.2. Un mécanisme dynamique stochastique avec effets de mémoire . . . . .	204
7.3.3. La fonction de répartition cumulative . . . . .	206
7.4. Structures fractales et multifractales . . . . .	208
7.5. Conclusion . . . . .	213
7.6. Bibliographie. . . . .	216

**Chapitre 8. Modèles autocorrectifs en sismologie :  
couplage possible entre zones sismiques . . . . . 223**

Ourania MANGIRA, Eleftheria PAPADIMITRIOU, Georgios VASILIADIS  
et George TSAKLIDIS

8.1. Introduction . . . . .	223
8.2. Revue des applications . . . . .	224
8.3. Formulation des modèles . . . . .	230
8.3.1. Modèle simple de relâchement des contraintes . . . . .	230
8.3.2. Modèle indépendant de relâchement des contraintes . . . . .	232
8.3.3. Modèle de relâchement des contraintes liées . . . . .	232
8.4. Applications . . . . .	234
8.4.1. La Grèce et ses environs . . . . .	234
8.4.2. Le golfe de Corinthe . . . . .	241
8.5. Conclusion . . . . .	247
8.6. Bibliographie . . . . .	248

**Chapitre 9. Processus d'arrivée markoviens pour l'analyse  
du regroupement des tremblements de terre . . . . . 253**

Polyzois BOUNTZIS, Eleftheria PAPADIMITRIOU et George TSAKLIDIS

9.1. Introduction . . . . .	253
9.2. État de l'art . . . . .	255
9.2.1. Méthodes de regroupement des séismes et applications . . . . .	255
9.2.2. Modèles de Markov cachés et applications en sismologie . . . . .	256
9.3. Processus d'arrivée markoviens . . . . .	259
9.3.1. Définition et résultats de base . . . . .	260
9.3.2. Ajustement des paramètres . . . . .	262
9.3.3. Inférence des états latents . . . . .	264
9.4. Méthodologie et résultats . . . . .	266
9.4.1. Motivation . . . . .	266
9.4.2. Procédure de détection des regroupements . . . . .	266
9.5. Conclusion . . . . .	277
9.6. Bibliographie . . . . .	277

**Chapitre 10. Techniques de détection des points de changement  
dans les modèles de sismicité . . . . . 285**

Rodi LYKOU et George TSAKLIDIS

10.1. Introduction . . . . .	285
10.2. Le cadre des points de changement . . . . .	286
10.3. Changements dans un processus de Poisson . . . . .	290

10.4. Changements dans le modèle de séquences de répliques de type épidémique . . . . .	294
10.5. Changements dans la loi de Gutenberg-Richter . . . . .	297
10.6. ZMAP . . . . .	301
10.7. Autres tests statistiques . . . . .	302
10.8. Détection des changements sans test d'hypothèse . . . . .	304
10.9. Conclusion . . . . .	305
10.10. Bibliographie . . . . .	306

**Chapitre 11. Processus semi-markoviens pour la prévision des tremblements de terre . . . . . 315**

Vlad Stefan BARBU, Alex KARAGRIGORIOU et Andreas MAKRIDES

11.1. Introduction . . . . .	315
11.2. Processus semi-markoviens : préliminaires . . . . .	317
11.2.1. Une classe particulière de lois de probabilité . . . . .	319
11.3. Probabilités de transition et occurrence des séismes : vraisemblance et estimation . . . . .	320
11.4. Matrice de transition semi-markovienne . . . . .	322
11.5. Exemple illustratif . . . . .	323
11.6. Bibliographie . . . . .	324

**Liste des auteurs . . . . . 327**

**Index . . . . . 329**