

LES BARRAGES À CONTREFORTS



1/68

QUELQUES STATISTIQUES

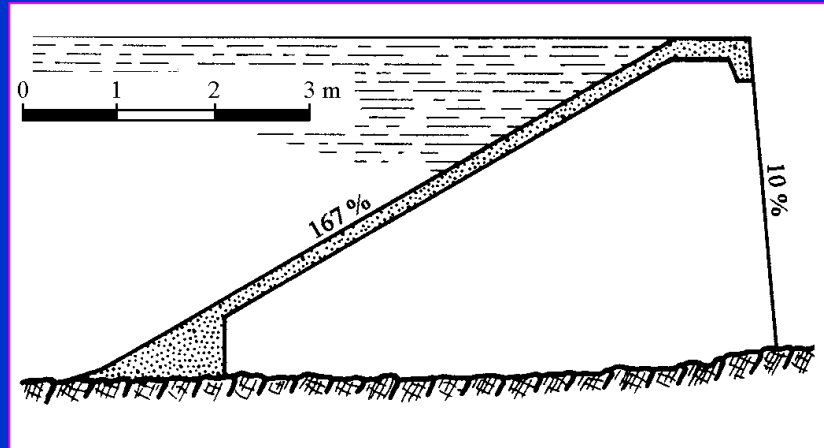
- Le plus haut : Daniel Johnson (Canada) 214 m



- Le plus haut en France : Grandval 88 m

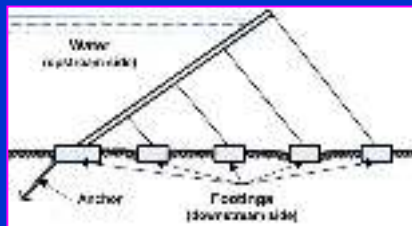
2/68

BARRAGE À DALLE EN BÉTON ARMÉ (1903)



3/68

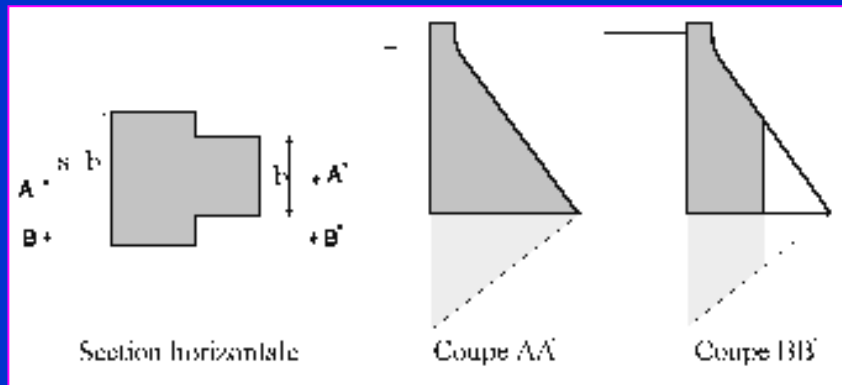
BARRAGES EN METAL : REDRIDGE DAM (USA)



4/68

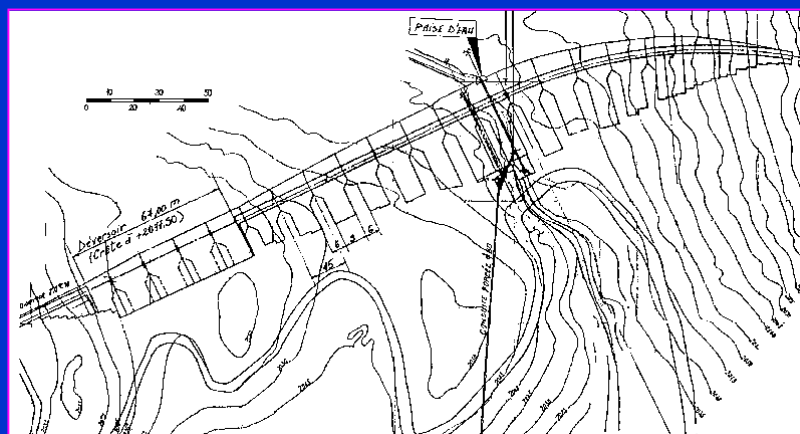
BARRAGE-POIDS ÉVIDÉ

- Gain de matière
- Diminution des sous-pressions



5/68

BARRAGE DE PLAN D'AMONT



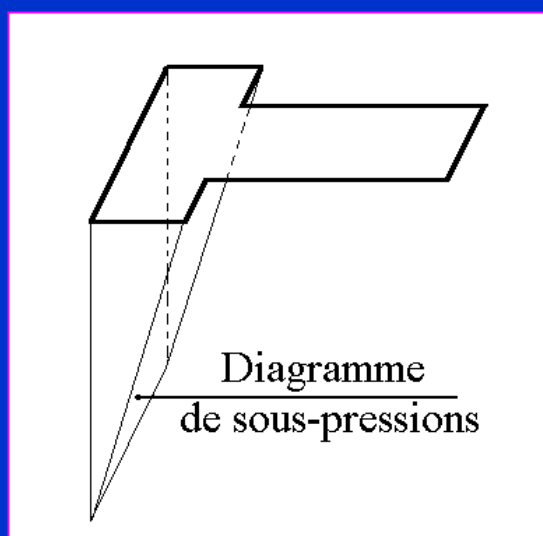
6/68

BARRAGE DE PLAN D'AMONT



7/68

RABATTEMENT DES SOUS-PRESSIONS SOUS LES CONTREFORTS



8/68

BARRAGE DE GLENO (Italie)



Avant

9/68

BARRAGE DE GLENO (Italie)



Après

10/68

BARRAGE DE GLENO (Italie)



Après

11/68

BARRAGE DE GLENO (Italie)



Après

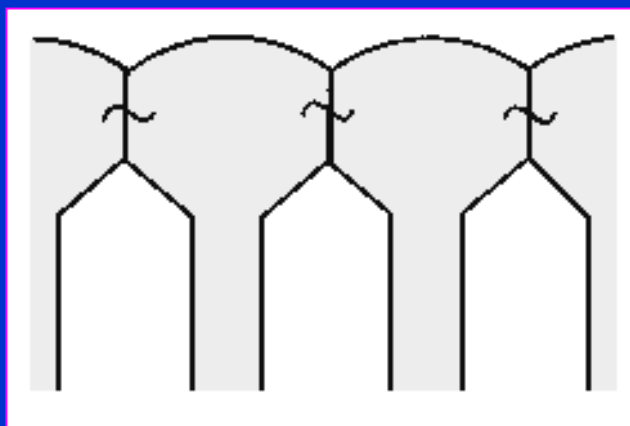
12/68

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE D'UN BARRAGE À CONTREFORTS

- Des murs de « faible épaisseur » parallèles à l'axe de la vallée (les contreforts)
- Des bouchures individuelles, perpendiculaires au thalweg et s'appuyant sur les contreforts

13/68

ÉLARGISSEMENT DE LA TÊTE AMONT DU CONTREFORT



14/68

BARRAGE DE ROSELEND



15/68

BARRAGE DE ROSELEND



16/68

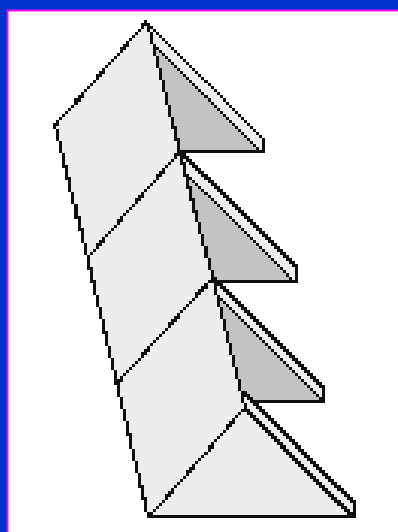
BARRAGE DE ROSELEND



17/68

DALLES PLATES EN BÉTON ARMÉ

Espacement des
contreforts de
5 à 7 m



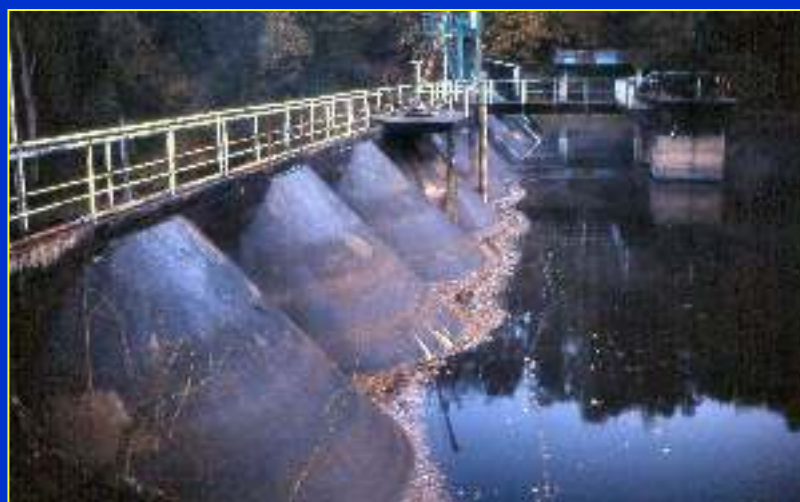
18/68

BARRAGE DE FLEIX



19/68

VOÛTES EN BÉTON ARMÉ



20/68

BARRAGE DE FAUX LA MONTAGNE



21/68

BARRAGE DE VEZINS

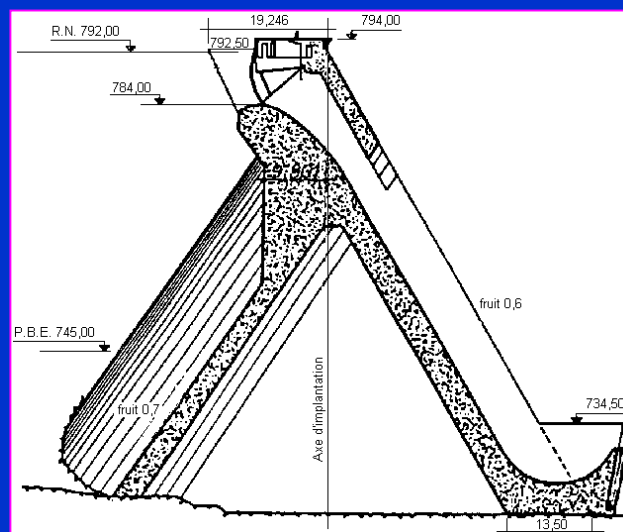


BARRAGE DES PRADEAUX



23/68

VOÛTES IMPORTANTES (20 à 50 m de portée)



24/68

BARRAGE DE CALACUCCIA



25/68

BARRAGE DE MIGOËLOU



26/68

BARRAGE DE PANNECIÈRE



27/68



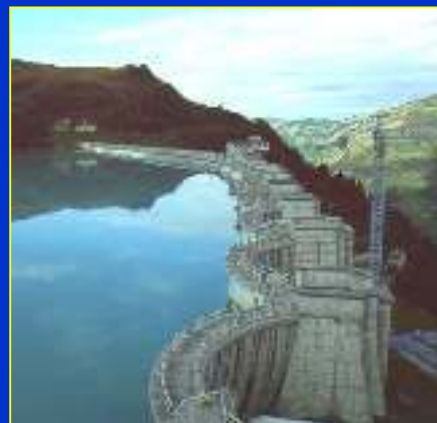
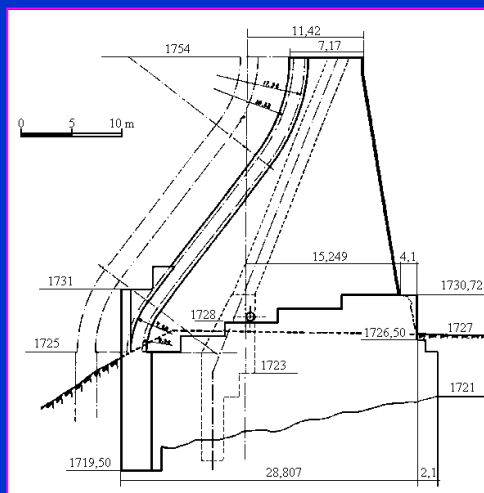
28/68

BARRAGE DE GRANDVAL



29/68

BARRAGE DE LA GIROTTE



30/68

BARRAGE DE LA GIROTTE



31/68

BARRAGE DE LA GIROTTE



32/68

BARRAGE DE MIGOELOU



33/68

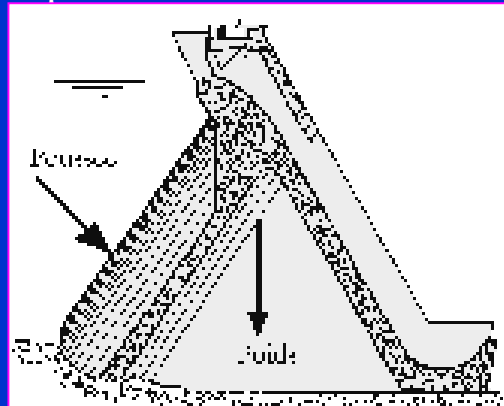
CALCUL DES BOUCHURES

- Comme des consoles courtes, une dalle ou une voûte
- Faible épaisseur, d'où risque de percolation par la fondation
- Effets thermiques importants
- Structures souvent en béton armé

34/68

CALCUL DES CONTREFORTS

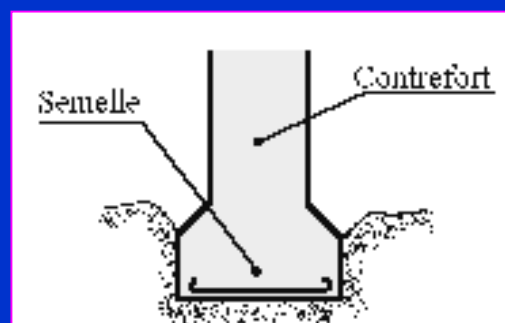
- Comme des barrages-poids
- Parement amont et poussée hydrostatique inclinés pour améliorer la stabilité



35/68

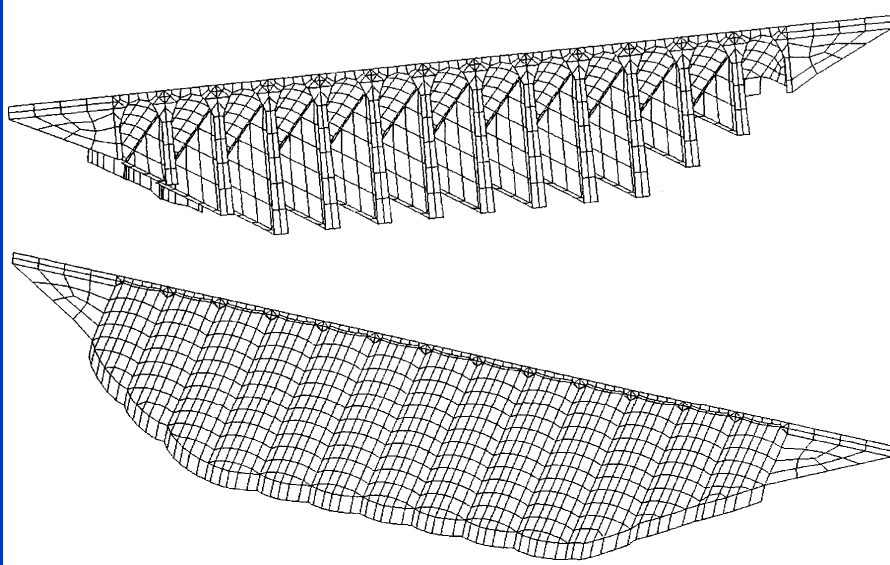
CALCUL DES CONTREFORTS (suite)

- Normalement sous-pressions négligeables
- Fortes contraintes sur la fondation imposant éventuellement une semelle d'appui

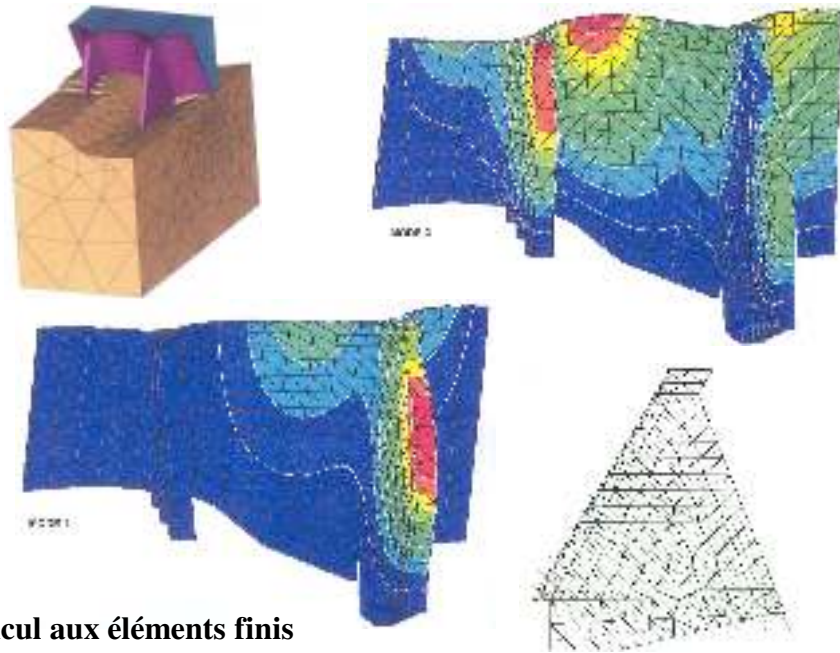


36/68

CALCUL GLOBAL



37/68

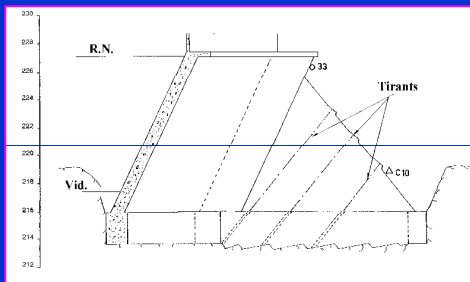


Calcul aux éléments finis

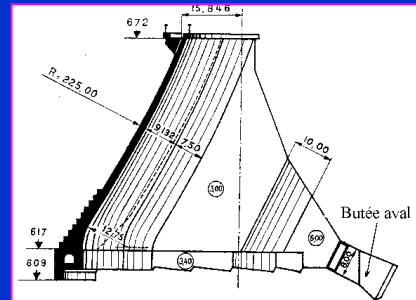
38/68

AMÉLIORATION DE LA STABILITÉ DES CONTREFORTS

Par tirants



Par butée active



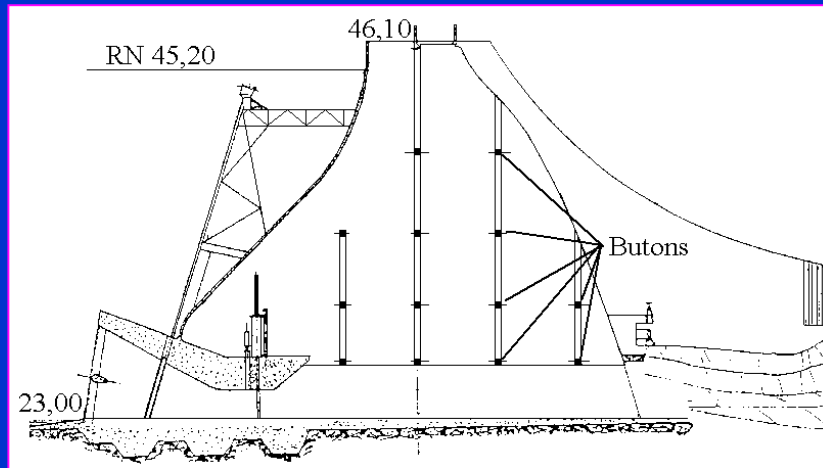
39/68

BARRAGE DE SAINT MICHEL



40/68

BUTONNAGE DES CONTREFORTS



41/68

BARRAGE DE ROPHEMEL



42/68

AUTRES EXEMPLES DE BUTONS

Butgenbach (Belgique) =>



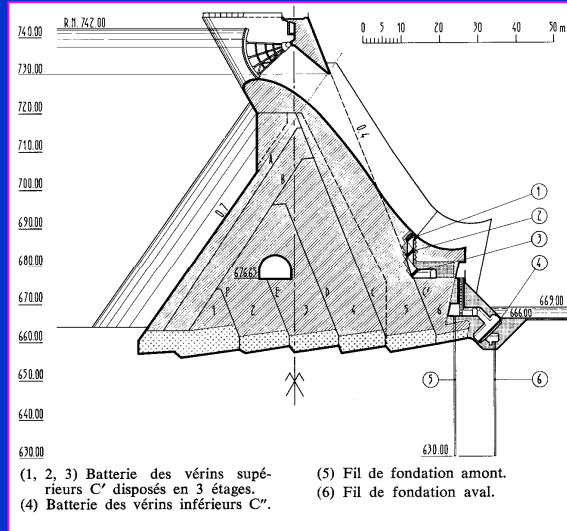
<= Linach (Allemagne)

43/68

BARRAGE DE GRANDVAL



BARRAGE DE GRANDVAL RÉPARATION DES CONTREFORTS



45/68

BARRAGE DE GRANDVAL



46/68

RENFORCEMENT DU BARRAGE DE PANNECIÈRE

- Hauteur : 49 m sur TN et 56 m sur fondations
- Longueur en crête : 352 m
- Epaisseur des voûtes : 0,50 m à 1,50 m
- Epaisseur des contreforts : 2m, 2,50m, 3m
- Volume du barrage : 87 500 m³
- Volume de la retenue : 82,5 Mm³
- Bassin versant : 220 km²
- 13 voûtes de 17 m de largeur encadrées par deux culées poids
- Fruit amont : 0,91H/1V fruit aval : 0,25 H/1V

47/68

BARRAGE DE PANNECIÈRE



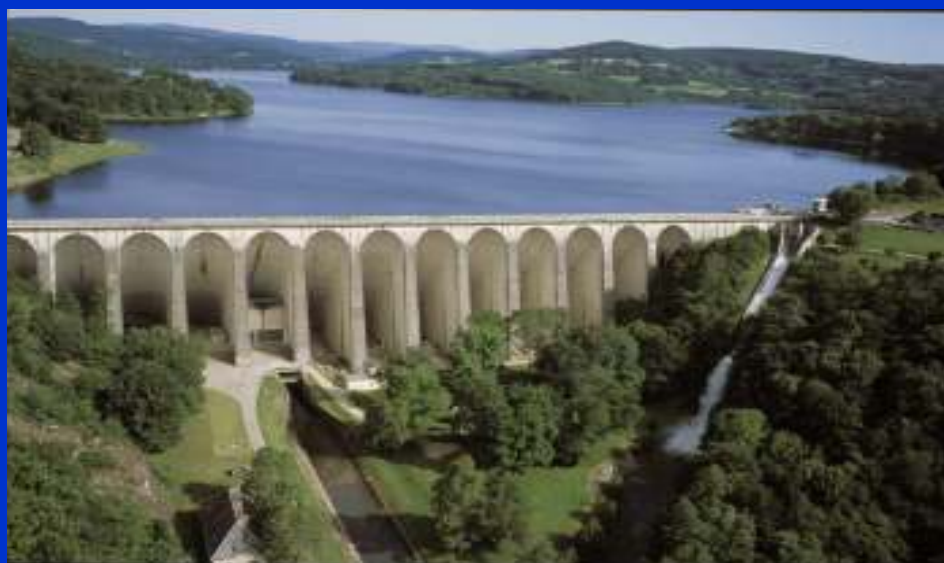
48/68

BARRAGE DE PANNECIÈRE



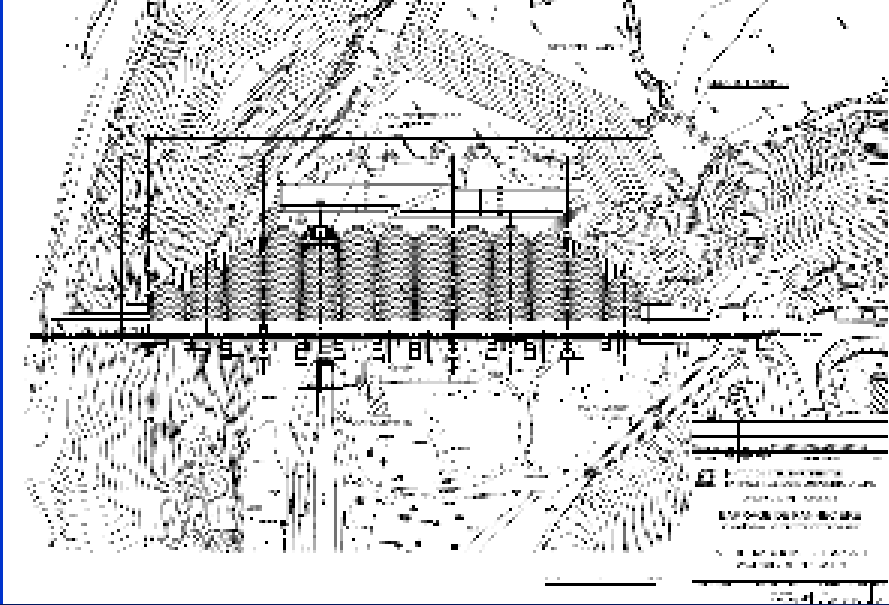
49/68

BARRAGE DE PANNECIÈRE



50/68

BARRAGE DE PANNECIÈRE



52/68



53/68



54/68

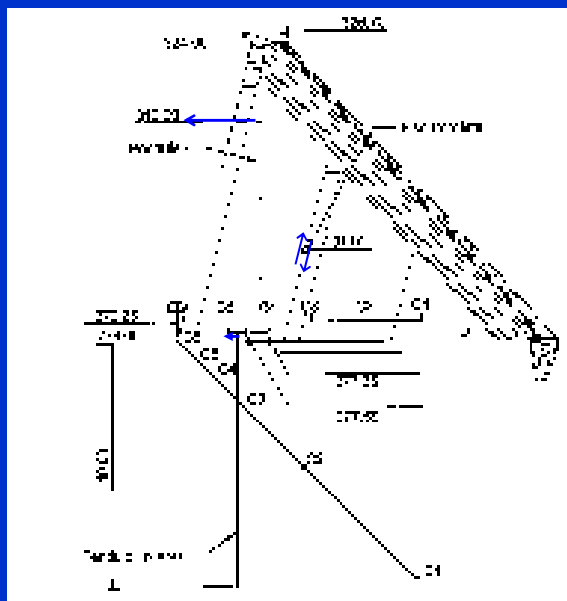


BARRAGE DE PANNECIÈRE

Déplacements sous charge hydrostatique

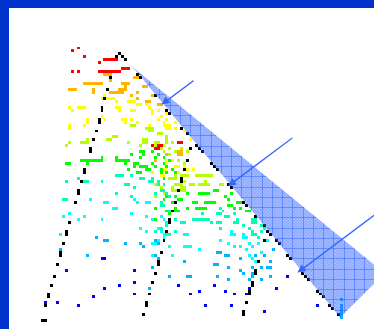
- vers aval en haut des voûtes,
- plots amonts descendent par rapport aux plots aval aux joints
- déplacements très faibles à la base

La dérive observée est dans la même direction et sens que les déplacements sous charge hydrostatique

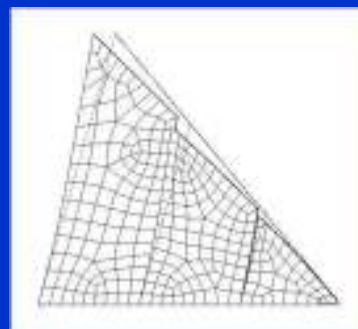


57/68

BARRAGE DE PANNECIÈRE



Contraintes



Déformations

- La poussée hydrostatique est perpendiculaire à l'inclinaison des voûtes
- ⇒ Cette direction n'est pas parallèle aux joints entre plots des contreforts
 - ⇒ Il se crée un moment dans les plots des contreforts qui les fait basculer vers l'aval (ceci explique à la fois les déplacements aux pendules, aux fissuromètres et aux extensomètres)

58/68

Fissuration et dérive

Fissuration par cisaillement

Fissuration par traction

Fissuration par cisaillement

Zone de grande distorsion à l'appui des voiles

L'ouverture progressive des fissures peut expliquer en partie la dérive

59/68





61/68

TRAVAUX DÉJÀ RÉALISÉS

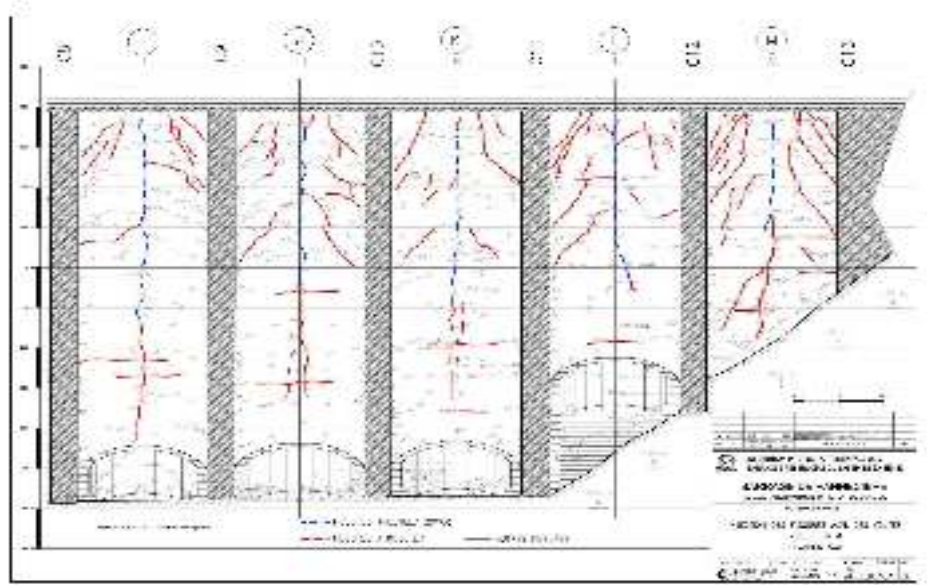
- Etanchement des fissures amont par membrane bitumineuse



- Drainage des pieds aval des voûtes
- Injection des fissures centrales du parement aval avec une résine époxy

62/68

INJECTION DES FISSURES



63/68

FORAGE DES TROUS D'INJECTION



64/68

INJECTION DES VOÛTES



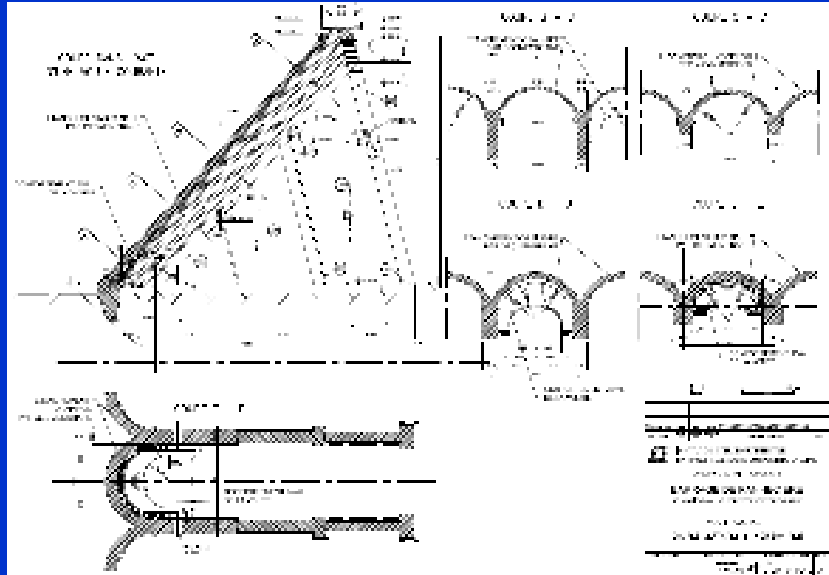
BARRAGE DE PANNECIÈRE

- Renforcements projetés :
 - Renfort des pieds de voûte par massifs aval avec clavage entre ancienne et nouvelle structure
 - Mise en place d'une géomembrane sur le parement amont

- Réalisation de butons de solidarisation anti-sismique
- Injection de la fondation
- Injection des fissures non injectées

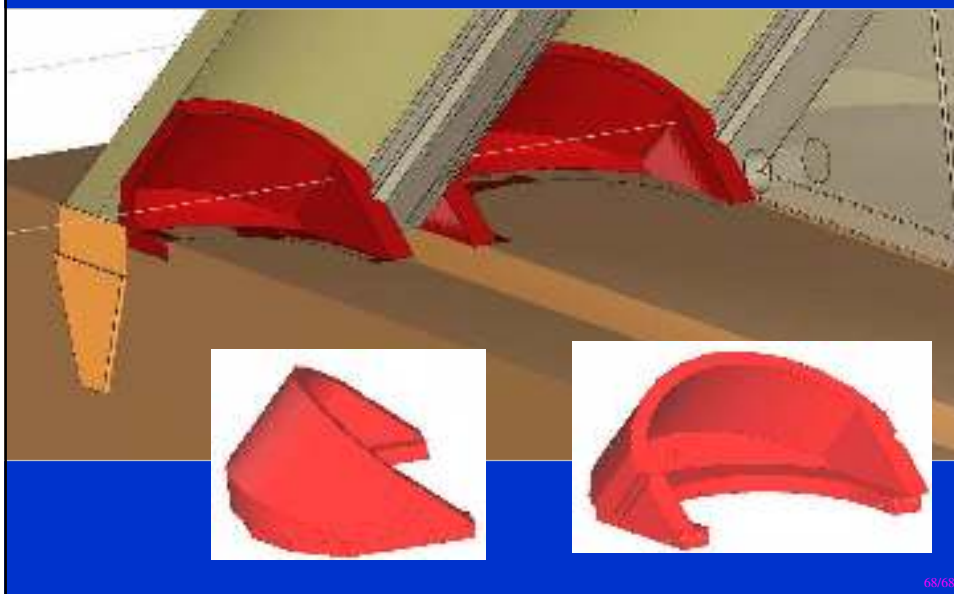
66/68

RÉPARATIONS ENVISAGÉES

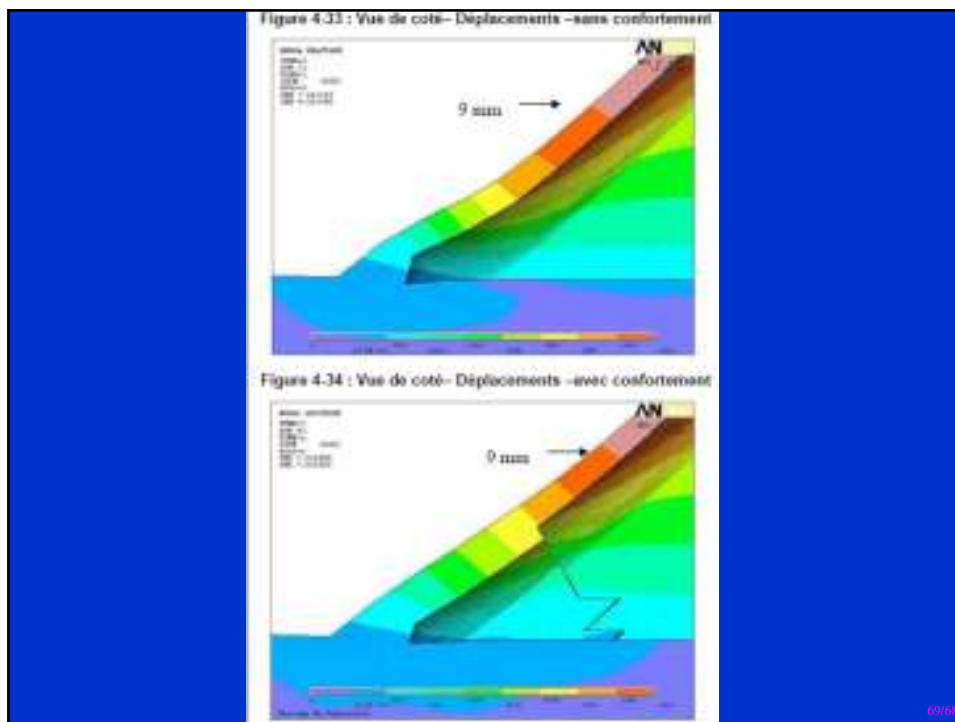


67/68

RENFORT DES PIEDS DES VOÛTES

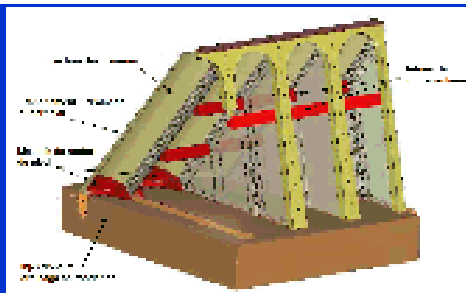
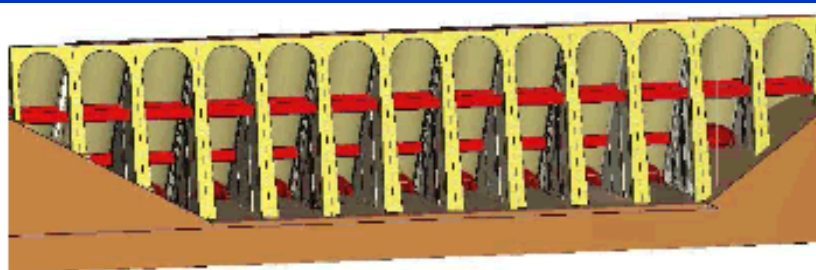


68/68



69/68

MISE EN PLACE DE BUTONS ENTRE CONTREFORTS



70/68

