



TRACTEBEL Engineering
GDF SUEZ



Réhabilitation du barrage des Plats

Aymeric CHAMBON – Tractebel – Coyne et Bellier

Symposium du CFBR du 28 janvier 2016 à Chambéry



SOMMAIRE

1. Des années 1950 à 2005

Présentation du barrage
Auscultation jusqu'en 1999
Piézométrie et drainage

2. 2005 – 2006 Vidange et mesures d'urgence

L'épisode de la vidange de 2005
Mesures d'urgence de 2006

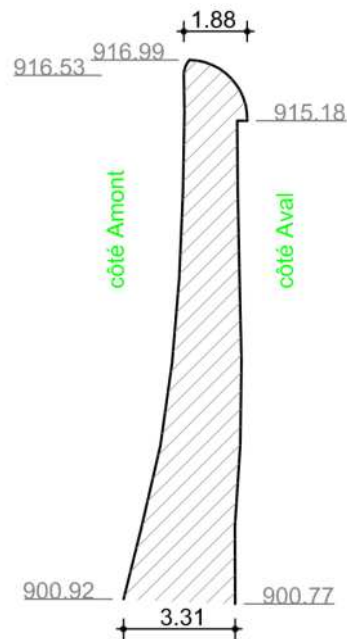
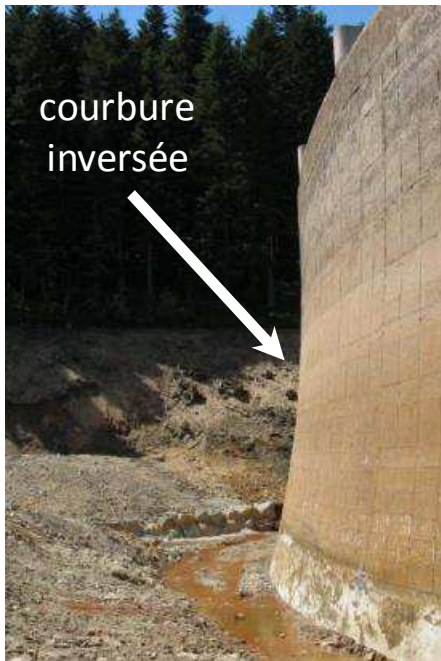
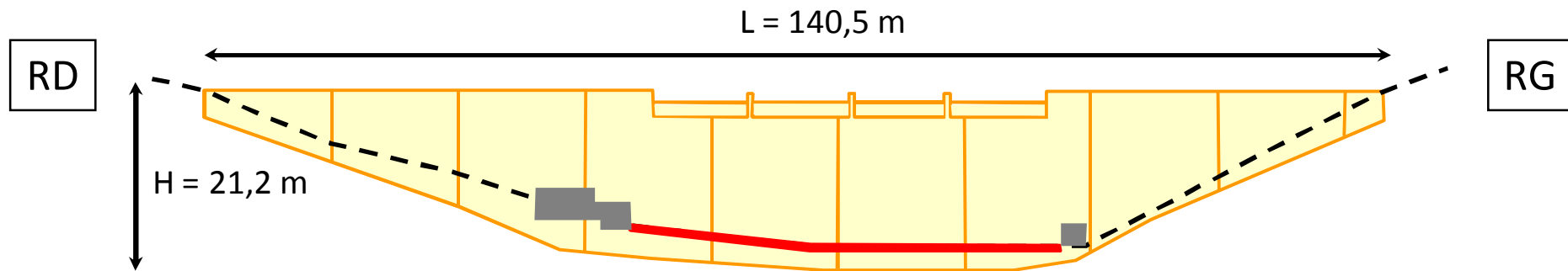
3. 2007 à Aujourd'hui : la réhabilitation

Différentes solutions de confortement
Présentation du nouvel ouvrage poids
Stabilité et définition des ancrages
Photos des travaux



Photo : Ancrages dans la voûte

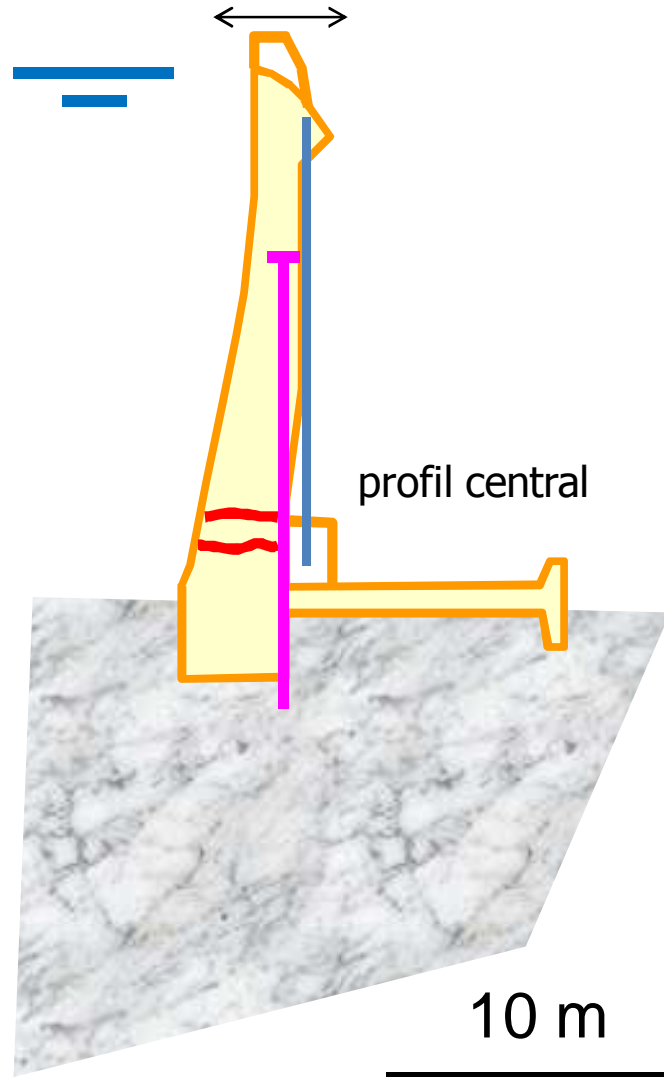
Présentation du barrage initial



■ Barrage voûte

- Mise en eau en 1958
- Adduction en Eau Potable – réservoir de $1,5 \text{ hm}^3$
- Elancement L/H élevé : 6,6
- Courbure amont inversée
- Radier de réception en BA

Auscultation jusqu'en 1999



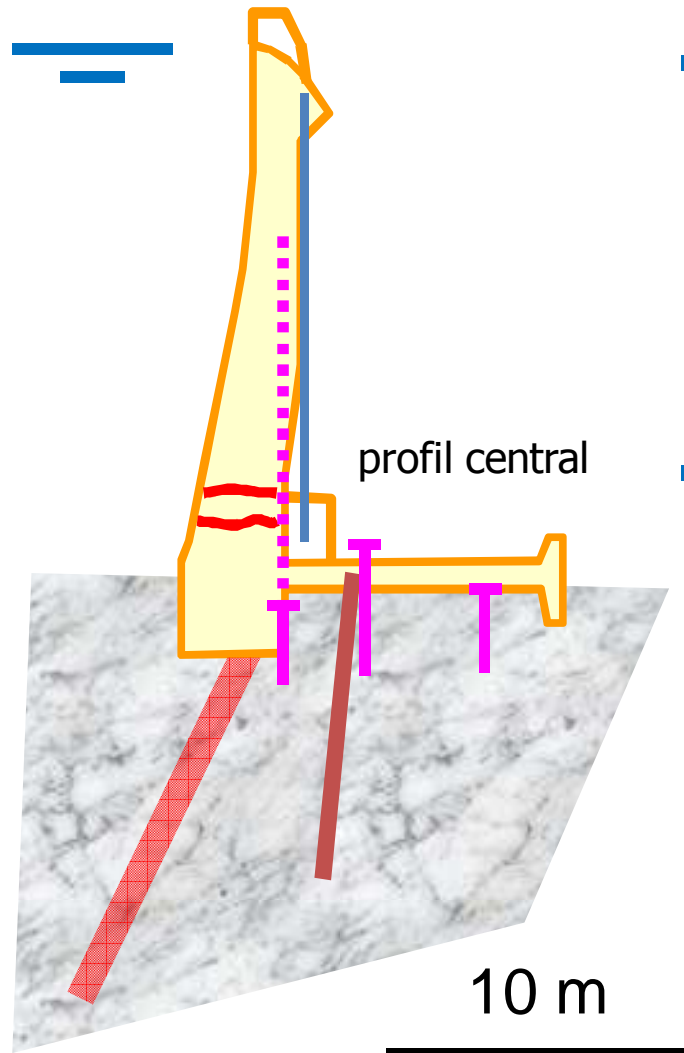
■ Jusqu'en 1998

- Observations de faiblesses structurelles
 - ❖ Fissures suintantes au niveau des reprises de bétonnage
 - ❖ Fuite au pied aval central

■ 1999

- Mise en place d'un dispositif d'auscultation
 - ❖ 3 pendules directs
 - ❖ 3 cellules de pression interstitielle sous le contact béton / rocher
 - ❖ Sous-pressions très élevées en pied aval
 - ❖ Grande souplesse mécaniqueDéplacements saisonniers de 3 cm en crête

Piézométrie et drainage



■ Travaux en 2011

- Voile d'étanchéité à 15 m de profondeur
- Voile de drainage à 10 m de profondeur
- 5 nouvelles cellules de pression interstitielles

■ Effets

- Rabattement des sous-pressions
 - ❖ Jusqu'à 10 à 12 m en RG et en partie centrale
- Chute des perméabilités
 - ❖ Facteur 4

Vidange de 2005

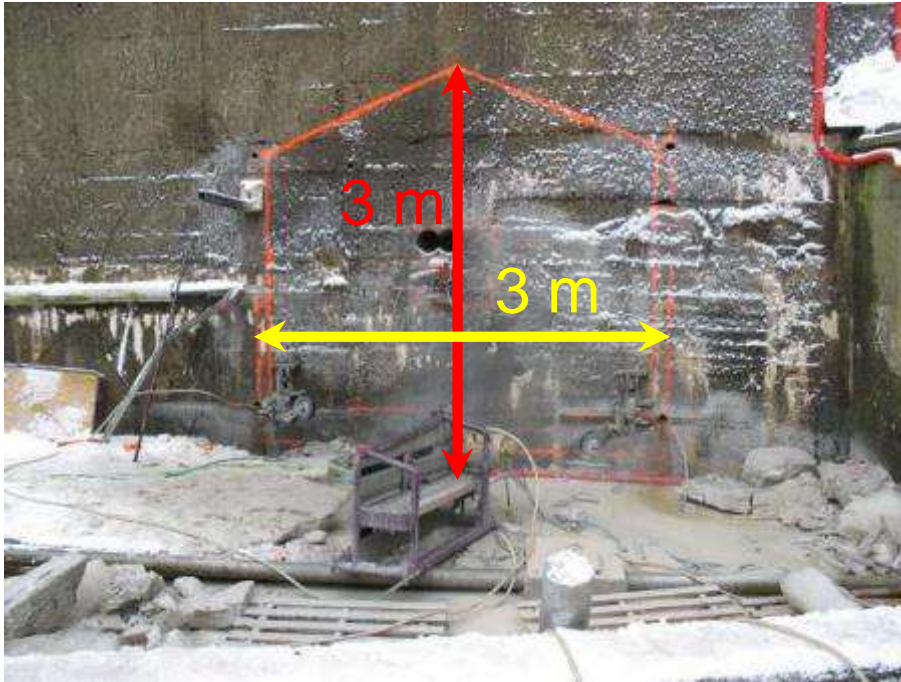
- **Sensibilité particulière de l'ouvrage aux variations thermiques**
 - Modélisation de type linéaire élastique
 - Contraintes de traction importantes
 - Éviter les extrêmes de température en conditions de vidange
 - Vidange à l'automne 2005

- **Contrôle détaillé du parement amont**
 - Observations subaquatiques / envasement
 - Vidange complète

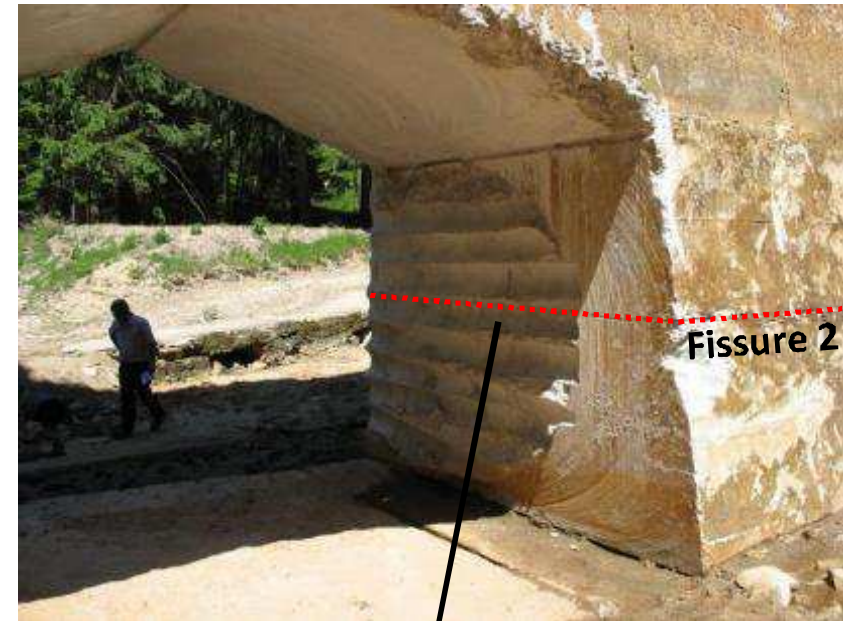
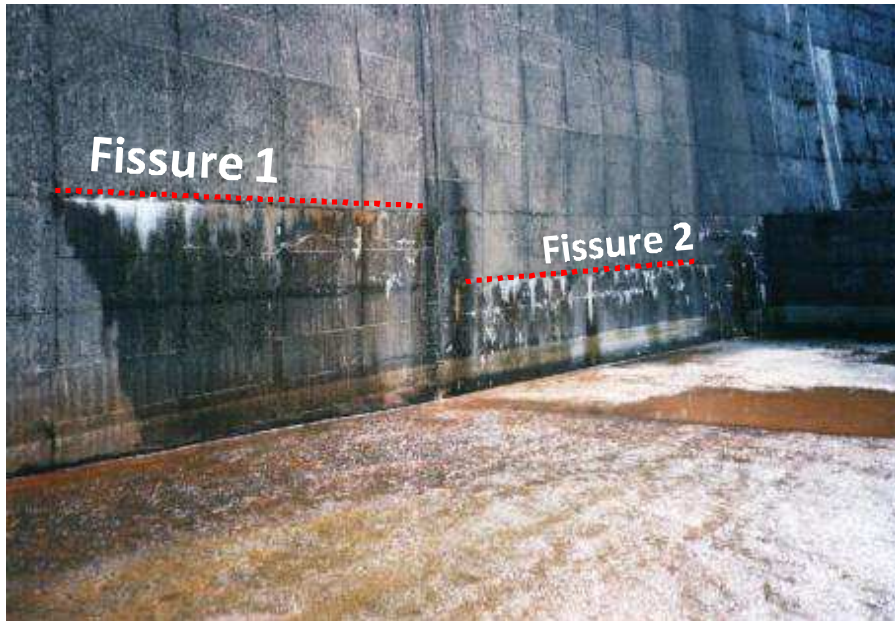
- **Situation de froid extrême en novembre 2005**
 - $T_{\text{moy}} = 0^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{min}} = -15^{\circ}\text{C}$
 - Déclavage de la voute
 - Fragilité vis-à-vis d'une remontée brusque du plan d'eau
 - Calculs montrant une instabilité avec une charge de 8 à 9 m (mi-hauteur du barrage)

Mesures d'urgence de 2006

- **Fragilité de la voute en cas de remplissage rapide**
 - Creusement d'un puits en pied permettant d'évacuer Q_{1000} sans surélévation significative du plan d'eau



Le constat de fissuration

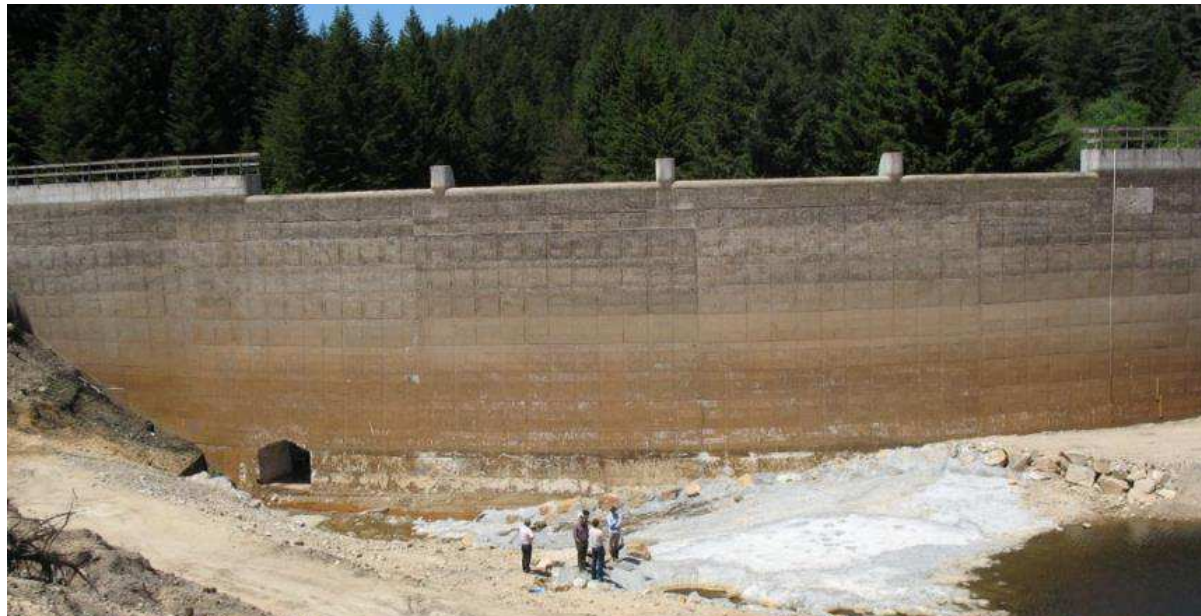


- Figures transversales en pied de voûte
- Traversantes
- Environ 1 mm



Conclusions en 2006

- **Pas de remise en eau sans un confortement**
 - Voûte mince, très élancée et cisailée à sa base (fissures traversantes)
 - Phénomène irréversible de déclavage lors de la vidange de 2005
 - Fortes contraintes de traction
 - Piézométrie en pied aval encore ponctuellement élevée



2007 : Vers la réhabilitation

- **Sécurisation de la ressource A.E.P.**

- Nécessité de réhabiliter le barrage

- **2007 : Réflexions préliminaires**

- Confirmation du diagnostic sévère sur l'ouvrage par un panel de bureaux d'études

- **Différentes solutions de confortement**

- Démolition complète et reconstruction
- Enrochements aval + évacuateur à tulipe
- BCR aval avec liaison souple avec la voûte
- BCR aval ancré dans la voûte

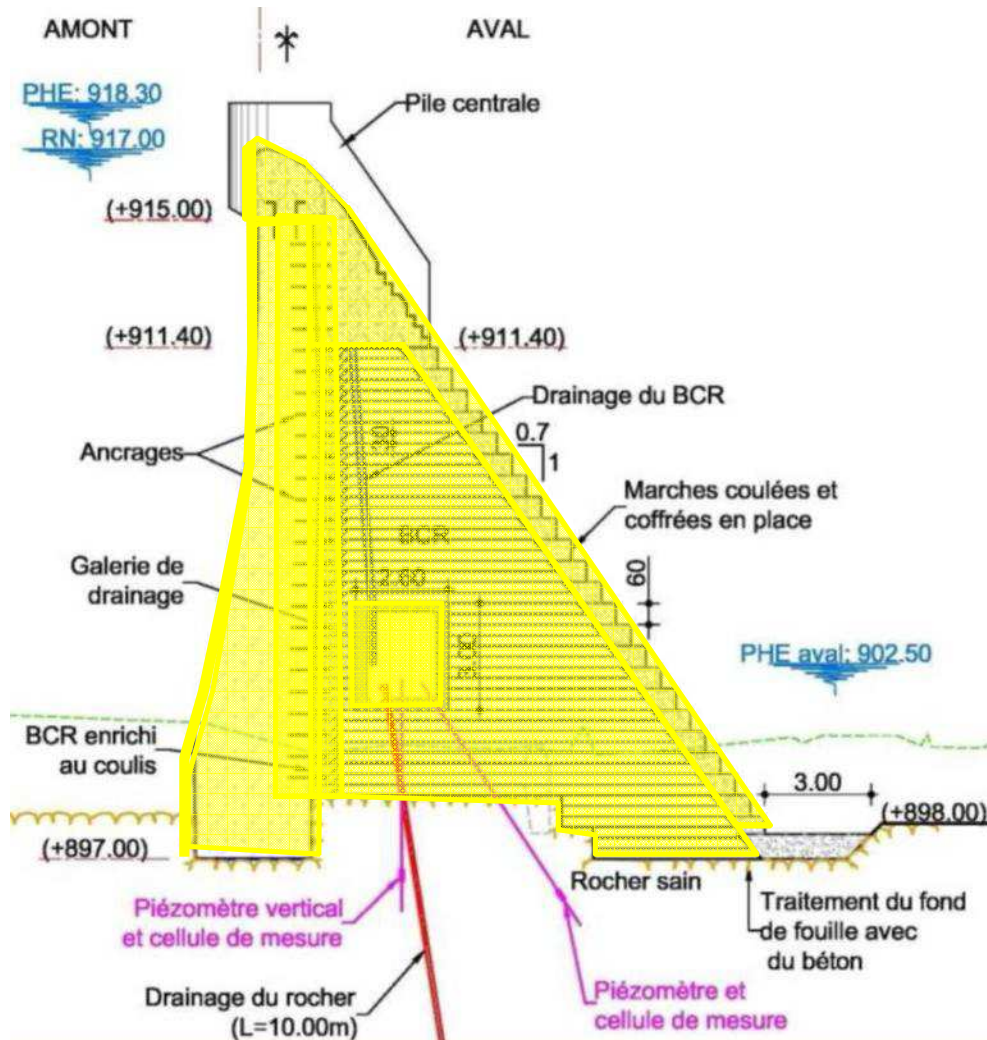
→ **solution adoptée et présentée au CTPBOH**
qui demande de préserver la capacité du pertuis pendant les travaux

Chiffres clés de la réhabilitation



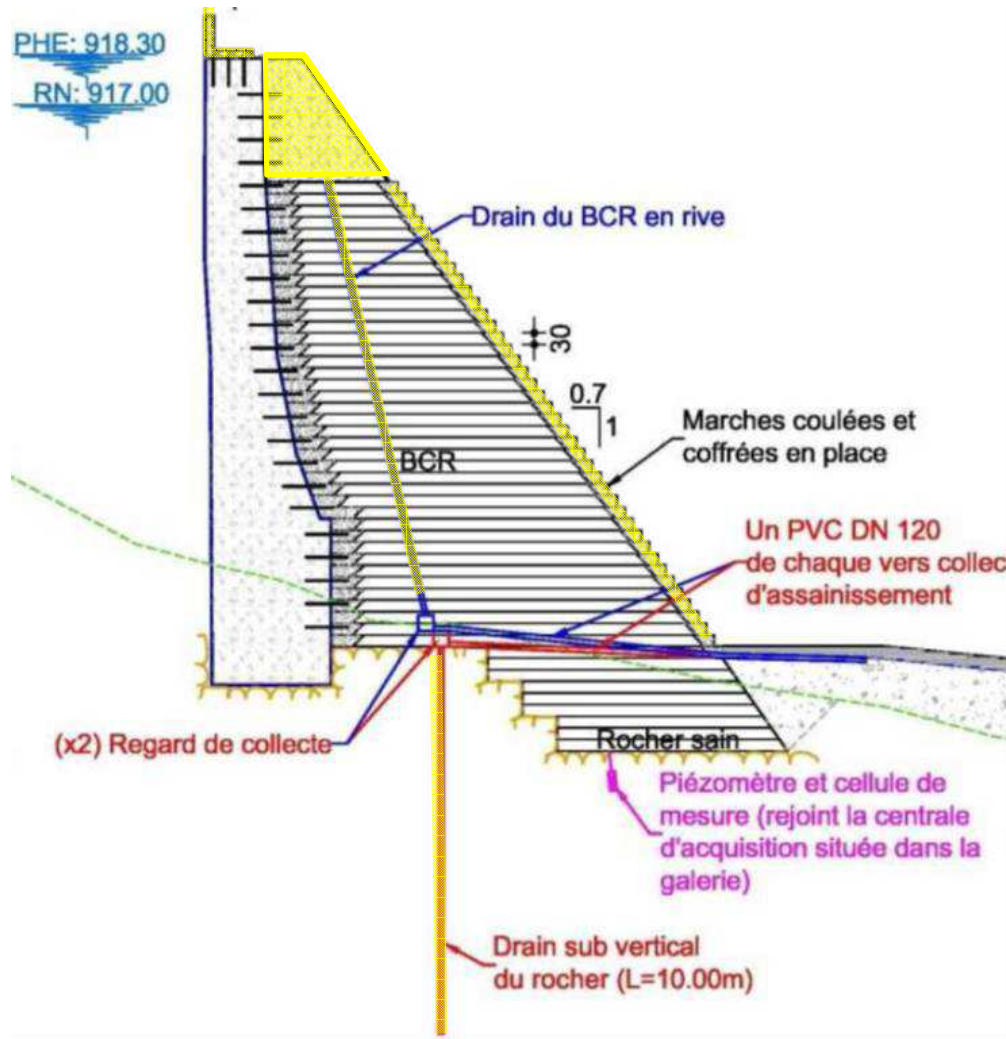
- **Durée des travaux**
 - Prévus : 16 mois
 - Finale : 30 mois dont 2 coupures hivernales
- **Coût des travaux**
 - Prévus : 6 M€
 - Réalisés : 6,5 M€
- **Quantités**
 - BCR : 8000 m³
 - Nombres d'ancrages dans la voute : 3200

Présentation de l'ouvrage



- Massif aval en BCR (0,7/1)
- Liaison voûte – massif par ancrages
- Voûte conservée faisant étanchéité amont
- Effet voûte supprimé par sciage vertical (plots de 15 m)
- Partie centrale déversante
 - Evacuateur de crue type Creager en tête et parement aval déversant
 - 4 x 12 m pour 142 m³/s
 - Galerie de drainage et d'auscultation

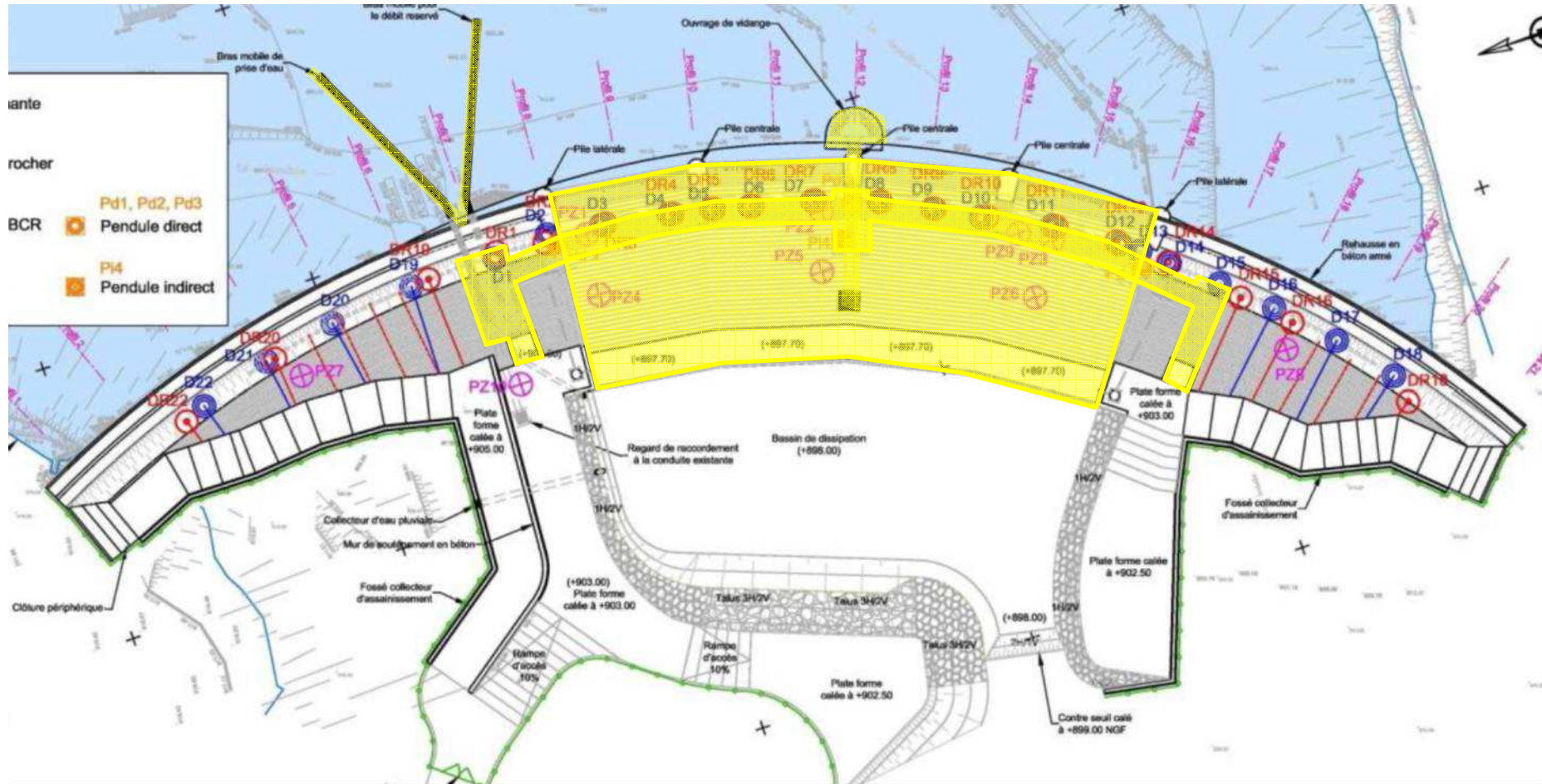
Présentation de l'ouvrage



■ Rives non déversantes

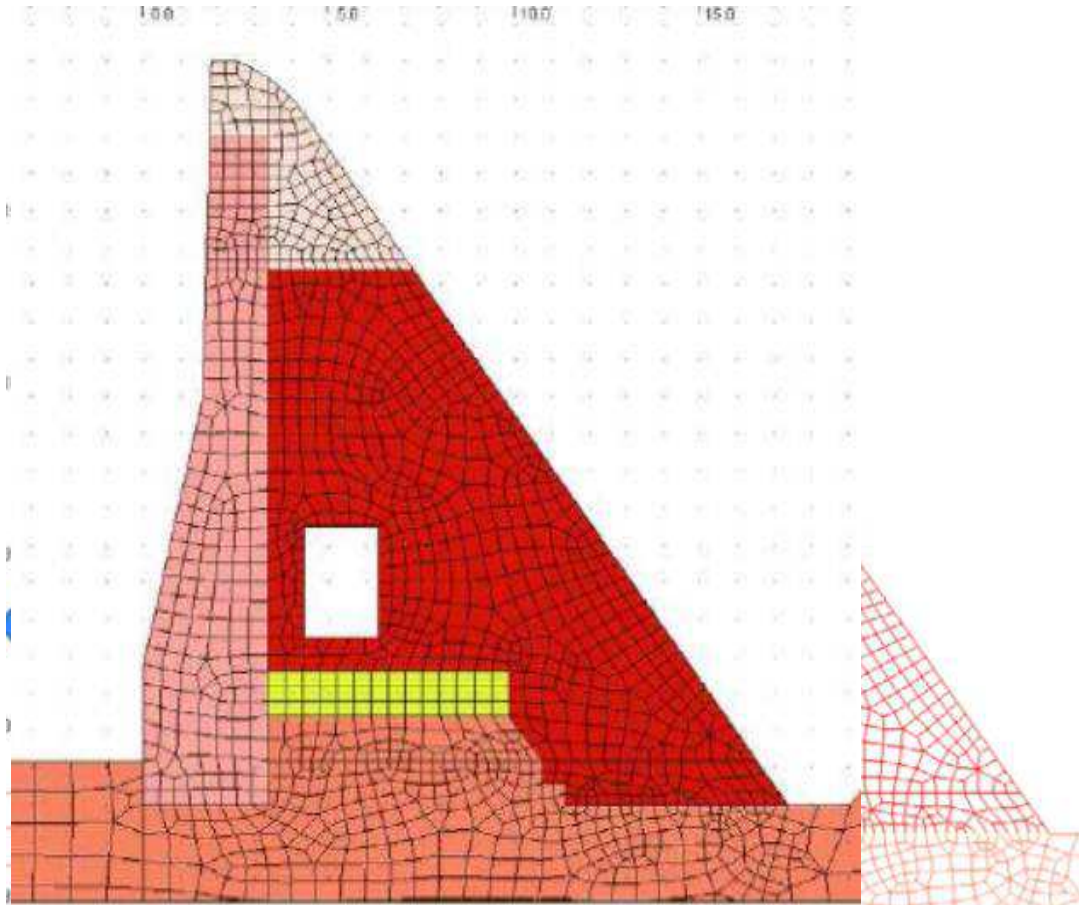
- Parement aval protégé par des marches en béton armé
- Poutre de couronnement en béton armé (manque de place pour BCR)
- Réhausses préfabriquées
- Drainage des fondations – forages subverticaux (+ lanières drainantes en rives)
- Drainage du corps du barrage – forages subverticaux

Présentation de l'ouvrage



- Zone centrale déversante
- Galerie de drainage et d'auscultation (9 CPI, 3 pendules directs, 1 pendule inversé, 1 piézo)
- Prise d'eau et débit réservé (bras mobiles)
- Vidange

Stabilité du barrage - ancrages



- **Elements finis – Z-soil**
- **Modélisation des différents matériaux du barrage**
- **Analyse des contraintes thermiques**
- **Analyse des transferts de charges entre voûte et massif aval (ancrages)**

Quelques photos des travaux

■ Dérivation provisoire

- Utilisation du pertuis existant
- Batardeau amont d'entonnement et busage
- Déviation vers la vidange définitive
- Pertuis refermé





■ Travaux préparatoires depuis septembre 2012 (photo juillet 2013)

- Terrassements & démolitions : septembre / octobre 2012
- Ancrages dans la voûte (3200 u) : mars / avril 2013
- Injections complémentaires en fondation : mars / avril 2013
- Réception des fonds de fouille : mai / juin 2013
- Drainage fondation : mai 2013
- Sciage de la voûte : mars / avril 2013





■ Photo fin août 2013

- Début du BCR : début juillet 2013
- Démarrage galerie : mi-juillet 2013





- **Photo début octobre 2013**

- Fin de la galerie : fin septembre 2013
- Démarrage des marches aval en BA : mi-octobre 2013



■ Photo novembre 2013

- Fin du BCR : novembre 2013
- Interruption hivernale



- **Photo avril 2014 (gauche) et juillet 2014 (droite)**
 - Sciage et dépose de la crête du barrage
 - Réalisation du seuil Creager



■ **Photo octobre 2015**

Conclusions

- **Conception hardie de la voûte**
 - Comportement singulier
 - Fissuration préoccupante
- **Importance de l'auscultation et des inspections visuelles**
- **Conditions d'une vidange complète**
 - A ne pas dissocier du comportement de l'ouvrage
- **Volonté du maître d'ouvrage de réhabiliter le barrage**
- **Mise en eau en 2015**

MERCI