



## **BARRAGE DE TABELLOUT (ALGERIE)**

Adaptation du profil du barrage construit en zone fortement sismique

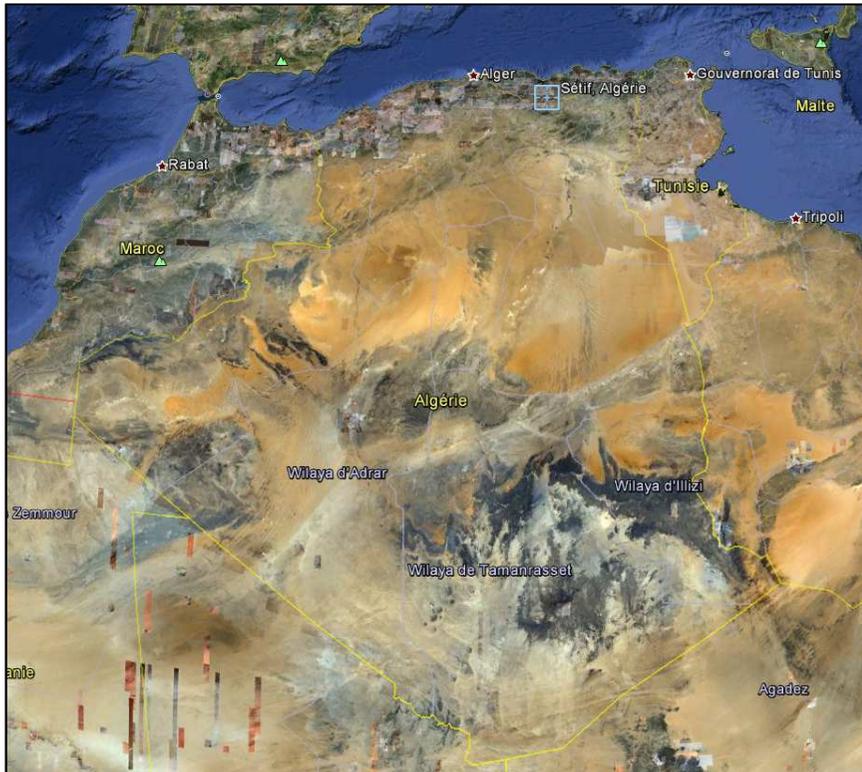
**CHOOSE EXPERTS, FIND**

**PARTNERS**

# PLAN DE LA PRESENTATION

- Présentation des schémas d'aménagement des Hautes Plaines Sétifiennes
- Contexte géologique et géomécanique du projet
- Variantes de profils envisagées pour le barrage
- Autres adaptations du projet

# SCHÉMAS D'AMENAGEMENT DES HAUTES PLAINES SETIFIENNES



Carte de l'Algérie



Carte générale des Transferts EST et OUEST

# SCHEMAS D'AMENAGEMENT DES HAUTES PLAINES SETIFIENNES

- 2 Systèmes : EST et OUEST
- Objectifs des Transferts
  - Irrigation
  - Eau Potable
  - Région autour de Sétif (500 000 hbts) et El Eulma (100 000 hbts)

	$\Sigma$ EST	$\Sigma$ OUEST
Irrigation	151 hm <sup>3</sup>	88 hm <sup>3</sup>
Eau potable	39 hm <sup>3</sup>	30 hm <sup>3</sup>

Besoins à satisfaire par les Transferts

# SCHEMAS D'AMENAGEMENT DES HAUTES PLAINES SETIFIENNES

- Principaux ouvrages du Système EST

- Barrage de Tabellout :

- Barrage en BCR
- 120 m de hauteur
- Capacité du réservoir : 294 hm<sup>3</sup>

- Barrage de Draa Diss :

- Barrage en enrochements à noyau argileux
- 76 m de hauteur – Volume de remblais : 3,5 hm<sup>3</sup>
- Capacité du réservoir : 137 hm<sup>3</sup>

Avancement des travaux : 25 %



Avancement des travaux : 50 %

# SCHEMAS D'AMENAGEMENT DES HAUTES PLAINES SETIFIENNES

- Principaux ouvrages du Système EST
  - Transfert entre le barrage de Tabellout et le barrage de Draa Diss
    - Longueur du tracé : 42 km
    - Conduites Ø1000 et Ø800
    - HMT : 1 016 m
    - 5 stations de pompage
    - Débit d'équipement : 7,2 m<sup>3</sup>/s

Avancement des travaux : 70 %
  - Galerie de 14km creusée au tunnelier
    - Diamètre d'excavation 4,20 m

Avancement des travaux : 10 %

# SCHEMAS D'AMENAGEMENT DES HAUTES PLAINES SETIFIENNES

- Principaux ouvrages du Système OUEST

- Barrage de Mahouane :

- Barrage en enrochements à noyau argileux
- 90 m de hauteur – Volume de remblais : 8 hm<sup>3</sup>
- Capacité du réservoir : 147 hm<sup>3</sup>



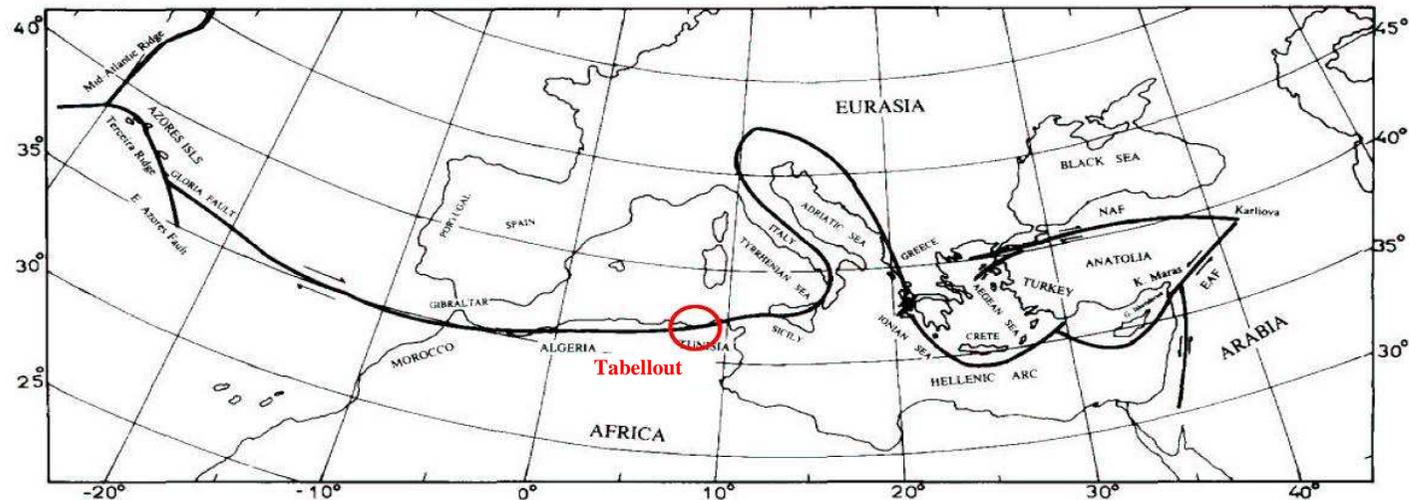
Avancement des travaux : 55 %

- Transfert entre le barrage d'Ighil Emda et le barrage de Mahouane :

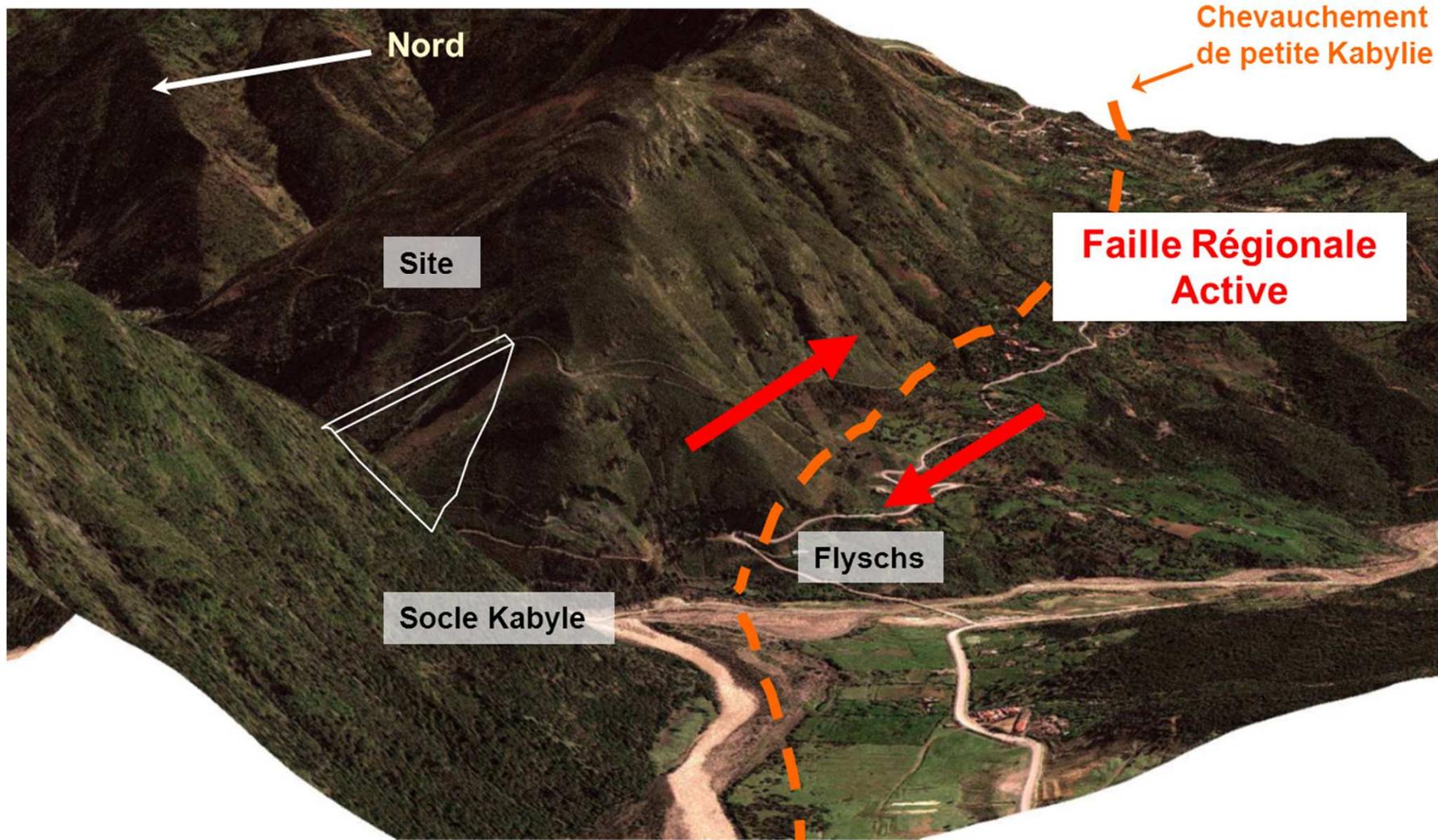
- Longueur du tracé : 21 km
- Conduites Ø1800
- HMT : 750 m
- 3 stations de pompage
- Débit d'équipement : 6 m<sup>3</sup>/s

Avancement des travaux : 10 %

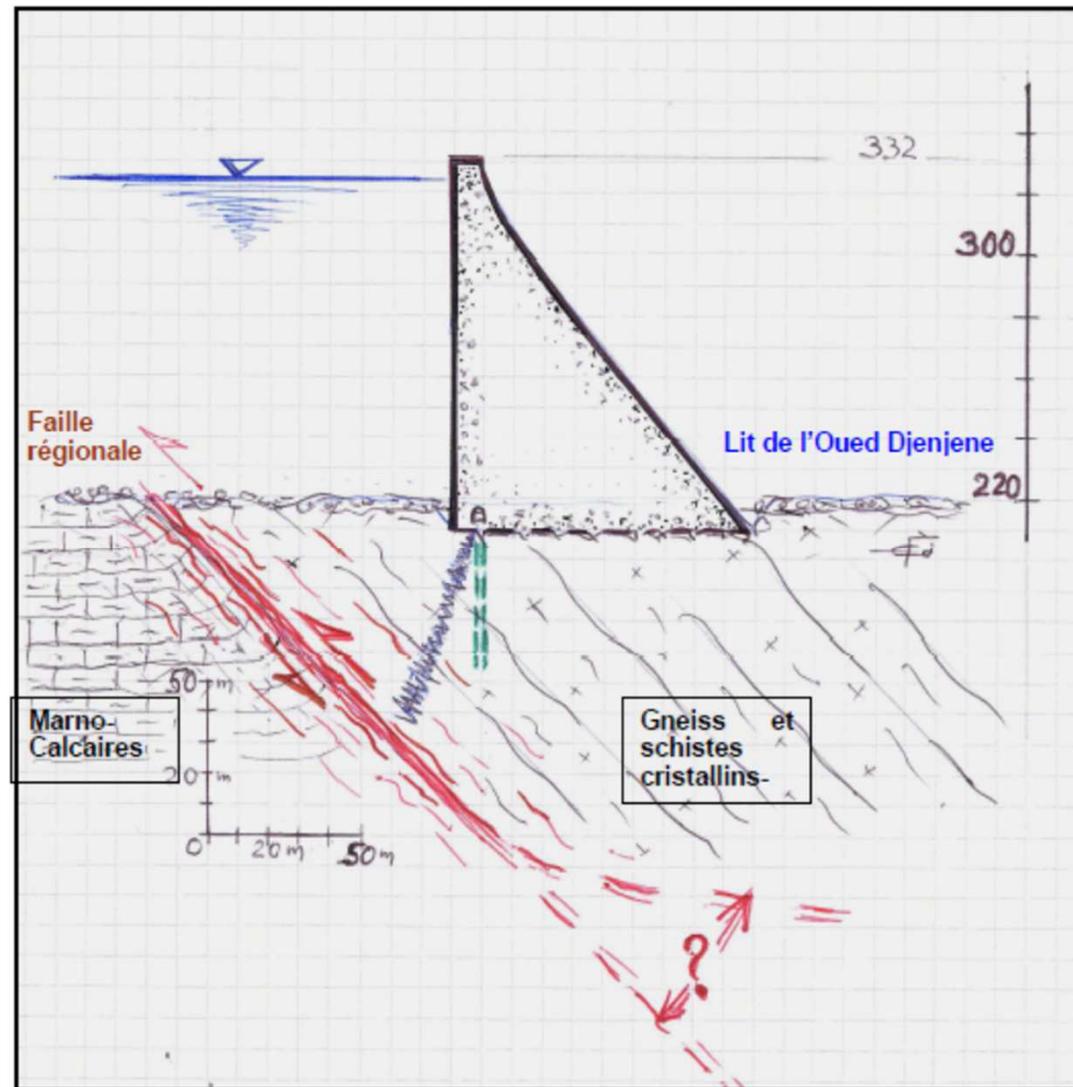
## CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉODYNAMIQUE DU SITE



Tracé schématique de la limite de plaque entre l'Afrique (Nubie) et l'Eurasie, modifié d'après Kiratzi et Papazachos (1995).



Vue en 3D du site du barrage de Tabellout.



Coupe transversale schématique du site du barrage

## Valeurs des accélérations sismiques

Révision de l'aléa sismique par le BRGM en juin 2009

	SBE	SMD	SMP
DAO	0,20 g	-	-
Exécution	0,30 g	0,47 g	0,70 g

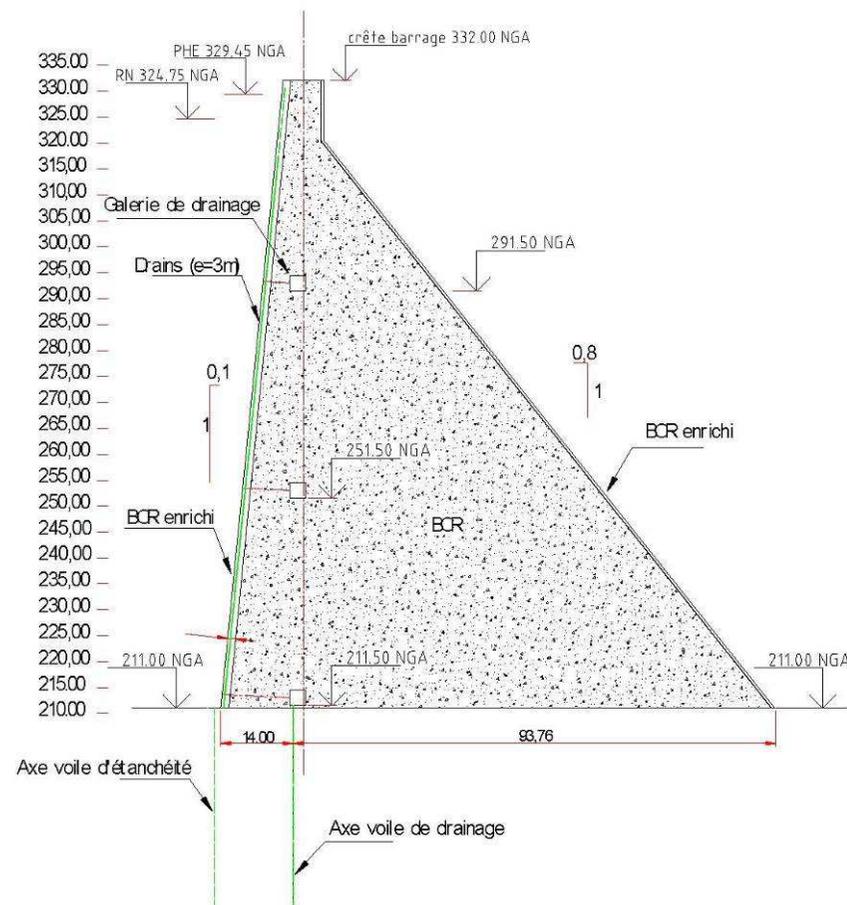
- Séisme de Base d'Exploitation (SBE) : Probabilité d'occurrence de 50 % pendant la durée de vie utile de l'ouvrage (100 ans), soit  $T_r \sim 145$  ans.
- Séisme Maximal de Dimensionnement (SMD): maintien de la capacité de stockage. Probabilité d'occurrence de l'ordre de 10% pendant la durée de vie utile de l'ouvrage (100 ans), soit  $T_r \sim 950$  ans
- Séisme Maximum Probable (SMP) : le plus fort événement sismique possible le long d'une faille reconnue ou à l'intérieur d'une province tectonique définie géographiquement

# VARIANTES DE PROFILS ENVISAGES

## Deux solutions étaient envisageables :

- Conserver un barrage rectiligne en augmentant les fruits des parements
- Arquer le barrage avec un profil adapté pour mieux résister au séisme

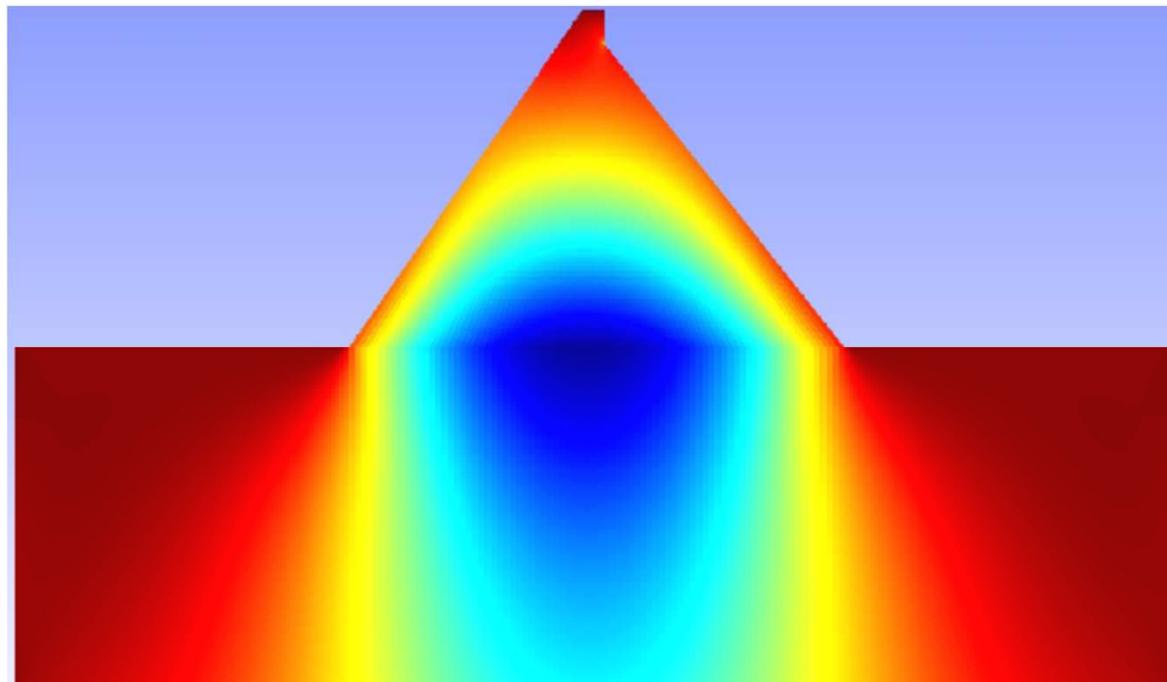
## Barrage rectiligne



Profil APD (0,9H/1V)

## Barrage rectiligne

Profil du barrage obtenu – Fruit total 1,5H/1V (0.7AM/0.8AV)



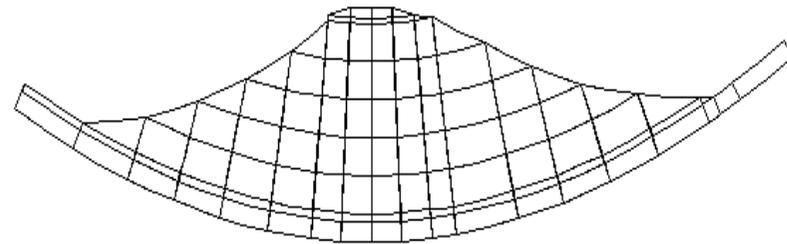
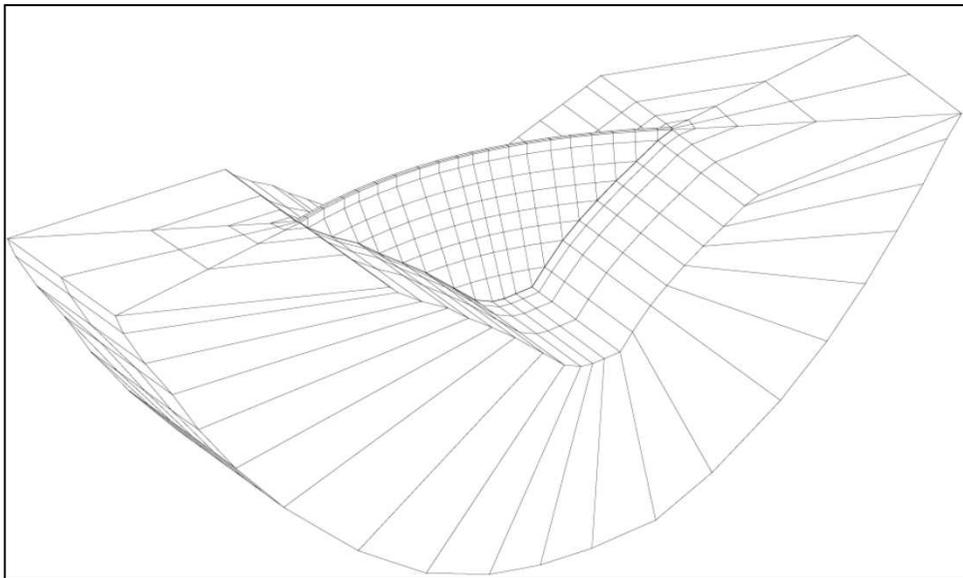
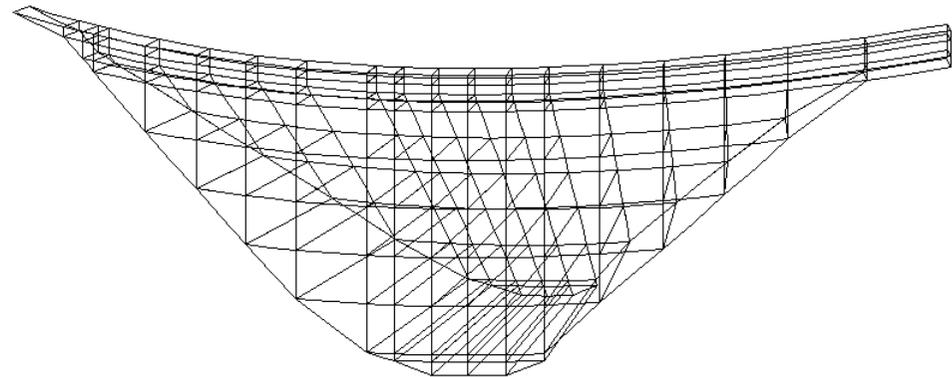
Contraintes normales verticales sous poids propre

→ AUGMENTATION DU VOLUME DE BCR DE 75 %

## Barrage arqué : spirale logarithmique

Les paramètres retenus pour la spirale:

- Angle =  $45^\circ$
- Rayon = 180 m



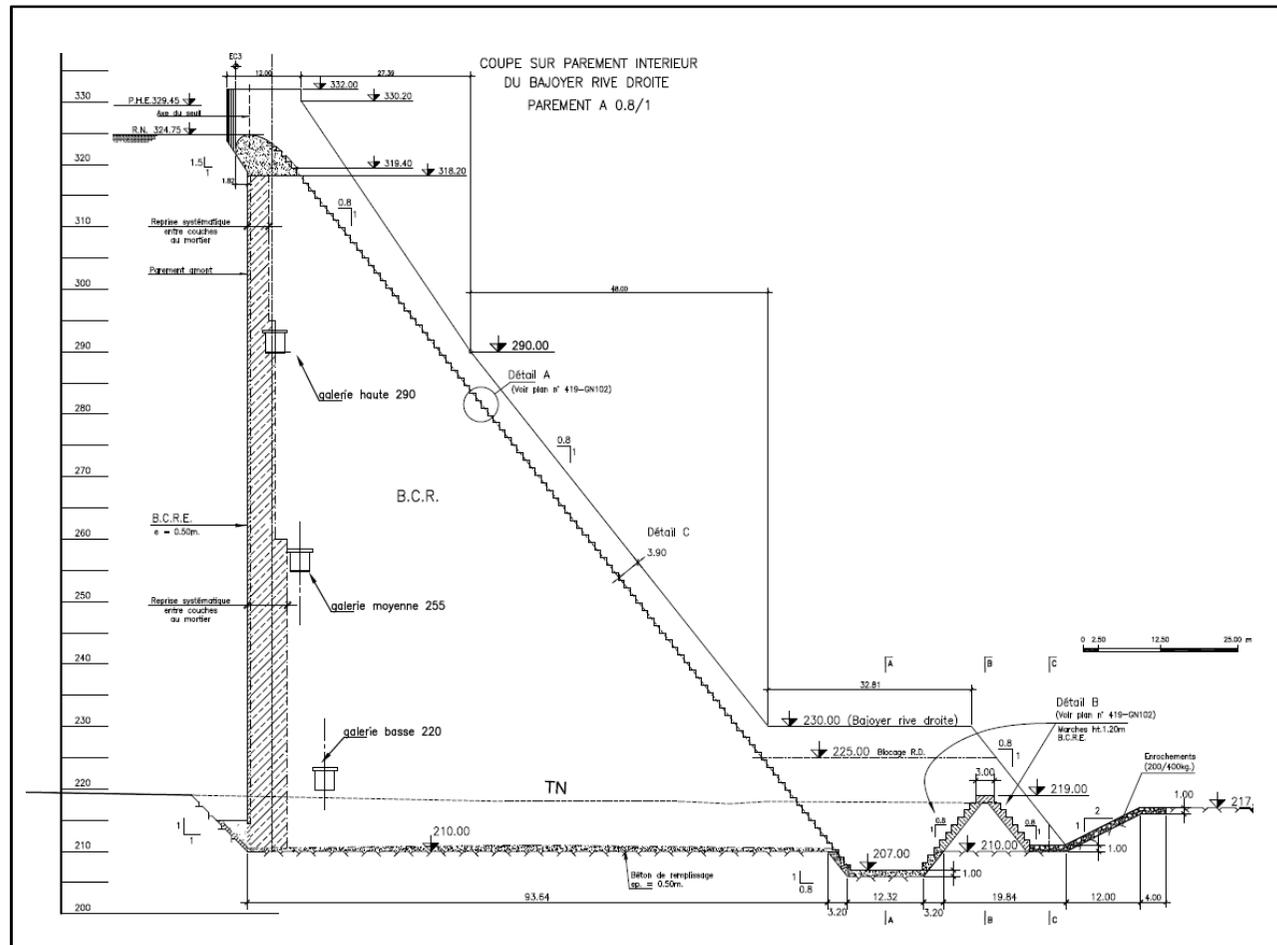
## Barrage arqué

- Sous chargement statique :
  - les profils 0,75H/1V sont stables
  - l'effet voute apporte un supplément de sécurité
- Sous sollicitations sismiques :
  - l'effet voute assure la stabilité du barrage

Le profil obtenu (0,75H/1V) minimise l'impact sur le volume de BCR

	Projet initial	Barrage arqué	$\Delta$
Longueur en crête	366 m	396 m	8 %
Volume BCR	975 000 m <sup>3</sup>	1 050 000 m <sup>3</sup>	8 %

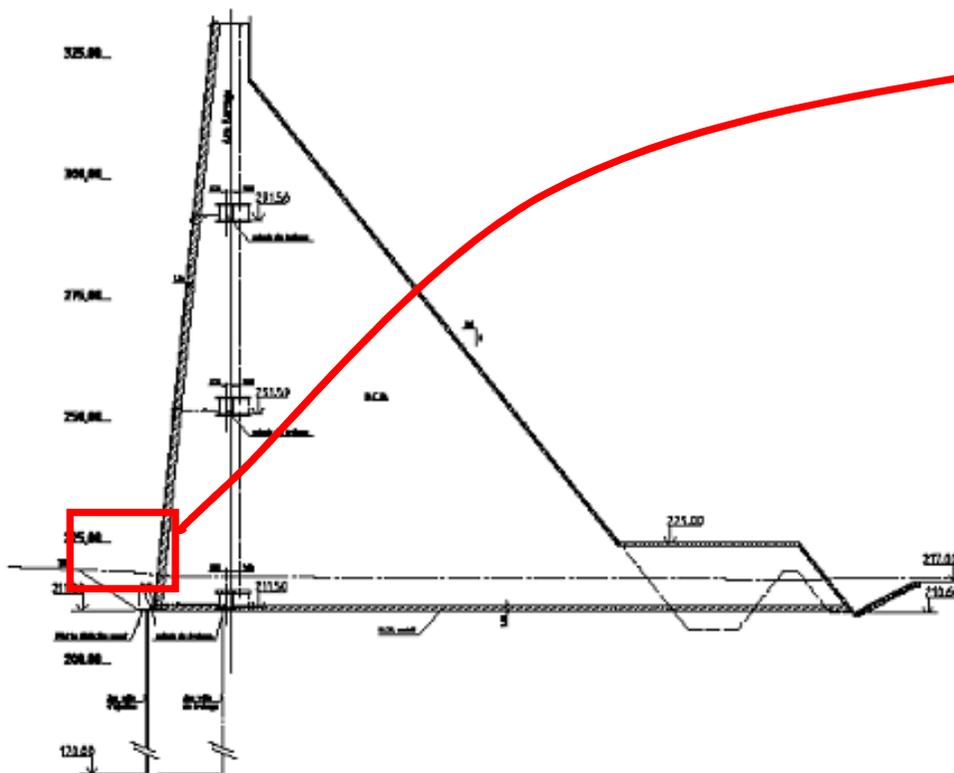
# AUTRES ADAPTATIONS APPORTÉES AU PROJET



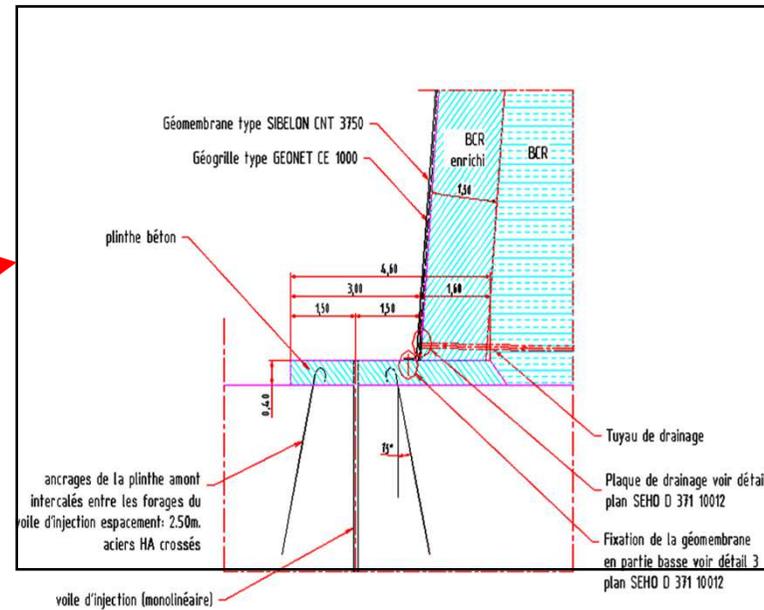
Coupe sur évacuateur de crues – Nouvelle conception

## Voile d'étanchéité – Conception APD

PROFIL TYPE SECTION COURANTE APD

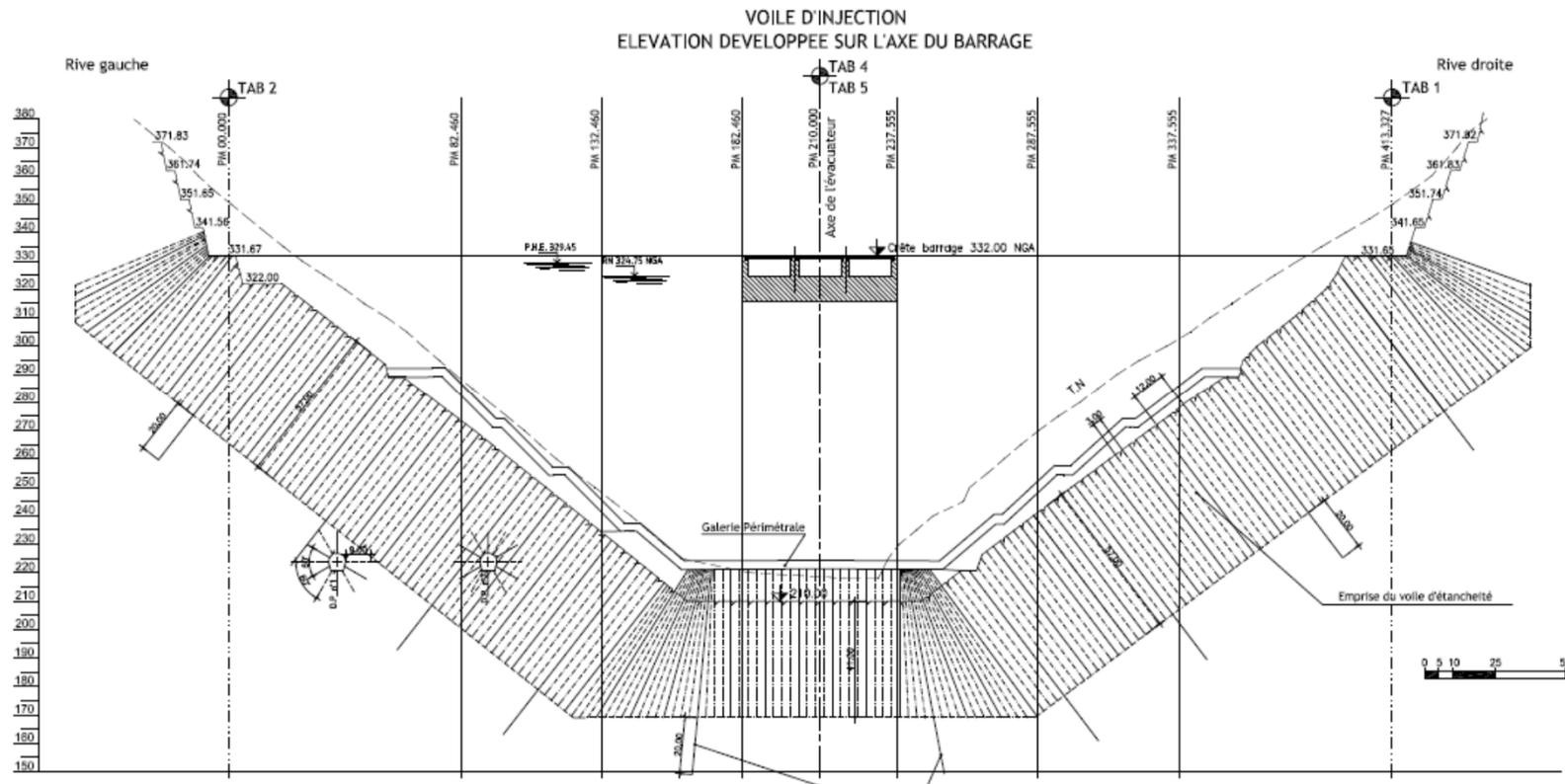


Coupe sur profil APD



- Voile d'injection réalisé depuis plinthe amont dans une zone critique de la fondation (cisailée sous poids propre et desserrée sous retenue normale)
- Zone de travail d'accès difficile
- Point structurel de faiblesse (différence d'inertie)
- Zone de déplacements irréversibles sous sollicitations sismiques

## Voile d'injection – Nouvelle conception

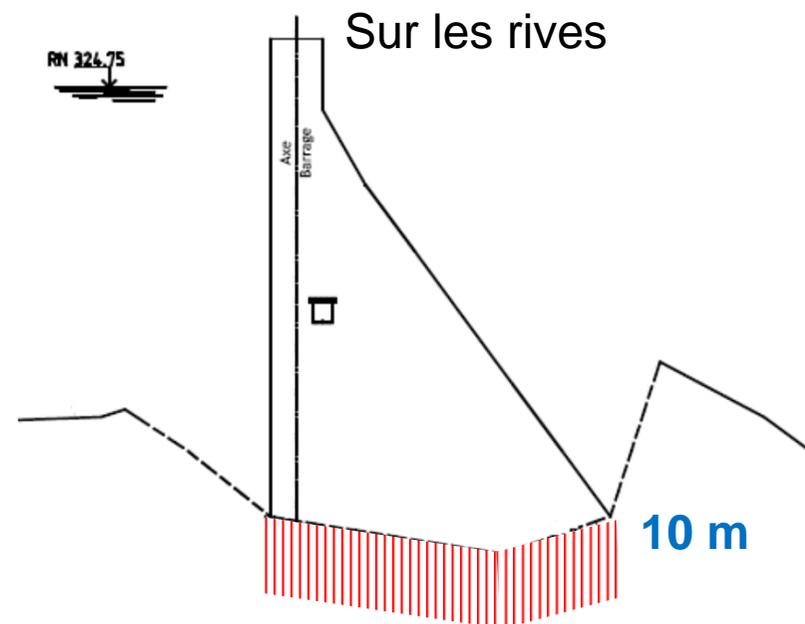
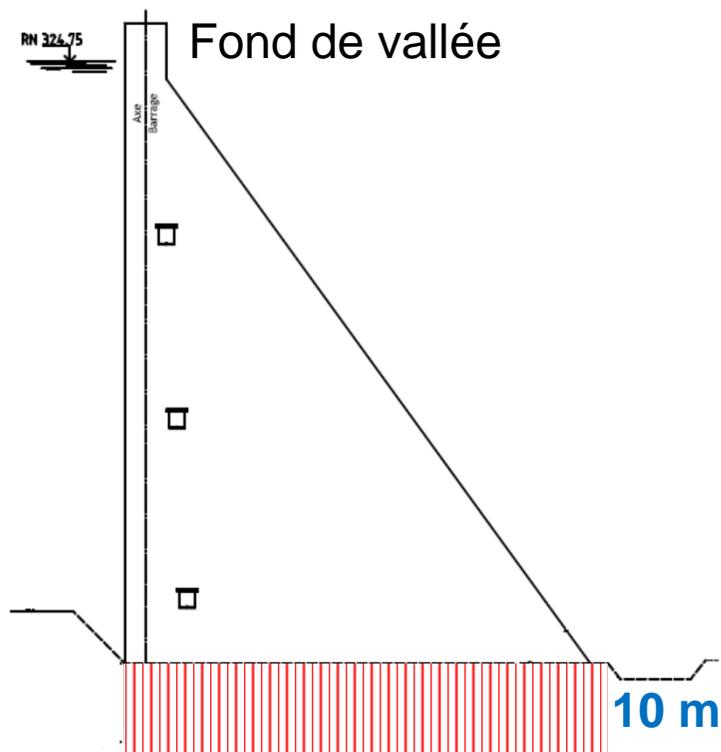


- Forages (prof. max. 50 m) réalisés majoritairement à l'air libre dans l'emprise du barrage
- Réalisation d'une galerie périmétrale au pied amont (injection et réinjection)

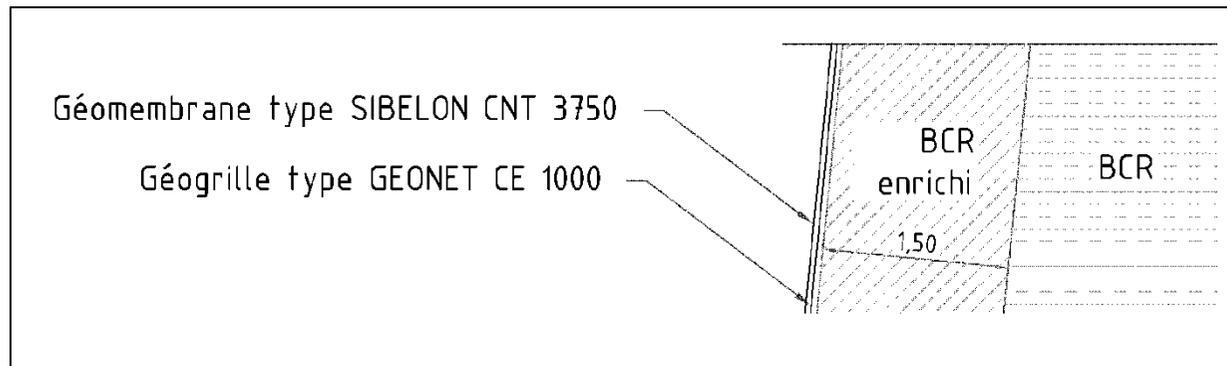
## Injections de consolidation

Nécessité d'un traitement systématique pour améliorer la qualité du substratum (module et caractéristiques du rocher)

En première approche un traitement systématique de 10 m de profondeur



## Etanchéité du parement - Conception APD



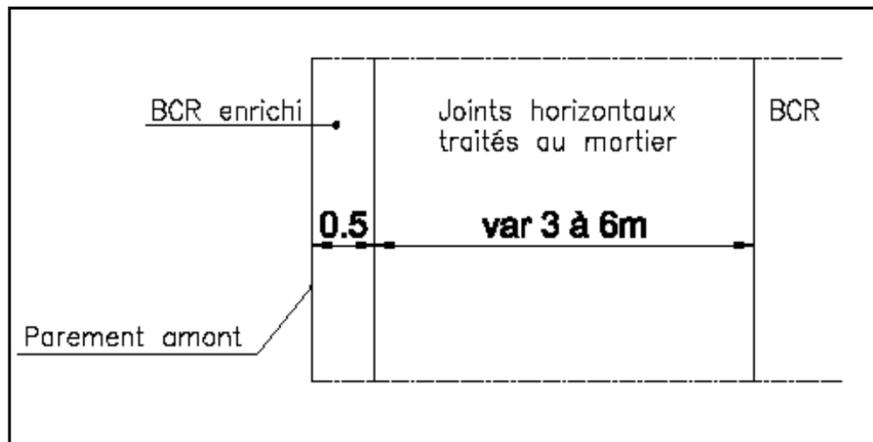
### Conception APD

- Géomembrane PVC
- Epaisseur GERCC = 1,50 m

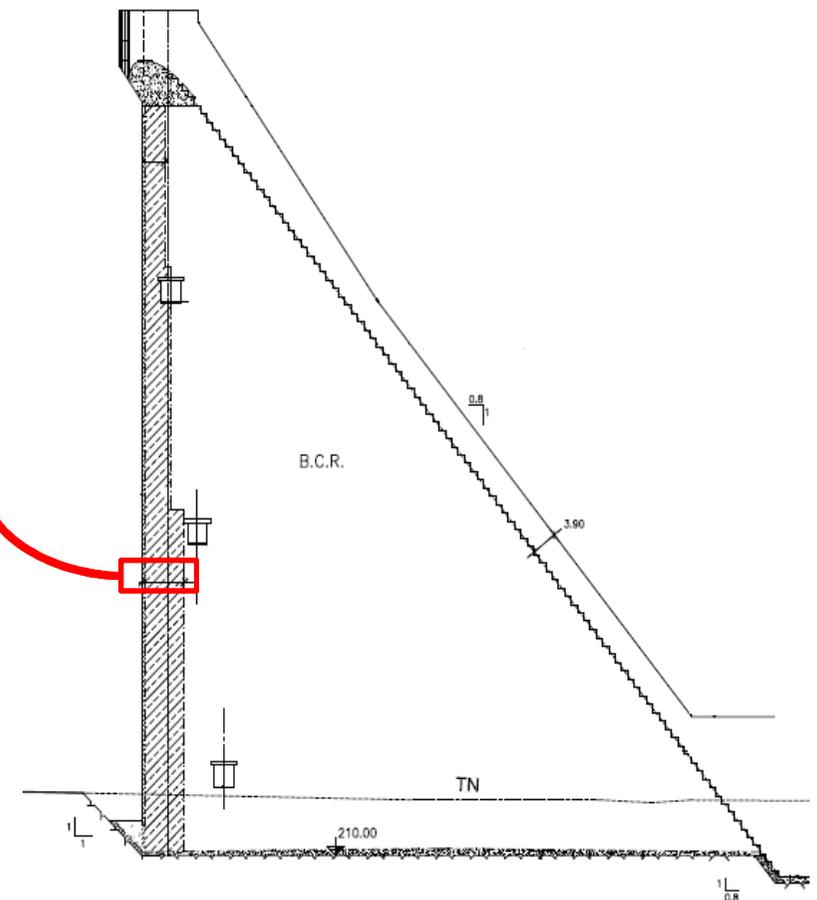
### Principaux désavantages de la géomembrane :

- Dispositif FRAGILE
- Difficultés de mise en place (délais)
- Difficultés de mise en eau anticipée
- Risque de déchirement (vandalisme, chutes de blocs, séismes)
- Sécurité à assurer en cas de déchirement
- Remplacement très difficile (vidange totale + sédimentation)
- Coût significatif (1 M€, ~1 % du montant total des travaux)

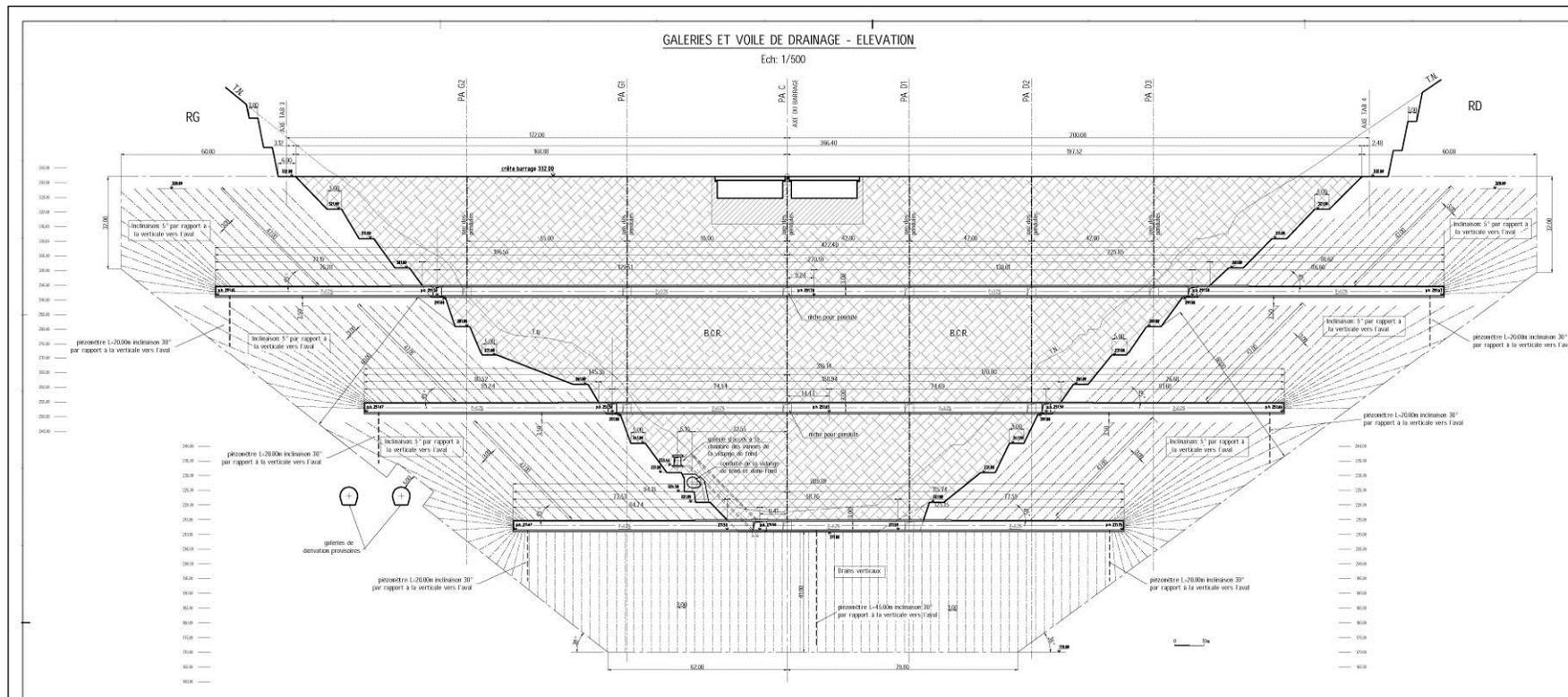
## Étanchéité du parement – Nouvelle conception



- Épaisseur horizontale du GERCC = 0,50 m
- Traitement des joints horizontaux au mortier pour apporter de la cohésion à l'ensemble

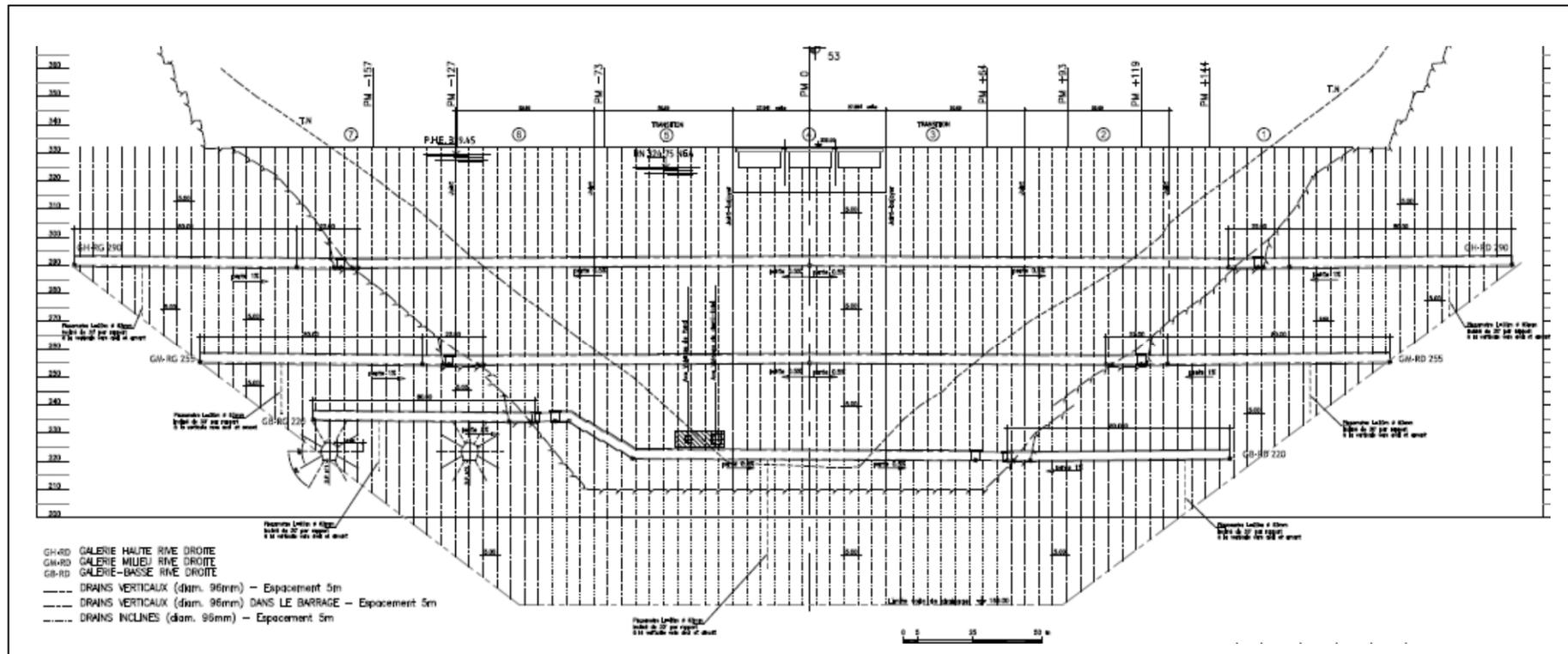


## Voile de drainage - Conception APD



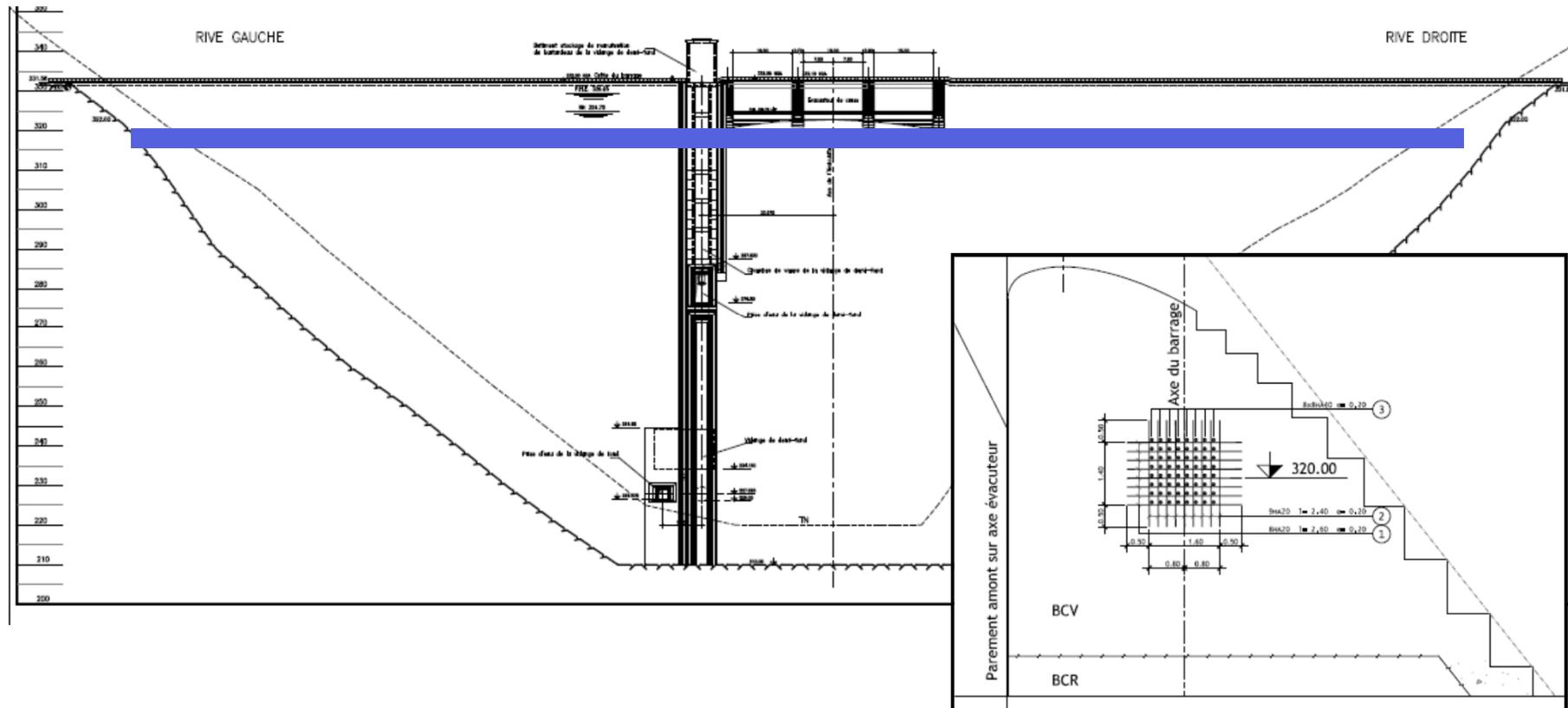
- En fondation, réalisé depuis 3 galeries en rives (entraxe forage : 3 m)
- Dans le corps du barrage assuré par la géogridde support de la géomembrane

## Voile de drainage - Nouvelle Conception



- En fondation, réalisé depuis 3 galeries en rives (entraxe forages : 5 m)
- Dans le corps du barrage, depuis les galeries (entraxe forages : 5 m)

## Ceinture parasismique

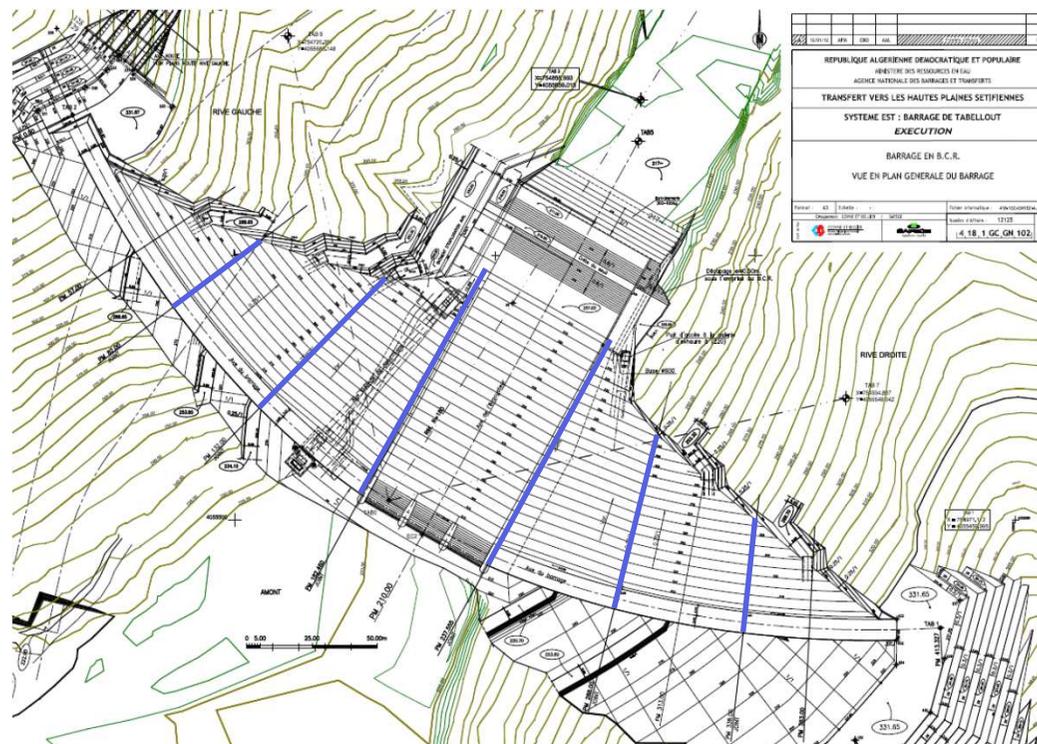


Dispositif sécuritaire supplémentaire en zone sismique

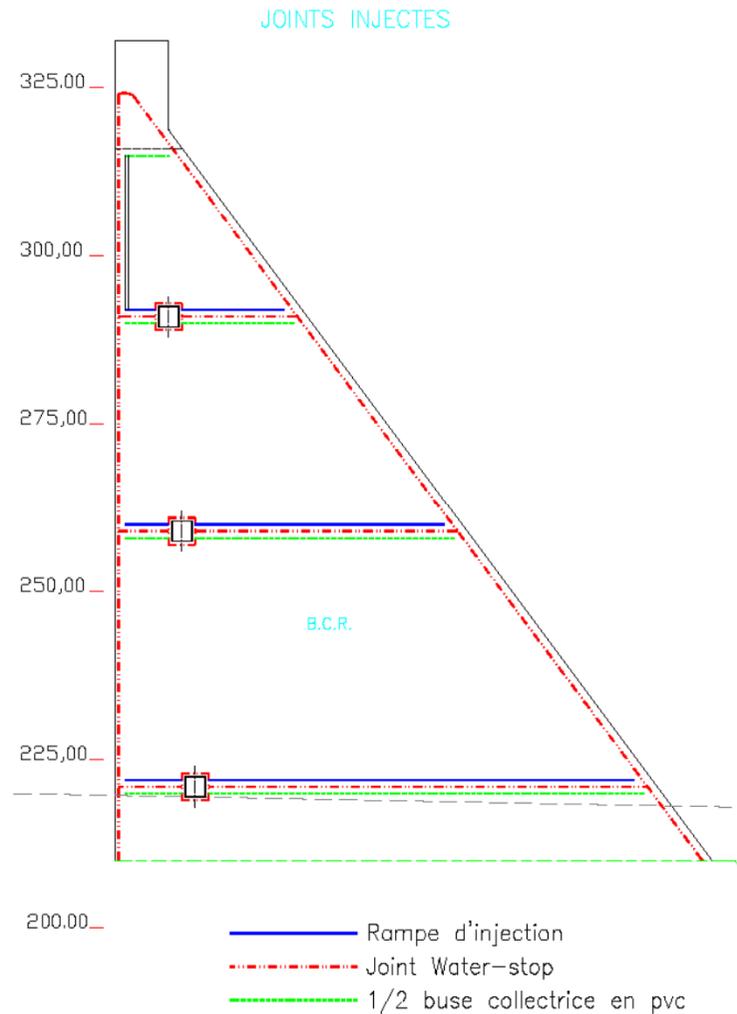
64 HA32 implantés en partie haute de l'ouvrage afin de limiter « l'effet piano » en cas de séisme

## Joint de clavage Amont/Aval – Nouvelle conception

- 6 Joints injectés (entraxe ~50 m) avec boites de cisailement
- Objectif des joints : guider le retrait
- Injection des joints pour compenser l'effet du retrait et favoriser le fonctionnement en voute



## JOINTS de clavage Amont/Aval



### Nouvelle Conception :

- joint Waterstop amont et aval (+ galeries)
- 4 différents compartiments à injecter
- efficacité max de l'injection si réservoir vide et retrait commencé
- une fois le retrait effectué : dispositif de réinjection prévu

## Etat d'avancement des travaux



Batardeau provisoire & portail amont des galeries de dérivation provisoire

## Etat d'avancement des travaux



Excavations rive gauche



Excavations rive droite

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

oOo