

COMITÉ FRANÇAIS DES GRANDS BARRAGES

PETITS BARRAGES

***recommandations pour la conception,
la réalisation et le suivi***

Coordination : Gérard DEGOUTTE (ENGREF)

Réalisé avec la participation financière du Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation et de la Pêche (Direction de l'espace Rural et de la Forêt).

PRÉFACE

Rédigé à l'initiative du Comité Français des Grands Barrages, ce document propose des recommandations pour la conception et la réalisation des petits barrages. Par convention sont qualifiés de petits les barrages de hauteur inférieure à 25 mètres.

En effet, si le corps de doctrine est bien déterminé pour les barrages de plus de 20 mètres, dont les projets sont tous examinés par le Comité Technique Permanent des Barrages (C.T.P.B.), il n'en va pas de même des ouvrages de hauteur inférieure.

Or, la conception d'un petit barrage est souvent délicate car les moyens d'étude et de contrôle ne peuvent être à la hauteur de ceux que l'on n'hésite pas à consacrer aux plus grands ouvrages. Par contre leur mauvais comportement n'entraîne que des conséquences plus limitées pour leur environnement.

C'est pourquoi un groupe de travail très large constitué de représentants de bureaux d'études, services de l'État, sociétés d'aménagement régional, grands maîtres d'ouvrage, organismes de recherche et d'enseignement supérieur a organisé une confrontation de l'expérience de ses membres, souvent riche dans le domaine des petits comme des grands barrages, pour définir un consensus qui soit homogène, pour les plus grands des petits barrages, avec les pratiques admises par le C.T.P.B.

La tâche accomplie par l'ensemble des rédacteurs est considérable. Je tiens à les en remercier, et plus spécialement M. Gérard DEGOUTTE qui a eu la lourde charge, et la patience, de coordonner l'ensemble des travaux.

Leur meilleure récompense sera l'usage que feront de ces recommandations, pour concilier économie et sécurité, les multiples intervenants dans les diverses étapes de la réalisation d'un barrage : services techniques des maîtres d'ouvrage, bureaux d'études, entrepreneurs, services de l'État.

Le Président
André GOUBET

TABLE DES MATIÈRES

Avant Propos - Pourquoi des recommandations pour les petits barrages ?	13
QUELS BARRAGES ?	13
SPÉCIFICITÉS DES PETITS BARRAGES	14
QUE SIGNIFIE L'EXPRESSION PETIT BARRAGE ?	14
TAILLE DE L'OUVRAGE ET SÉCURITÉ	15
ASPECTS ABORDÉS	16
Chap. I - Choix du site et du type de barrage	17
TOPOGRAPHIE ET APPORTS DU BASSIN VERSANT	18
MORPHOLOGIE DE LA VALLÉE	18
GÉOLOGIE ET CONDITIONS DE FONDATION	18
Fondations rocheuses	19
Fondations graveleuses	19
Fondations sablo-silteuses	19
Fondations argileuses	19
MATÉRIAUX DISPONIBLES	20
CRUES ET OUVRAGES HYDRAULIQUES	20
CRITÈRES ÉCONOMIQUES	21
CONCLUSION SUR LE CHOIX DU TYPE DE BARRAGE	21
Chap. II - Prédétermination de la crue de projet	23
CONSIDÉRATIONS PRÉALABLES	24
CRUE DE PROJET ET CRUE DE SURETÉ	24
LA MÉTHODE DU GRADEX	25
Hypothèses de la méthode du GRADEX	26
Difficultés d'application de la méthode du GRADEX	27
LE MODÈLE AGREEGE	28
LA MÉTHODE PMP - PMF	29
LE MODÈLE SHYPRE : SIMULATION DE SCÉNARIOS DE CRUE	29
LES FORMULES EMPIRIQUES ET FORMULES RÉGIONALISÉES	30
Les courbes enveloppes de Francou-Rodier	30
Synthèse des débits de période de retour 1 000 ans calculés par la méthode du GRADEX	30

ANALYSE PLUIE-DÉBIT SUR UN BASSIN VERSANT BIEN DOCUMENTÉ	31
Présentation du bassin versant	31
Mise en œuvre de la méthode du gradex	32
La rétention du bassin versant	32
Distributions statistiques des pluies et des lames écoulées	32
Coefficients débit de pointe/débit moyen	33
Conclusion	34
Hydrogramme de projet	34
BIBLIOGRAPHIE	36
Chap. III - Études géologiques et géotechniques	37
OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES	37
TECHNIQUES UTILISÉES	38
Inventaire de sites	38
Topographie	39
Photogéologie	40
Cartographie géologique	40
Tranchées à la pelle hydraulique	40
Géophysique	42
Forages carottés	42
Essais géotechniques en laboratoire	46
Essais et mesures in situ	47
RECOMMANDATIONS POUR LE DÉROULEMENT DES ÉTUDES	48
Identification et choix du site	48
Étude géologique de surface	49
Étude de faisabilité géologique	52
Études géologique et géotechnique d'APS	57
Études géologique et géotechnique d'APD	60
Géologie et géotechnique au stade du projet	62
Suivi géologique des travaux	62
BIBLIOGRAPHIE	66
Chap. IV - Barrages en remblai	67
LES TYPES DE BARRAGES EN REMBLAI	67
ÉTUDES GÉOTECHNIQUES	68
CHOIX DU TYPE DE BARRAGE EN TERRE	70
TRAITEMENT DE LA FONDATION DE L'OUVRAGE	71
Étanchéité de la fondation	71
Drainage de la fondation	72
CONCEPTION DU REMBLAI	73

Profil, largeur en crête, revanche	73
Protection des parements et de la crête	75
Filtres et drains	77
Étanchéités artificielles	81
ANALYSE DE STABILITÉ	82
Les actions	82
Calculs de stabilité	83
PRISE EN COMPTE DE LA SISMICITÉ	87
Séisme de projet et méthodes de calcul de la stabilité du barrage	87
Méthode pseudo-statique	88
Méthodes utilisant le comportement dynamique des sols	89
Dispositions constructives particulières concernant la fondation et le remblai	89
DISPOSITIF D'AUSCULTATION	90
Les appareils d'auscultation des petits barrages en terre	90
Choix du dispositif d'auscultation	92
OUVRAGE DE PRISE ET DE VIDANGE	92
Recommandations communes aux dispositifs constitués d'une conduite ..	93
Recommandations modulées	94
ÉVACUATEUR DE CRUES	95
Conception du seuil déversant	95
Implantation et dimensionnement	97
Solutions adaptées aux très petits barrages	98
Comportement au séisme des ouvrages annexes	99
CONSULTATION DES ENTREPRISES ET CONSTRUCTION DU BARRAGE	99
Consultation des entreprises	99
Principes de construction à préciser dans le CCTP	101
Planche d'essai	102
Contrôle des travaux	104
SPÉCIFICITÉ DES ENDIGUEMENTS DE GRANDE LONGUEUR	107
Particularités au stade de la reconnaissance	108
Particularités au stade de la conception	108
ÉLÉMENTS SUR LES COÛTS	109
Investissements	109
Coût de l'entretien et de la surveillance	110
BIBLIOGRAPHIE	111

Chap. V - Petits barrages en béton	113
LE CHOIX DU TYPE DE BARRAGE EN BÉTON	114
Pourquoi choisir un barrage rigide ?	114
Fonctionnement mécanique des barrages rigides	114
Les matériaux utilisés : évolution historique	116
Conclusions sur le choix du barrage en béton	119
LE BARRAGE POIDS CLASSIQUE (EN BCV OU BCR)	120
Fondation	120
Traitement de la fondation	121
Drainage	122
Analyse de stabilité	122
Dispositions constructives des barrages en béton conventionnel	127
Dispositif d'auscultation	129
QUELQUES EXEMPLES DE BARRAGES RÉCENTS EN BCR	129
Le barrage du Riou	130
Le barrage de Villamur	131
Le barrage d'EL Koreima	132
Le barrage de Louberria	133
Le barrage de Mykonos I	133
LES BARRAGES MOBILES	134
Préambule	134
Principes de dimensionnement	135
Dispositions constructives	136
Les seuils souples	136
CONSULTATION DES ENTREPRISES ET PLANCHE D'ESSAI	138
BIBLIOGRAPHIE	139
 Chap. VI - Gestion de la qualité de l'eau	 141
GESTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU DES RETENUES	141
Eutrophisation des retenues artificielles	142
Faune aquatique	143
Gestion et restauration	144
Conclusion sur la qualité des retenues	149
CONSÉQUENCE DU DÉBIT RÉSERVÉ SUR LA VIE PISCICOLE	150
Effets d'une réduction de débit	150
Mesures des modifications de l'habitat physique	151
Prise en compte des effets écologiques dans les études de débit réservé	154
Conclusion : vers une gestion intégrée	157
BIBLIOGRAPHIE	157

Chap. VII - Vie de l'ouvrage	159
SPÉCIFICITÉS DES BARRAGES DE « FAIBLE HAUTEUR »	160
RÔLE DES DIFFÉRENTS INTERVENANTS	160
Le propriétaire (ou le concessionnaire)	160
L'exploitant	160
Le bureau d'études	161
Le Service du Contrôle	161
PRINCIPES GÉNÉRAUX DE SURVEILLANCE	162
MÉTHODOLOGIE DE LA SURVEILLANCE DES OUVRAGES	163
Documents relatifs à la construction	163
Plan de surveillance	163
ORGANISATION DE LA SURVEILLANCE PAR LE PROPRIÉTAIRE	164
L'inspection visuelle	164
Visites techniques	165
L'auscultation	166
Rapports d'auscultation	166
VISITES DU SERVICE DU CONTRÔLE	167
Visites annuelles	167
Visites décennales	167
ENTRETIEN DES OUVRAGES	168
CONCLUSION	168
Documents historiques	168
Surveillance des ouvrages	169
Formation - Sensibilisation	169
Concernant les ouvrages neufs	169
BIBLIOGRAPHIE	170
 Conclusion	 171
Les études géologiques et géotechniques	171
Connaissance des crues	172
Conception des barrages en terre	172
Conception des barrages en béton	172
Conception de l'évacuateur de crues	172
Suivi de l'ouvrage	173
Coordonnées des membres du groupe de travail et du comité de lecture	175