

COMITÉ FRANÇAIS DES GRANDS BARRAGES

PETITS BARRAGES

Recommandations pour la conception,
la réalisation et le suivi

Coordination : Gérard Degoutte



Cemagref
EDITIONS

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 et de la Pêche
Direction de l'Espace Rural et de la Forêt

CRÉDIT PHOTOGRAPHIQUE

Photo de couverture : CACG, Barrage de l'Arrêt-Darré (Hautes-Pyrénées)

Photo 19 : C.A.C.G.

Photos 15 à 18 : CARA

Photos 1, 2, 4, 7, 9 et 10 : E. Alonso

Photos 3, 6, 11, 20, 21 et 22 : G. Degoutte

Photos 5, 8, 12, 13, 14 et 23 : P. Royet

Pour l'édition 2002, bilingue français - anglais uniquement sur disque numérique :

© Copyright 2002 - Tous droits réservés - Coédition Cemagref Éditions, Engref - *Petits Barrages, recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi* - Comité Français des Grands Barrages - Coordination : Gérard Degoutte - Suivi de l'édition : Camille Cédra. ISBN 2-85362-551-6 - Photographie de couverture : *Barrage de l'Arrêt-Darré (CACG)*. Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2002.

Pour l'édition initiale de 1997 en langue française sur support papier (épuisée) :

© Copyright 1997 - Tous droits réservés - Coédition Cemagref Éditions, Engref - *Petits Barrages, recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi* - Comité Français des Grands Barrages - Coordination : Gérard Degoutte - 1997, 1^{re} édition - ISBN 2-85362-448-X - Création graphique et composition : D. Challeil - Photographie de couverture : *Barrage de l'Arrêt-Darré (CACG)*. Dépôt légal : 1^{er} trimestre 1997.

LISTE DES MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

ANIMATEUR GÉNÉRAL : G. DEGOUTTE (ENGREF)

Sous-Groupes Études géologiques et géotechniques

Animateur : P. BRUNEL (CARA)

Membres : E. ALONSO (Cemagref), J. P. BECUE (SAFEGE), J.-L. BRODIN (CACG),
B. COUTURIER (BRL), D. LAUTRIN (Cemagref), G. MICHEL (SCP)

Sous-Groupes Barrages en remblai

Animateur : E. ALONSO (Cemagref)

Membres : J. P. BECUE (SAFEGE), G. BOLLE (expert), J.-L. BRODIN (CACG),
P. BRUNEL (CARA), A. CASSARD (DDAF Bas-Rhin),
G. DEGOUTTE (ENGREF), M. DORÉ (MECASOL),
D. LAUTRIN (Cemagref), J. LEFEBVRE (ingénieur conseil), G. MICHEL (SCP),
P. ROYET (Cemagref), G. TRATAPEL (CNR)

Sous-Groupes Barrages en béton

Animateur : P. ROYET (Cemagref)

Membres : G. DEGOUTTE (ENGREF), M. GIRARD (SOMIVAL), M. LINO (ISL),
J. TEYSSIEUX (COYNE & BELLIER), G. TRATAPEL (CNR)

Sous-Groupes Vie de l’Ouvrage

Animateur : Ph. VINCENT (EDF)

Membres : A. EMERIAU (DDAF Lot-et-Garonne), Ph. MARTIN (CACG),
G. MICHEL (SCP), P. ROYET (Cemagref)

Chapitre Choix du site et du type de barrage

J.-P. BECUE (SAFEGE), G. DEGOUTTE (ENGREF) et D. LAUTRIN (Cemagref)

Chapitre Prédétermination des crues

J. LAVABRE (Cemagref)

Chapitre Gestion de la qualité de l’eau

H. BEUFFE, A. DUTARTRE, Y. SOUCHON, S. VALENTIN (Cemagref),
A. GRÉGOIRE (EDF), A. HÉTIER (CACG) et M. LAFFORGUE (AquaTechnique)

LISTE DES RELECTEURS

† A. GOUBET, président du CFBG

D. BISTER (EDF)

A. CARRERE (COB)

P. DUPEUBLE (BACHY)

J. J. FRY (EDF)

P. HABIB (ancien président de la Société Internationale de Mécanique des Roches)

F. LACROIX (Cemagref)

P. LE DELLIOU (BETCGB)

† P. LONDE (président honoraire de la Commission Internationale des Grands Barrages)

P. MALIVERNEY (EDF)

PRÉFACE

Rédigé à l'initiative du Comité Français des Grands Barrages (C.F.G.B), ce document propose des recommandations pour la conception et la réalisation des petits barrages, c'est à dire, par convention, les ouvrages d'une hauteur inférieure à 25 m environ.

La conception d'un petit barrage est en effet souvent délicate car les moyens d'étude et de contrôle ne peuvent être aussi importants que ceux que l'on consacre sans hésiter aux plus grands ouvrages.

Les recommandations ou conseils figurant dans l'ouvrage ont été établis en tenant compte du contexte climatique, démographique et économique français. Leur utilisation, dans un contexte différent, peut demander des adaptations.

On pourra par exemple être moins exigeant en matière de sécurité si la vallée située à l'aval du barrage est peu peuplée ; il conviendra au contraire d'être plus prudent si les informations relatives aux pluies ou aux débits sont rares ; certaines dispositions pourront parfois être considérées comme un luxe coûteux et inutile.

Mais l'ensemble de l'ouvrage n'en constitue pas moins une base homogène à partir de laquelle pourront être définies des variantes adaptées à chaque pays. Il présente donc un intérêt général indiscutable et c'est pourquoi le C.F.G.B. a décidé d'assumer l'édition d'une version en langue anglaise.

† 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 AGREGEE	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 - <i>Petits barrages en béton</i>	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 Villaumur	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 - <i>Gestion de la qualité de l'eau</i>	 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

