



# GT CFBR Confortement et réparation des digues

28 janvier 2021 Présentation AG CFBR Rémy Tourment, Adrien Rulliere

### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Plan de la présentation

comité français des barrages et réservoirs

- Rappel objectifs, méthode de travail et composition du GT
- Présentation de l'état d'avancement du travail
  - Travail effectué depuis octobre 2020
  - Rappel de la logique et du plan de la partie I du document
- Relectures
  - Bilan des relectures reçues
  - Point sur les remarques de fond : partie I
  - Point sur les remarques de la partie II
- Suite du travail
  - Court terme
  - Moyen terme
  - D'ici les deux prochaines réunions de CE (mai 2020)



TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Objectifs et méthode de travail du GT Méthode de travail Travail en sous-groupes: Étanchéité interne Etanchéité externe (C) **Fonctions** Filtration-Drainage (C) Stabilité et rehausse (C) Légende: (C) Confortement 5. Protection externe (C) (R) Réparation Transitions (C, R) 6. Problématiques Animaux et végétation (R)

- Identification de fiches de cas (+ de 170) en GT et choix des techniques (36)
- Chaque sous-groupe rédige :

Animation générale

8.

- Les fiches techniques selon un processus bien défini à l'avance, alternant de nombreuses phases de relectures
- La « tête de chapitre » : synthèse des fiches, correspondant à la 1ère version des chapitres du document final
- Animateurs : pilotage, homogénéisation, finalisation des fiches après relectures, rédaction finale des chapitres, lien entre les chapitres, chapitres « généraux »

#### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Objectifs et méthode de travail du GT Composition du GT

comité français des barrages et réservoirs

- Membres du GT issus de :
  - Services de l'État
  - Maîtres d'ouvrages
  - Bureau Ingénieurs-Conseils
  - Entreprises
  - Enseignants-chercheurs



Olivier	ARTIÈRES	TenCate Geosynthetics	
Yasmina	BOUSSAFIR	Université Gustave Eiffel	
Luc	BOUTONNIER	Egis	
Bertrand	CHALUS	CNR	
Caroline	CHARTON	Maia Sonnier	
Christophe	CHEVALIER	Université Gustave Eiffel	Pilote du sous-groupe 3
Benoit	CORTIER	Hydratec	
Arthur	COULET	DREAL Centre-Val de Loire	
Yann	DENIAUD	Cerema	Pilote du sous-groupe 2
Edouard	DURAND	Cerema	
Jean-Marc	FLOHR	Egis	
Laurent	FOURQUET	DDT Haute Garonne – VNF	
Jean-Francois	FREZET	Egis	
Loïc	GERVAIS	DREAL Centre-Val de Loire	
Vincent	GILI	DDT Haute Garonne	
Nathalie	GRASSET	FUGRO	
Olivier	HESSE	BOTTE Fondations	
Guillaume	HIBON	Antea Group	
Serge	LAMBERT	KELLER Fondations Spéciales S.A.S	
Alain	LE KOUBY	Université Gustave Eiffel	
Patrick	LEDOUX	Cerema	Pilote du sous-groupe 5
François	LOUVEL	SPIE FONDATION	
Thibaut	MALLET	Symadrem	Pilote du sous-groupe 6
Jean	MAURIN	DREAL Centre-Val de Loire	Initiateur du GT
Mathieu	MONACO	DREAL Centre-Val de Loire	
Thierry	MONIER	Artelia	
Stéphane	MONLEAU	Soletanche Bachy	
David	MORELLATO	DIRSO	
Mathieu	NORMAND	Egis	
Jean-Charles	PALACIOS	SAFEGE	Pilote du sous-groupe 4
Sébastien	PATOUILLARD	DREAL Centre-Val de Loire	
Loïc	PERRET	ESTHI	
Sylvain	PALIX	Antea Group	
Alexandre	PLASTRE	Maccaferri	
Jacques	POUDEVIGNE	FUGRO	
Daniel	POULAIN	INRAE	Animateur du GT
Didier	RAULIN	FUGRO	
Pierre - Louis	REGAZZONI	Egis	
Michel	ROCHE	SEFI Intrafor	
Adrien	RULLIERE	INRAE	Secrétaire du GT
Akim	SALMI	ISL	
Lucile	SAUSSAYE	Cerema	Pilote du sous-groupe 1
Patrick	SOULAT	SAFEGE	
Xavier	SUISSE DE SAINTE CLAIRE	SAFEGE	
Mathieu	SUTTER	INRAE	Secrétaire du GT
Fabien	SZYMKIEWICZ	Université Gustave Eiffel	
Remy	TOURMENT	INRAE	Animateur du G1
Alexandre	VALENZIANO	Antea Group	
Claire	VARAGNAT	SAFEGE	
Éric	VUILLERMET	BRLi	

# TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES État du travail



- Un livrable, finalisé dernier trimestre 2020, en deux parties :
  - Une première partie "guide" (130 pages environ)
  - Une seconde partie "fiches" (370 pages) : toutes fiches "technique" et quelques exemples de fiches "étude de cas"
- État d'avancement des fiches "techniques"
  - 32 finalisées
  - + 4 fiches sur "ouvrages traversants" en cours d'écriture
  - + nouvelles fiches en réflexion (transitions, gestion de la végétation, gestion des animaux fouisseurs)
- État d'avancement des fiches "de cas"
  - Fiches de cas dans des états divers d'avancement, pas publiables en l'état sauf des exemples présentés à titre d'illustration et pour en juger de l'intérêt
- État d'avancement du document :
  - Document en V1 relu par des comités externes au GT (CE du CFBR, GM LE CIGB)
  - Réception des derniers retours le 15 janvier 2021

# TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Présentation du livrable Logique de la partie 1

- La partie 1 intègre une approche méthodologique, par repport à la partie 2, dont les fiches sont plus directement « pratiques »
- La démarche de réalisation et le mode d'utilisation du document (partie 1), intimement liées, sont développés dans les chapitres 1 et 2
- Un diagnostic préalable est préconisé pour identifier les causes possibles ou avérées de désordres, afin déterminer les fonctions à intégrer dans (respectivement) un projet de confortement ou de réparation.
- Les chapitres 3 à 7 présentent les éléments communs <u>par fonction</u>, dont les techniques sont détaillées dans des fiches spécifiques. Ils intègrent une approche méthodologique (en lien avec l'ensemble de la partie 1) et des aspects pratiques (en lien avec les fiches "technique" qui se rapportent au chapitre)
- Les chapitres 8 à 10 présentent les principes de confortement ou de réparation à des problématiques plus complexes
- Il y a donc une certaine interaction entre les deux groupes de chapitres

TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES

Présentation du livrable Plan de la partie 1

- Sommaire :
  - Avant-propos
  - 1. Objectif et contenu
  - 2. Éléments communs à la démarche de conception d'un confortement ou d'une réparation
  - 3. Etanchéité SG 1 &2
  - 4. Filtration et drainage SG 3
  - 5. Stabilité SG4
  - 6. Rehausse SG4
  - 7. Protection contre l'érosion externe SG5
  - 8. Transitions, dont ouvrages inclus ou traversants SG6
  - 9. Animaux fouisseurs et végétation arborée SG7
  - 10. Réparation des brèches non prévu initialement
  - Références
  - Annexe A : glossaire
  - Annexe B : Liste des fiches "technique"
  - Annexe C : Liste des fiches de cas présentées en partie 2
  - Annexe D : interventions d'urgence

Légende:

el réservoirs

Travail de sous-groupe(s) finalisé
Rédaction indépendante des ss-groupes
Travail de sous-groupe(s) partiel
Contribution SYMADREM

#### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Point sur les relectures



- Document (Partie I et Partie II) envoyé au CFBR et au GM CR LE CIGB le 20 octobre (+ rappel le 18 décembre) pour relecture
- Plusieurs retours, merci!
  - Reçus avant la date limite du 15 janvier ... sauf une
  - o Individuels : Paul Royet, Sébastien Patouillard, Thibaut Mallet
  - Collectifs : EDF, CNR
- Partie I :
  - Tous les chapitres (10) relus
  - Remarques de détails ... et de fond (voir diapos suivantes)
- Partie II:
  - 45 fiches relues
  - Essentiellement remarques de détail (voir diapos suivantes)



Sur le vocable employé (lien avec titre et portée du document) :

Fonctions hydrauliques

Digues de protection

Digues en charge

Barrages

Typologie structurelle

Ouvrages en remblai

Ouvrages rigides

Ouvrages mixtes

Classification réglementaire

Systèmes (d'endiguement, d'aménagement) : échelle de l'ouvrage / du tronçon



- Sur le titre du document :
  - Rajouter « de protection » au titre actuel

« recueil de méthodes et de techniques de confortement et réparations des digues de protection en remblai »

2. Retirer « remblai » du titre

C'est un choix du GT de conserver le mot remblai puisque cela concerne directement le champ d'application du document (remblai ou mixte), par opposition aux digues en matériaux rigides.



- Commentaire : "Sur la préface, afin de préciser le champ d'application du document"
  - On confond parfois avant-propos et préface. Il s'agit pourtant de textes différents, tous deux facultatifs.
  - L'avant-propos est un court texte dans lequel l'auteur fait état de certains faits relatifs à son ouvrage, par exemple les raisons qui l'ont conduit à le rédiger, les difficultés qu'il a rencontrées au cours de son travail, la méthode qu'il a privilégiée, etc. Il peut également inclure les remerciements, si ceux-ci sont très courts.
  - La préface, quant à elle, est un texte dont le but est de présenter sommairement l'ouvrage et son auteur. Elle est rarement rédigée par l'auteur lui-même.
- La préface n'est pas rédigée actuellement
- Qui s'en charge ?
- Revoir l'avant-propos si il n'est pas satisfaisant
- Voir chapitre 1 (1.2 objectif du document) qui a pour propos de clarifier cette portée (digues de protection vs. digue à charge permanente)



Commentaire CNR: « La notion de crue est largement abordée, la notion de séisme ou autre bien moins. Cela mériterait une réflexion sauf s'il s'agit d'un parti-pris »

#### **Discussion:**

- lien avec recommandations CFBR barrages et digues en remblai (comme sur d'autres points)
- les crues (vu la portée du document digues de protection) sont naturellement une des priorités
- les séismes sont brièvement évoqués au chapitre 5 (stabilité)
- la modélisation de l'ouvrage dans son ensemble, une fois conforté/réparé, sa stabilité devra de toute façon être justifiée par les méthodes classiques (y/s séisme)



CNR: « La notion de pérennité des solutions des réparations voire comparaison de solutions en terme d'efficacité semble peu ou pas abordée. C'est un point important pour les MOA qui mériterait d'être approfondi. »

**EDF**: « Il faudrait ajouter la pérennité dans le temps/durabilité à plusieurs sections/tableaux du document »

#### **Discussion:**

- Les auteurs des fiches seront à nouveau sollicités (disponibilité ?)
- REX sur travaux mais pas forcément sur vieillissement des ouvrages (voire absence de crues)



**Paul Royet :** « Les aspects coûts des différentes techniques ne sont pas abordés dans les fiches. On conçoit bien la difficulté de l'exercice, mais c'est un élément non négligeable du choix du maitre d'œuvre. Ne pourrait-on pas en dire quelques mots ? »

#### **Discussion:**

- Les auteurs des fiches seront à nouveau sollicités (disponibilité ?)
- On demandait dans les fiches de cas ces éléments de coût. Mais aurat-on de la facilité à donner des éléments de coût pour les techniques prises individuellement hors contexte du projet global ?



Paul Royet : commentaire sur le mot stabilité

**Discussion**: "Dans ce document, une distinction est faite entre les termes « stabilité d'ensemble » d'une digue (stabilité vis à vis de l'ensemble des mécanismes et scénarios de rupture) et « stabilité globale » ou « stabilité au glissement » (stabilité de la digue vis-à-vis du mécanisme de glissement)."

Quel vocabulaire adopter pour bien faire la distinction ?



#### Commentaire Thibaut Mallet:

Séparations des fonction filtration et drainage : sera traité au sein du GT (Thibaut Mallet en faisant partie), en analysant bien les différentes parties où cela est abordée : doc général, fiches technique et fiches de cas (rédaction)

#### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES <u>Point sur les relectures</u> Partie 2 – Fiches « technique »



- Essentiellement des remarques de détails ou des questions
  - Sur la fiche en tant que telle
  - Sur la distinction variante / alternative
  - Sur la non rédaction d'une fiche visant une technique particulière
- Le point sera fait avec les auteurs des FTs et le GT pour pouvoir répondre de la meilleur façon

#### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES <u>Prochaines étapes</u> Court terme



- Prise de contact individuel / en sous groupe possible avec :
  - Les relecteurs pour approfondir/clarifier certaines remarques
  - Les membres du GT pour répondre/modifier le document en conséquence

#### D'ici la mi-février

- Egalement (travail en suspens) :
- Continuité du travail sur les «ouvrages traversants » : fin écriture des Fiches Technique
- Suite du travail sur les fiches techniques / de cas additionnelles qui pourraient éventuellement être incorporées (transitions, gestion de la végétation, animaux fouisseurs)
- Glossaire

#### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES <u>Prochaines étapes</u> Moyen terme



- Réunion de travail avec le GT pour trancher de manière collective sur les points clés des relectures qui resteraient en suspens
- <u>17 mars</u>

- Puis présentation de l'avancement pour discussion sur d'éventuels points à trancher lors de la prochaine réunion de CE
- mars-avril, date à préciser

#### TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Prochaines étapes

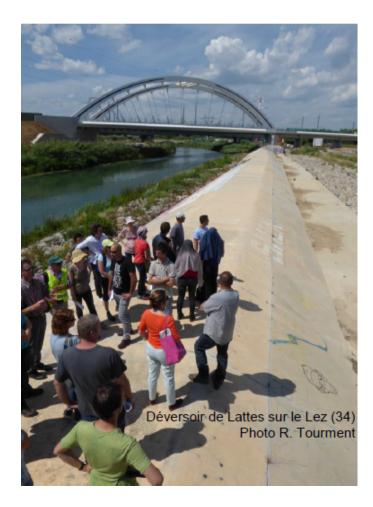


- Soumission du document en V2 à la CE du CFBR
- Courant mai

# TECHNIQUES DE CONFORTEMENT ET RÉPARATION DES DIGUES Remerciements



- Nos remerciements :
- à l'ensemble des membres du GT, entre autres aux animateurs de sous-groupes et autres animateurs et secrétaires du GT
- aux relecteurs
- Merci de votre attention
- Temps de questions/discussions





Sous-groupes 1 et 2 : étanchéité

- FT G1. Généralités sur les palplanches
- FT 3.1. Rideau de palplanches à fonction d'étanchéité
- FT 3.2. Paroi mince
- FT 3.3. Paroi moulée à fonction d'étanchéité
- FT 3.4. Sol mixé/mélangé en place
- FT 3.5. Écran d'étanchéité réalisé au moyen de la technique du jet grouting
- FT 3.6. Revêtement de talus en matériau naturel faiblement perméable



Sous-groupe 3 : drainage et filtration

- FT 4.1. Dimensionnement d'un géotextile de filtration
- FT 4.2. Dimensionnement d'un sol de filtration
- FT 4.3. Ouvrage de drainage en talus sous recharge peu perméable
- FT 4.4. Ouvrage de drainage sans recharge



Sous-groupe 4 : stabilité – rehausse

- FT 5.1. Remblai stabilisateur avec géoconteneur
- FT 5.2. Remblai renforcé
- FT 5.3. Stabilité apporté par un mur poids, un mur cantilever ou une paroi béton
- FT 5.4. Rideau de palplanches de soutènement
- FT 5.5. Soutènement en gabions
- FT 6.1. Rehausse de digue par mur, muret et murette
- FT 6.2. Rehausse temporaire à fondation permanente sur un linéaire de digue
- FT 6.3. Recharge/épaississement et/ou rehausse en remblai



#### Sous-groupe 5 : protection contre l'érosion externe

- FT 7.1. Protection externe de talus par technique mixte
- FT 7.2. Protection externe par enrochements libres
- FT 7.3. Protection externe par enrochements liés au béton
- FT 7.4. Protection en gabions
- FT 7.5. Protections minces contre l'érosion externe
- FT 7.6. Réparation de perré maçonné
- FT 7.7. Perrés bétonnés
- FT 7.8. Protection externe par blocs artificiels
- FT 7.9. Protection externe de la digue par mise en place d'épis de protection
- FT 7.10. Protection externe par la reprise d'un mur par béton projeté
- FT 7.11. Recharge ou réserve de pied en enrochements
- FT 7.12. Palplanches de protection contre l'érosion externe en pied de talus côté eau
- FT 7.13. Protection externe de talus par technique d'enherbement

- FC.1. Confortement de la digue de protection contre les inondations d'Albaron (13) – Petit Rhône RG
- FC.2. Confortement des digues du Lez à Lattes et Montpellier (34)
- FC.3. Travaux de la digue de l'Yzeron à Oullins (69)
- FC.4. Renforcement et filtration/drainage de la digue de « Bou La Binette » sur la Loire à Bou (45)
- FC.5. Confortement de la digue en amont de la colline du Wawel à Cracovie (Pologne)
- FC.6. Renforcement par Fascine de la digue de Guilly-Bouteille (45)