

# Nam Phak HPP (Laos)

Présentation Technique de l'AG du CFBR  
Aix-les-Bains

Constance AUBERT



Antonin Froissard

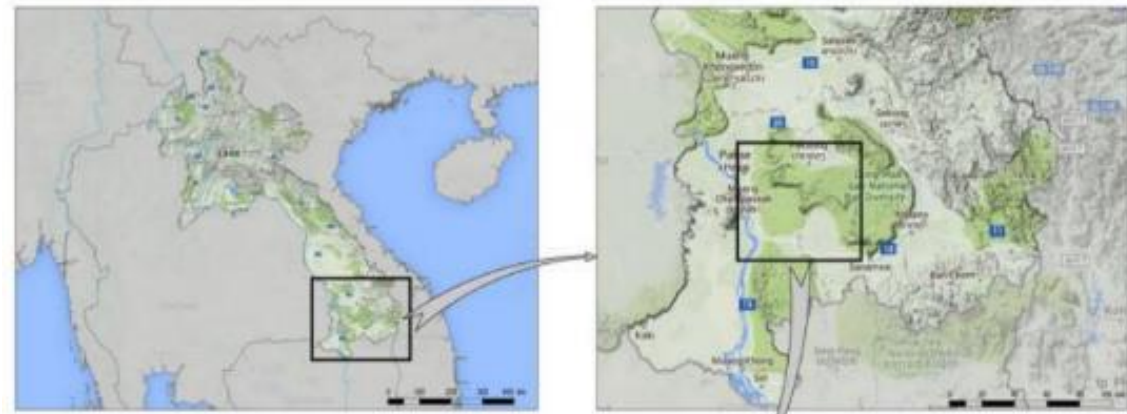


25/01/2024

# Contexte du projet

## Présentation générale

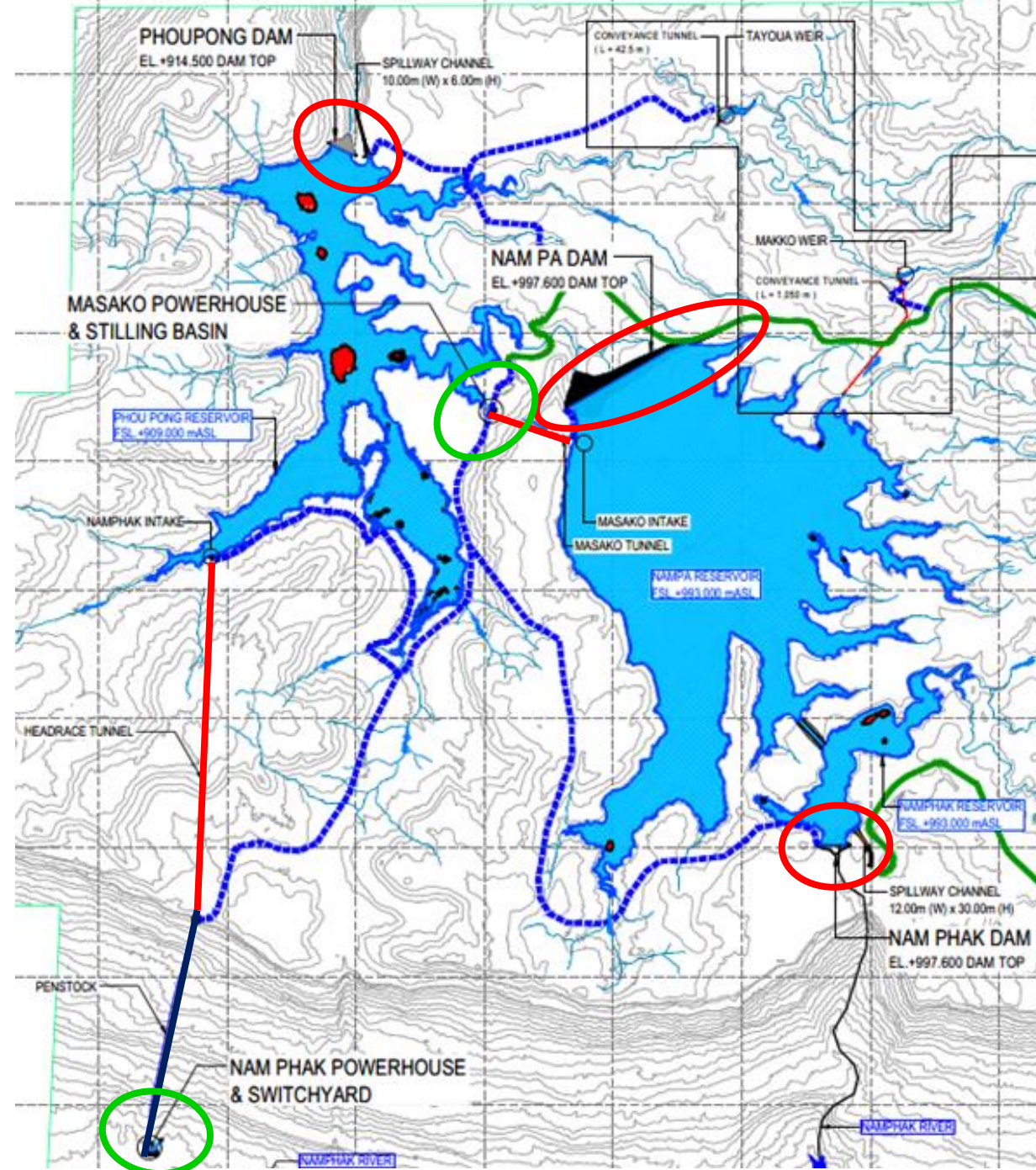
- Pays : **Laos (Sud)**
  - Owner : **Chaleun Sekong Energy (CSE)**
  - Owner's engineer : **Tractebel**
  - EPC Contractor : **Song Da 5**
  - Designer : **ARTELIA / VCE (Vietnam)**
  - Montant travaux (CSE) : **≈ 300 M€**
  - Puissance installée : **160 + 8 MW**
- 
- **ARTELIA** est en charge des études de conception pour SongDa 5 (3 Barrages, ouvrages de dissipation de vidange, 1 conduite forcée et 1 centrale)
  - **Tractebel** est l'AMO auprès de CSE et en charge des études évacuateurs de crue et tunnels + 1 centrale



# Travaux principaux

## Description générale

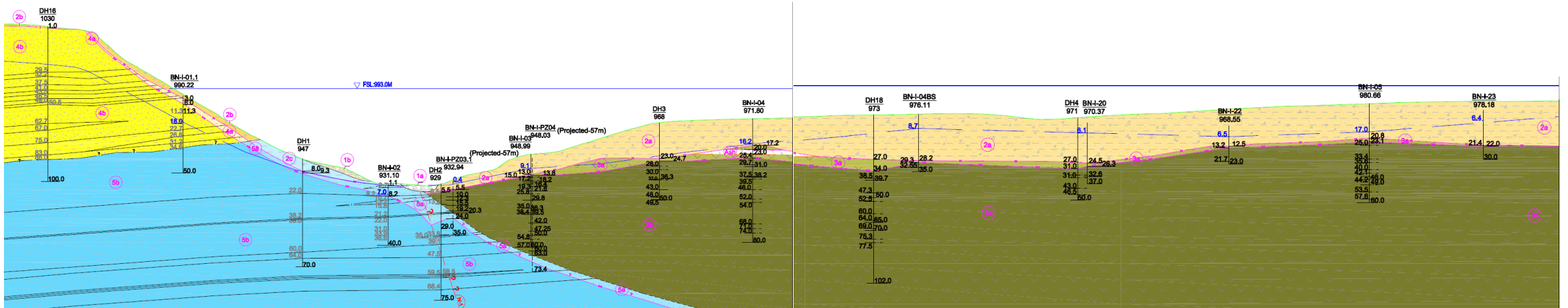
- 3 barrages ACRD (Enrochement à noyau asphaltique)
- 2 évacuateurs de crue
- 2 systèmes de dérivation à l'Est des barrages
- 2 Centrales :
  - Centrale de Nam Pha (8 MW), 1 groupe Francis à axe horizontal, débit d'équipement 11 m<sup>3</sup>/s
  - Centrale de Nam Phak (2x80 MW), 2 groupes Pelton à axe vertical, débit d'équipement unitaire 28,4 m<sup>3</sup>/s
  - Poste de transformation
- 2 chemins d'eau usiniers
- Postes et lignes 115 kV

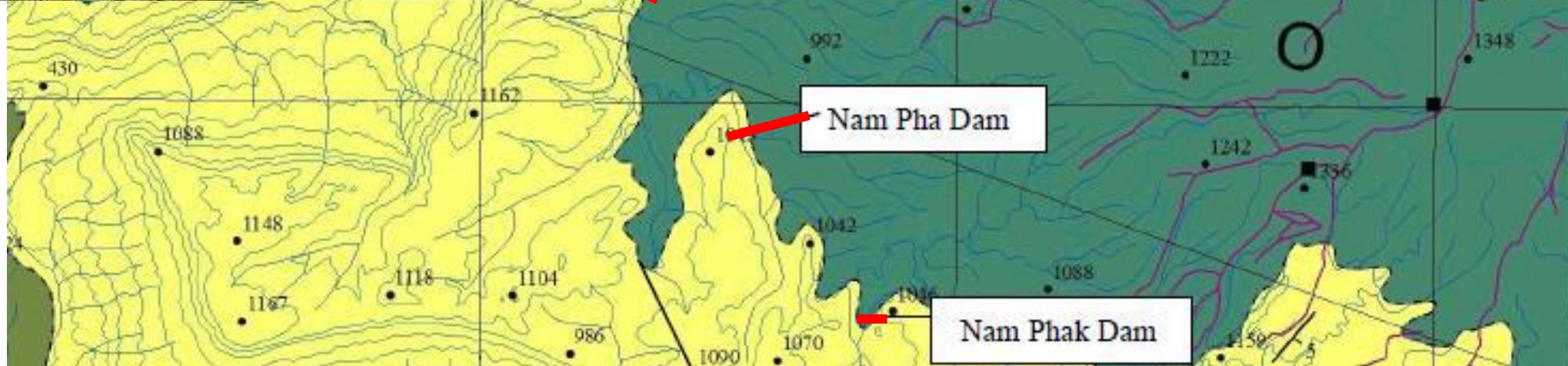
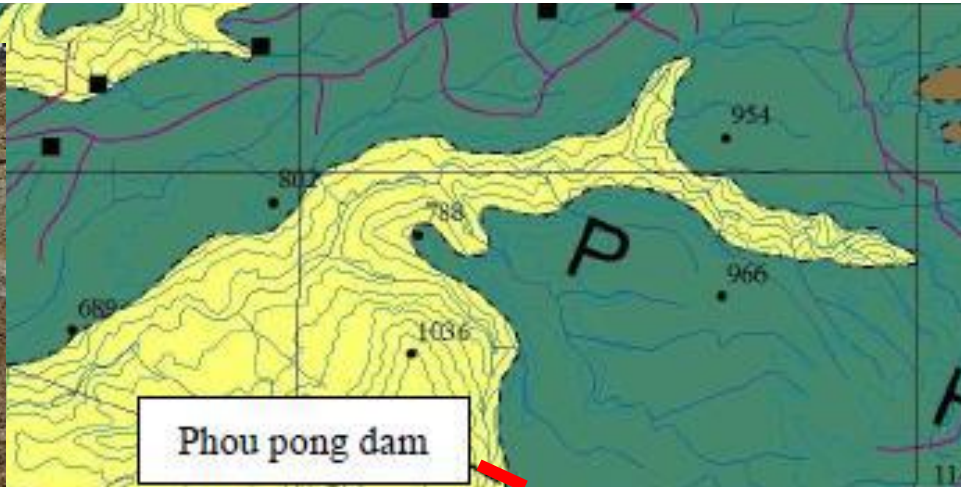
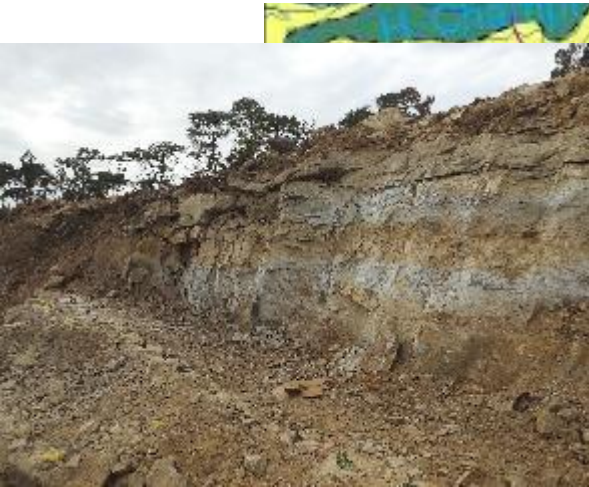


# Contexte géologique

## Substratum

- À l'Ouest : Formations sédimentaires gréseuses (Jurassique et crétacé) avec alternance de sandstone, siltstone, mudstone formant le soubassement du plateau des Bolaven. Lacunes sédimentaires → surface d'érosion et paléosols
- A l'Est : épisodes volcaniques plus récents (Quaternaire) provenant d'épanchements à l'Est du projet → soubassement basaltique coté Est du projet (séries allant des tufs - basalte vacuolaire - basalte massif – cendres localement). Episodes de pause de l'activité volcanique → surface d'érosion et formation de paléosols, qui peuvent être retrouvés dans la série lithologique

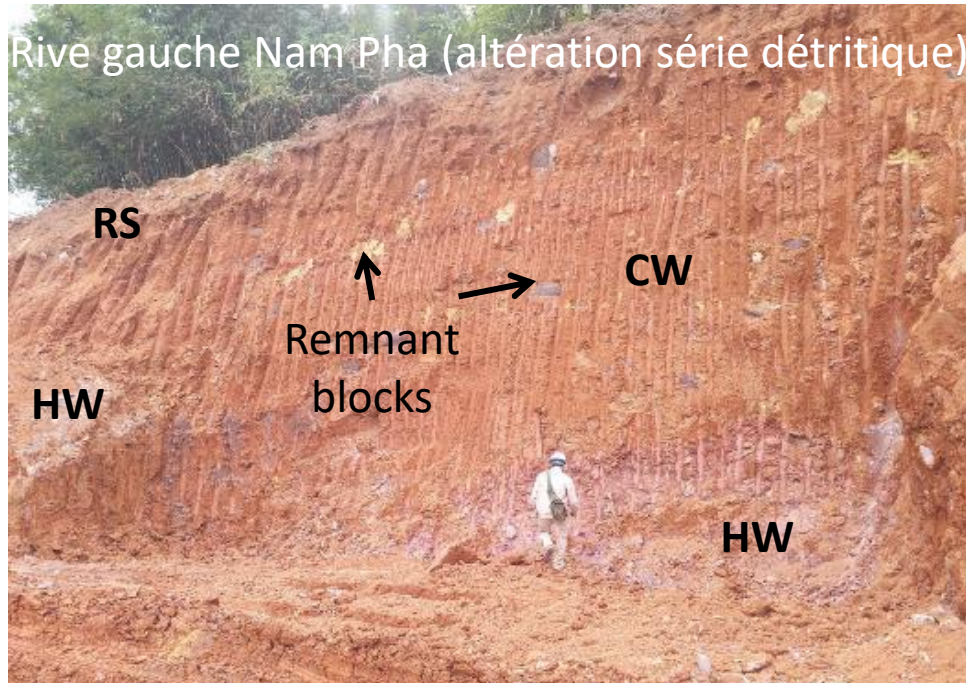




# Contexte géologique

## Terrains meubles

- Les sols couvrants ces 2 formations correspondent à des sols d'altération en place. Sols à dominante rouge, de faible densité sèche, plasticité faible à élevée, teneur en eau moyenne à élevée. Epaisseur importante sur les basaltes
- Colluvions pouvant être épaisses dans les secteurs pentus.



Rive droite Nam Pha  
(altération basalte)

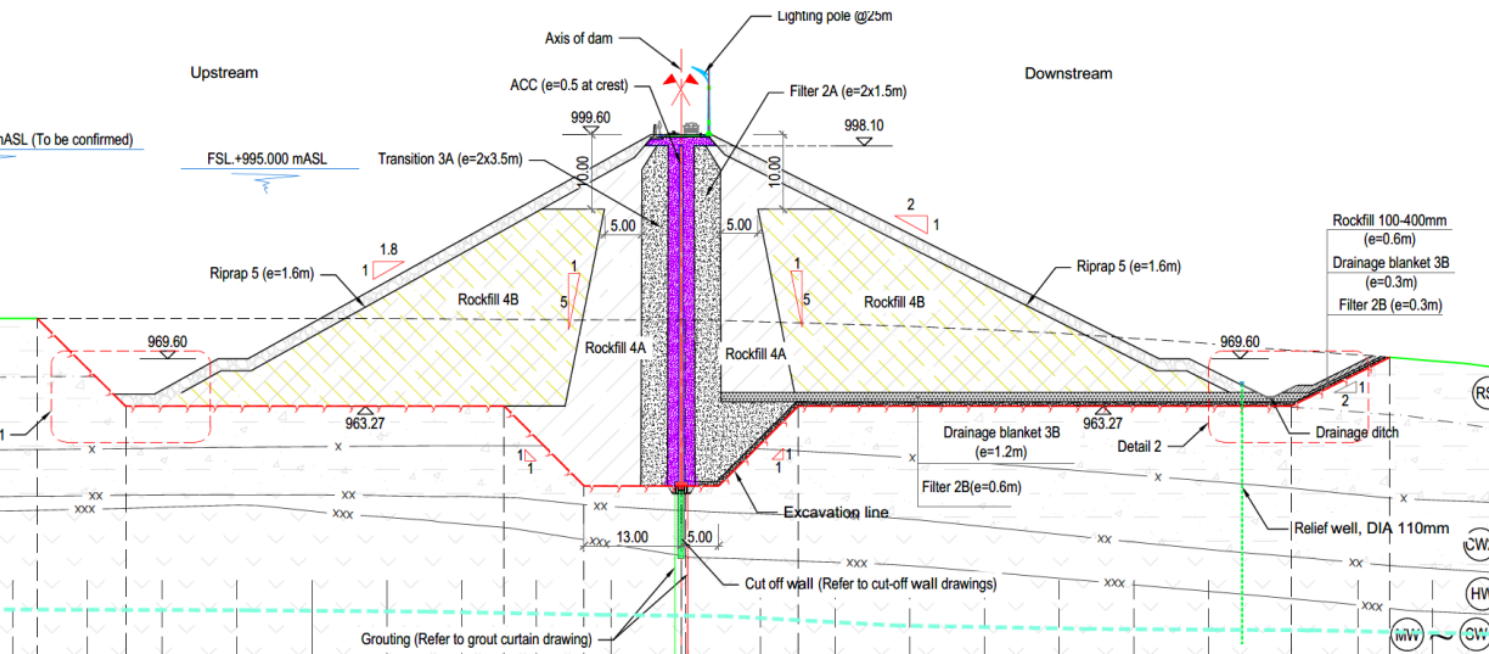


- Campagne géotechnique intégrant ces matériaux particuliers, yc potentiel d'effondrabilité

# 3 barrages ACRD (Asphaltic Core Rockfill Dam)

Principales caractéristiques et coupes-type

Barrage	Hauteur/TN	Longueur crête	Capacité	Pente amont	Pente aval
Nam Pha	80 m	1500 m	117 Mm <sup>3</sup>	1,6H à 1,8/1V	1,5 à 2H/1V
Phou Pong	67 m	250 m	15 Mm <sup>3</sup>	1,6H/1V	1,5H/1V
Nam Phak	27 m	330 m	4 Mm <sup>3</sup>	1,6H/1V	1,5H/1V



Barrage de Nam Pha

- Construction rapide affranchies en grande partie des conditions météo
- Première au Laos et pour l'EPC Contractor
- Épaisseur de 0,5m en tête à 0,9 m à la base
- Noyau ancré 5 à 10 m plus profond que les recharges pour atteindre un terrain portant
- Perméabilité faible  $10^{-10}$  m/s
- Module d'élasticité 90 MPa

# Focus sur le barrage de Nam Pha

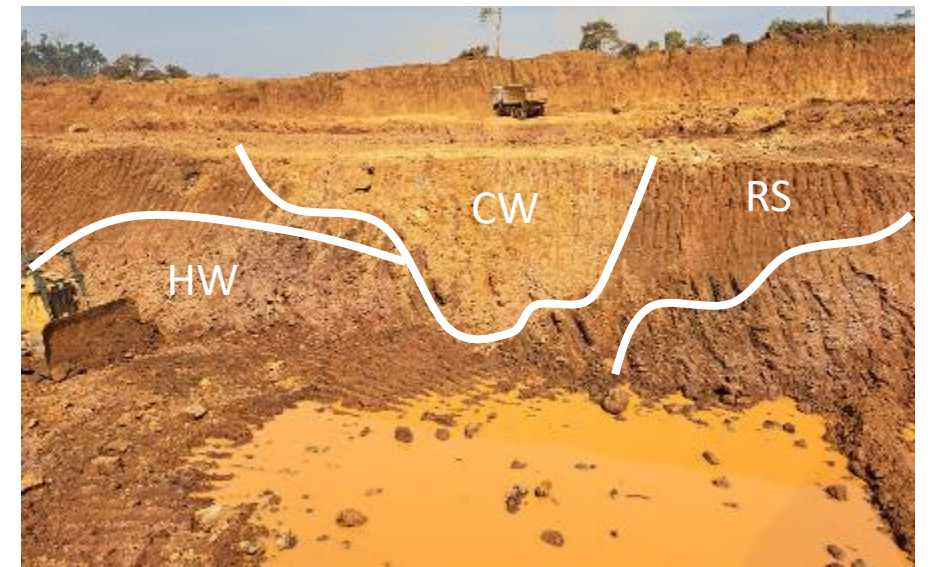
## Zone de contact

- Zone de contact ZST-SST / Basaltes (contact discordant normal)
- Risques de tassement différentiel
- Risque perméabilité



## Barrage rive droite

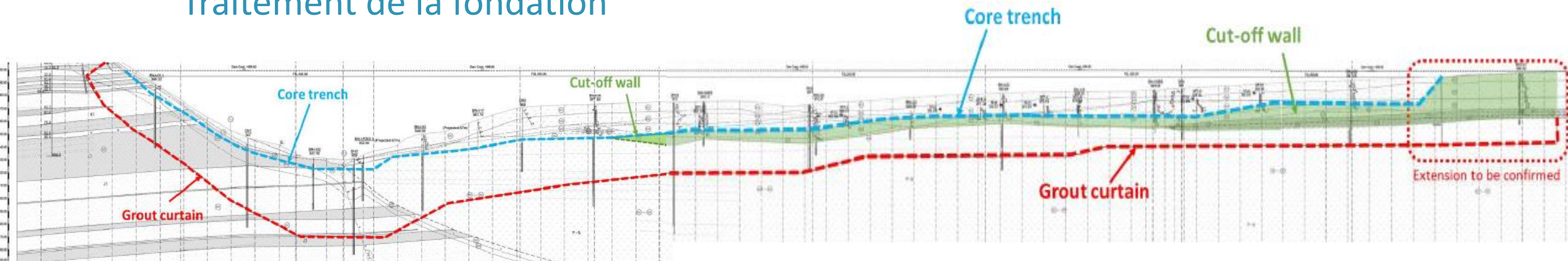
- Sols résiduels en rive droite >20m
- Fondation compressible ( $E = 15$  à  $30\text{MPa}$ )
- Niveaux d'altération variables et niveaux médiocres (cendres volc.)
- Lentilles de tuff dans le substratum (risque perméabilité)
- Faibles paramètres géotechniques
- Etanchéité & injection





# Focus sur le barrage de Nam Pha

## Traitement de la fondation



## Cut-off Wall

Type	Paroi étanche en béton plastique
Objectif	Recouper sols résiduels sous noyau asphaltique jusqu'au substratum
Epaisseur	80 cm
Hauteur	15 m, ancrage de 50 cm dans le rocher MW
Module de déformation	Entre 100 et 150 MPa
Perméabilité	$< 10^{-8}$ m/s

# Conception du rideau d'injection

## Objectifs

- Objectif perméabilité résiduelle 5 Lugeon (3 Lu dans « Pug Zone »)
- Traitement des singularités géologiques (niveaux perméables tuffs & bancs sableux dans les grès, failles...)

## Principes de réalisation (en cours)

- Méthode GIN ou traditionnelle selon résultats des planches d'essais
- En rive gauche et en vallée, 2 lignes d'injection parallèles et orientées vers la rive gauche
- En rive droite, 1 ligne d'injection verticale sous le CoW avec injection du contact béton plastique/rocher.
- Forages primaires espacés de 12m avec quaternaires systématiques à 1.5m d'espacement. Forages quinaires possible.
- 1 à 2 rideaux d'injection latéraux de profondeur 10 - 15m pour limiter le gradient hydraulique sous la zone critique du noyau en asphalte.



# Enjeux des calculs

## Barrage & fondation

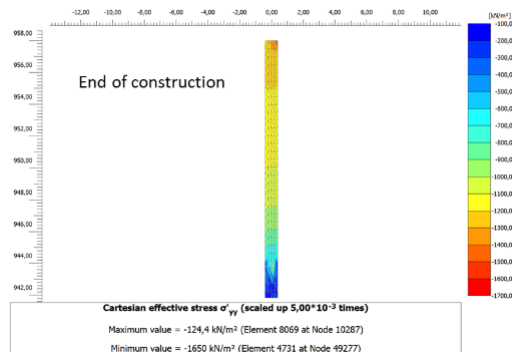
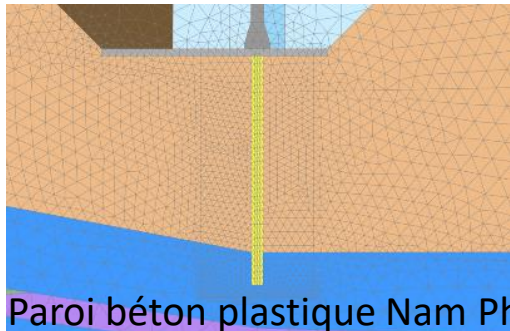
- Stabilité sur fondation altérée CT & LT
- Déformations / tassements différentiels
- Etude de sensibilité sur les paramètres de la fondation

## Cut-off wall

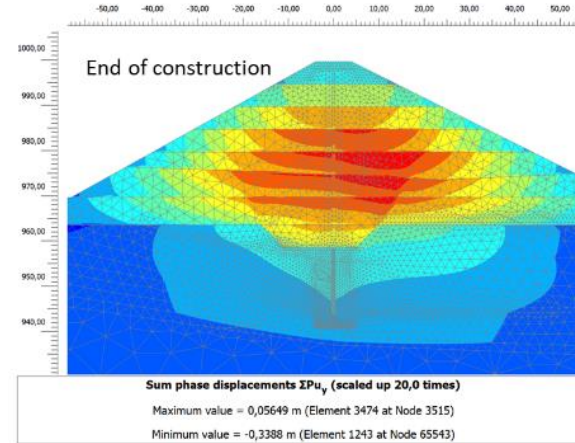
- Contraintes/déformations
- Module cut-off wall (150 Mpa) Vs module fondation (20 Mpa)

## Noyau asphaltique

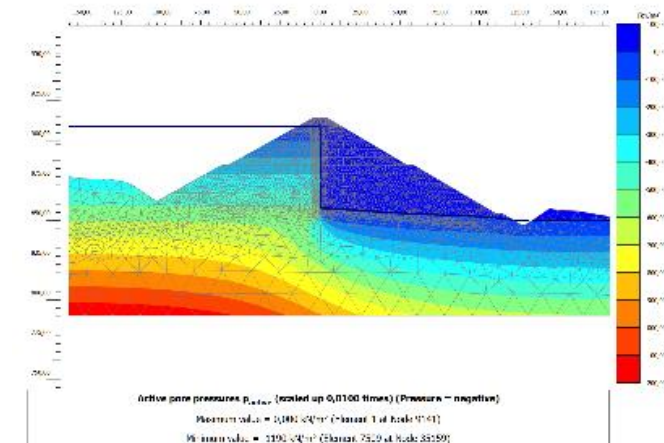
- Contraintes/déformations



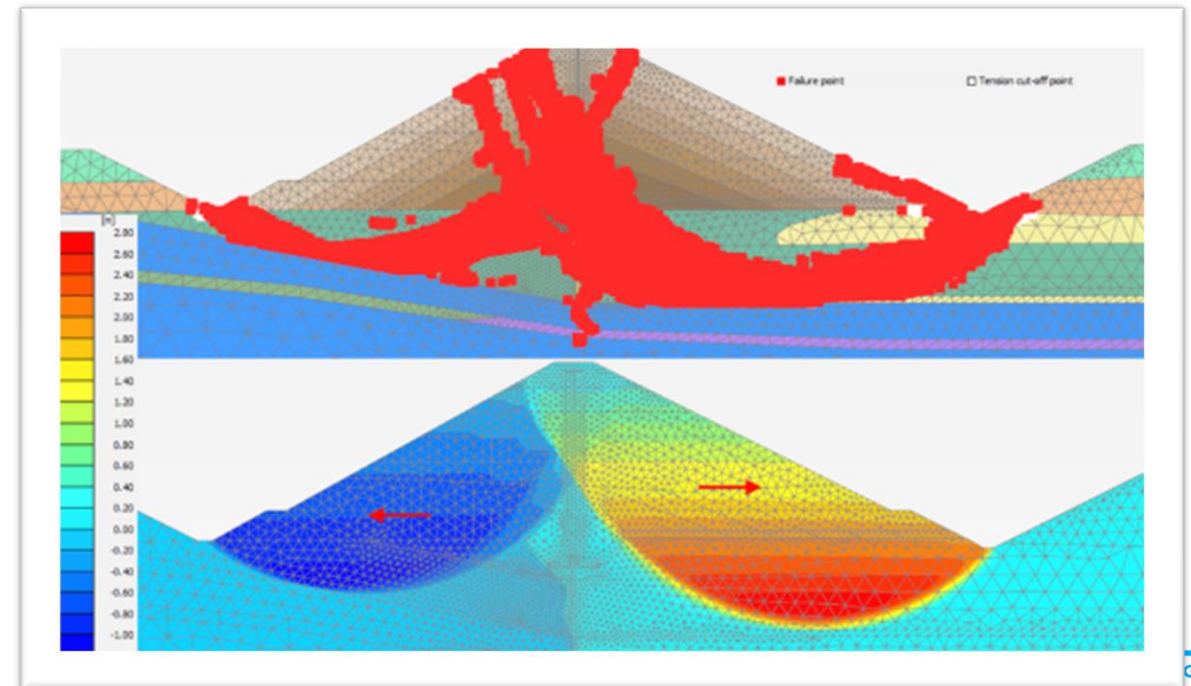
## Tassements – Nam Pha



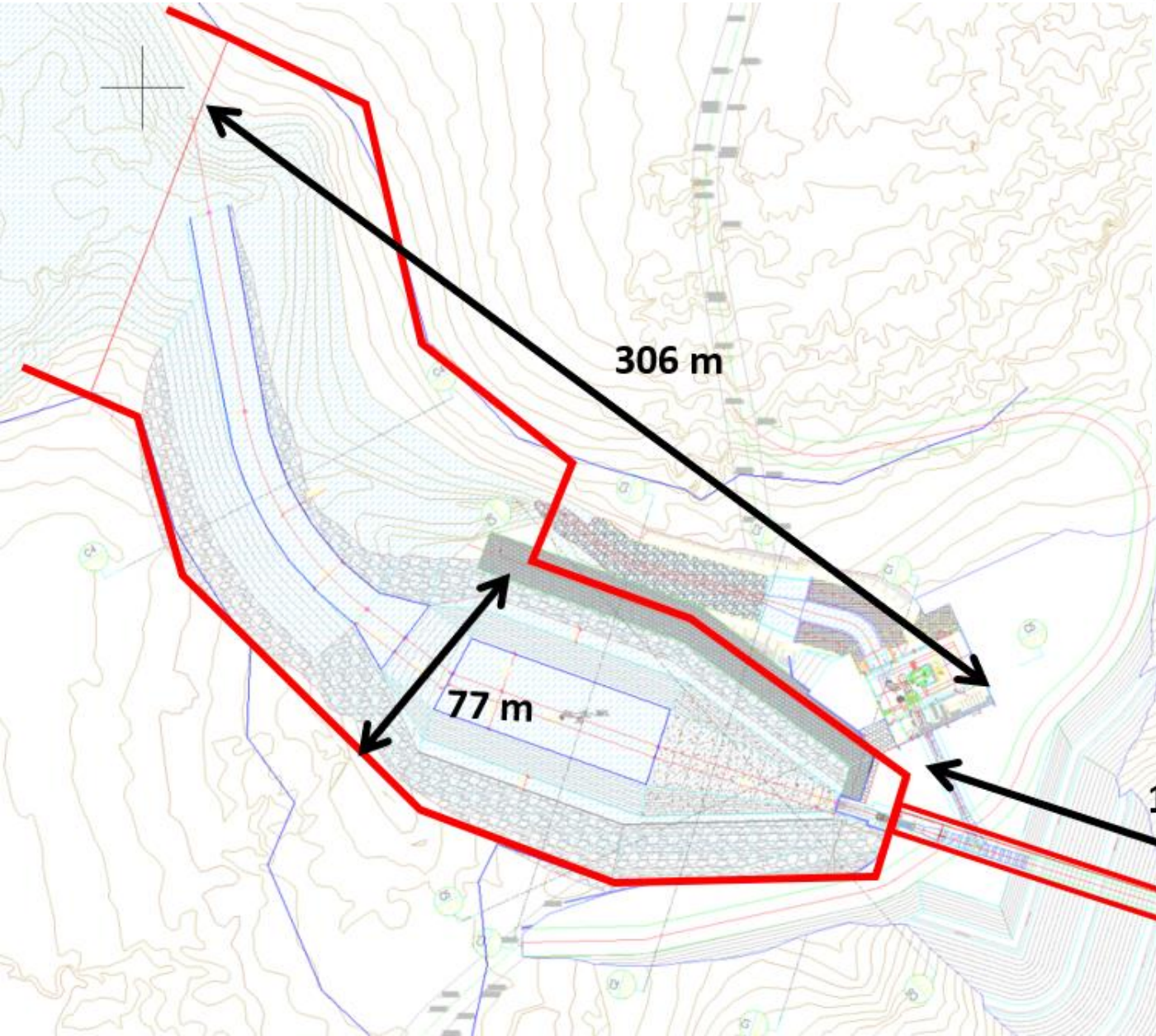
## Ecoulements - Phou Pong



## C-Phi réduction - Nam Pha

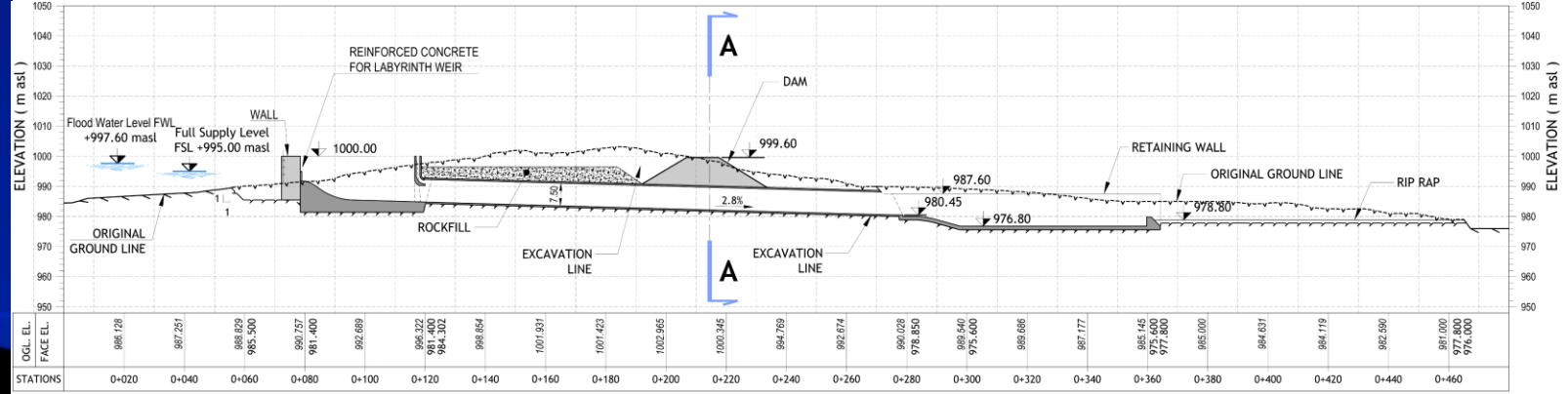
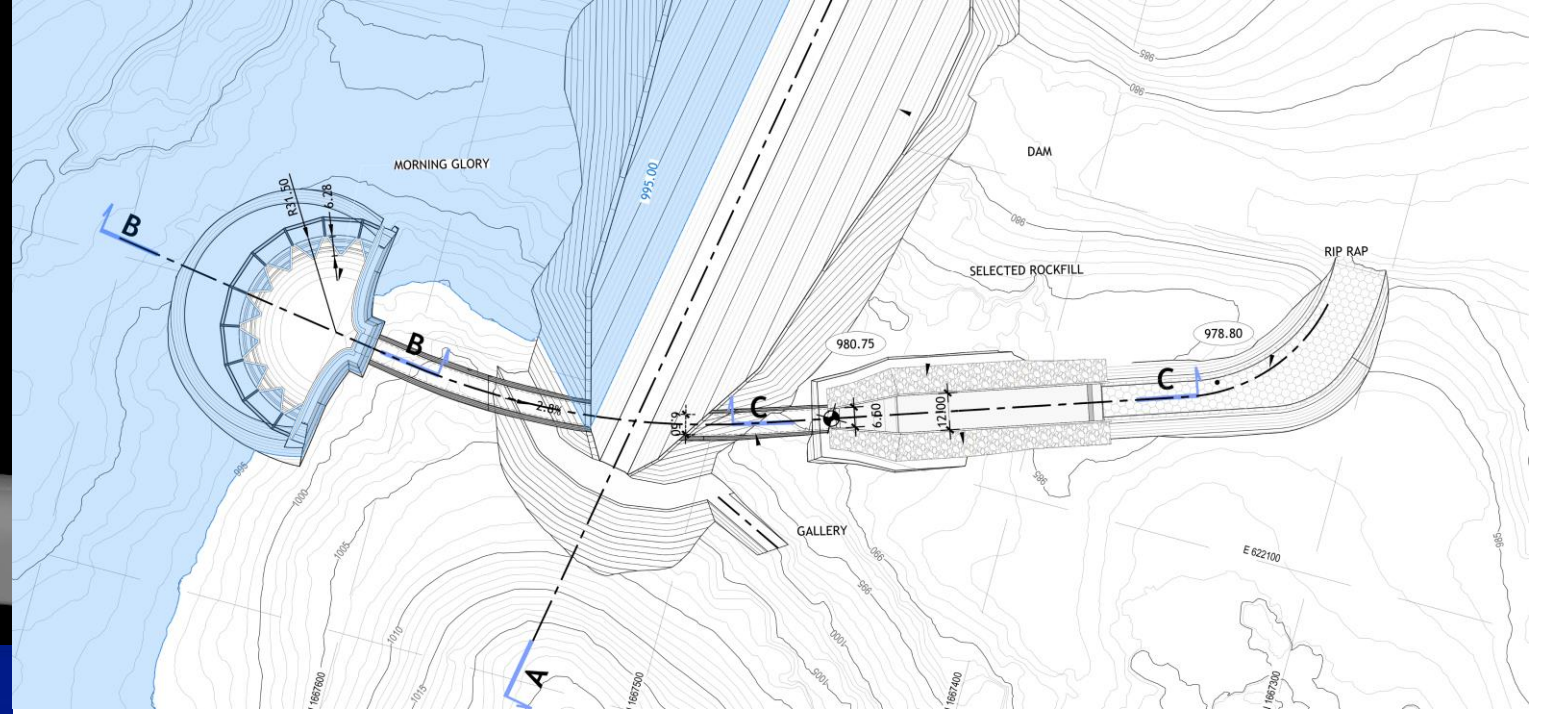
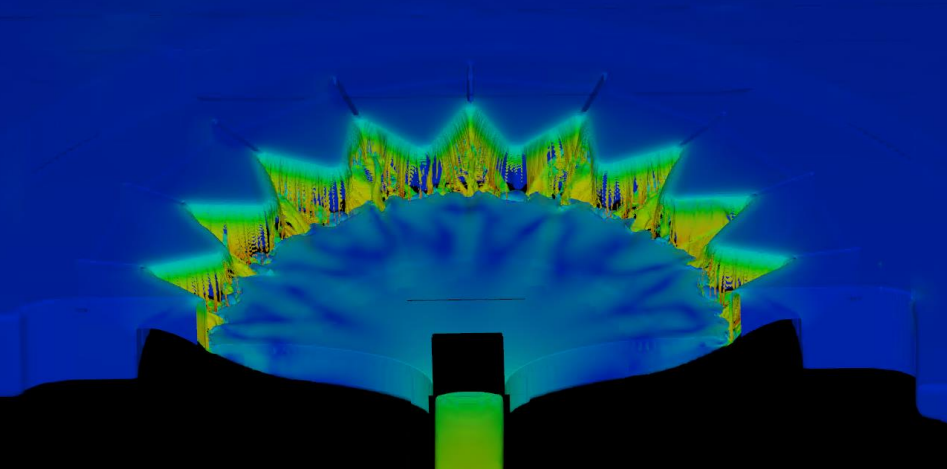
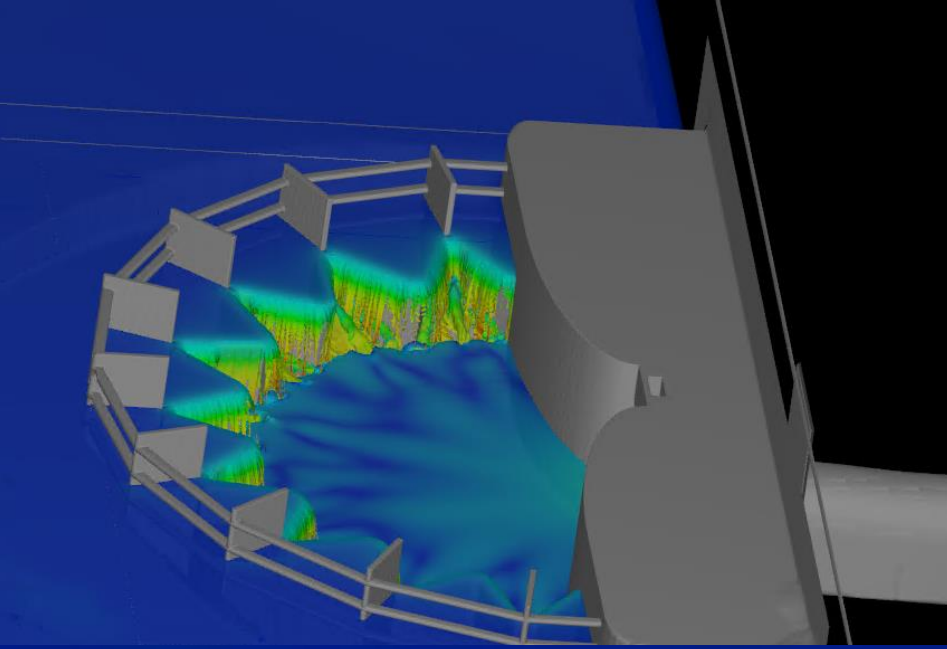


# Modèle physique de la fosse de dissipation de Nam Pha



# Evacuateurs de crue

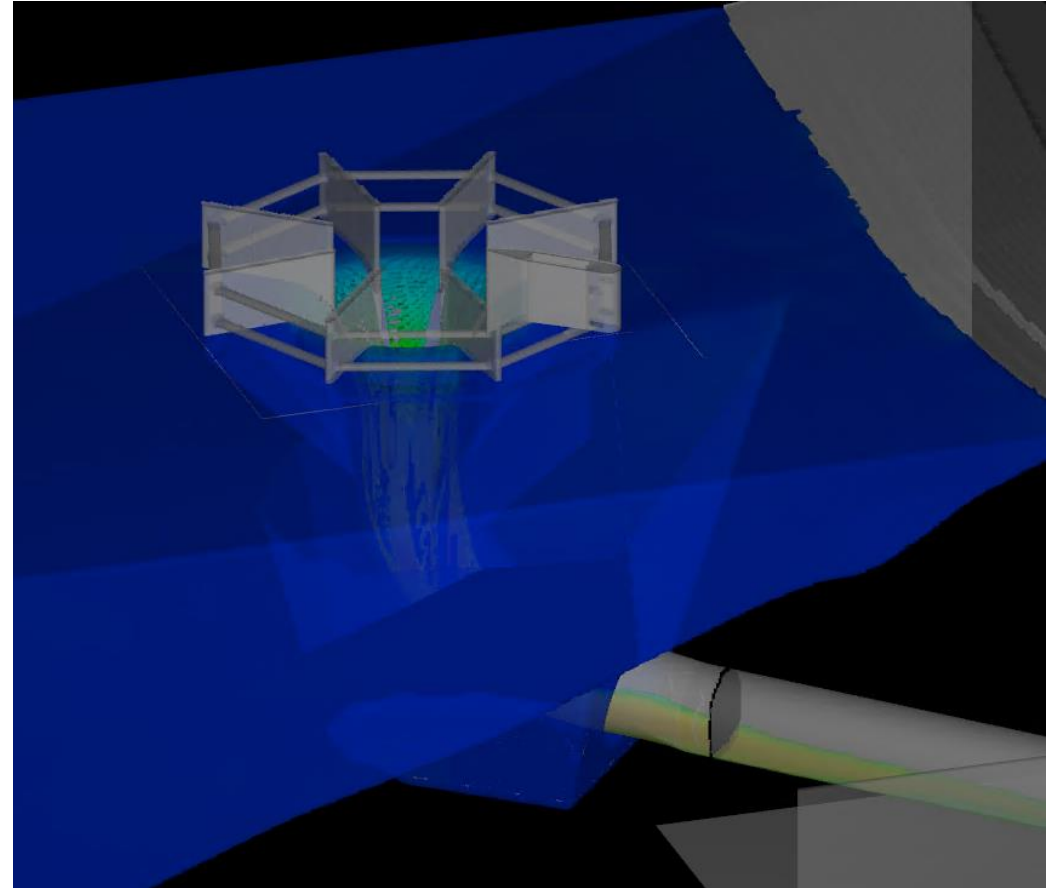
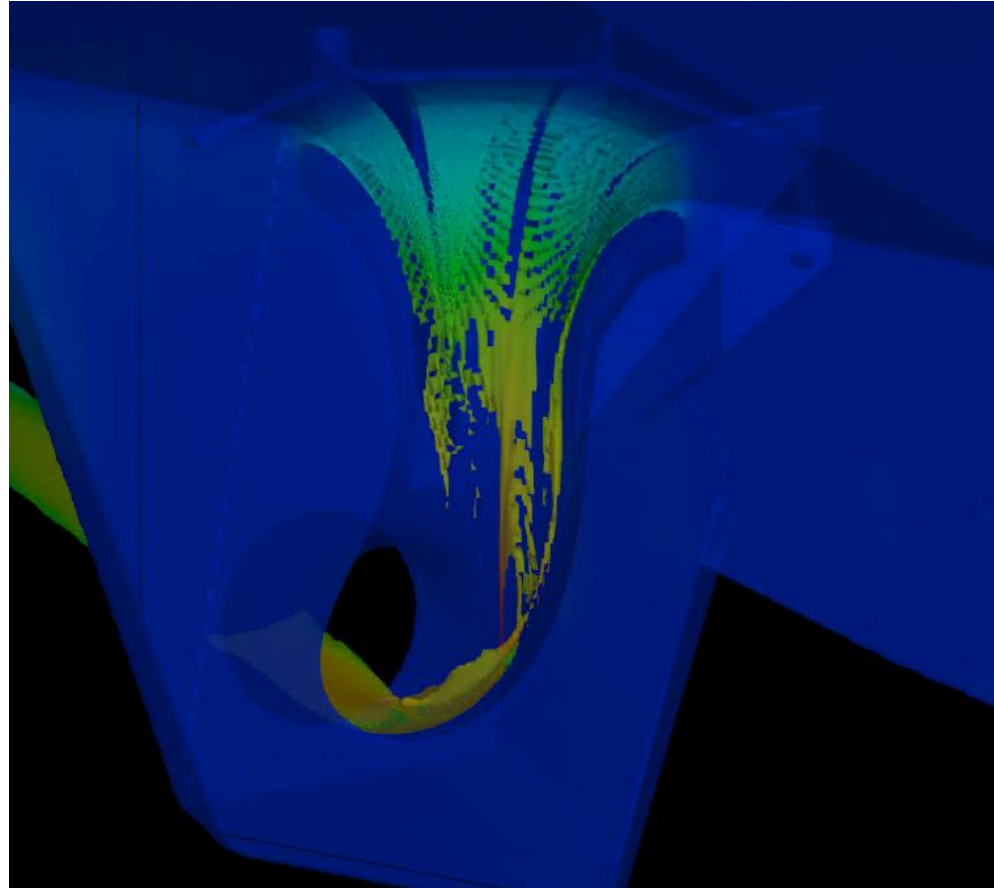
Nam Phak





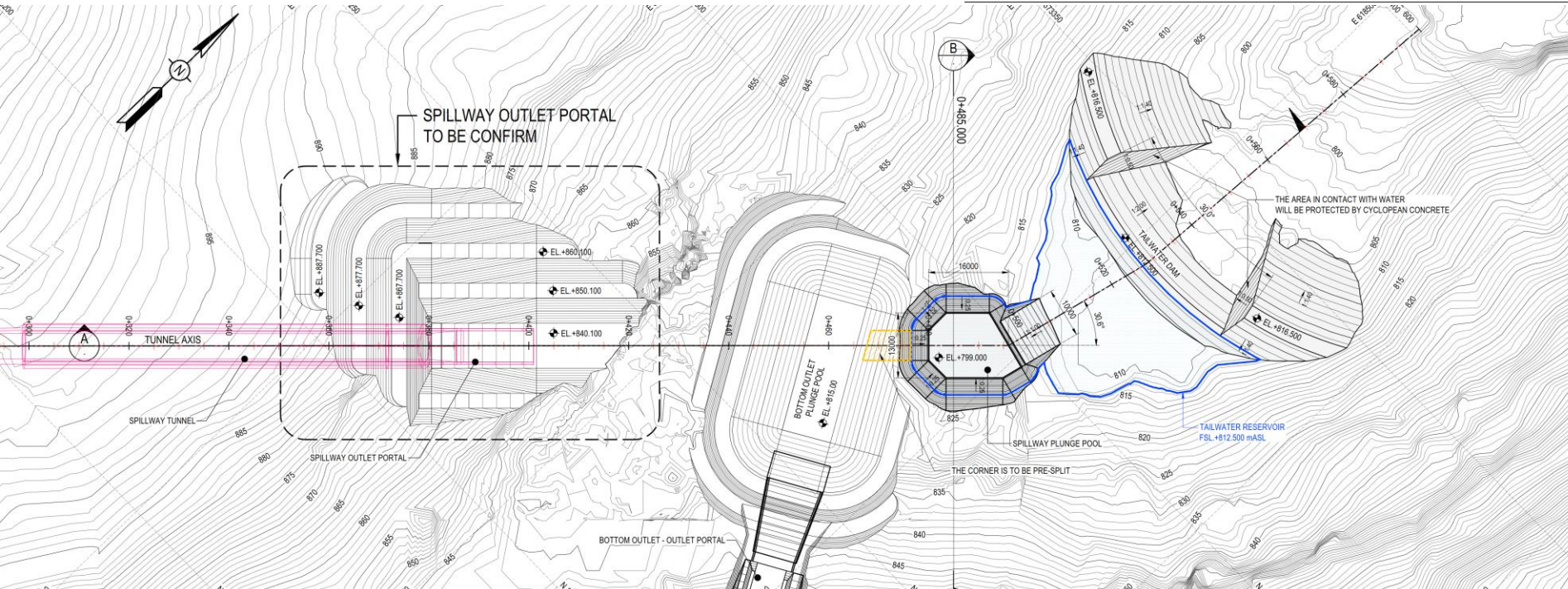
# Evacuateurs de crue

Phou Pong



# Evacuateurs de crue

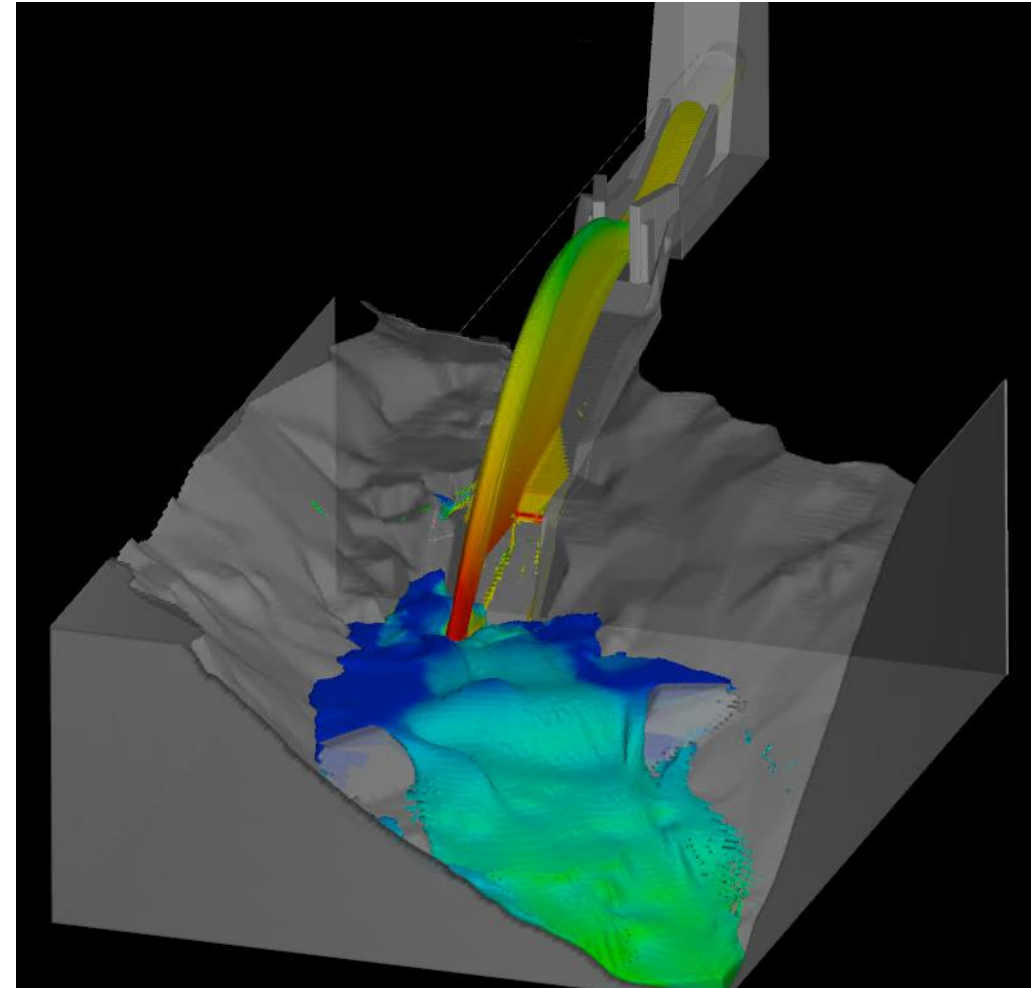
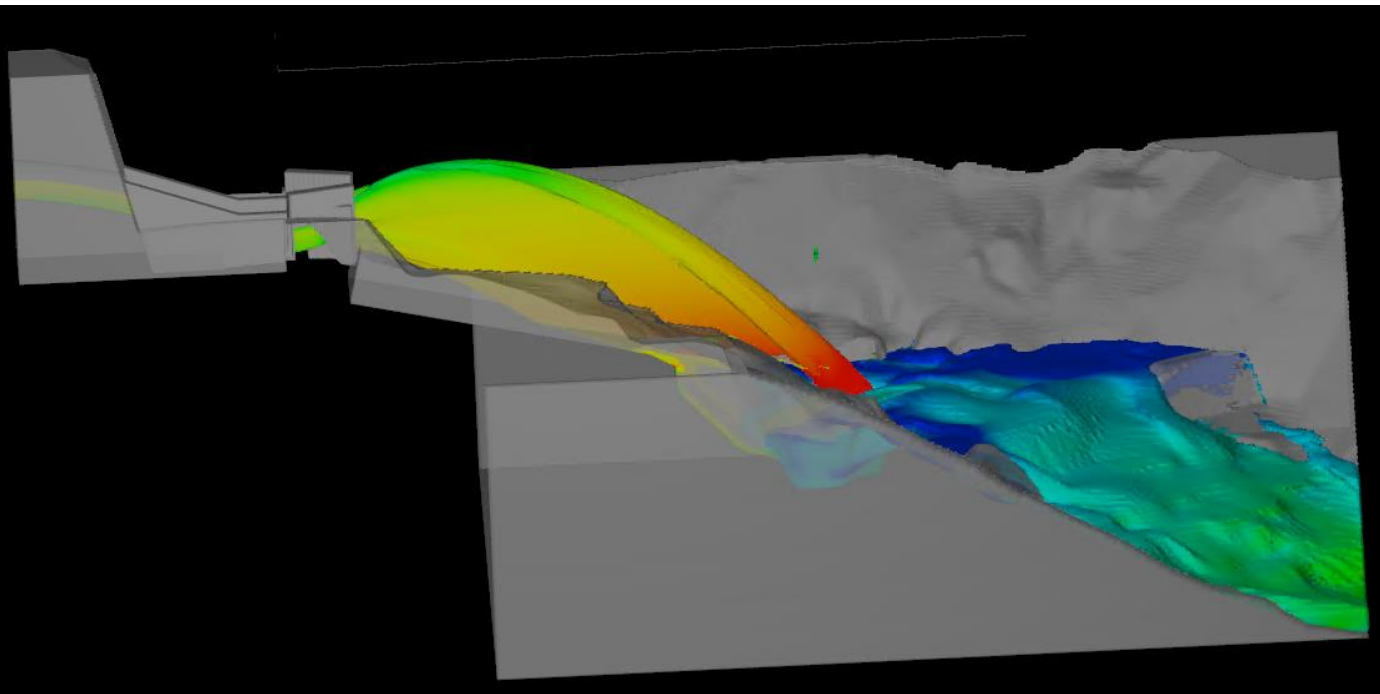
Phou Pong





# Evacuateurs de crue

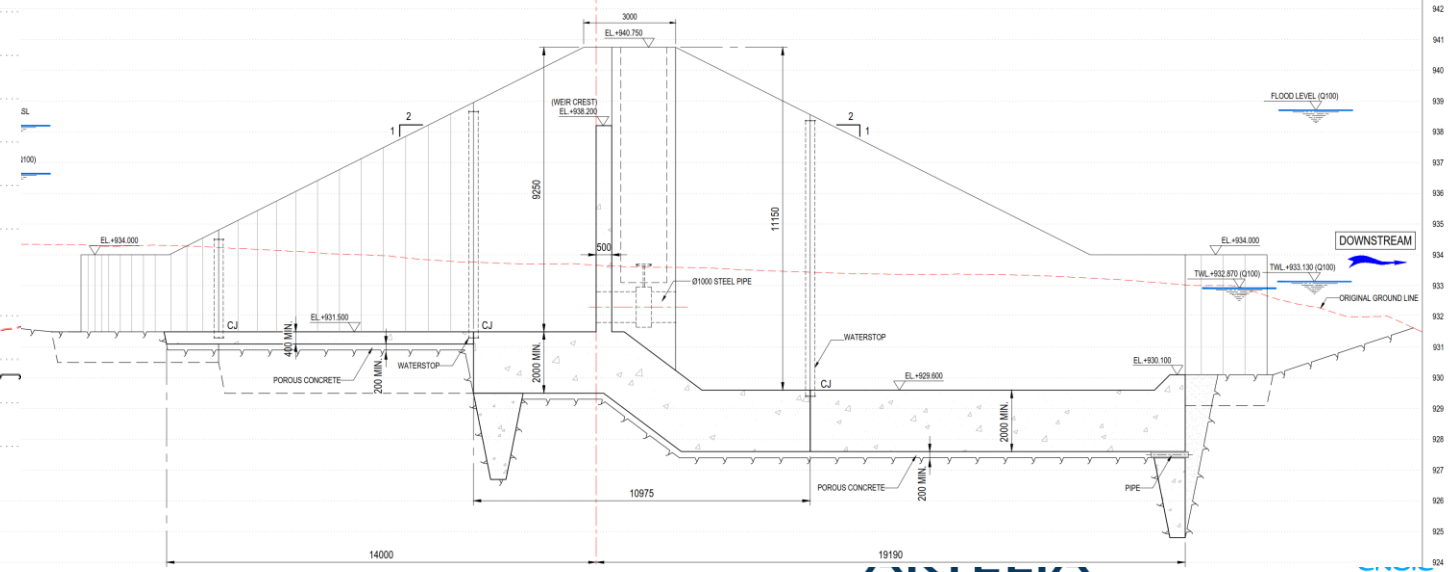
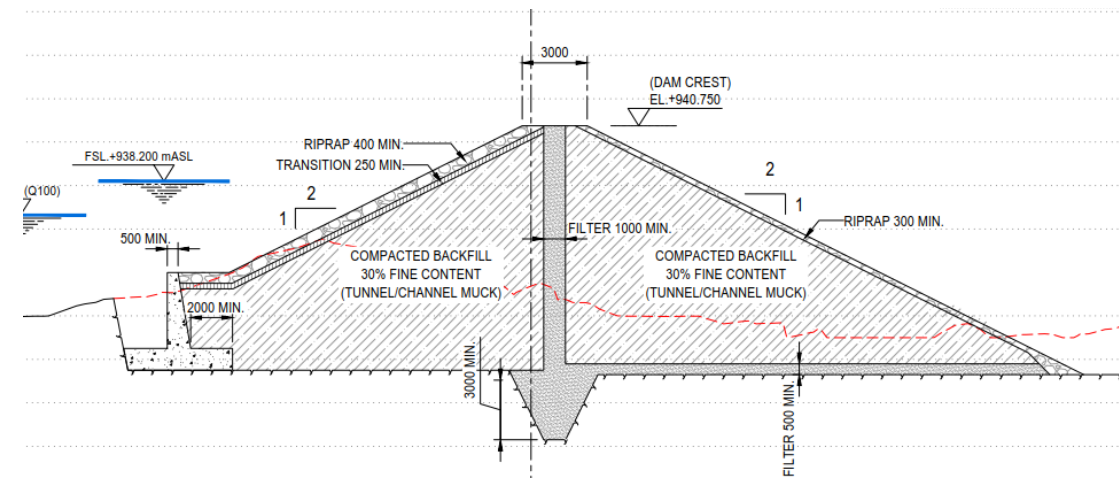
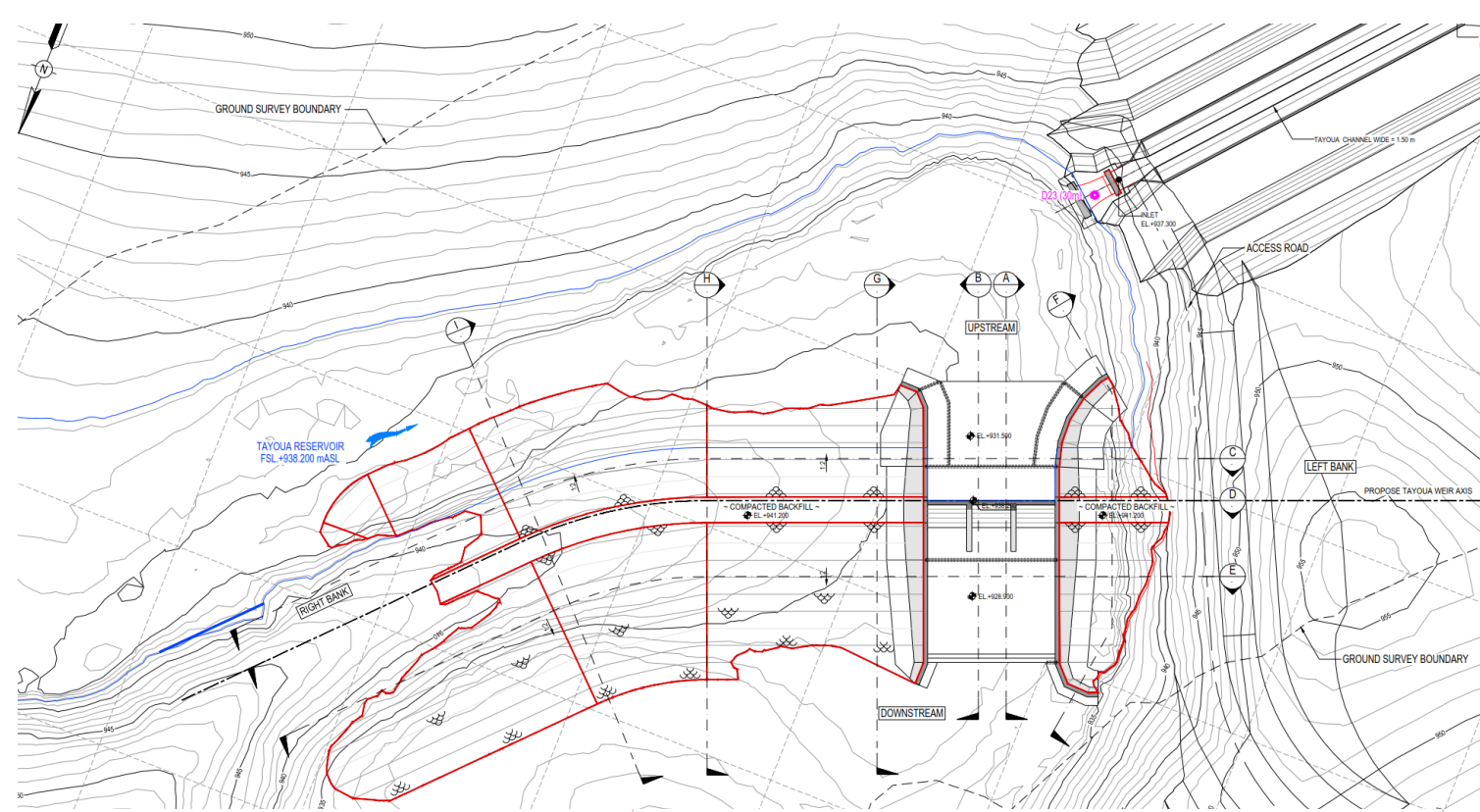
Phou Pong



# Systemes d'amenée

Systemes d'amenée, études de conception :

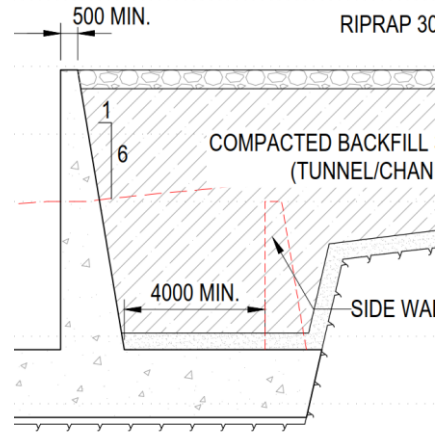
- Section béton avec ailes en remblai homogène,
- Stabilité des sections en béton assurée par le contrôle du gradient hydraulique (longueur du chemin hydraulique)



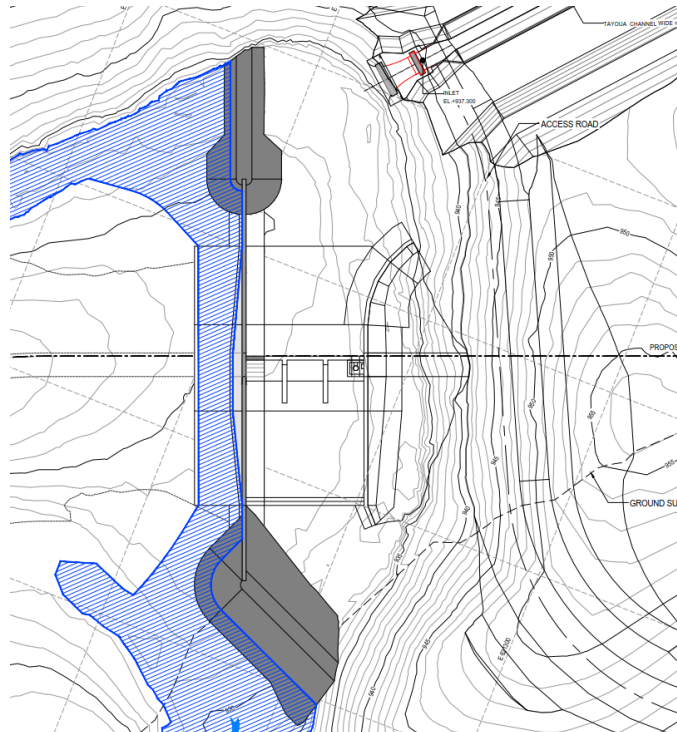
# Systemes d'amenée

Systemes d'amenée, systeme de dérivation :

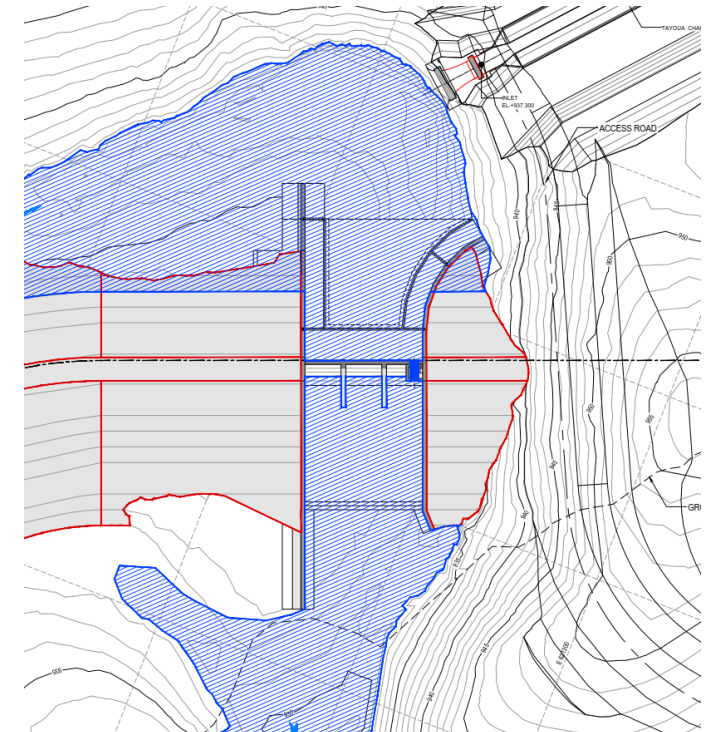
- Challenge principal : conditions géologiques



Phase 1: RB abutment wall and footing to allow for phase 2

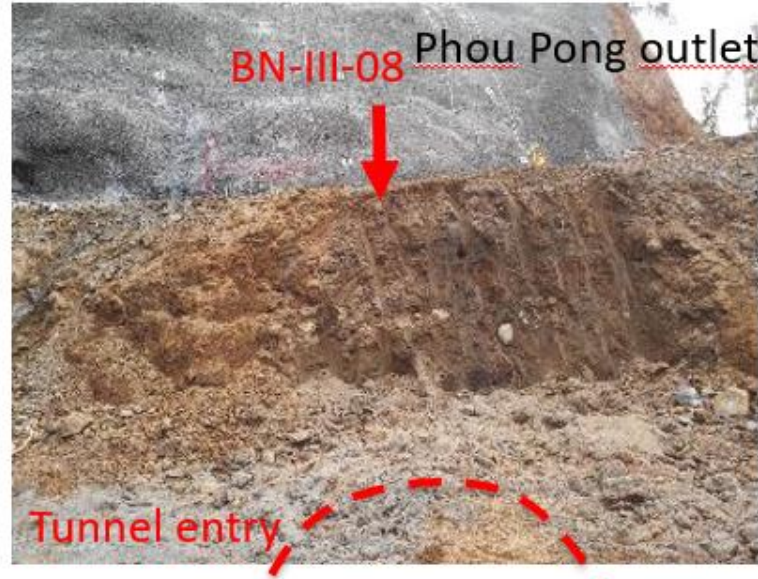


Phase 2: Concrete section works while river is flowing on the wall footing



Phase 3: Embankment Works

# Portails des tunnels



Nam Pha dam





Rive Droite



Rive gauche et vallée

# Nam Pha dam



# Carrière





# Nam Phak Dam et base vie



# Phou Pong Dam



Merci de votre attention !