

Corpus de recommandations françaises pour le dimensionnement des barrages et des digues

Paul ROYET

Paul.royet@irstea.fr

Journée technique CFBR – Aix-en-Provence 14 octobre 2017

► Le contexte de la justification des barrages

Des ouvrages d'art exceptionnels, à caractère unique, du fait de :

- leurs fondations
- les conditions de site
- la présence de gradients hydrauliques

Hors du champ des textes normatifs :

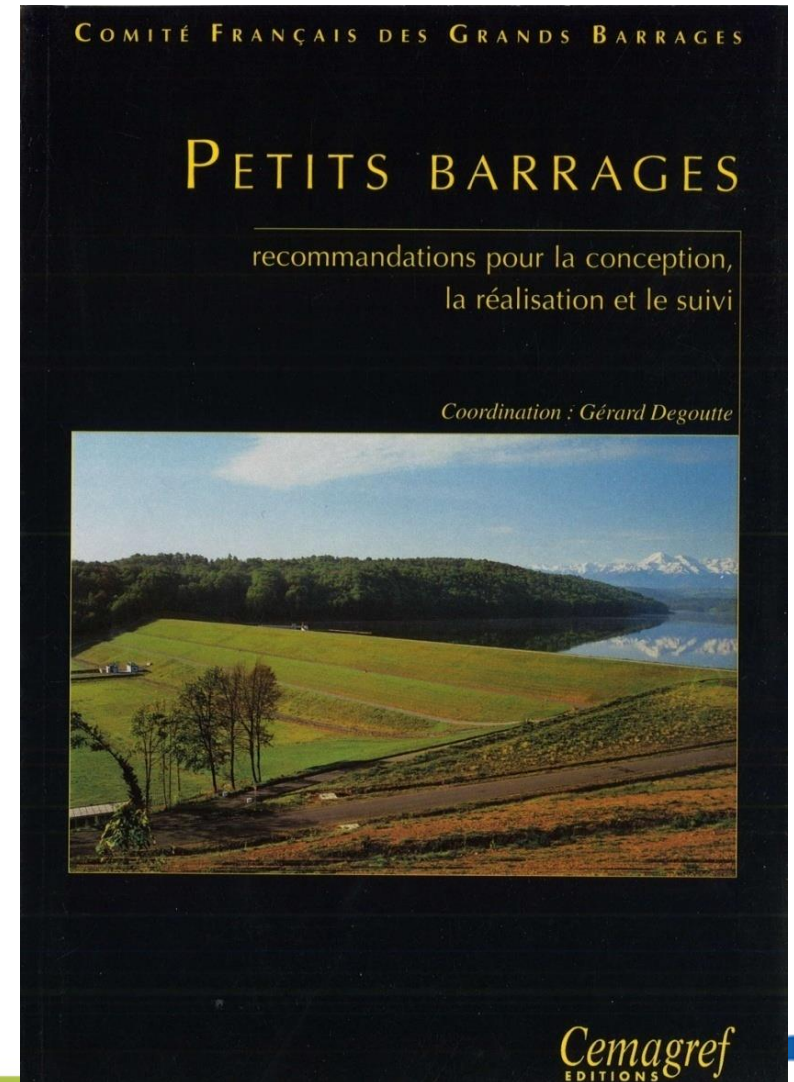
- hors des fascicules du CCTG
- hors des Eurocodes



Petits barrages : recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi

Un guide un peu ancien
(1997 - revu 2002) :
 . mais toujours d'actualité
 . traitant tous les
 éléments de conception
 . élaboré par une équipe-
 projet d'une trentaine de
 rédacteurs membres du
 CFBR

<http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html>



Cemagref
EDITIONS

Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages-poids

Projet CFBR :

- Recommandations probatoires en janvier 2006 (62 p.)
- Document définitif en octobre 2012 (117p.)
- Traduit en anglais

<http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html>



Groupe de Travail « Justification
des barrages-poids »

Recommandations pour la
justification de la stabilité
des barrages-poids

octobre 2012

Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai

Projet CFBR :

- Document probatoire en juin 2010 (114 p.)
- Document définitif en octobre 2015
- Traduit en anglais en 2016
- 260p.

<http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html>

Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai

Guidelines for the justification of embankment dams and levees



Recommandations
octobre 2015



Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques

Projet Ministère de
l'Environnement-DGPR :

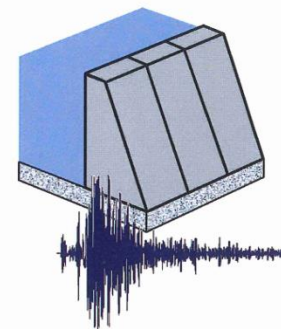
- Document provisoire daté de novembre 2010 (279 p.)
- Version définitive octobre 2014 (316p.)

<http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html>



Risque sismique

et



Sécurité des ouvrages hydrauliques

*Rapport rédigé à la demande du MEDDE – DGPR
Version définitive - octobre 2014*

► Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages

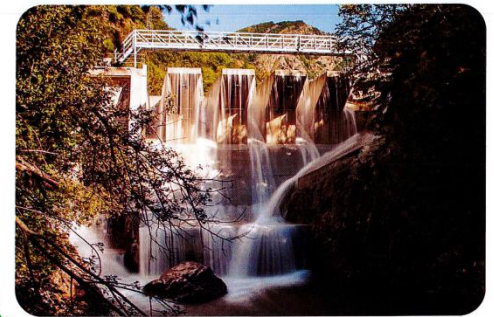
Projet CFBR :

- Conduit de mi 2009 à 2012
- Document final juin 2013
- Traduit en anglais (document bilingue 325 p.)
- Révision engagée (oct. 2017)

<http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html>

Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages

Dam spillway design guidelines



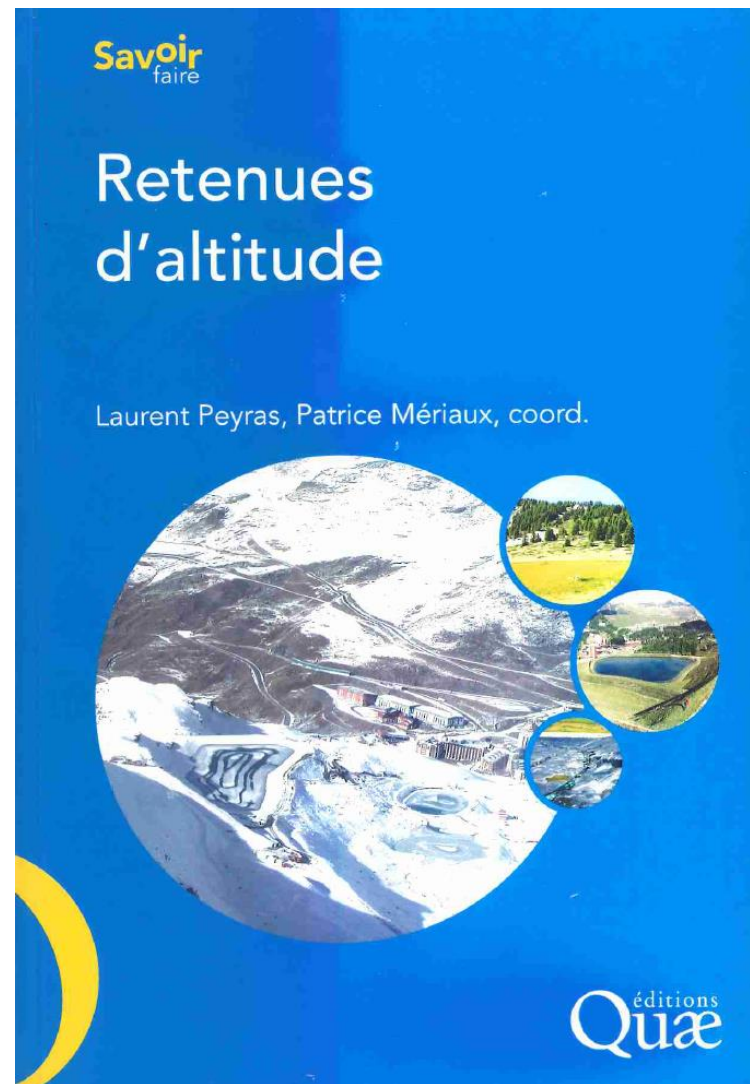
Recommandations
juin 2013

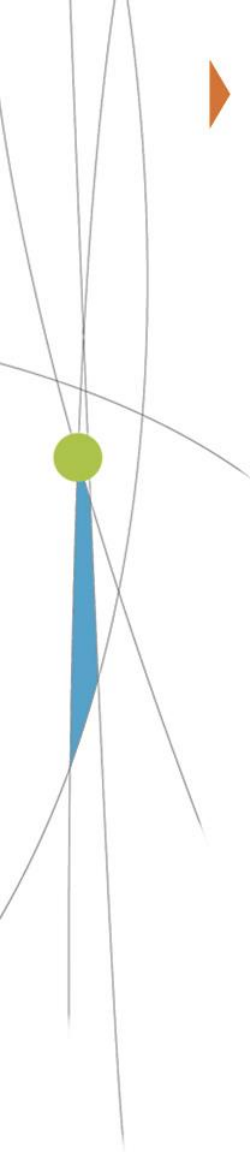


Retenues d'altitude

Projet conduit par **Irstea**,
financé par le Ministère de
l'Ecologie

Document publié en 2009 aux
éditions Quæ (330 p.)





► Dimensionnement des évacuateurs de crue de barrage par les dommages *incrémentaux* ou *différentiels*

Projet CFBR :

- GT actif de septembre 2013 à fin 2016
- Recommandations provisoires en octobre 2017 (114 p.)
- Probablement, traduction prochaine en anglais

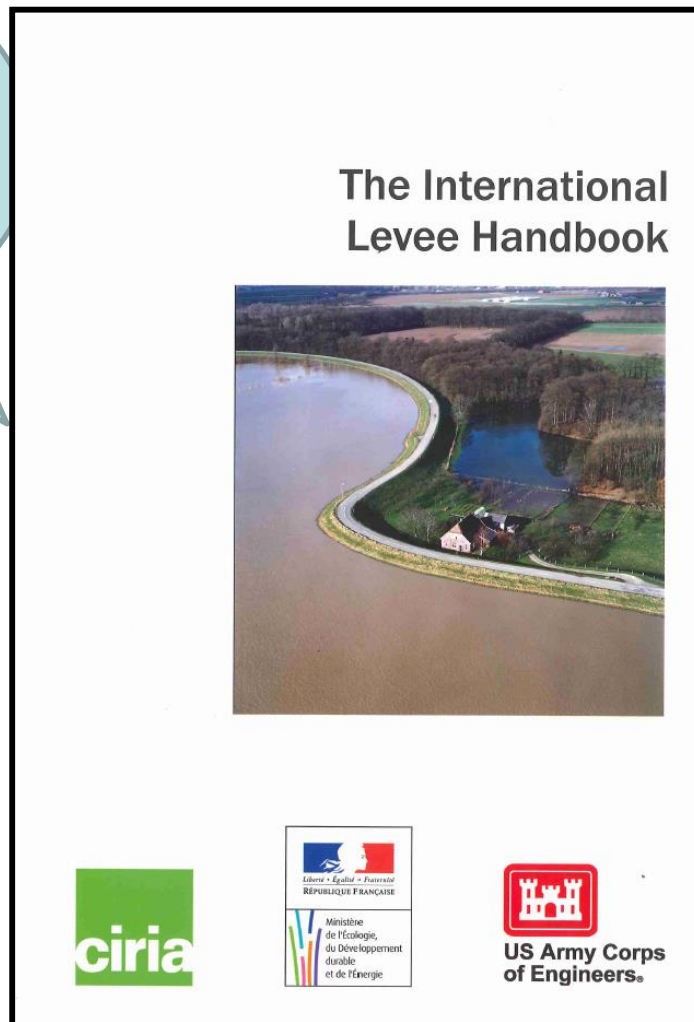
- La méthode repose sur la comparaison de deux situations de dimensionnement (D0 : dimensionnement actuel; D_reg : dimensionnement de mise en conformité à des critères de référence), et sur le comptage différentiel, intégré sur l'échelle de probabilité, des dommages entre ces deux situations.

The International Levee Handbook (ILH)

5 ans de travail
d'un groupe
d'experts
internationaux



Un assemblage de
connaissances qui
constitue une
première mondiale
dans ce domaine



1332 pages pour
l'ouvrage de
référence sur les
digues

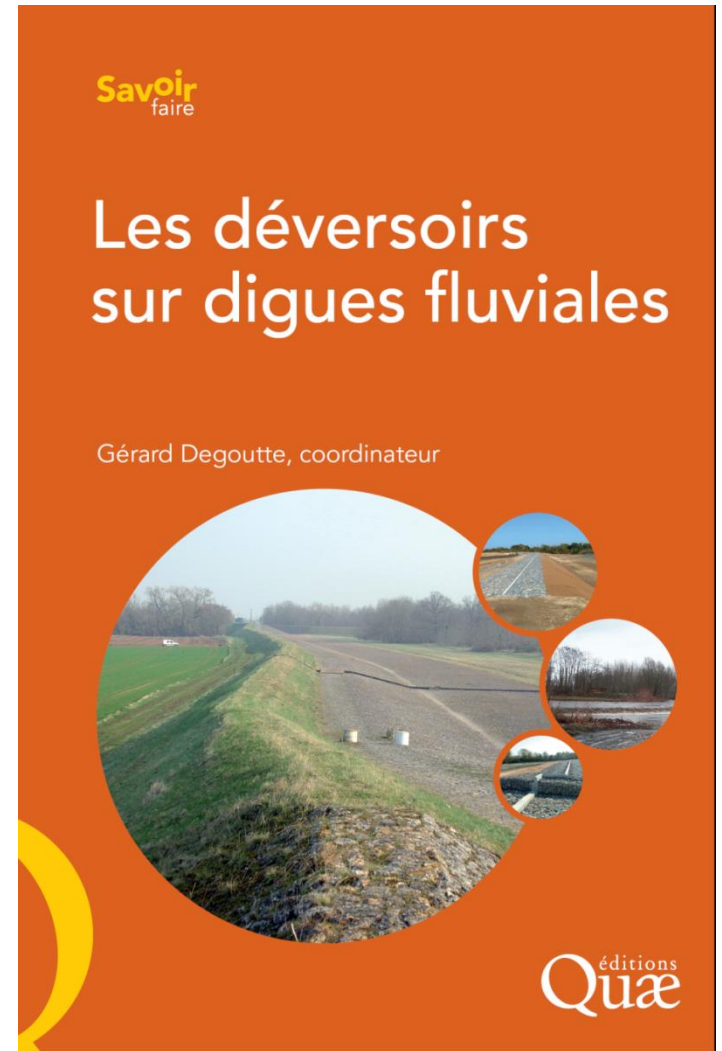
Document publié fin
2013 par CIRIA –
accessible en ligne

Traduction en
français en cours

Les déversoirs sur digues fluviales

Projet initié par le Ministère de l'Ecologie, conduit de 2009 à début 2012

Document publié décembre 2012
aux éditions Quæ (198 p.)



Référentiel technique digue maritimes et fluviales

Projet initié par le **Ministère
de l'Écologie**, conduit de
mars 2011 à mi-2014

Parution du guide en janvier
2015 (191 p.)

[http://www.barrages-
cfbr.eu/Recommandations.html](http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html)



*Groupe de Travail « Référentiel technique
digue maritimes et fluviales »*

**Référentiel technique
digue maritimes
et fluviales**

Version 1 – Janvier 2015

► **Domaine d'application des recommandations**

- **Barrages-poids :**
 - en béton
 - en maçonnerie
- **Barrages voûtes**
- **Barrages en remblai de toutes sortes**
 - Homogène, pseudo-homogène
 - Zoné, à noyau
 - A masque amont
 - En enrochements
 - De grandes et de petites tailles
- **Digues de toutes sortes**
 - Digues en charge (canaux, aménagements hydro-électriques)
 - Digues de protection contre les inondations et les submersions

► Bases communes du contenu des recommandations pour la justification de la stabilité (format général des Eurocodes)

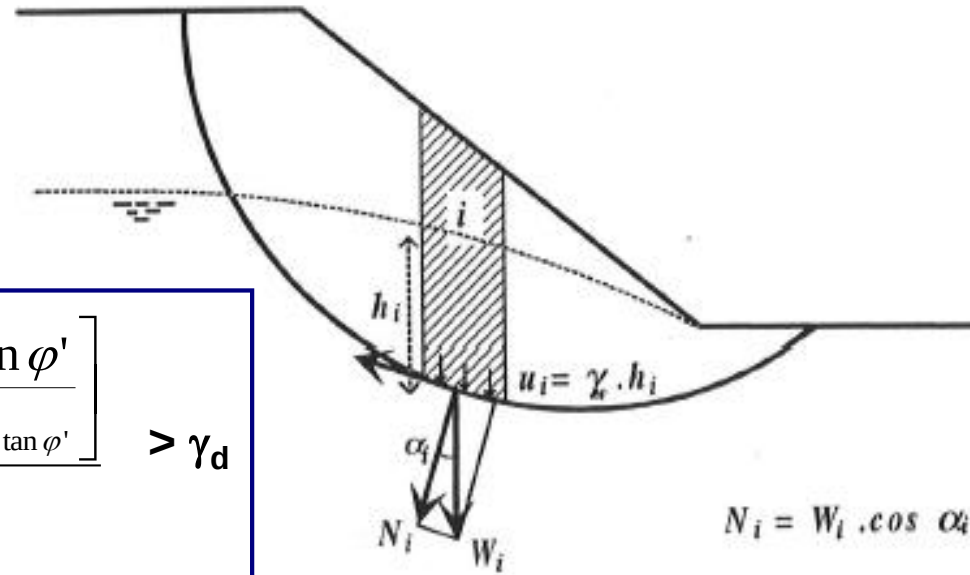
- Définition de l'aléa sismique (guide « séismes ») et hydrologique (guide « évacuateurs de crues »)
- Situations de projet, dont les situations de crues
- Mode de calcul des actions et des effets des actions
- Définition des états-limites (ELS et ELU)
- Modèles géologiques et géotechniques – Détermination des **valeurs caractéristiques** des résistances des matériaux
- Les modèles mécaniques et d'états-limites
- Les jeux de coefficients partiels

Exemple : ELU de stabilité d'ensemble d'un remblai

1 Modèle d'état-limite

2 Condition d'état-limite

$$\frac{\sum_i \left[\frac{c'}{\gamma_{mc'}} \cdot \frac{b}{\cos \alpha_i} + \left(\frac{W_i}{\gamma_{mw}} \cos \alpha_i - u_i \frac{b}{\cos \alpha_i} \right) \frac{\tan \varphi'}{\gamma_m \tan \varphi'} \right]}{\sum_i W_i \sin \alpha_i} > \gamma_d$$



3 Jeu de coefficients partiels

Situations	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \varphi'$	Coefficient partiel γ_m sur le poids volumique	Coefficient de modèle γ_d
normale d'exploitation	1,25	1	1,2
rare de crue	1,2	1	1,2
transitoire ou rare	1,1	1	1,2
exceptionnelle de crue (PHE)	1,1	1	1,2
extrêmes de crue, sismique ou autres	1	1	1,1

► Les spécificités de chacun des guides (1/3)

1. Recommandations techniques sur les barrages poids :

- ELU de résistance à l'effort tranchant (cisaillement le long d'un plan traversant le barrage ou la fondation)
- ELS d'extension des fissures
- ELU de portance de la fondation
- ELU de flottaison
- ELU d'érosion de la fondation par surverse

2. Recommandations techniques sur les barrages et digues en remblai :

- ELU de stabilité d'ensemble (glissement)
- ELU de défaut de portance – ELS de tassement
- ELU de soulèvement hydraulique en pied aval
- ELUs d'érosion interne et externe (non traitée – voir guide projet ERINOH et GT CFBR démarré début 2017)

► Les spécificités de chacun des guides (2/3)

3. Recommandations « Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques » :

- L'aléa sismique et sa déclinaison régionale puis locale (effets de site)
- L'analyse sismique des barrages : les méthodes de calcul pour les ouvrages rigides et pour les ouvrages en remblai
- L'évaluation de la sécurité (par des coefficients partiels, ou par des valeurs admissibles de déplacements ou déformations)
- La conception parasismique

► Les spécificités de chacun des guides (3/3)

4. Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages » :

- L'hydrologie
- Les dispositions constructives et les modalités de maintenance et d'utilisation des évacuateurs de crues
- Le dimensionnement des évacuateurs de crues

▶ Travaux en cours

- GT CFBR « Barrages – voutes » (rapport en cours de relecture)
- GT CFBR « Confortement-réparation des digues » (rapport attendu fin 2017)
- GT CFBR « Érosion des barrages et digues en remblai » (démarré début 2017)
- GT CFBR « Sécurité des évacuateurs de crues de barrages » (relancé en octobre 2017)
- GT CFBR « Partage d'expérience sur les incidents »
 - 1er bulletin en 2016 sur la conduite auto des vannes
 - 2d en 2017 sur les défaillances mécaniques des vannes
 - Autres bulletins à venir



Merci pour votre attention