

LES BARRAGES EN REMBLAI ZONÉS



1/28

QUELQUES STATISTIQUES

- Le plus haut : Nurek (Tadjikistan) 335 m !
- Le plus haut en France : Grand'Maison 160 m



2/28

BARRAGE DE GRAND'MAISON



3/28

BARRAGE DE NUREK



4/28

BARRAGE DE NUREK



- | | |
|---|--|
| 1) Core of rock and heavy concrete | 7) Filter blanket |
| 2) Filter blanket and gravel rock grade | 8) Foundation |
| 3) Two layers of 10 cm and 20 cm | 9) Foundation slab and concrete |
| 4) Single layer stone filter | 10) Apron wall in concrete |
| 5) Rock filter | 11) Concrete wall in stone |
| 6) Concrete wall in stone | 12) Foundation slab, part of concrete |
| 7) Core of masonry concrete in concrete | 13) Foundation slab, part of concrete |
| 8) Filter blanket | 14) Foundation slab, part of concrete |
| 9) Filter blanket | 15) Foundation slab, part of concrete |
| 10) Filter blanket | 16) Foundation slab, part of concrete |
| 11) Filter blanket | 17) Foundation slab, part of concrete |
| 12) Filter blanket | 18) Foundation slab, part of concrete |
| 13) Filter blanket | 19) Foundation slab, part of concrete |
| 14) Filter blanket | 20) Foundation slab, part of concrete |
| 15) Filter blanket | 21) Foundation slab, part of concrete |
| 16) Filter blanket | 22) Foundation slab, part of concrete |
| 17) Filter blanket | 23) Foundation slab, part of concrete |
| 18) Filter blanket | 24) Foundation slab, part of concrete |
| 19) Filter blanket | 25) Foundation slab, part of concrete |
| 20) Filter blanket | 26) Foundation slab, part of concrete |
| 21) Filter blanket | 27) Foundation slab, part of concrete |
| 22) Filter blanket | 28) Foundation slab, part of concrete |
| 23) Filter blanket | 29) Foundation slab, part of concrete |
| 24) Filter blanket | 30) Foundation slab, part of concrete |
| 25) Filter blanket | 31) Foundation slab, part of concrete |
| 26) Filter blanket | 32) Foundation slab, part of concrete |
| 27) Filter blanket | 33) Foundation slab, part of concrete |
| 28) Filter blanket | 34) Foundation slab, part of concrete |
| 29) Filter blanket | 35) Foundation slab, part of concrete |
| 30) Filter blanket | 36) Foundation slab, part of concrete |
| 31) Filter blanket | 37) Foundation slab, part of concrete |
| 32) Filter blanket | 38) Foundation slab, part of concrete |
| 33) Filter blanket | 39) Foundation slab, part of concrete |
| 34) Filter blanket | 40) Foundation slab, part of concrete |
| 35) Filter blanket | 41) Foundation slab, part of concrete |
| 36) Filter blanket | 42) Foundation slab, part of concrete |
| 37) Filter blanket | 43) Foundation slab, part of concrete |
| 38) Filter blanket | 44) Foundation slab, part of concrete |
| 39) Filter blanket | 45) Foundation slab, part of concrete |
| 40) Filter blanket | 46) Foundation slab, part of concrete |
| 41) Filter blanket | 47) Foundation slab, part of concrete |
| 42) Filter blanket | 48) Foundation slab, part of concrete |
| 43) Filter blanket | 49) Foundation slab, part of concrete |
| 44) Filter blanket | 50) Foundation slab, part of concrete |
| 45) Filter blanket | 51) Foundation slab, part of concrete |
| 46) Filter blanket | 52) Foundation slab, part of concrete |
| 47) Filter blanket | 53) Foundation slab, part of concrete |
| 48) Filter blanket | 54) Foundation slab, part of concrete |
| 49) Filter blanket | 55) Foundation slab, part of concrete |
| 50) Filter blanket | 56) Foundation slab, part of concrete |
| 51) Filter blanket | 57) Foundation slab, part of concrete |
| 52) Filter blanket | 58) Foundation slab, part of concrete |
| 53) Filter blanket | 59) Foundation slab, part of concrete |
| 54) Filter blanket | 60) Foundation slab, part of concrete |
| 55) Filter blanket | 61) Foundation slab, part of concrete |
| 56) Filter blanket | 62) Foundation slab, part of concrete |
| 57) Filter blanket | 63) Foundation slab, part of concrete |
| 58) Filter blanket | 64) Foundation slab, part of concrete |
| 59) Filter blanket | 65) Foundation slab, part of concrete |
| 60) Filter blanket | 66) Foundation slab, part of concrete |
| 61) Filter blanket | 67) Foundation slab, part of concrete |
| 62) Filter blanket | 68) Foundation slab, part of concrete |
| 63) Filter blanket | 69) Foundation slab, part of concrete |
| 64) Filter blanket | 70) Foundation slab, part of concrete |
| 65) Filter blanket | 71) Foundation slab, part of concrete |
| 66) Filter blanket | 72) Foundation slab, part of concrete |
| 67) Filter blanket | 73) Foundation slab, part of concrete |
| 68) Filter blanket | 74) Foundation slab, part of concrete |
| 69) Filter blanket | 75) Foundation slab, part of concrete |
| 70) Filter blanket | 76) Foundation slab, part of concrete |
| 71) Filter blanket | 77) Foundation slab, part of concrete |
| 72) Filter blanket | 78) Foundation slab, part of concrete |
| 73) Filter blanket | 79) Foundation slab, part of concrete |
| 74) Filter blanket | 80) Foundation slab, part of concrete |
| 75) Filter blanket | 81) Foundation slab, part of concrete |
| 76) Filter blanket | 82) Foundation slab, part of concrete |
| 77) Filter blanket | 83) Foundation slab, part of concrete |
| 78) Filter blanket | 84) Foundation slab, part of concrete |
| 79) Filter blanket | 85) Foundation slab, part of concrete |
| 80) Filter blanket | 86) Foundation slab, part of concrete |
| 81) Filter blanket | 87) Foundation slab, part of concrete |
| 82) Filter blanket | 88) Foundation slab, part of concrete |
| 83) Filter blanket | 89) Foundation slab, part of concrete |
| 84) Filter blanket | 90) Foundation slab, part of concrete |
| 85) Filter blanket | 91) Foundation slab, part of concrete |
| 86) Filter blanket | 92) Foundation slab, part of concrete |
| 87) Filter blanket | 93) Foundation slab, part of concrete |
| 88) Filter blanket | 94) Foundation slab, part of concrete |
| 89) Filter blanket | 95) Foundation slab, part of concrete |
| 90) Filter blanket | 96) Foundation slab, part of concrete |
| 91) Filter blanket | 97) Foundation slab, part of concrete |
| 92) Filter blanket | 98) Foundation slab, part of concrete |
| 93) Filter blanket | 99) Foundation slab, part of concrete |
| 94) Filter blanket | 100) Foundation slab, part of concrete |



5/28

BARRAGE DE NUREK



6/28

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

- Un noyau central imperméable (argile)
assure la fonction d'étanchéité
- Des recharges amont et aval (en terre ou enrochements)
assurent la fonction de stabilité



7/28

CARACTÉRISTIQUES

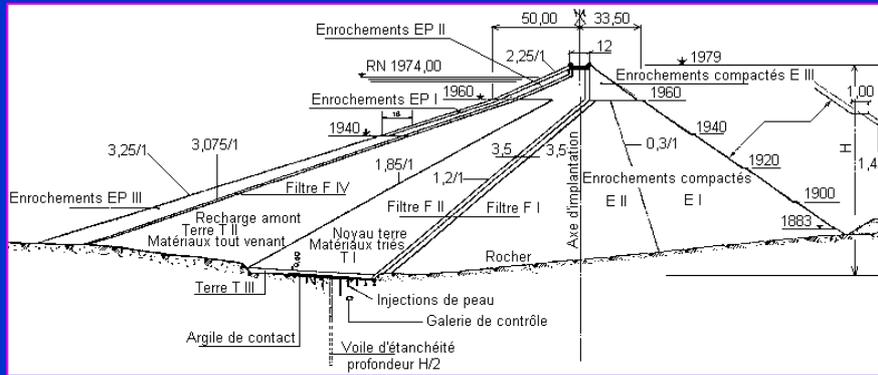
Comme tous les remblais :

- S'accommode assez bien de fondation de qualité moyenne
- Volume très important de remblai (14,85 Mm³ pour Serre-Ponçon)
- Matériaux meuble, donc évacuateur de crue en rive ou dans les appuis en galerie



8/28

ZONAGE MULTIPLE



Barrage du Mont Cenis (73)

9/28

BARRAGE DU MONT CENIS



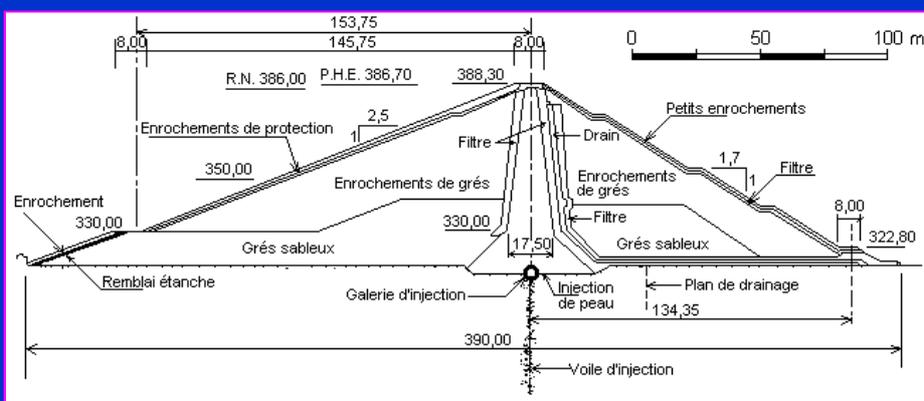
10/28

NOYAU ÉTANCHE

- $K < 10^{-7}$ m/s : argile
- Épaisseur minimale imposée par :
 - les engins de terrassement
 - les gradients hydrauliques dans le barrage et en fondation
- Souvent enchâssé par une clef dans la fondation et prolongé par un voile profond d'étanchéité

11/28

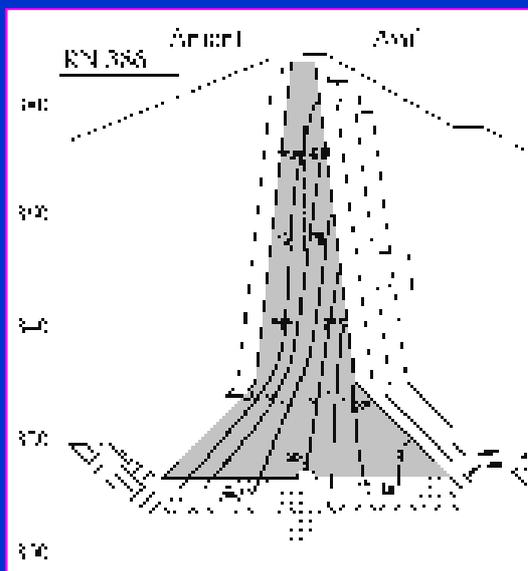
COUPE DU BARRAGE DE VIEUX PRÉ



12/28

STABILITÉ

- Calculs classiques de stabilité de talus
- Sous-pressions : toute la perte de charge se concentre dans le noyau (d'où des gradients hydrauliques très élevés)



13/28

FILTRES ET DRAINS

- Gradients hydrauliques élevés donc risque de migration des particules fines du noyau
- Un filtre sert de transition entre deux matériaux de granulométrie différente :
 - il retient les particules fines du matériau à protéger (fonction de rétention)
 - il permet le drainage du matériau fin vers le matériau grossier (fonction de drainage)

14/28

FILTRES ET DRAINS (suite)

- Ses caractéristiques granulométriques dépendent des courbes granulométriques des matériaux fins et grossiers
(notion de matériau auto filtrant)
- Parfois remplacé par un géotextile
(risque de vieillissement et de colmatage)

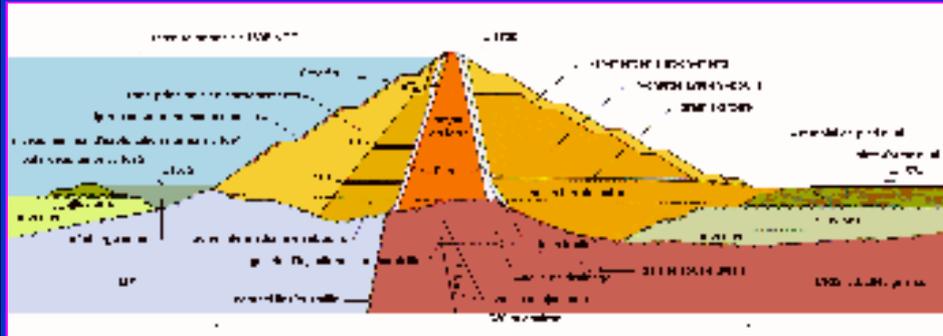
15/28

BARRAGE DE GRAND'MAISON



16/28

BARRAGE DE GRAND'MAISON



17/28

BARRAGE DE GRAND'MAISON



18/28

BARRAGE DE XIAOLANGDI



19/28

BARRAGE DE XIAOLANGDI



20/28

BARRAGE DE GOTVAND (IRAN)

H = 180 m

V = 65 hm³ = 5 x GM



21/28

BARRAGE DE GOTVAND (IRAN)



22/28

BARRAGE DE GRÉOUX



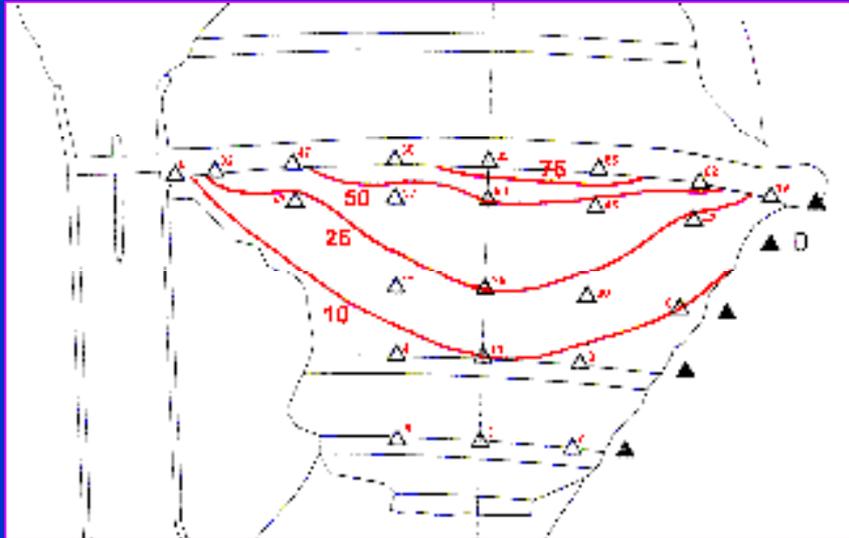
23/28

BARRAGE DE NOTRE DAME DE COMMIERS



24/28

DÉFORMATION HYDROSTATIQUE DE NOTRE DAME DE COMMIERS



25/28

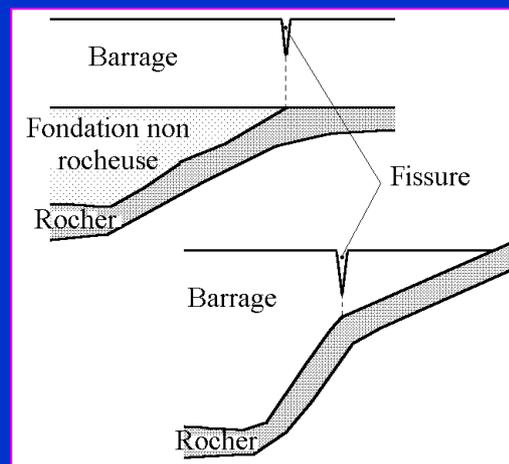
BARRAGE DE VIEUX PRÉ



26/28

FISSURATION DU REMBLAI PAR TASSEMENT

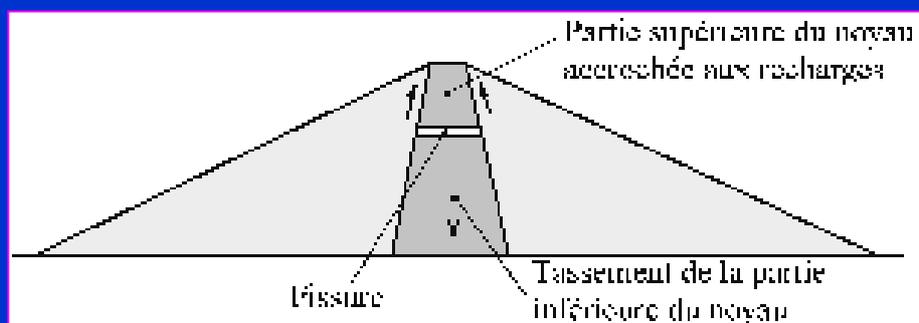
- Fissuration transversale



27/28

FISSURATION DU REMBLAI PAR TASSEMENT (suite)

- Fissuration horizontale du noyau



28/28

NOYAUX PARTICULIERS

- En paroi moulée (béton plastique)
- En béton bitumineux
- En métal

29/28

BARRAGE DE L'AGLY



30/28

BARRAGE DE SALALAH (Oman)

- Longueur= 6.121 km
- H max = 23.00 m
- Volume de remblai= 2.8 MCM
- V retenue = 77 MCM
- Pentes: 1v/2.5h et 1v/2.2h
- Matériaux : Sables et graviers



PAROI EN FONDATION



Surface = 60 000m²
 Paroi ep= 70cm
 Prof. maxi = 22m
 Panneau = 12m

32/28

PAROI EN FONDATION

Phasage excavation:

1. Preforation 800mm @ 1-2m
2. Excavation à la pelle au long bras (8 à 10m)
3. Excavation à la benne à câbles et au trépan (22m maxi)



33/28

PAROI EN FONDATION

Suppression de la boue de forage après la phase des essais...



34/28

NOYAU BETON PLASTIQUE

Surface = 53 000m²
Paroi ep= 70cm
Levée de 1.20m



35/28

NOYAU BETON PLASTIQUE

Composition:

Ciment SRC: 90 kg
Eau: 322 l
Bentonite: 20 kg
Agréats: 1700 kg

Bentonite par voie sèche

Résultats Tests

K < 1.2x10⁻⁹ m/s
UCS 25 jrs: 1.12 MPa
Def à la rupture: 6.5 à 7.2%



36/28

BARRAGES DE LASTIOULLES



37/28