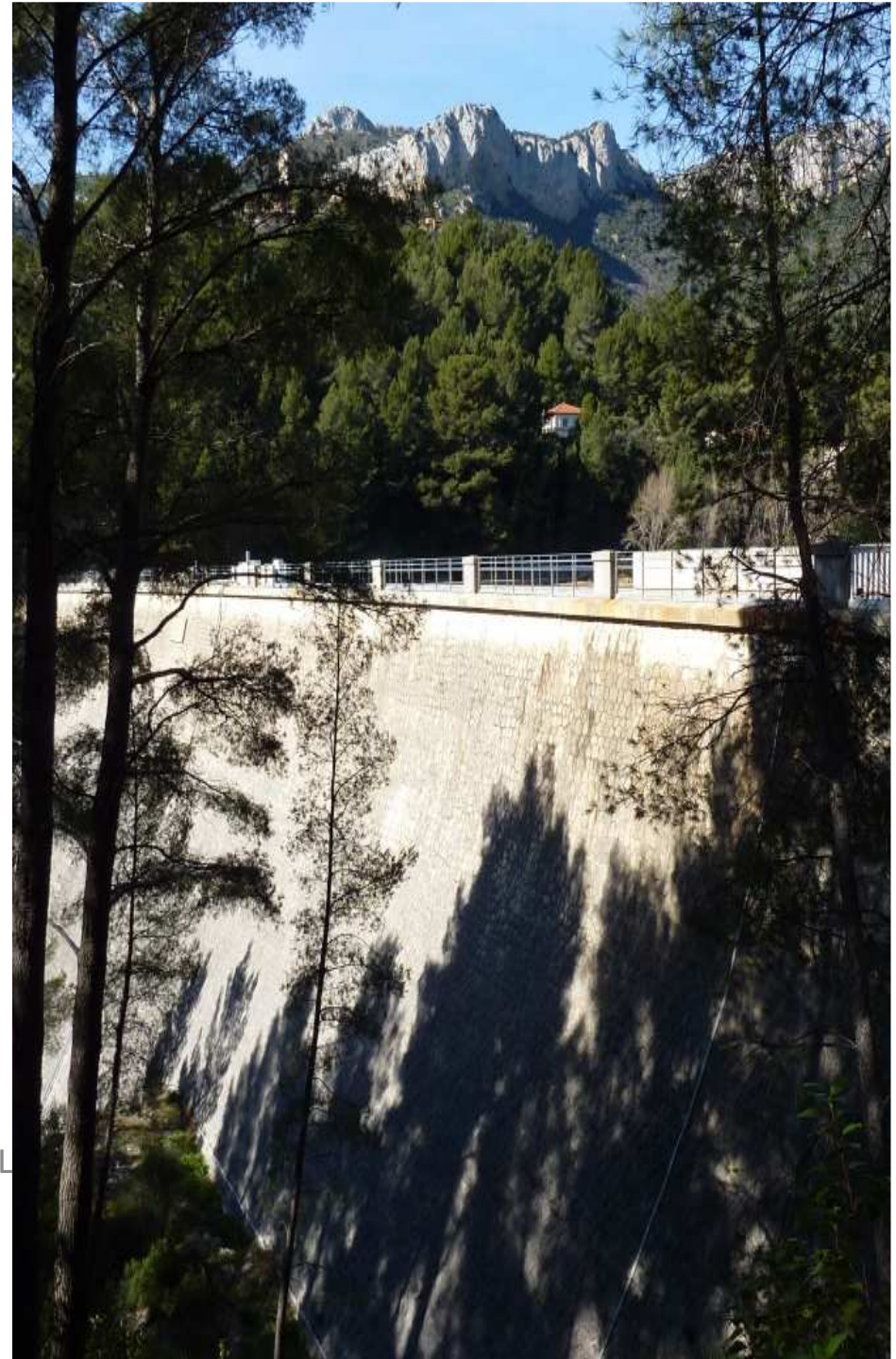


Thème A – Géologie et nature des fondations :
reconnaissance, interprétation et caractérisation

Investigations en fondation et diagnostic pour le confortement du barrage de Dardennes

Katia LALICHE, Romain VÉNIER, Gérard DEGOUTTE,
Patrice MERIAUX, Bruno PATOUILLET, Joëlle BAILLEUL

Colloque CFBR – Fondations des Barrages
8 et 9 avril 2015 – Chambéry



SOMMAIRE

1.INTRODUCTION & HISTORIQUE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'EXPLOITATION

L'OUVRAGE – LE CONTEXTE GEOLOGIQUE
LA PROBLEMATIQUE DE LA FONDATION

2.RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

PROGRAMME INITIAL
SUIVI DES TRAVAUX
RESULTATS DE LA CAMPAGNE

3.DIAGNOSTIC ET ORIENTATIONS PREVUES POUR LE PROJET

DIFFERENTES POSSIBILITES DE CONFORTEMENT
SOLUTIONS ECARTEES
SOLUTION RETENUE

4.CONCLUSIONS

INTRODUCTION - CONTEXTE

- L'ouvrage

Barrage en maçonnerie 1912

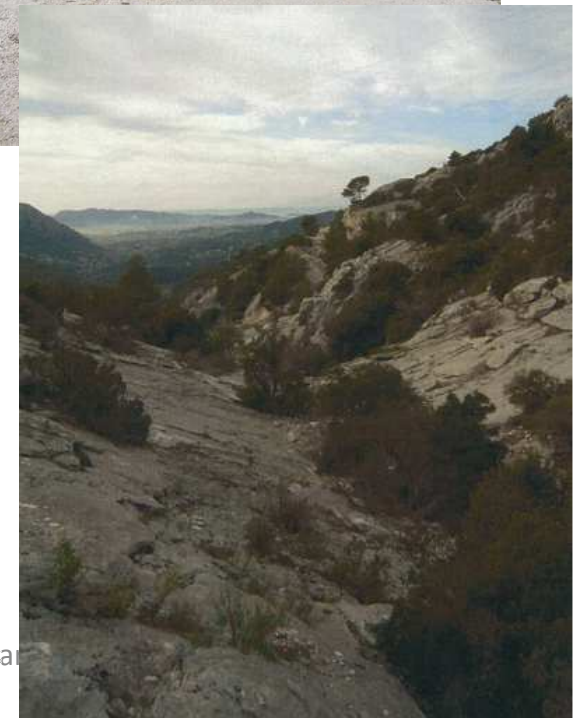
H = 36 m

Evacuateur de crues en rive droite.



Alimentation en eau potable de Toulon
Retenue alimentée par des excédents de
sources karstiques (notamment le « Ragas »)

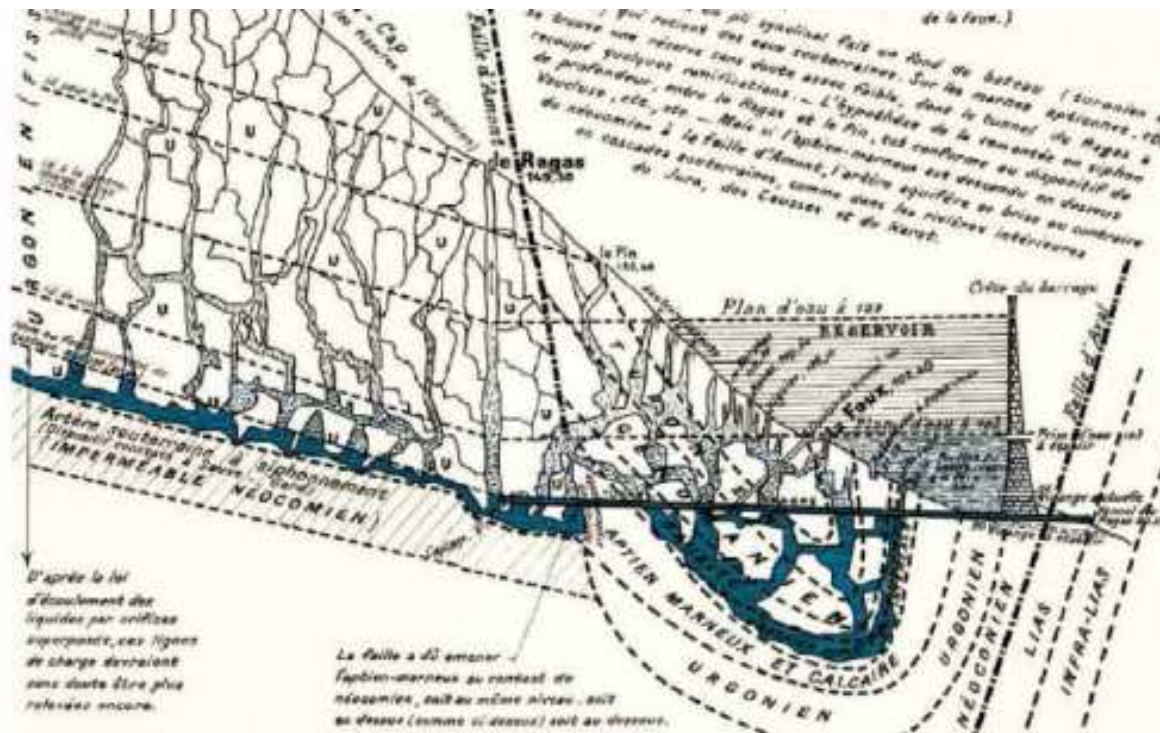
alimentées par infiltrations d'eau de pluie sur le plateau en
amont



INTRODUCTION - CONTEXTE

■ Le contexte géologique

- Géologie tourmentée : zones imperméables / perméables et fissurées
- Barrage implanté sur un synclinal pincé entre deux failles ; pendages vers l'amont favorables (étanchéité, stabilité)



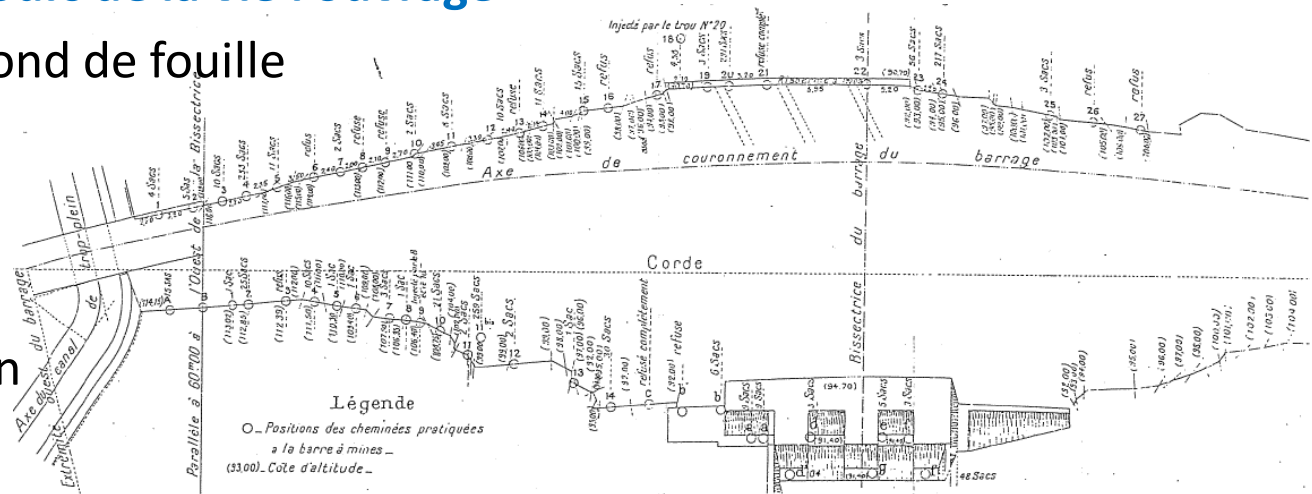
- Fondations rive droite :
Calcaires urgoniens
- Fondations rive gauche :
marnes aptiennes
présentes sous une
couche épaisse éboulis

INTRODUCTION - CONTEXTE

- **Reconnaitances et traitement de la fondation pendant les travaux de construction et au cours de la vie l'ouvrage**

- 1910: injections en fond de fouille

- De 1965 à 1985, nombreuses campagnes d'injection



- **Perte des garanties de sûreté**

- En 2010, il apparait que le bénéfice des travaux antérieurs d'injection et drainage est annihilé (selon les résultats d'auscultation)
- Les marges de stabilité de l'ouvrage sont insuffisantes
- L'évacuateur de crues est sous-dimensionné selon les dernières études hydrologiques et les critères actuels

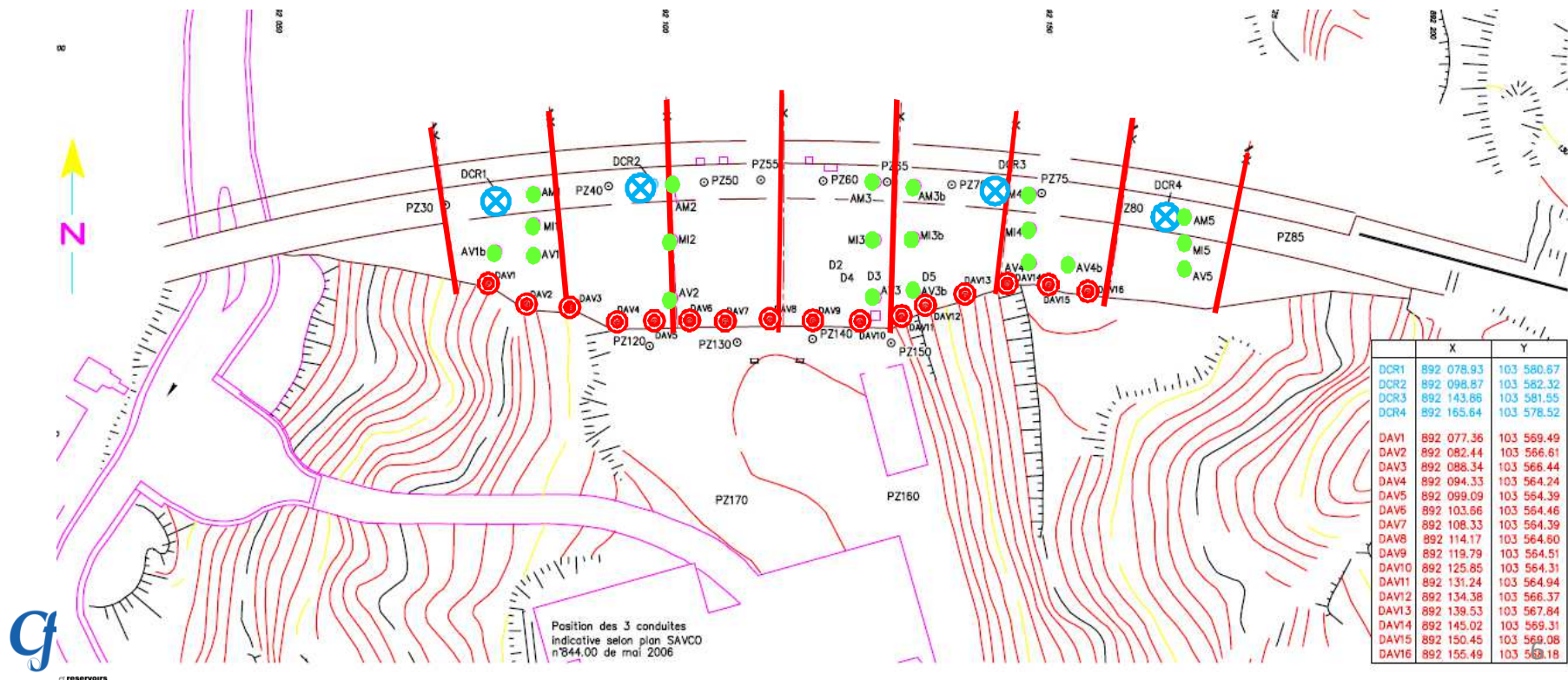


Procédure de révision spéciale engagée

RECONNAISSANCES 2012-2013

■ Reconnaissances géotechniques initiales : objectifs et programme

- Objectif 1 : validation de la géométrie du barrage, du contact barrage/fondation ainsi que des paramètres mécaniques associés, étude de la faisabilité d'un confortement par injection
- Objectif 2 : pose de drains en pied aval pour diminuer la piézométrie



RECONNAISSANCES 2012-2013

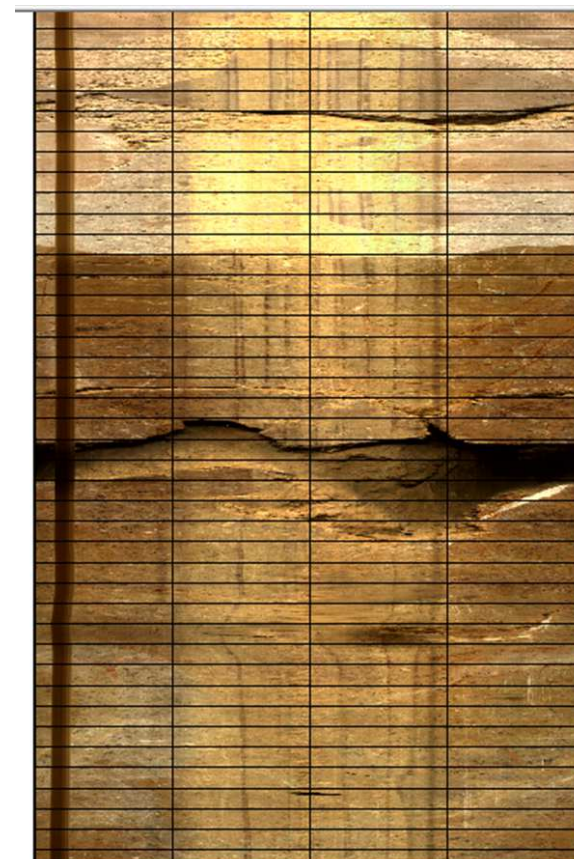
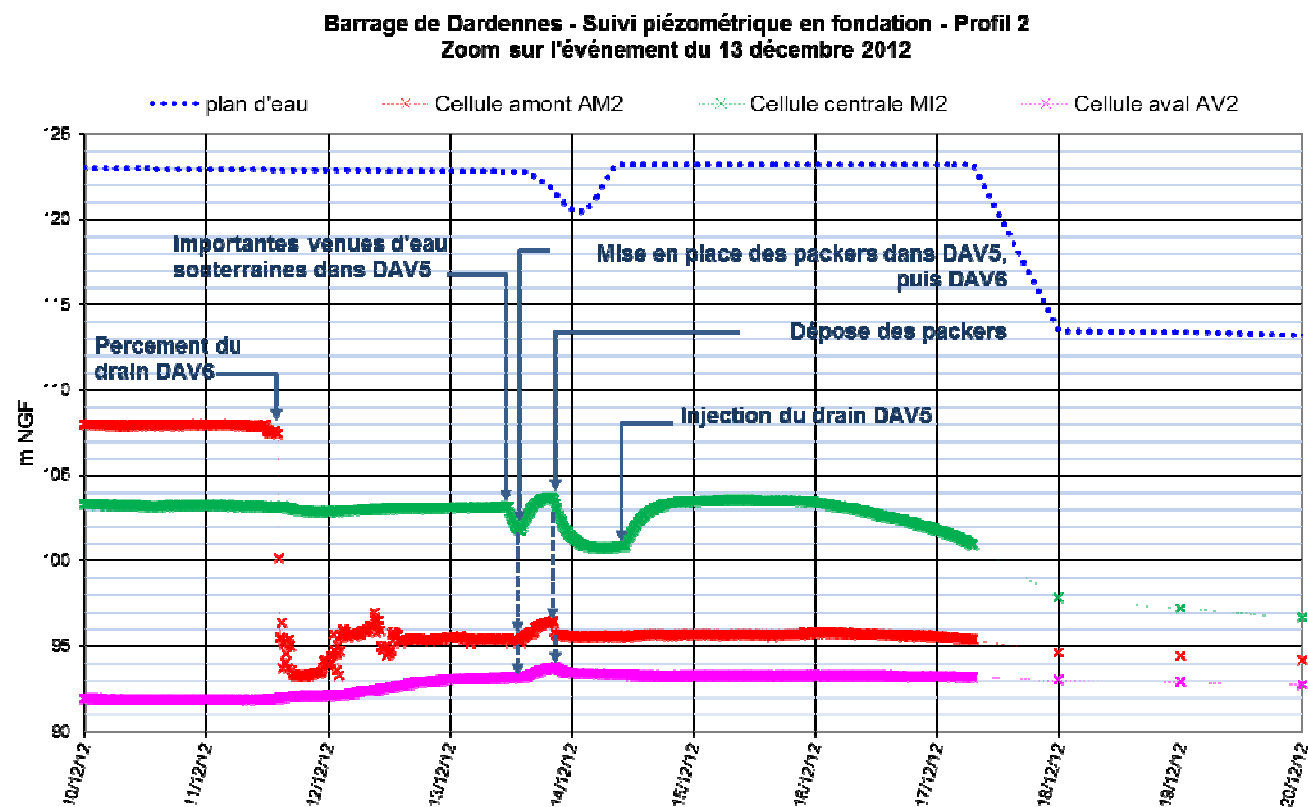
■ Suivi des travaux

- Essais d'eau dans la maçonnerie arrêtés au vu de fuites visibles sur le parement aval du barrage
- Perturbation des travaux lors de la foration du drain aval n°5



RECONNAISSANCES 2012-2013

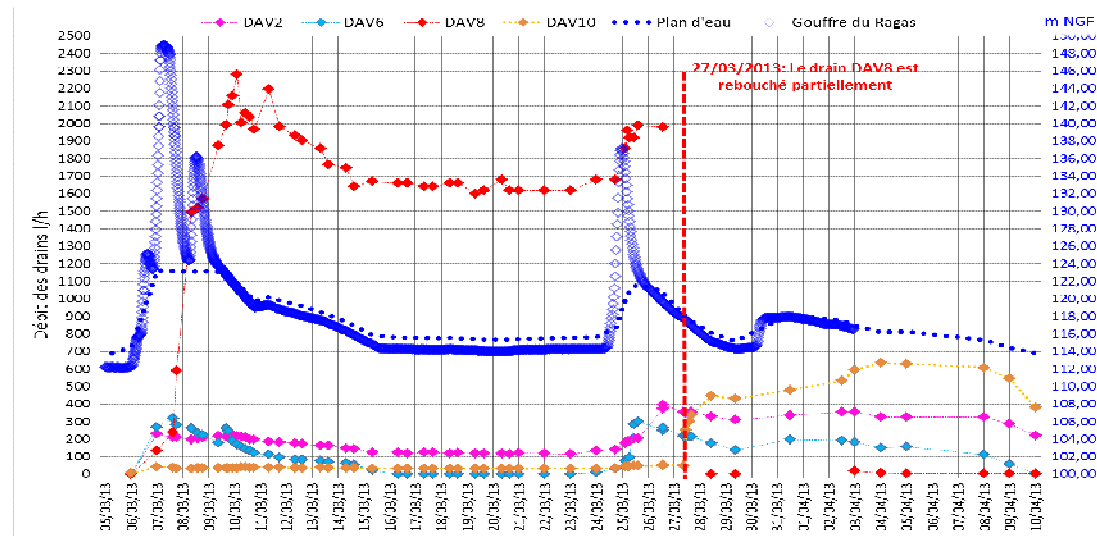
■ Suivi des travaux



RECONNAISSANCES 2012-2013

■ Résultats

- Amélioration de la connaissance de l'hydrogéologie du site



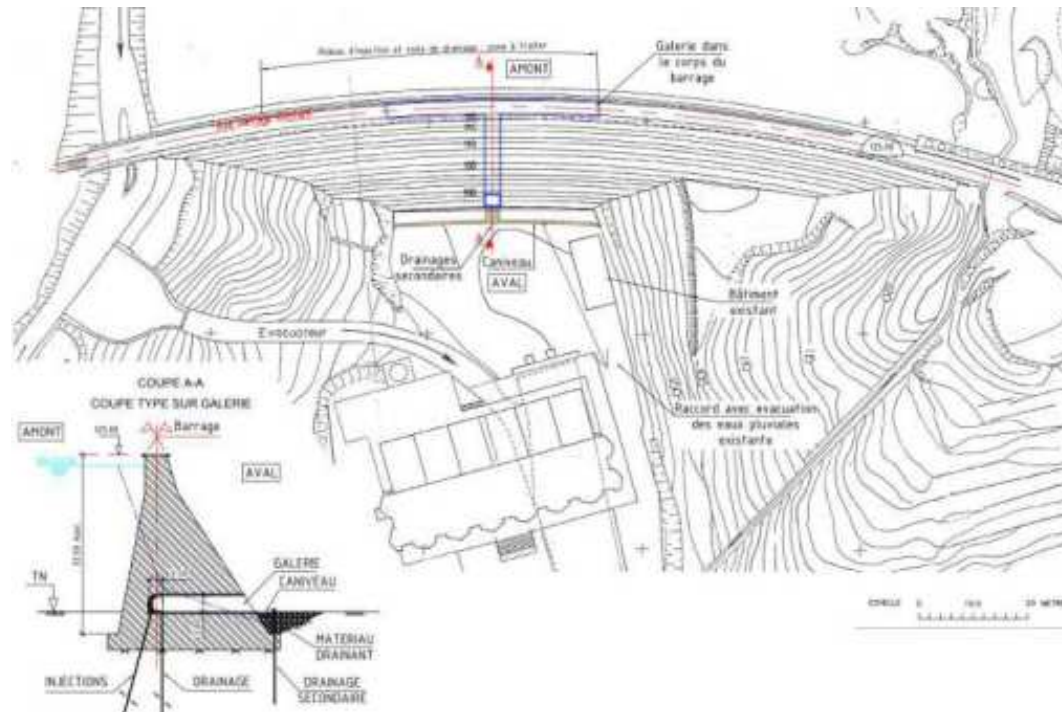
- Caractéristiques de la fondation et de la maçonnerie
 - ❖ Les calcaires urgoniens constituent la fondation du barrage
 - ❖ Contact maçonnerie fondation bien fermé, cohésion non nulle
 - ❖ Homogénéité de la maçonnerie de l'ouvrage d'après la tomographie
 - ❖ Paramètres mécaniques globalement meilleurs que ce qui était connu
 - ❖ Organisation complexe du réseau de fissures sous le contact barrage/fondation : orientations dispersées

DIAGNOSTIC DE CONFORTEMENT

■ Plusieurs possibilités de confortement

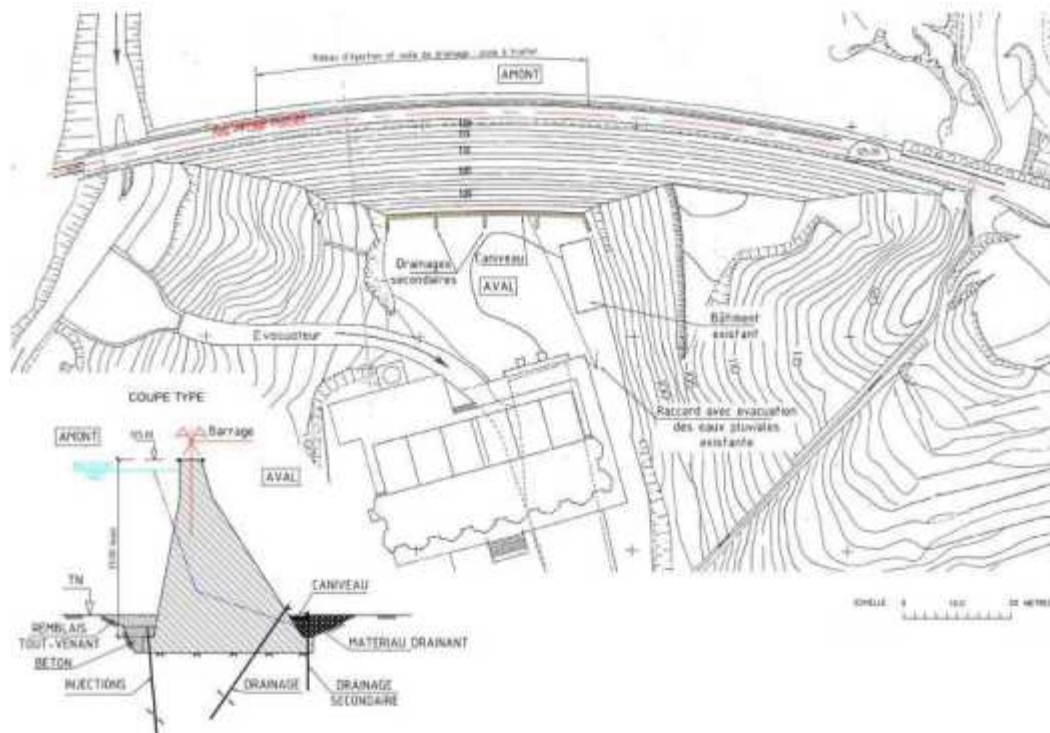
- Solutions (1) fondées sur la diminution des sous-pressions sous l'ouvrage par la mise en place d'un voile d'injection associé à un rideau de drainage

❖ Solution 1a : injection et drainage avec galerie amont

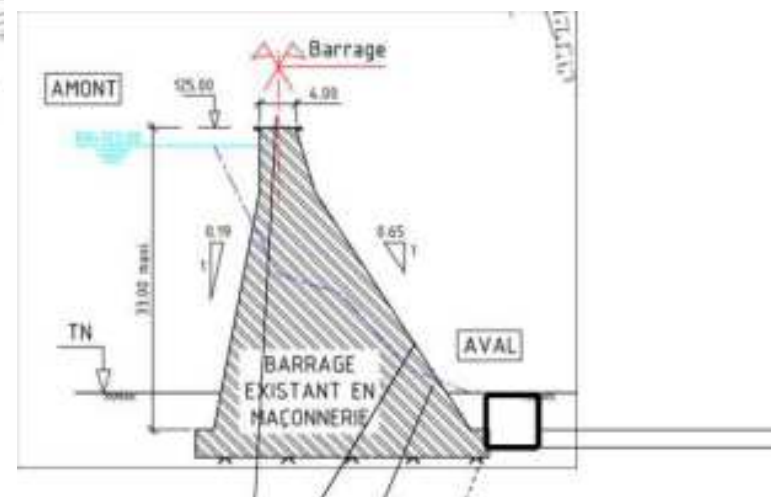


DIAGNOSTIC DE CONFORTEMENT

❖ Solution 1b : injection et drainage avec galerie amont



❖ Solution 1c : injection et drainage avec galerie aval



DIAGNOSTIC DE CONFORTEMENT

■ Solutions écartées

- Solutions 1a et 1b rapidement écartées en raison d'inconvénients majeurs

- ❖ Fragilisation du barrage lors de la réalisation de la galerie : on ôte 5 à 10 % de sa masse au droit du profil où est réalisée la jonction avec l'aval
- ❖ Aléa et dangerosité de la réalisation, vu l'âge de l'ouvrage et l'incertitude sur la tenue de la maçonnerie : vibrations probablement néfastes pouvant conduire à des désordres importants
- ❖ Dans le cas de l'injection depuis la retenue à l'amont, il faudrait réaliser une galerie de dérivation provisoire, un batardeau puis une plinthe béton après vidange pour les forages amonts.

La réalisation de ces ouvrages est difficile voire impossible pour un résultat optimal (envasement de la retenue donc curage nécessaire, taille du batardeau équivalente à celle du barrage actuel...)

DIAGNOSTIC DE CONFORTEMENT

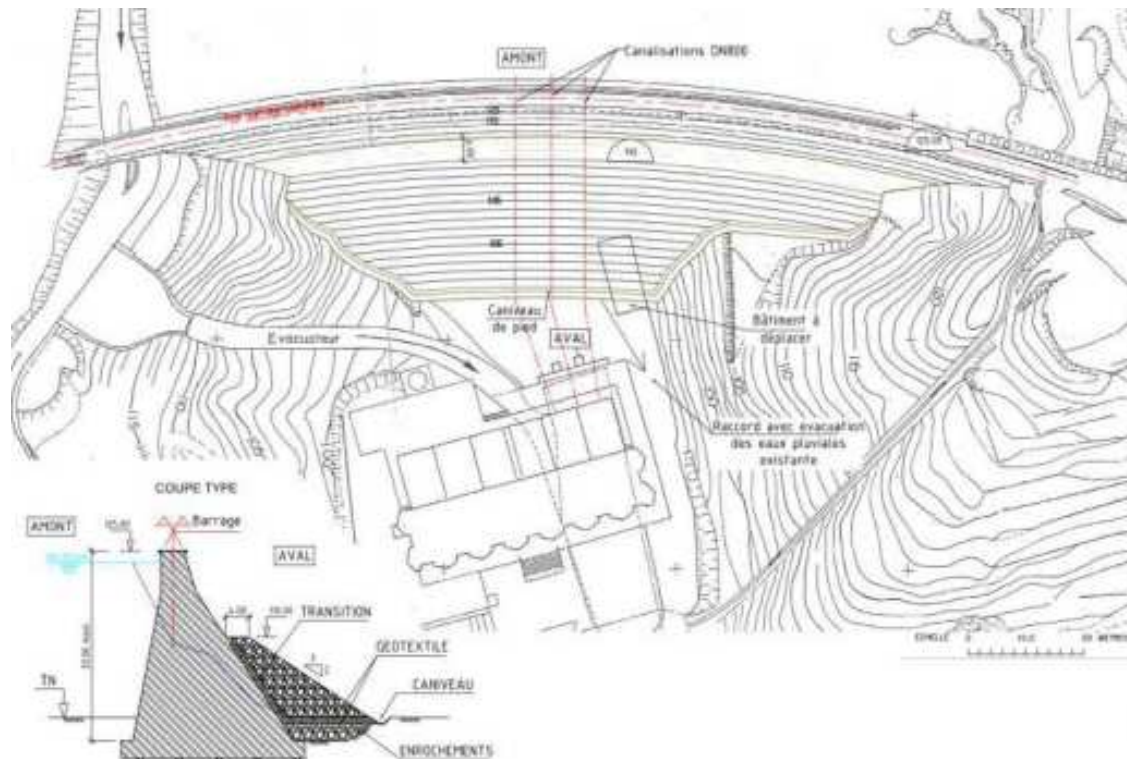
■ Solution retenue

- La solution privilégiée jusqu'en 2012 était l'injection et le drainage depuis l'aval
 - ❖ Lutte contre le phénomène d'augmentation de la piézométrie aval
 - ❖ La réalisation de drains entre 1965 et 2006 (notamment drains en pied aval en 1997, 1998 et 2006) s'était déroulée sans difficulté et avait montré son efficacité
- Remise en cause de cette solution et choix d'une recharge
 - ❖ Les calculs de stabilité ont montré qu'un drainage efficace à l'aval ne permet pas de gagner énormément sur les marges de stabilité par rapport à une recharge aval
 - ❖ Le drainage systématique à l'aval peut s'avérer hasardeux et créer des déboussages de fissures en fondation (REX de la campagne de 2012)
 - ❖ La complexité de la géologie en fondation et notamment l'absence d'orientation privilégiée des fissures rend très incertain le succès d'un traitement par injections (sans compter son coût élevé). Il pourrait même être préjudiciable, en modifiant la répartition des sous-pressions sous l'ouvrage.

DIAGNOSTIC DE CONFORTEMENT

➔ Choix de la recharge avec galerie aval : assurance sur le gain en stabilité pour l'ouvrage, et possibilité à moyen ou plus long terme de drainer

❖ Solution 2a : remblai aval



❖ Solution 2b : remblai aval avec galerie aval

CONCLUSIONS

- La nécessité de conforter l'ouvrage, vu la perte de réserves de stabilité constatée au fil des ans, a été entérinée en 2011 : Les études se déroulent aujourd'hui conformément au planning de la procédure de révision Spéciale
- La nouvelle campagne de reconnaissances de 2012-2013 a mis en évidence la complexité de la fissuration en fondation proche du contact barrage/fondation, ainsi que l'aléa géotechnique important lié à la foration de drains à l'aval dans cette fondation
- La campagne a ainsi orienté la phase de diagnostic vers une solution de confortement optimale pour l'ouvrage compte tenu des apports de connaissances : la mise en place d'une recharge à l'aval
- Cette solution présente les avantages, par rapport à toutes les autres, d'un apport de stabilité important, immédiat et maîtrisé

MERCI