



Safsaf Algérie

Eau
Environnement



Infrastructures
et aménagements
hydrauliques

Le barrage symétrique en remblai dur Retour d'expérience de 25 ans



Calcul
scientifique

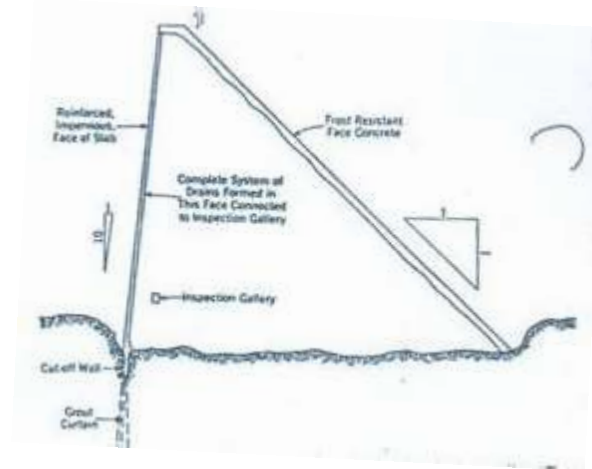
Michel Lino





Les précurseurs

1941 : Homer M. Hadley (USA) imagine le “Concrete fill dam”.

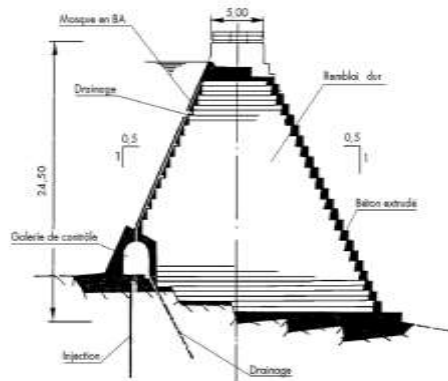


1970 : Jerome Raphael propose l' “Optimum gravity dam”

Aucun barrage ne fut construit sur ce concept.



1992 Pierre Londe and Michel Lino proposent “The faced symmetrical hardfill dam : a new concept for RCC”.



1993 Marathia dam, in Greece : premier barrage construit suivant le concept du barrage symétrique en remblai dur (FSHD)

Plusieurs autres barrages de ce type construits en Grèce, dont Ano Mera en 1999 et Seriphos in 2000.



Depuis les années 90, de nombreux projets ont été construits suivant cette conception. Parmi eux :

Moncion (Saint-Domingue, 1995),

Rio Rejo and Rio Grande (Pérou, 2003),

Cindere (Turquie, 2003)

Can-Ajuan (Philippines, 2008)

Safsaf (Algerie, 2009)

Tobetsu (Japon, 2012),

Rizzaneze (France, 2013)

Wadi Unti (Oman, 2014)

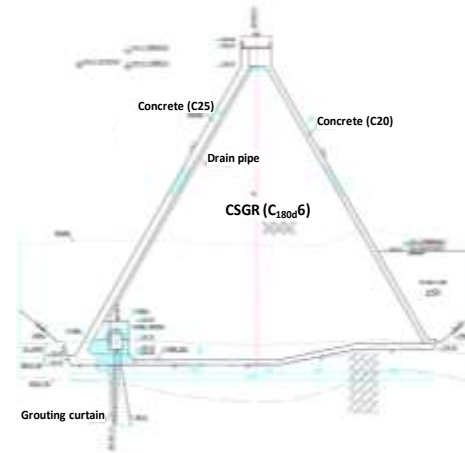
Filiatrinou (Greece, 2015)



Cindere dam en Turkey (h=107 m)



Koudiat Acerdoune in Algeria (h=121 m)



Shoukubao dam in China (h=62 m)
en construction



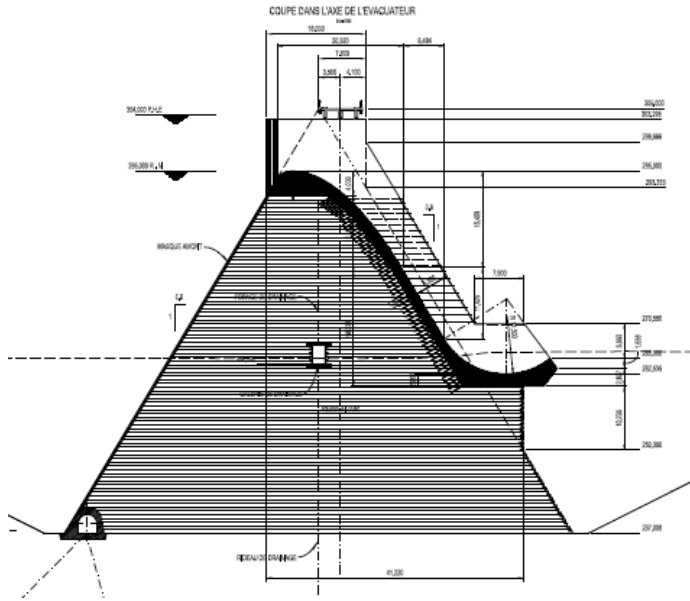
Beydağ Dam en Turquie (h = 96 m) Tobetsu dam au Japon (h=52 m)



Wadi Unti in Omam - 2014



Amburau dam in RCD - 2016



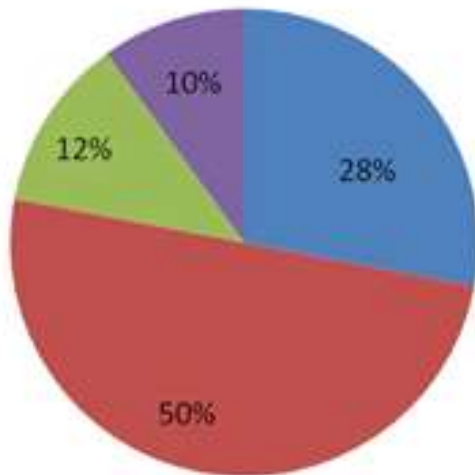
Mellègue amont en Tunisie (h = 70 m)



- Projet ISL en 2010
- En cours de construction par Sinohydro



■ h<30 ■ h>=30 et h<60 ■ h>=60 et h<90 ■ h>=90



42% des barrages en remblai dur sont des barrages de moins de 30 m

38 % sont des barrage moyens entre 30 m et 60 m

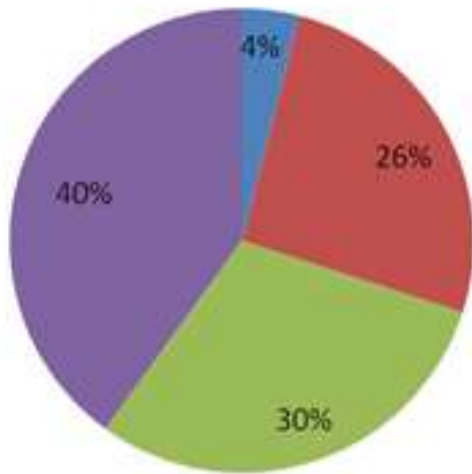
20% hauteur supérieure à 60 m

9% hauteur supérieure à 90 m

Le plus haut FSHD typique est Cindere en Turquie (107m).



■ $us + ds < 1$ ■ $1 \leq us + ds < 1,3$ ■ $1,3 \leq us + ds < 1,5$ ■ $us + ds \geq 1,5$



Source : base de donnée CMD

Pente amont moyenne : 0.65 H/V

Pente aval moyenne : 0.74 H/V

Voisin optimun théorique : 0.7 H/V

60% des barrages de la bases de données pente totale ($us + ds$) inférieurs à 1.5H/1V.

30% ont une pente totale inférieure à 1.3H/1V.

- ❑ Les alluvions (sables et graviers) sont les matériaux les plus communs pour le RD
- ❑ Les alluvions, même avec **une teneur significative en fines non plastiques** (ou peu...) peuvent être sélectionnées.
- ❑ les roches altérées, les roches tendres (schiste, flysch, grès, marne) qui peuvent être facilement excavées à l'aide de pelles mécaniques, lorsqu'elles sont disponibles près du site, sont des sources possibles.
- ❑ Des colluvions : attention à la plasticité des fines.
- ❑ Des matériaux de carrière dans certains cas.

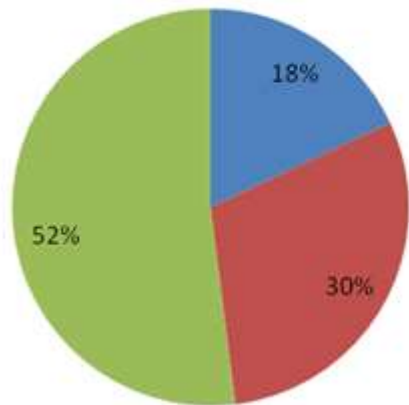
- ❑ La moyenne du Dmax des agrégats dans la base de données CMD est de **65 mm**. Cela reflète la pratique actuelle en Europe, en Afrique et en Amérique où la taille maximale de 63-80 mm est généralement spécifiée.
- ❑ Dans les CSG japonais, le Dmax des granulats est de **80 mm** pour les barrages et de **150 mm** pour les batardeaux.
- ❑ En Chine, le matériau brut du CSGR comprennent le sable et les graviers de rivière et les roches excavées de la fondation, avec un diamètre inférieur à **150 mm** pour les barrages et **250-300 mm** pour les batardeaux.



Dosage en ciment

107 kg/m³

■ c<70 ■ 70<=c<100 ■ c >=100



- ❑ 48% des barrages en RD CC < 100 kg/m³
- ❑ Barrages grecs : CC entre 60 et 70 kg/m³, généralement sans cendres volantes ni pouzzolanes
- ❑ En Chine, pas moins de 80 kg/m³, avec pas moins de 40 kg/m³ de ciment
- ❑ Dans les barrages japonais CC entre 60 et 90 kg/m³ (sans cendres volantes)

Source : base de donnée CMD



Control des écoulements



❑ Le contrôle des écoulements est assuré par un masque imperméable construit **de préférence après la construction du massif de matériau dur** lorsqu'il existe un risque de fissuration du parement dû aux déformations de construction.



- ❑ L'étanchéité peut être un **masque en béton armé** ou une **geomembrane**.
- ❑ Le parement amont est connecté à la fondation par une **plinthe en béton armé** ancré dans la roche.



- ❑ Le concept de barrage symétrique en remblai dur a été initié en France dans les années 90.
- ❑ Le premier barrage en remblai dur, Marathia dam en Grèce, a été mis en service en 1993.
- ❑ Aujourd'hui, plus de 50 barrages ont été construits dans 23 pays en Europe, Afrique, Amériques et Asie.
- ❑ Les FSHD représentent environ 10% des 550 barrages en BCR construits jusqu'à maintenant d'après la base de données BCR de M.



Les principales raisons du succès

- ❑ Conception simple et efficace :
“no tension design”
- ❑ Utilisation des matériaux locaux
avec traitement minimum
- ❑ Construction facilitée : traitement
des levées, joints transversaux
- ❑ Contrôle et assurance-qualité
simplifiés

- ❑ Bonne résistance au séisme,
- ❑ Faible sensibilité au sous-
pressions et aux surcharges
hydrostatiques,
- ❑ Surverse possible sans
dommage,
- ❑ Convient aux fondations
médiocres y compris les
fondations meubles.



Le FSHD est un **barrage en béton** en ce qui concerne les fonctions hydrauliques

mais

il peut s'adapter à des sites où un **barrage-poids classique** n'est pas réalisable.

Merci de votre attention!