

Claude Marche

BARRAGES

CRUES DE RUPTURE ET PROTECTION CIVILE

**Préface de
Gérard Verzeni**



**PRESSES INTERNATIONALES
POLYTECHNIQUE**

TABLE DES MATIÈRES

Préface	III
Avant-propos.....	V
Chapitre 1	
Introduction	1
Chapitre 2	
Barrages, ruptures de barrage et crues de rupture	5
2.1 Barrages dans le monde	5
2.2 Types d'ouvrages de retenue des eaux	8
2.2.1 Barrages rigides	9
2.2.2 Barrages en remblai	11
2.3 Ruptures de barrage.....	16
2.4 Quelques ruptures majeures, leurs causes et leurs conséquences	22
2.4.1 South Fork Dam (Johnstown).....	23
2.4.2 St. Francis	23
2.4.3 Malpasset	23
2.4.4 Vajont	24
2.4.5 Baldwin Hills Reservoir	26
2.4.6 Teton Dam.....	26
2.5 Sécurité des barrages.....	28
2.6 Conclusions	31
Chapitre 3	
Écoulements de rupture d'un barrage.....	33
3.1 Choix des scénarios de rupture	34
3.2 Initiation de la crue de rupture à l'ouvrage.....	36
3.2.1 Formules	38
3.2.2 Modèles prévisionnels	41
3.2.3 Méthodes normées	45
3.2.4 Estimation du débit de rupture à l'ouvrage	47
3.2.5 Première synthèse des résultats	48
3.3 Prévision de la propagation de la crue de rupture	49
3.3.1 Équations de la propagation.....	51
3.3.2 Modèles de calcul de la propagation.....	58
3.3.3 Applications et comparaisons des résultats	62
3.3.4 Utilisations complémentaires des modèles de rupture	74
3.4 Comportement du réservoir	75
3.5 Études de sensibilité des résultats	77
3.6 Synthèse des résultats principaux.....	78
3.7 Conclusions	85

Chapitre 4

Inondations induites par une rupture d'ouvrage	87
4.1 Méthode de représentation des zones inondées	89
4.2 Modélisation des vallées	91
4.3 Modélisation des surfaces d'écoulement	95
4.4 Recherche de la laisse de crue de rupture	95
4.5 Concept de zone d'inondation différentielle	96
4.6 États d'inondations successifs et propagation de la crue de rupture	97
4.7 Sensibilité aux hypothèses et aux données	100
4.8 Contenu informatif des cartes d'inondation	100
4.9 Actualisation des résultats	103
4.10 Conclusion	103

Chapitre 5

Incidences de la rupture d'un barrage	105
5.1 Préjudices humains, dommages matériels et conséquences	108
5.2 Évaluation du nombre de pertes de vie potentielles	110
5.3 Évaluation des dommages directs aux propriétés individuelles	118
5.4 Évaluation des dommages aux unités commerciales, industrielles et autres	121
5.5 Évaluation des dommages aux infrastructures	121
5.6 Bilan des impacts directs	122
5.7 Impacts indirects	126
5.8 Autres impacts	128
5.9 Conclusion	128

Chapitre 6

Ruptures d'ouvrages en aménagements et en complexes	129
6.1 Détails du complexe et caractérisation de ses ouvrages de retenue	131
6.2 Établissement des scénarios de rupture	134
6.3 Choix et identification des scénarios de rupture à traiter	136
6.4 Stratégies et techniques de calculs propres aux complexes	142
6.4.1 Cas des cascades simples	143
6.4.2 Cas des ouvrages multiples sur une même retenue	144
6.5 Exemples	146
6.5.1 Propagation de la rupture de LG4 dans le Complexe La Grande	147
6.5.2 Résumé des principaux résultats obtenus sur le Complexe Aux Outardes	154
6.6 Mise en forme des résultats adaptée aux complexes	157
6.7 Protection accrue des installations et effets de levier	159
6.7.1 Protection accrue des installations	159
6.7.2 Effet de levier	162
6.8 Conclusion	163

Chapitre 7

Barrages de résidus et retenues contaminées 165

7.1 Origine et caractéristiques des parcs ou des lacs à résidus 165

 7.1.1 Problématique particulière des barrages de résidus 168

 7.1.2 Quelques ruptures récentes et leurs conséquences 169

7.2 Étude préventive des conséquences de rupture 170

 7.2.1 Scénarios envisagés 173

 7.2.2 Calcul des débits de rupture 174

 7.2.3 Transports de résidus 175

 7.2.4 Calcul des concentrations en sortie 183

7.3 Mesures à envisager en regard des impacts potentiels 187

Chapitre 8

Étude hydraulique de sécurité d'un barrage, d'un aménagement
ou d'un complexe 189

8.1 Objectifs de l'étude hydraulique de sécurité des barrages 190

8.2 Activités préparatoires à l'étude hydraulique de sécurité 192

8.3 Contenu de l'EHSB et des documents de synthèse 194

 8.3.1 Importance de l'ouvrage 194

 8.3.2 Adéquation des capacités d'évacuation 197

 8.3.3 Gestion des eaux 200

 8.3.4 Analyses de rupture 202

 8.3.5 Confirmation de l'importance de l'ouvrage 203

 8.3.6 Mesures d'urgence 204

8.4 EHSB et pratiques internationales 205

 8.4.1 Contexte québécois 206

 8.4.2 Contexte canadien 206

 8.4.3 Contexte français 207

 8.4.4 Contexte suisse 209

8.5 Diffusion des études de sécurité 210

Chapitre 9

Analyse et gestion du risque de rupture 213

9.1 Notion de risque 214

9.2 Estimation, appréciation et gestion du risque de rupture 216

9.3 Objectifs de l'approche risque 221

9.4 Étude du risque standardisé de rupture de barrage 222

 9.4.1 Définition du RSRB 222

 9.4.2 Formules de calcul du RSRB 223

 9.4.3 Établissement des probabilités de rupture 226

 9.4.4 Présentation des résultats 233

 9.4.5 Interprétation des résultats 237

9.5 Autres définitions du risque de rupture de barrage 239

 9.5.1 Méthode USBR-CFR 240

9.5.2	La méthode UNSW	242
9.5.3	La méthode HQ-Poly-Indices	243
9.5.4	Loi québécoise sur la sécurité des barrages et risque de rupture	244
9.6	Prolongements possibles aux études de risque de rupture	250
9.7	Conclusion	252
Chapitre 10		
	Préparation à l'urgence	253
10.1	But et bénéfices des mesures d'urgence	254
10.2	Surveillance et détection des anomalies	257
10.3	Mobilisation et alerte.....	259
10.4	Mesures d'alarme	264
10.5	Variantes du plan de mesures d'urgence-barrage	266
10.5.1	Plan de mesures d'urgence au sens de la loi du Québec sur la sécurité des ouvrages	267
10.5.2	Vision canadienne	270
10.5.3	Approche américaine préconisée par l'USACE	271
10.5.4	Concept d'urgence-barrage en Suisse	272
10.5.5	Plans de réaction à l'urgence-barrage en France (DAMS)	274
10.5.6	Initiatives d'Alcan et situation à la ville d'Alma (Québec)	275
10.6	Conclusion	277
Chapitre 11		
	Recherches, développements concernant le risque associé aux barrages et sa minimisation	279
11.1	Besoins précis quant à plusieurs aspects fondamentaux	280
11.2	Formation des brèches de rupture	282
11.3	Propagation de la crue de rupture	292
11.3.1	Nombre de dimensions retenues pour la simulation	292
11.3.2	Propagation des crues en région urbaine	294
11.3.3	Débris et glaces	296
11.4	Mouvements sédimentaires induits	298
Annexe 1		
	Tableau comparatif des paramètres de la brèche de rupture et de sa formation ...	305
Annexe 2		
	La loi sur la sécurité des barrages au Québec et son application	307
Annexe 3		
	Une méthode simplifiée pour l'estimation rapide des inondations de rupture	361
Bibliographie		377
Index		385