



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

**Paul ROYET**  
[Paul.royet@irstea.fr](mailto:Paul.royet@irstea.fr)

Journée technique CFBR – Saint-Chamond 10 octobre 2015

## ▶ 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

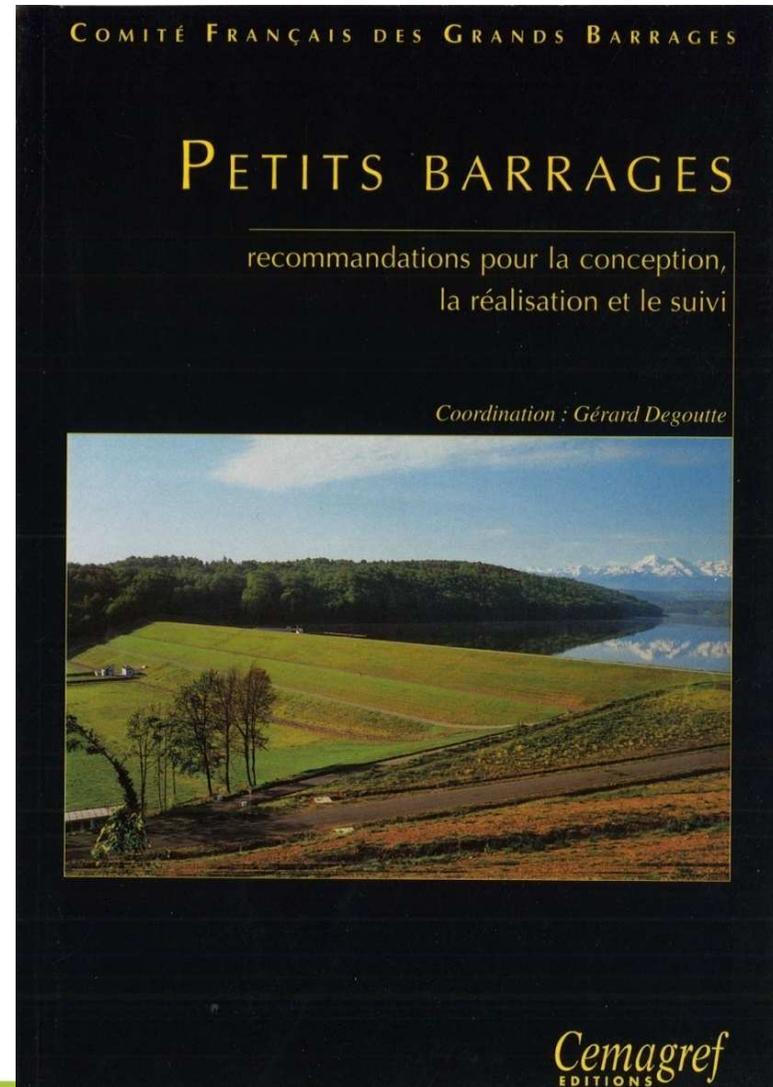


## Petits barrages : recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi

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>

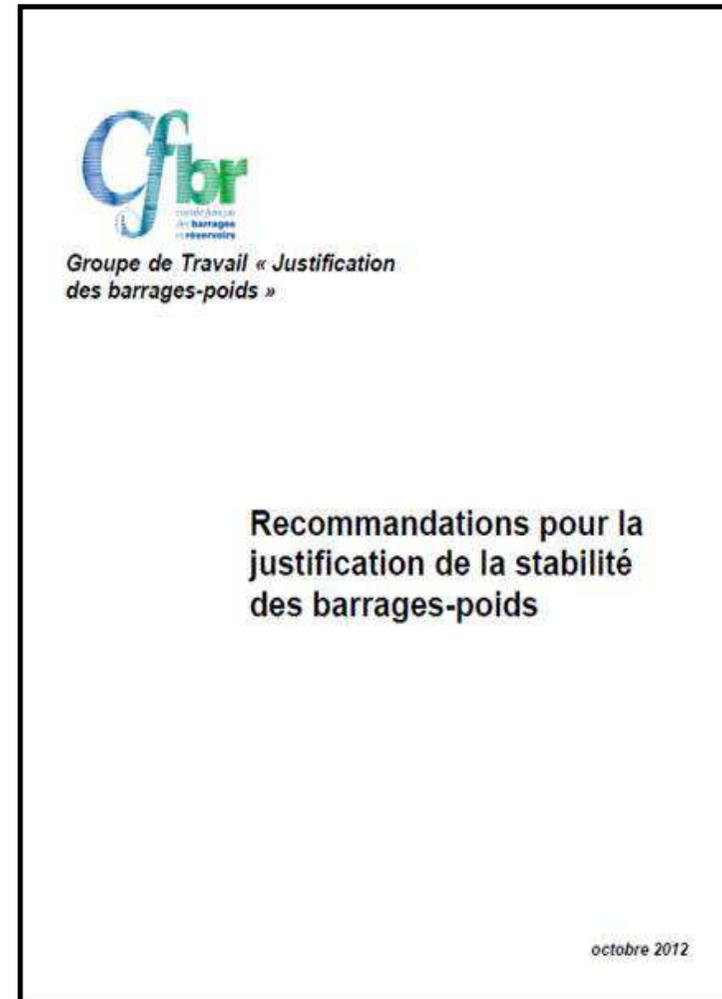


## Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages-poids

### 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>



► **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 :

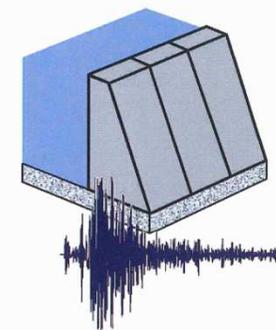
- Document provisoire daté de novembre 2010 (279 p.)
- Version définitive octobre 2014 (316p.)

<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**

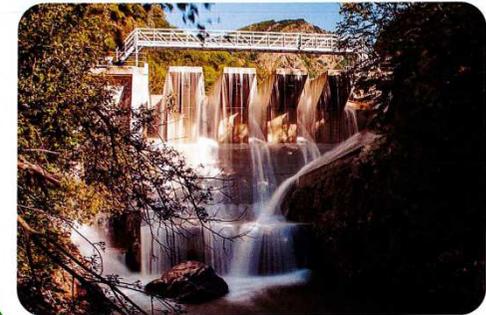
**Projet CFBR :**

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

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

Recommandations pour  
le dimensionnement des  
évacuateurs de crues de barrages

*Dam spillway design guidelines*



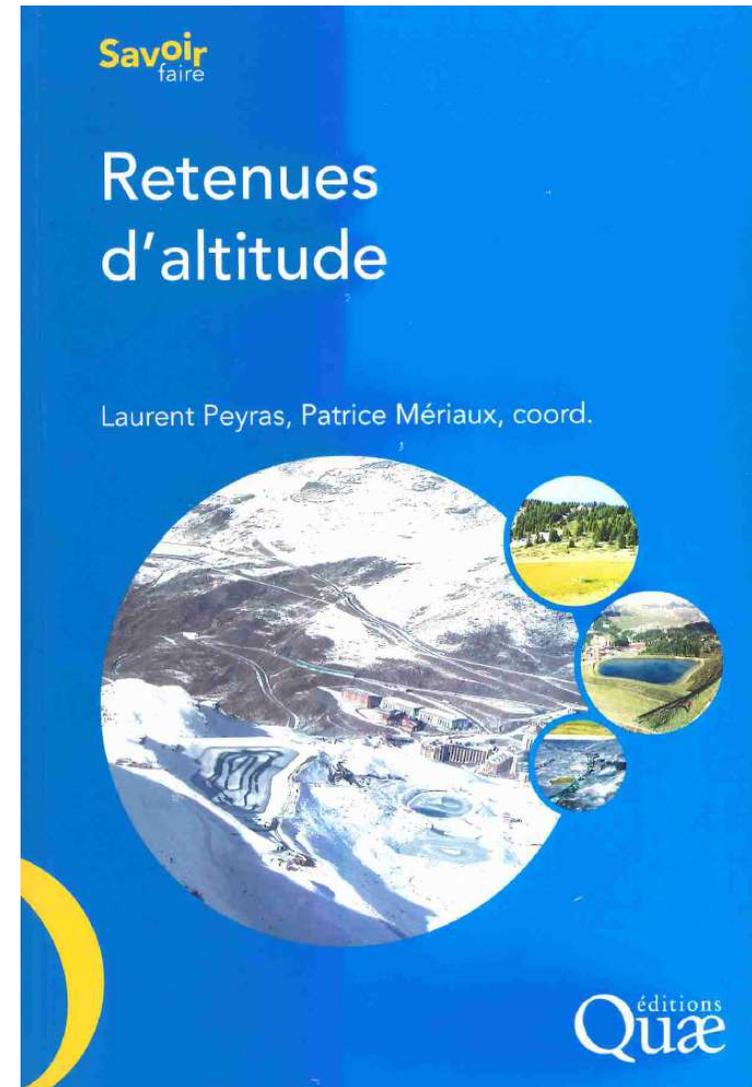
Recommandations  
juin 2013



## Retenues d'altitude

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

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

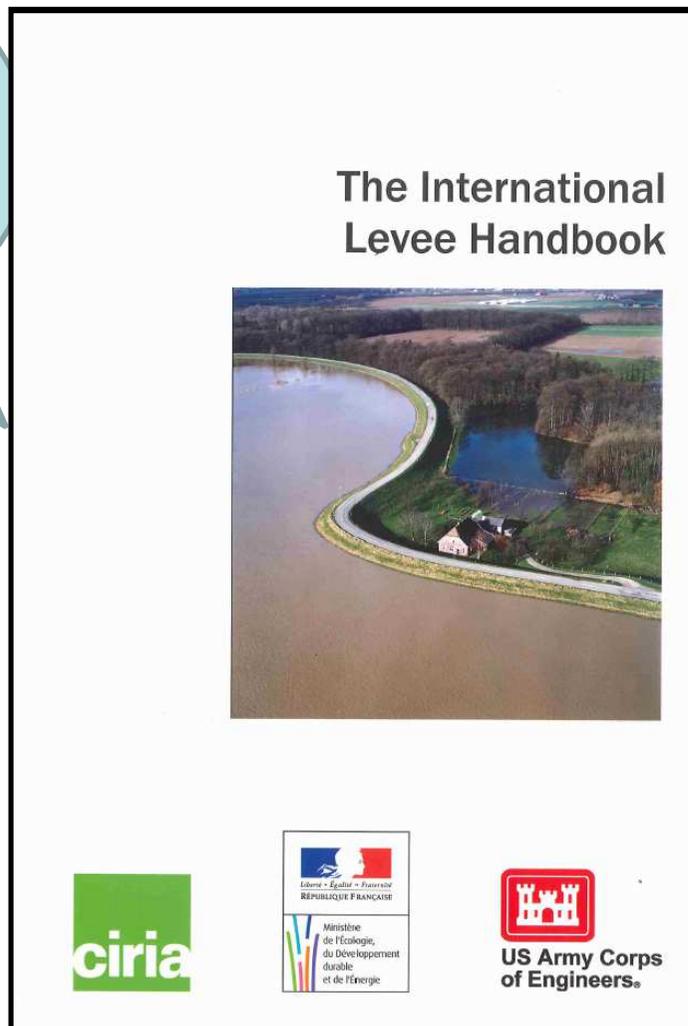


# The International Levee Handbook (ILH)

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

# ▶ Référentiel technique digues 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  
digues maritimes et fluviales »*

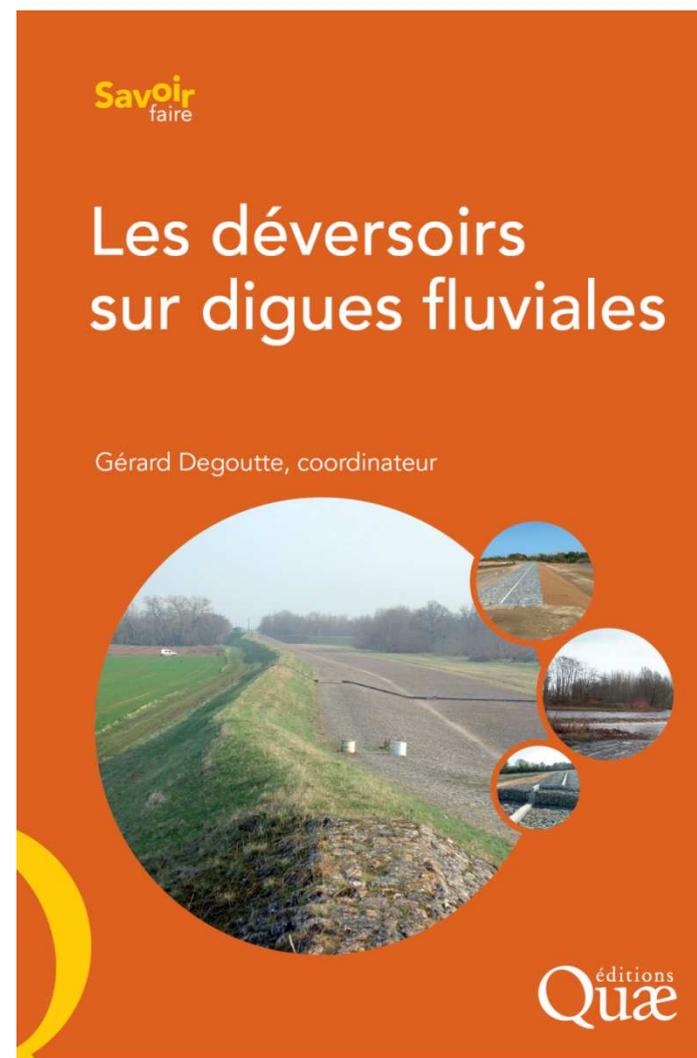
**Référentiel technique  
digues maritimes  
et fluviales**

Version 1 – Janvier 2015

## Les déversoirs sur digues fluviales

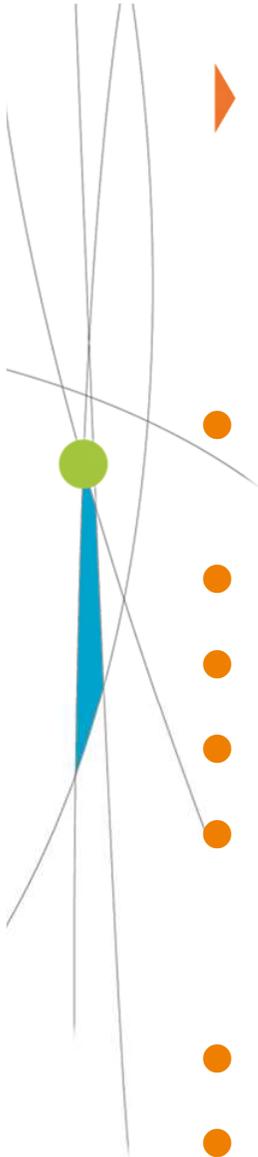
Projet initié par le Ministère de l'Ecologie, conduit de 2009 à début 2012

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



## ▶ 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)**

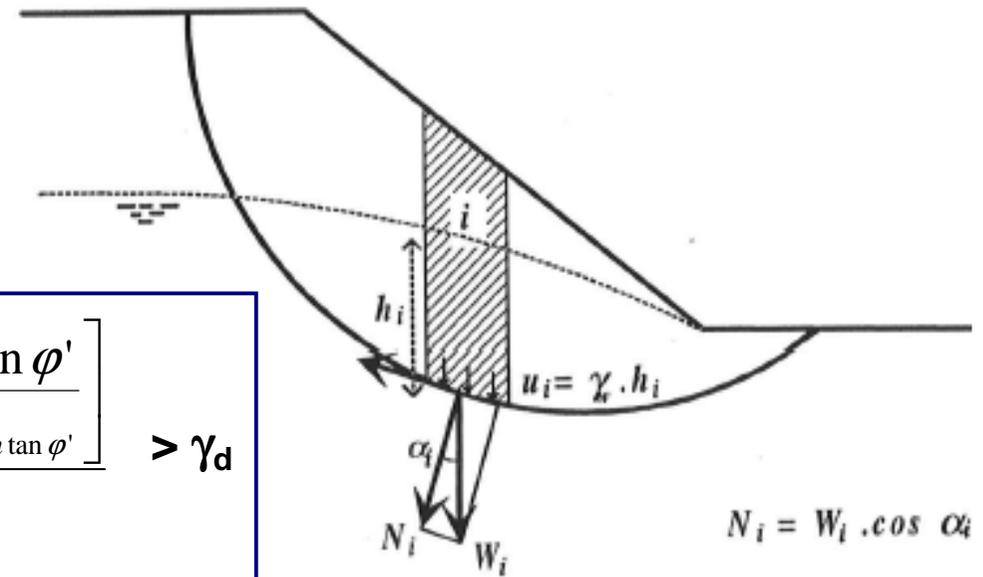
- **Définition de l'aléa sismique (guide « séismes ») et hydrologique (guide « évacuateurs de crues »)**
- **Situations de projet, dont les situations de crues**
- **Mode de calcul des actions et des effets des actions**
- **Définition des états-limites (ELS et ELU)**
- **Modèles géologiques et géotechniques – 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

### ❶ Modèle d'état-limite

### ❷ Condition d'état-limite

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



### ❸ Jeu de coefficients partiels

Situations	Coefficient partiel $\gamma_m$ sur $c'$ et $\tan \varphi'$	Coefficient partiel $\gamma_m$ sur le poids volumique	Coefficient de modèle $\gamma_d$
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

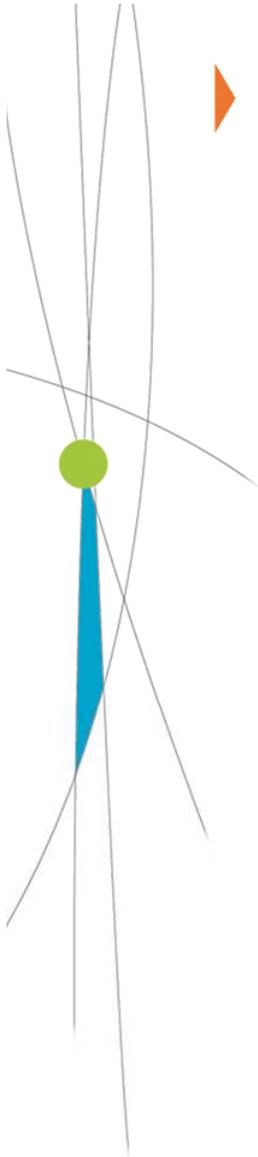
## ▶ Les spécificités de chacun des guides (1/3)

### 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 :

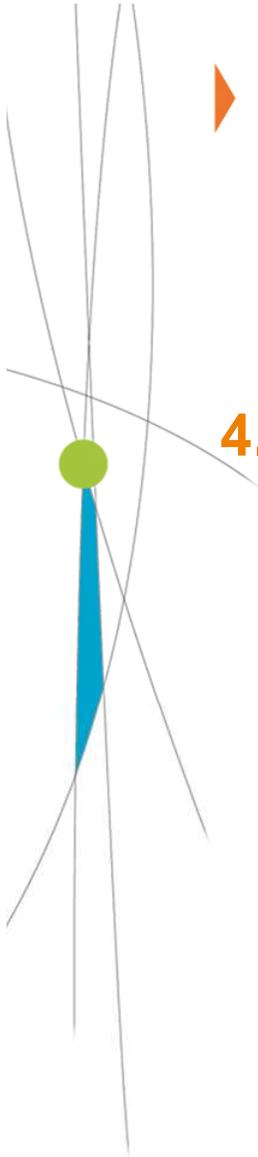
- ELU de stabilité d'ensemble (glissement)
- ELU de défaut de portance – ELS de tassement
- ELU de soulèvement hydraulique en pied aval
- ELUs d'érosion interne et externe (non traite – voir guide projet ERINOH et GT CFBR en cours de démarrage)



## ▶ Les spécificités de chacun des guides (2/3)

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

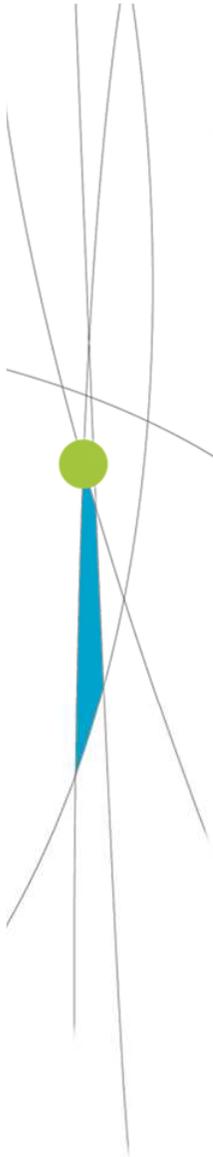
- L'aléa sismique et sa déclinaison régionale puis locale (effets de site)
- L'analyse sismique des barrages : les méthodes de calcul pour les ouvrages rigides et pour les ouvrages en remblai
- L'évaluation de la sécurité (par des coefficients partiels, ou par des valeurs admissibles de déplacements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



## Perspectives

- GT CFBR barrages – voutes (rapport attendu en 2017)
- GT CFBR confortement-réparation des digues (rapport attendu en 2017)
- GT CFBR dommages incrémentaux (rapport attendu en 2017)
- Projet de recherche ERINOH “Érosion des Ouvrages Hydrauliques” : 3 guides
  - Guide “Essais de laboratoire” - sous presse
  - Guide “Méthodologie de reconnaissance et de diagnostic de l'érosion interne” – paru en 2016
  - Guide “Recommandations pour l'ingénierie” – parution prochaine
- **Traduction réglementaire de ces recommandations techniques sur les aspects sollicitations et situations de projet : arrêté technique en cours de discussion**



**Merci pour votre attention**