

Groupe Miroir français du Comité Technique P de la CIGB « Barrages en Matériaux Cimentés »

Point d'avancement

Michel LINO
François DELORME
Daniel PUIATTI

30/01/2020 Symposium CFBR



Sommaire

- Groupe Miroir
- Bulletin Hardfill Dams
- Bulletin Rock-Filled Concrete Dams (RFCD)
- Bulletin Cemented Soil Dams (CSD)

30/01/2020 Symposium CFBR 2



Groupe Miroir

- Comité P de la CIGB « Barrages en Matériaux Cimentés » (Cemented Materials Dams : CMD)
 - ✓ Création : 2012 (Tokyo)
 - ✓ Présidence : J. Jia ; Vice-Présidence : M. Lino
 - ✓ Délégués français cooptés : F. Delorme, D. Puiatti
 - ✓ Objectif: 3 bulletins (Hardfill Dams, Rock-filled Concrete Dams, Cemented Soil Dams)
- Groupe Miroir
 - ✓ Création 2014
 - ✓ Présidence : M. Lino
 - ✓ Membres :
 - P. Agresti (Artelia), Hela Maaloul (EDF), S. Bonelli (Irstea), C. Alléon, N. Nerincx (ISL), G. Herrier (Lhoist),
 E. Lavallée, J.-P. Lejeune (SPTF), V. Mouy (Tractebel), F. Delorme, J.-J. Fry, P. Cochet, D. Puiatti (Consultants)
 - M. Scarella (invité Carpi)
 - ✓ Fonctionnement :
 - o 21 réunions plénières (y compris le 31/01/2020) + réunions par sous-groupes et travaux de rédaction
 - Au 31/01/2020, plus de 500 j de travail



Hardfill Dams

- Déclinaisons
 - ✓ Hardfill Dams: Barrages en remblai dur (France UK –Grèce Turquie)
 - ✓ CSGD : Cemented Sand and Gravel Dams (Japon)
 - ✓ CSGRD : Cemented Sand, Gravel and Rock Dams (Chine)
- Objectif: CIGB 2022 (Chiraz)

30/01/2020 Symposium CFBR



BARRAGE SYMETRIQUE EN REMBLAI DUR HARDFILL DAM

Le concept

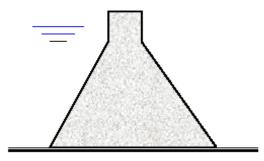
- évolution du barrage poids en BCR
- une forme : profil poids symétrique
- un matériau : BCR faiblement dosé
- une mise en eouvre simplifiée
- un masque étanche sur le parement amont

Barrage poids traditionnel

Profil symétrique



Béton compacté au rouleau



Remblai dur



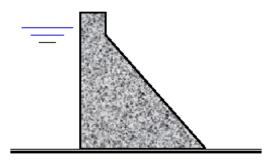
BARRAGE SYMETRIQUE EN REMBLAI DUR HARDFILL DAM

Un comportement mécanique optimisé

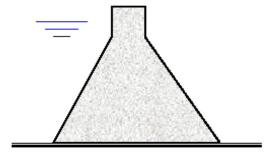
- contraintes normales et tangentielles fortement réduites
- état de contrainte favorable sur la fondation (compression)
- faible variation des contraintes en exploitation
- 75% des tassements acquis en fin de construction

Barrage poids traditionnel

Profil symétrique



Béton compacté au rouleau



Remblai dur



BARRAGE SYMETRIQUE EN REMBLAI DUR

Plus de cinquante réalisation dans le monde



Cindere en Turquie (h=107 m)



Shoukubao en Chine (h=62 m)



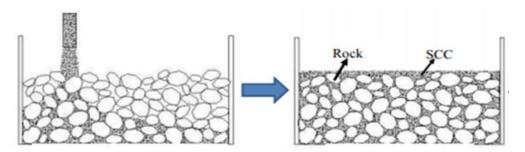
Tobetsu au Japon (h=52 m)



Saf saf en Algérie (h=40 m)



Rock-Filled Concrete Dams (RFCD)



- Principe : Enrochements bétonnés avec BAP
- Pilotage :
- Principales références : + de 100 ouvrages en Chine
- Objectif: CIGB 2020 (New Delhi)
- Avancement : le bulletin sera transmis aux comités nationaux dans les jours qui viennent + Traduction en Français

ICOLD

COMMITTEE ON CEMENTED MATERIAL DAMS

Cemented Material Dam: Design and Practice -

Rock-Filled Concrete Dam





RFCD

 Principe : Enrochements bétonnés avec BAP

- Enrochements Dmin = 300 mm
- ~ 55 % Enrochements dans RFC





RFCD

• Principe : Enrochements bétonnés

avec BAP



• ~ 55 % Enrochements dans RFC

• Propres et soigneusement rangés



Symposium CFBF



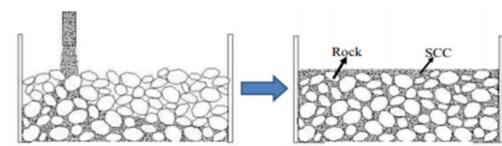


RFCD

• BAP assure l'étanchéité en parement

amont épaisseur = 0.5 m

• Levées de 1.2 à 3 m



BAP avec Dmax = 20 mm

~ 45 % de BAP dans RFC

• Liant BAP = $136 \text{ kg/m}^3 \text{ C} + 290 \text{ kg/m}^3 \text{ CV}$

Liant RFC = $61 \text{ kg/m}^3 \text{ C} + 130 \text{ kg/m}^3 \text{ CV}$





Barrages poids en RFC en Chine

- 2005 Beijing $H = 13.5 \text{ m RFC} = 2000 \text{ m}^3$
- 2006 Baoquan H = $36.9 \text{ m RFC} = 49 000 \text{ m}^3$
- Fin 2019 : 53 barrages construits (H>15 m)

 H max = 69.5 m RFC max = 100 000 m³

 RFC volume cumulé = 2 hm³
- Fin 2019 : 38 en construction (H>15 m)

 H max = 90 m RFC max = 320 000 m³

 RFC volume cumulé = 3.5 hm³

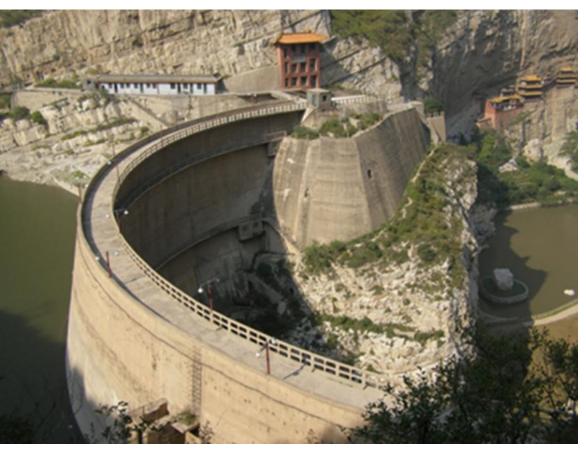
Shibahe 9/11/2019H = 57 m 175 000 m³

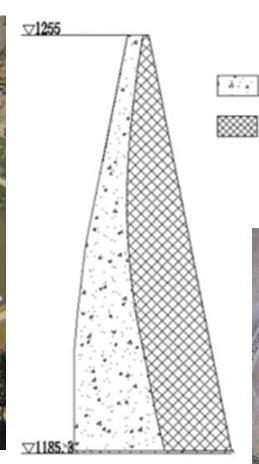


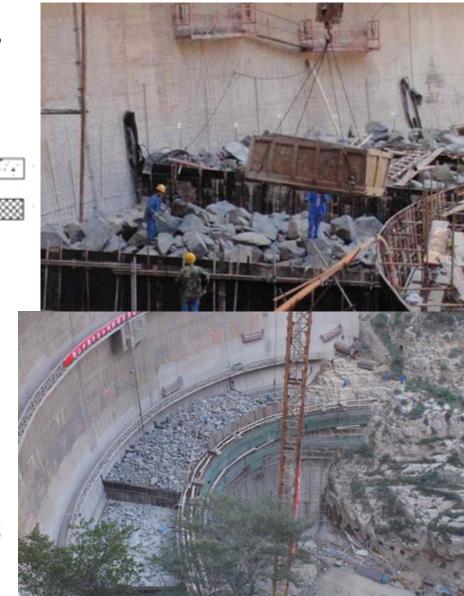


Barrages réhabilités en RFC en Chine (H>15 m)

• 3 voûtes et 1 poids entre 2010 et 2013 dont 2010 Hengshan (V) H = 69 m RFC = 39 500 m³







30/01/2020

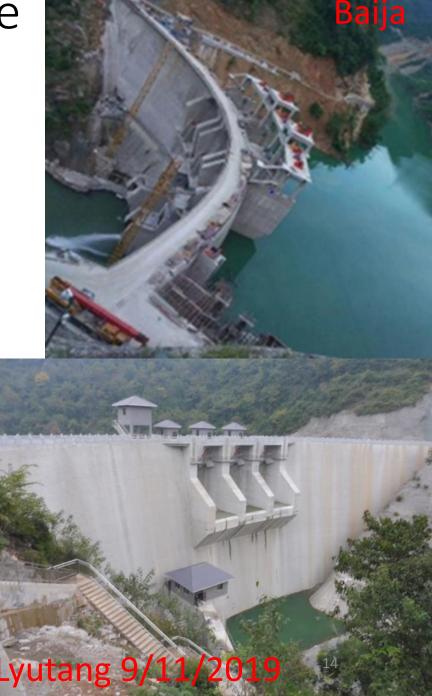
Symposium CFBR



Barrages voûtes en RFC en Chine

• 2013 Mengshan $H = 24.5 \text{ m RFC} = 11 000 \text{ m}^3$







Cemented Soil Dams (CSD)

CEMENTED SOIL

DAMS

BARRAGES

EN SOL CIMENTÉ

Version 30/01/2020





2020



CSD: Principe

• Utilisation des sols traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, en place ou en centrale, dans les ouvrages hydrauliques (digues, barrages)

Traitement à la chaux (3%) du Barrage de Hvezda République Tchèque – 2002/2003 (H = 15m)





Traitement au liant hydraulique routier (4%) du batardeau sur le site de Pannecière France – 2011/2013 (H = 17m)







CSD: Références

- Domaine de référence
 - ✓ Technique routière (routes, autoroutes, lignes à grande vitesse, plates-formes portuaires, aéroportuaires, commerciales, etc.) : une expérience de plus de 60 ans
- Applications en OH
 - ✓ Correction du comportement de sols humides, gonflants, érodables, dispersifs
 - ✓ Amélioration des performances mécaniques des sols fins (médiocres ou non)
 - ✓ Afrique du Sud, Australie, Burkina Faso, France, Swaziland, Thaïlande, Rép. Tchèque, USA, etc.

Correction de l'instabilité des berges du canal d'irrigation Friant-Kern par traitement à la chaux (4%) USA - Années 1970







CSD : Table des Matières

FOREWORD

1 – INTRODUCTION

2 - MATERIALS

- 2.1 Binders
- 2.2 Soils
- 2.3 Water

3 - ACTION OF BINDERS ON SOILS

- 3.1 Cement
- 3.2 Lime
- 3.3 Binders and geosynthetics

4 -PROPERTIES OF CEMENTED SOILS

- 4.1 Mechanical performance
- 4.2 Permeability
- 4.3 Pore pressure during construction
- 4.4 Erosion resistance
- 4.5 Dispersion resistance
- 4.6 Long term behavior and resistance to weather
- 4.7 Self healing

5 – DAM CONCEPT

- 5.1 Salient features of the mechanical behavior of cemented soils
- 5.2 Functions of a cemented soil component
- 5.3 Design
- 5.4 Applications to dikes
- 5.5 Justifications and calculation methods

6 – INVESTIGATIONS

- 6.1 Preliminary remarks
- 6.2 Investigations of the deposits
- 6.3 Treatment studies
- 6.4 Criteria for the selection of the binder and the dosage

7 - CONSTRUCTION

- 7.1 General
- 7.2 Preliminary recommendations specific to functions
- 7.3 Preparation of the materials
- 7.4 In place treatment
- 7.5 In plant treatment
- 7.6 Compaction
- 7.7 Curing
- 7.8 Interlayer bonding and construction joints
- 7.9 Specific precautions
- 7.10 Geomembrane anchorage and drainage

8 - QUALITY CONTROL

- 8.1 General
- 8.2 Binders
- 8.3 Soils
- 8.4 In place treatment
- 8.5 In plant treatment
- 8.6 Water content
- 8.7 Compaction
- 8.8 Weather conditions and environmental aspects

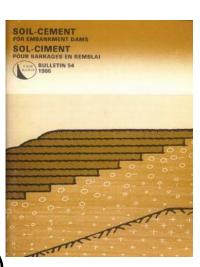
9 - SURVEILLANCE AND MONITORING

- 9.1 Short-term behavior
- 9.2 Middle and long-term behavior
- 9.3 Visual inspection
- 10 ECONOMIC ASPECTS
- 11 REFERENCES
- 12 APPLICATIONS DATA SHEETS
- 13 ANNEXES



CSD: Particularités

- Référence au Bulletin 54 : Sol-ciment (1986)
- Adaptation aux caractéristiques des sols (nature et état)
- Importance des études préalables (reconnaissance, étude de traitement)
- Approche progressive (depuis les études préalables jusqu'à la réalisation)
- Les liants : définition et action sur les sols (chaux vs liant hydraulique)
- Performances des sols traités
- Précautions dans la conception et la réalisation
 - ✓ Hauteur limitée
 - ✓ Etanchéité amont
 - ✓ Pressions interstitielles





CSD: Avancement







- ✓ Soumission au Comité P lors de la réunion CIGB de New Delhi : Avril 2020
- ✓ Version finale anglaise au format CFBR : 2020
- ✓ Version finale française au format CFBR : 2021

• Objectif:

✓ Approbation de la version finale au Congrès CIGB de Marseille : Juin 2021