

# Construction du barrage de Bagatelle - Maurice

Journée des écoles d'ingénieurs du CFBR

14 octobre 2017, Bimont



Pierre AGRESTI  
[pierre.agresti@arteliagroup.com](mailto:pierre.agresti@arteliagroup.com)

**Cfbr**  
comité français  
des **barrages**  
et **réservoirs**

  
**ARTELIA**

## 1. Contexte général

## 2. Contexte géologique

## 3. Contexte hydrogéologique

## 4. Type de barrage

## 5. Mise en œuvre des remblais

## 6. Paroi moulée - Conception

## 7. Paroi moulée - Calculs

## 8. Paroi moulée - Exécution

## 9. Ouvrages annexes



# Groupe ARTELIA



**437 M€**  
CHIFFRE D'AFFAIRES 2016



## FILIALES OPERATIONNELLES

BÂTIMENT & INDUSTRIE

EAU & ENVIRONNEMENT

VILLE & TRANSPORT

ARTELIA INTERNATIONAL

## NOS DOMAINES D'ACTIVITÉ

Bâtiment - Eau - Energie - Environnement  
Industrie - Maritime - Multi-sites - Transport - Ville



**3500** COLLABORATEURS  
dont **1 000** À L'INTERNATIONAL

EN FRANCE  
**2500** **38** AGENCES



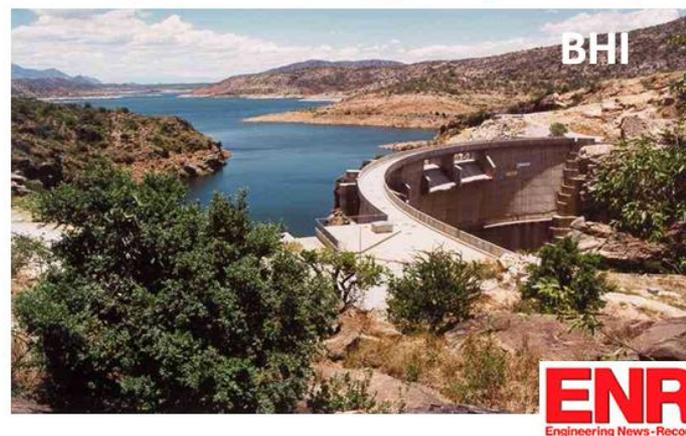
# ARTELIA Eau & Environnement (AEE)

- 450 personnes AEE
  - 56 M€ CA
  - 40% à l'international
- 100 personnes BHI
  - 13 M€ CA
  - 70% à l'international

## Ports et aménagements côtiers



## Barrages et ouvrages hydrauliques



## Ressources en eau et risques



## Energies et Industries



# Barrages, Hydroélectricité et Infrastructures

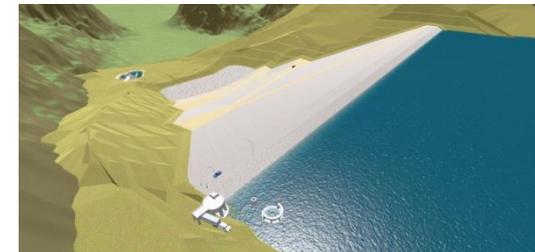
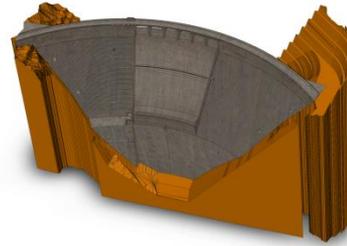
## QUELQUES EXEMPLES DE PROJETS

- France

- CSNE Lot 1 (depuis 2017)
- MAGEO (depuis 2017)
- Centrale de Moulin-Saulnier (depuis 2016)
- Barrage de Vives-Eaux (2009 – 2017)
- Barrage de Riou de Méaulx (2012 – 2016)

- International

- Aménagements de Nam Ngum 3 et 4, Laos (2017 – 2021)
- Aménagement de Rusumo, Rwanda (2014 – 2020)
- Barrage de Vedi, Arménie (2013 – 2022)
- Barrage de Janneh, Liban (2011 – 2020)
- Canaux d'amenée Inga 1 et 2, RDC (2015 – 2018)
- Barrage de New Fulaij, Sultanat d'Oman (2014 – 2017)



- **Situation géographique**

Le barrage de Bagatelle est situé sur les plateaux du centre de l'île Maurice à 400m d'altitude.

- **But du projet**

Le barrage permettra de combler le déficit en eau potable des régions de Port-Louis et des basses Plaines-Wilhems jusqu'en 2050. Barrage avec capacité de stockage de 14 Mm<sup>3</sup>, et production d'eau potable de 25 Mm<sup>3</sup>/an.

- **Données sur le projet**

Client : Ministry of Energy and Public Utility

Date des travaux : 2011-2017

Montant des travaux : 140m€

Etudes de faisabilité SMEC (2006)

Conception Tractebel Engineering, Coyne et Bellier (2010)

Prestations ARTELIA : Etudes, plans d'exécution, supervision des travaux



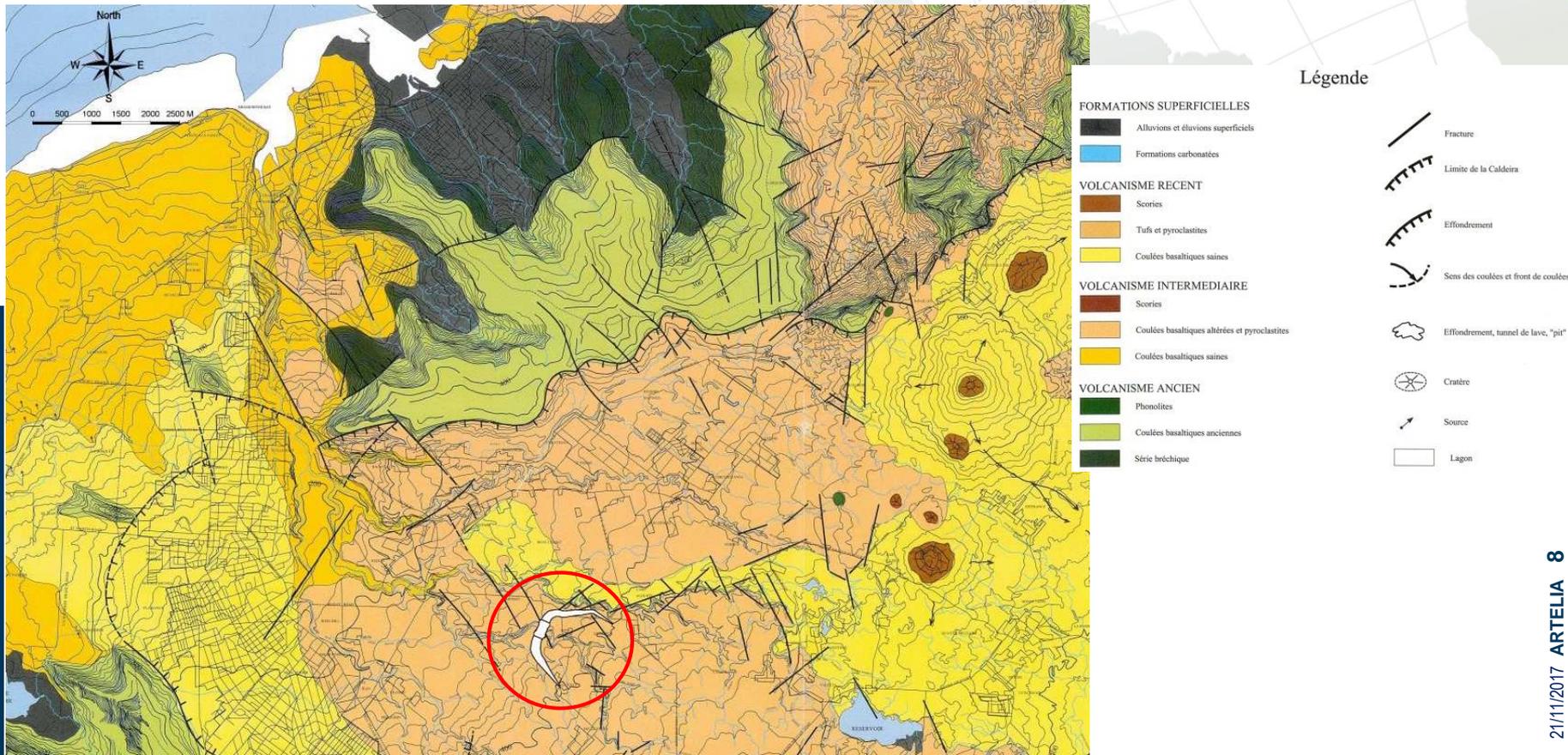
# AMENAGEMENT GENERAL



L'île Maurice s'est formée en trois épisodes volcaniques distincts : Ancien (-10Ma à -3,5Ma), Intermédiaire (-3,5Ma à -1,7Ma), Récent (-1,7Ma à -0,2Ma).

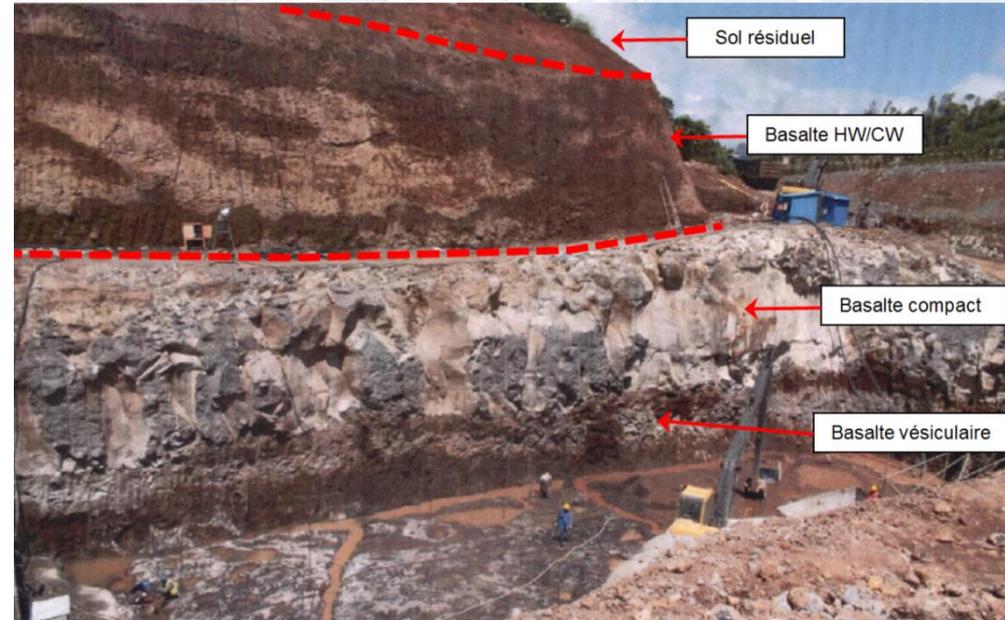
Chaque épisode volcanique est caractérisé par une succession d'éruptions et de périodes calmes.

Le barrage de Bagatelle s'inscrit dans les formations volcaniques intermédiaires constituées de basalte gris à olivine.

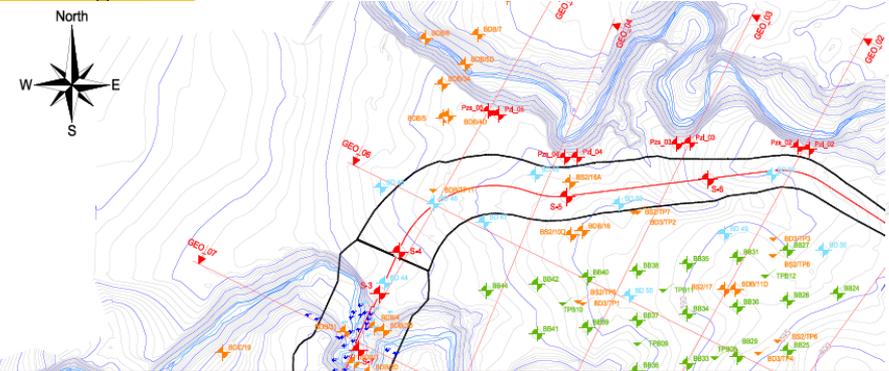
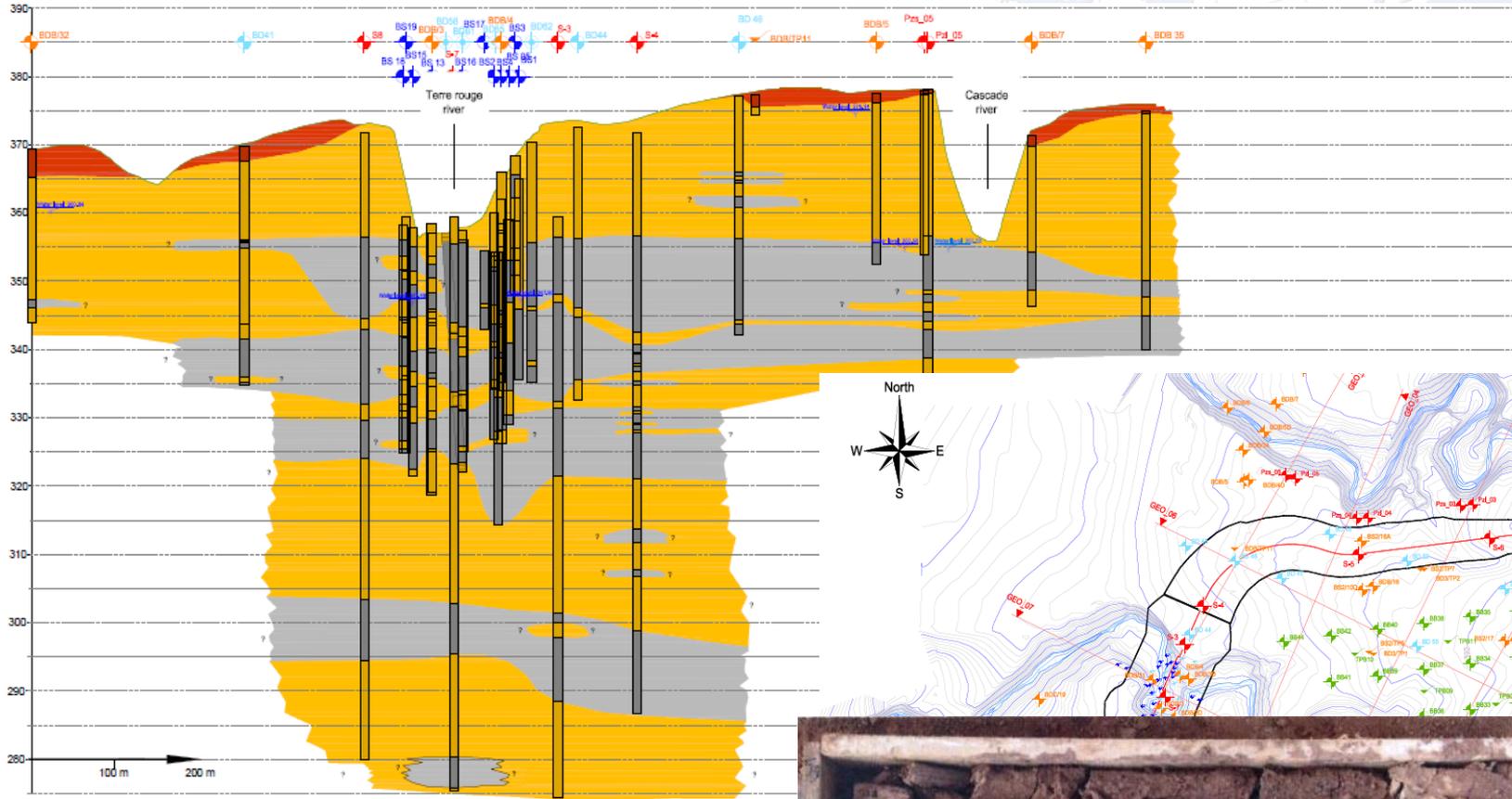


## Profil d'altération

- Sol résiduel (épaisseur moyenne 2m). Limons argilo-graveleux rouge-brun > **Noyau**.
- Basalte HW/CW (épaisseur 10 à 15m). Basalte +/- vésiculaire altéré violet-noir. Sol mais structure visible > **Recharges**.  
Dans cette couche présence de blocs liés (0,5 à 5m)
- Basalte MW/SW/fresh. Lits de 5 à 10m. RQD 75%, UCS 135MPa > **Enrochements**.



# Contexte Géologique



**LEGEND:**

<span style="color: red;">■</span>	Residual Soil
<span style="color: orange;">■</span>	CW (completely weathered material) HW (highly weathered material)
<span style="color: grey;">■</span>	MW (moderately weathered material) SW (slightly weathered material)

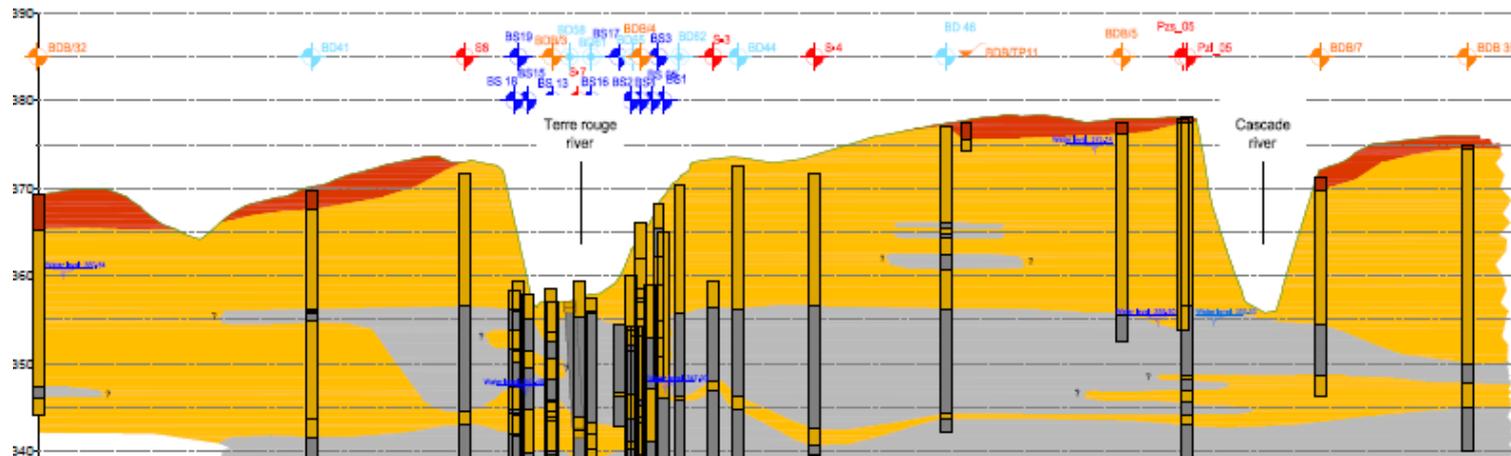


- **Contexte général**

- Aquifère Phoenix/Beau-Bassin/Moka, le mur est constitué par les formations volcaniques anciennes peu perméables.
- Alternance couches saines et altérés est à l'origine d'aquifères multicouches

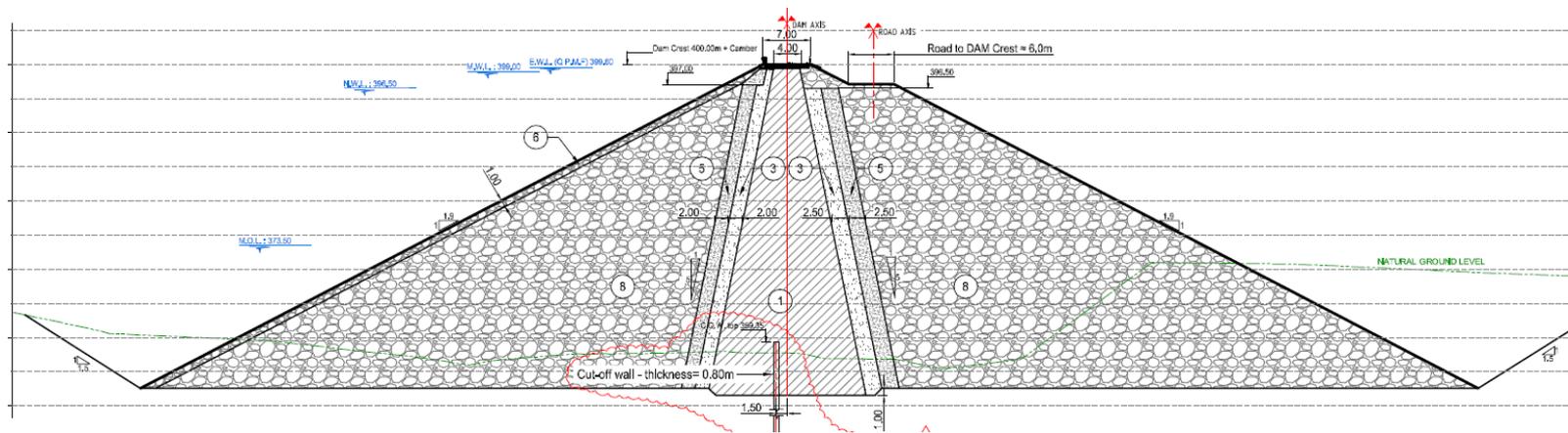
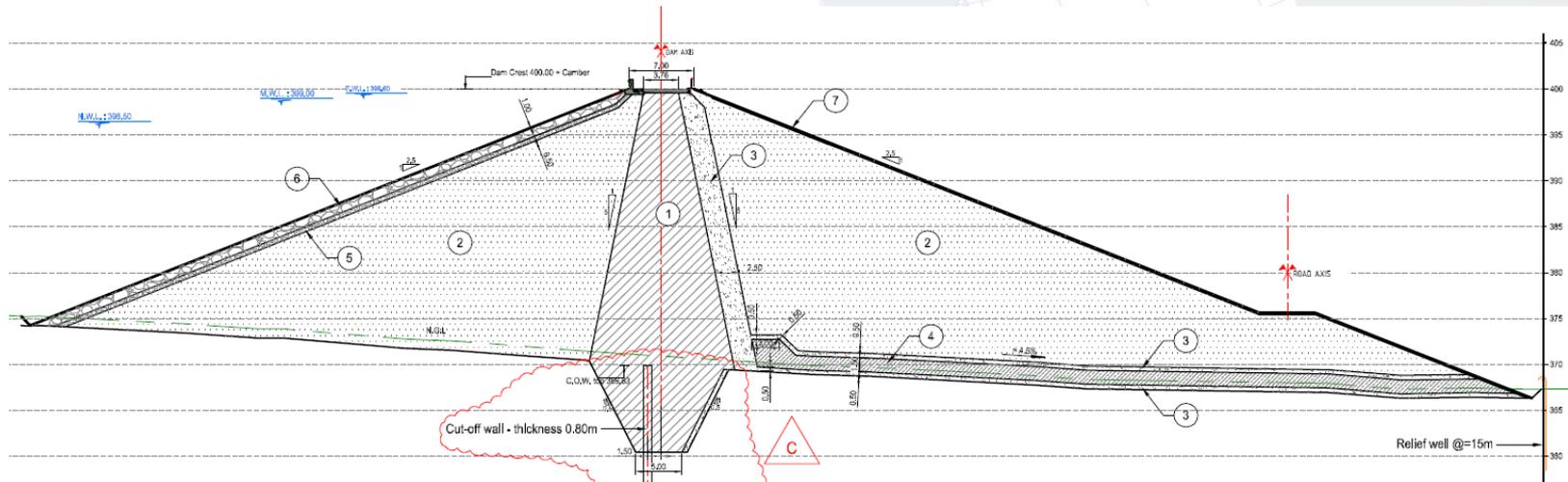
- **Aquifères multicouches**

- Aquifère superficielle dans la couche résiduelle dans les faciès graveleux.
- Aquifère intermédiaire (alt. 355 à 365m msl) correspondant aux niveaux des rivières Terre rouge et Cascade
- Aquifère profonde ( alt. 345 à 348msl), 10m sous la Rivière Terre Rouge considérée comme l'aquifère principale



# Type de barrage

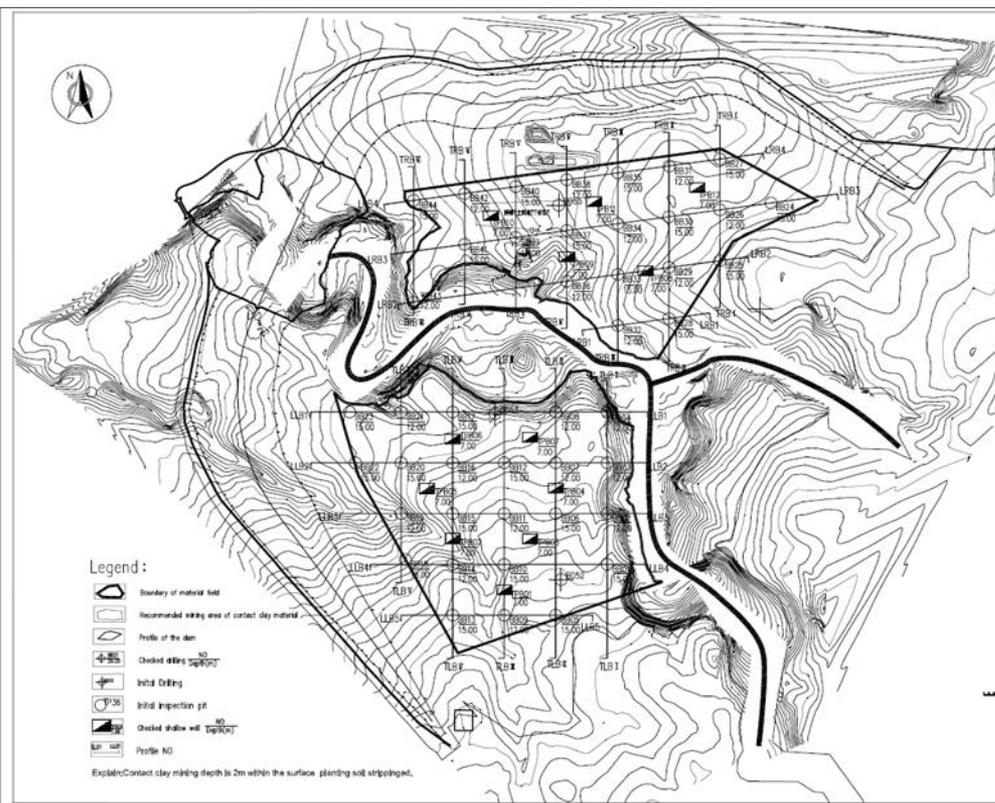
- Longueur en crête : 2500m
- Réservoir : 14 Mm<sup>3</sup>
- Hauteur maximale : 45m
- Noyau + recharges : 2 300 000 m<sup>3</sup>
- Enrochements : 800 000 m<sup>3</sup>
- Rip-rap, filtre, transition, drain : 460 000 m<sup>3</sup>





- **Zones d'emprunt**

- 0-2m > Noyau
- 2-7m > Recharges



- **Pluviométrie**

- ❖ PMP : 1600mm/24h -> pluie de dimensionnement de l'évacuateur de crues
- ❖ 1880mm/an, ~25% de jours sans pluie, ~50% de jours entre 0 et 5mm de pluie, ~25% de jours avec pluie >5mm

- **Compactage**

- ❖ Rouleau vibrant pied de mouton 16 tonnes
- ❖ 10 passes par couches, épaisseur 300mm compacté (~ 380mm brut)

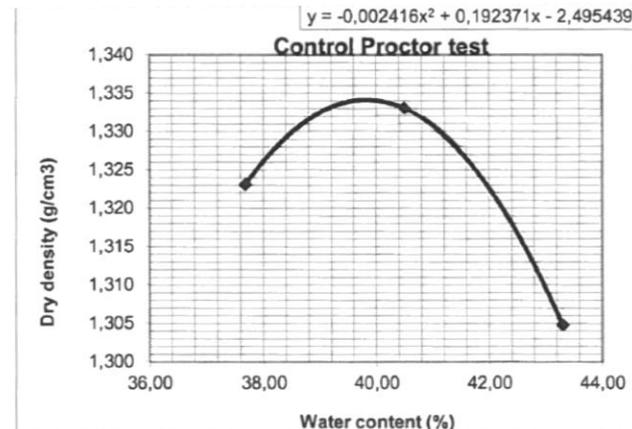
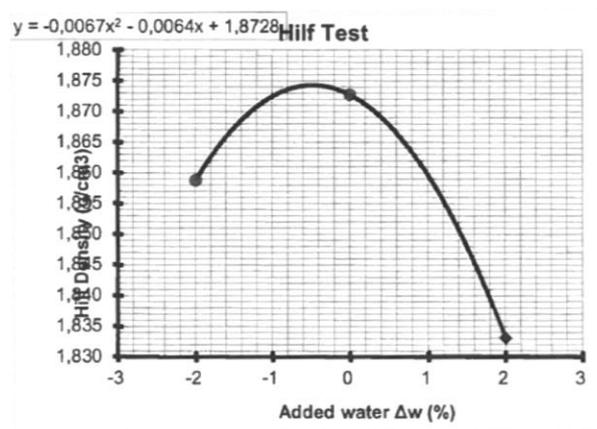
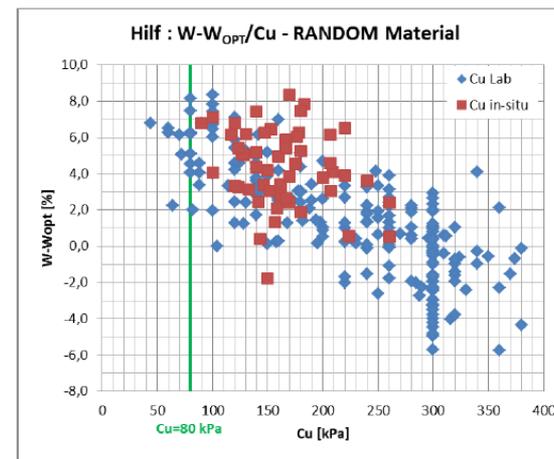
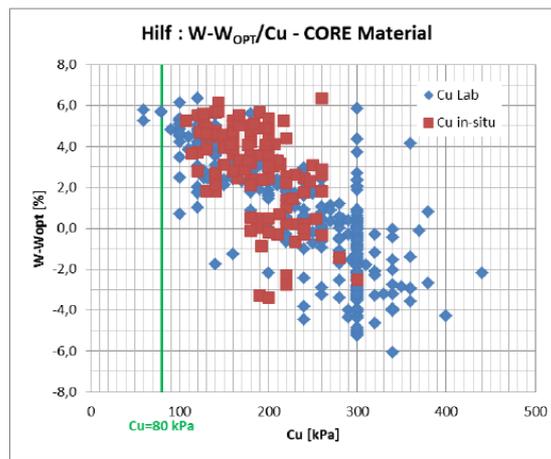


- **Contrôles**

Approche classique Proctor peu adaptée vu les spécificités du matériau.

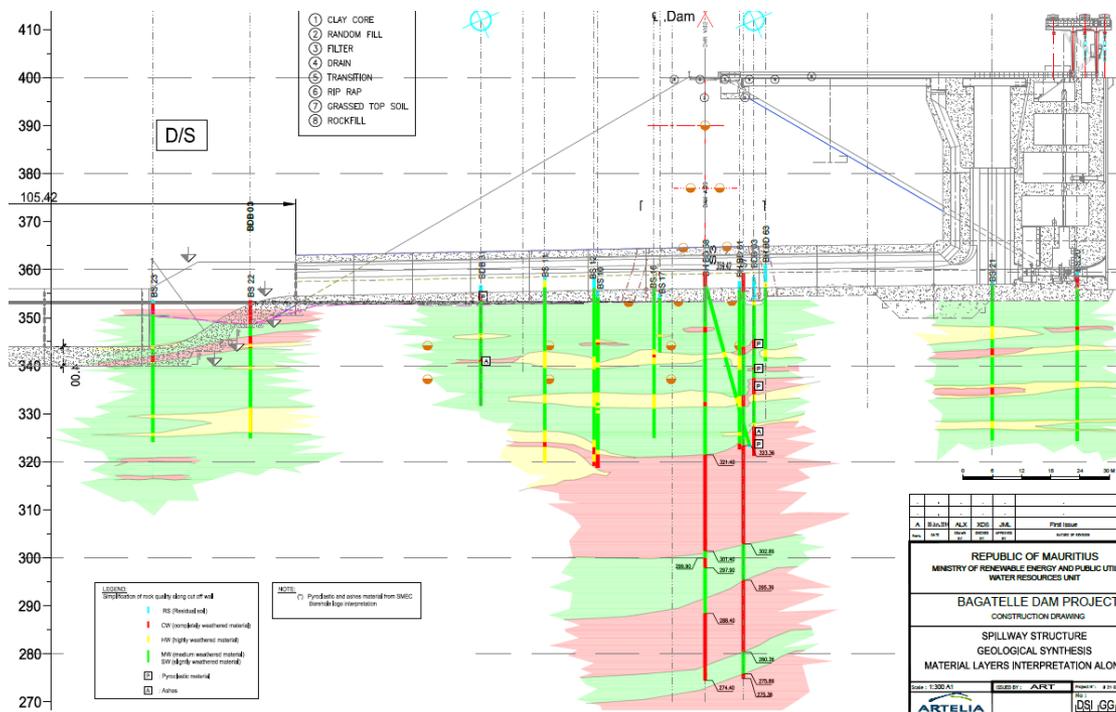
Mise en place d'un double contrôle par

- Méthode de HILF
- Mesures de la cohésion non drainée  $C_u$  au scissomètre de chantier.



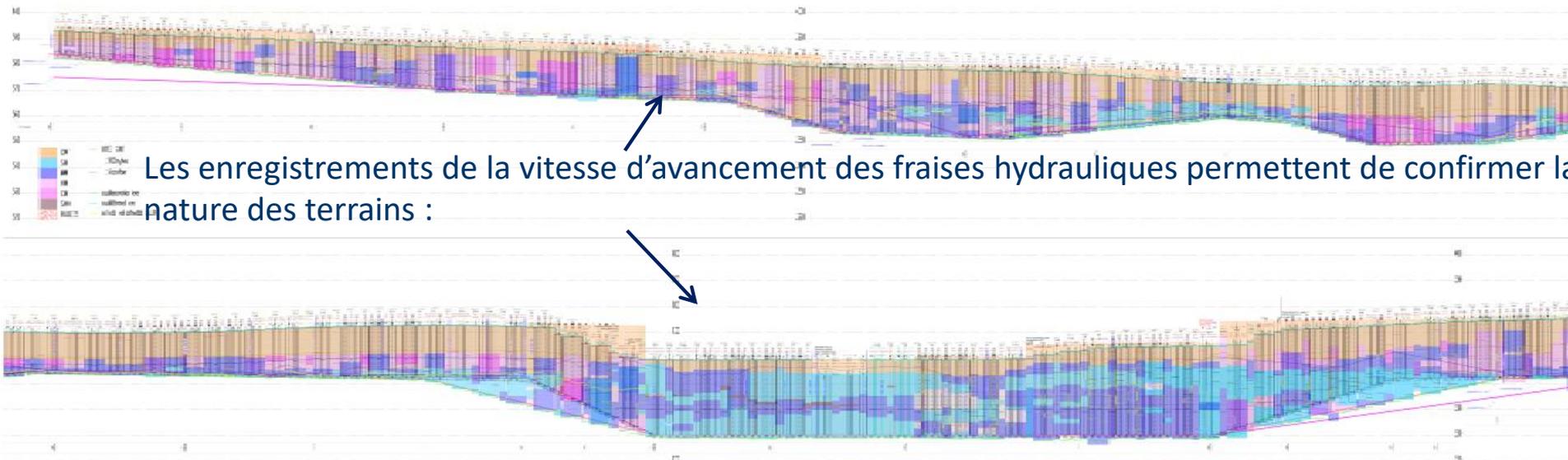
# Paroi moulée - Conception

- Epaisseur = 800mm
- Surface = 57 000m<sup>2</sup>
- Paroi non ancrée dans un substratum (paroi « perchée »), d'où plusieurs critères de conception :
  - ❖ Ancrage dans les basaltes MW & SW.
  - ❖ Réduction au minimum les pertes d'eau.
  - ❖ Contrôle érosion interne dans les couches de basalte très altérées
  - ❖ Hauteur = 0,8h
  - ❖ En rive droite, paroi ancrée 5m sous le niveau de la rivière Cascade.
- Compatibilité de déformation sol/paroi : partie centrale avec 2 formulations de béton plastique



Niveau d'altération des terrains en profondeur très variables :

- SPT ~20 coups dans les basaltes altérés (HW & CW), mais attention à la présence de boulders !
- R<sub>c</sub> : jusqu'à 150MPa dans les basalte non altéré (fresh & SW & MW).



# Paroi moulée - Calculs

## • Calculs 2D/3D

Modèle FLAC 2D/3D.

Effets de poinçonnement locaux :

- Autour de la galerie
- Au niveau des horizons compressibles

Contour Of Z-Displacement

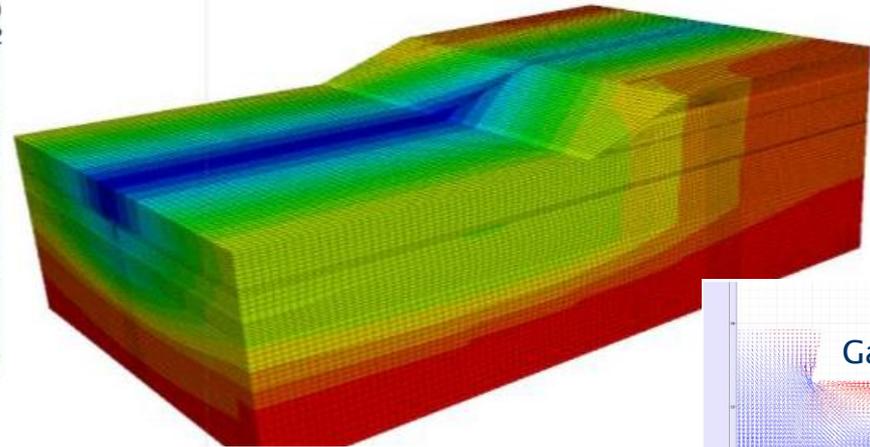
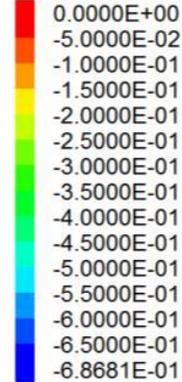
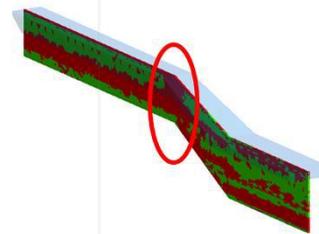


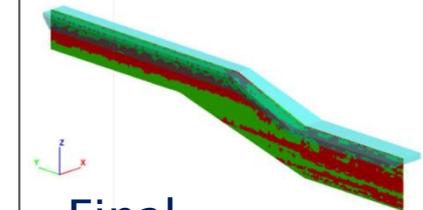
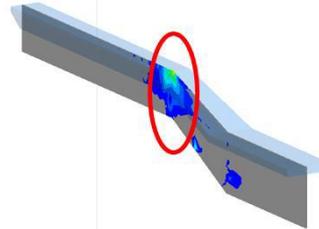
Fig. 73. Longitudinal model - Cutting-off stage - Effective tensors of stresses in the cut-off wall

Zone  
Color by: State -Average  
None  
shear-p  
shear-p tension-p  
tension-p  
ZGroup  
Group Slot: 3  
core

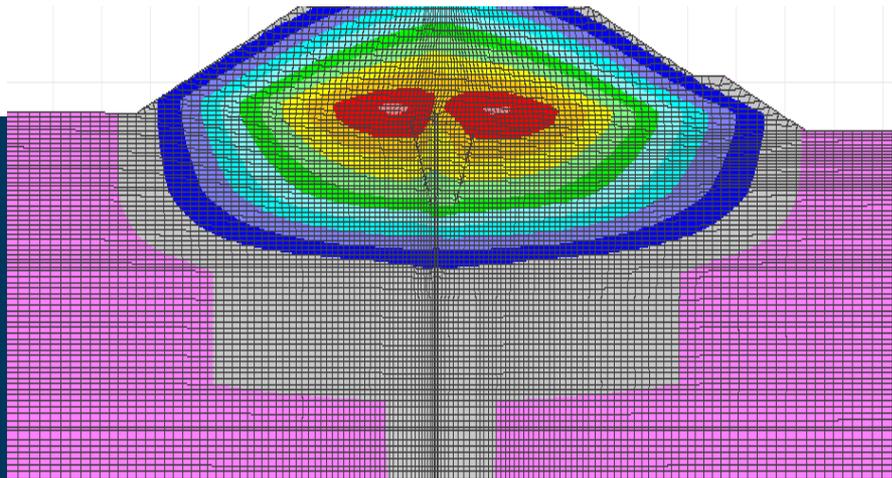
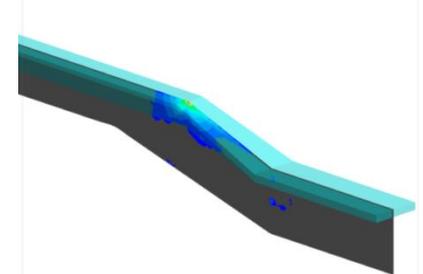
ZGroup  
Group Slot: 3  
core  
Contour of YY-Strain Increment  
Calculated by: Volumetric Averaging  
1.3567E-02  
1.3000E-02  
1.2000E-02  
1.1000E-02  
1.0000E-02  
9.0000E-03  
8.0000E-03  
7.0000E-03  
6.0000E-03  
5.0000E-03  
4.0000E-03  
3.0000E-03  
2.0000E-03  
1.0000E-03



Initial



Final



# Paroi moulée - Exécution



# Paroi moulée - Exécution



**Réalisation :**

**12 mois de travaux**

**2 à 3 hydrofraises.**

Agrégats des bétons plastiques obtenus à partir de boulders concassés.

**Coût de la paroi : 43M€**

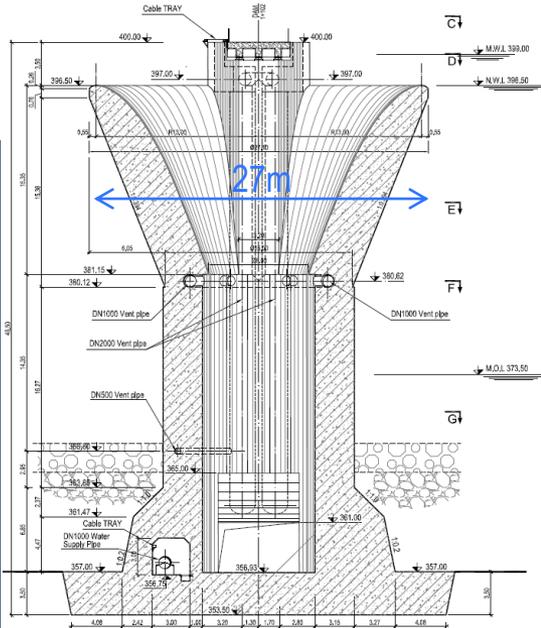
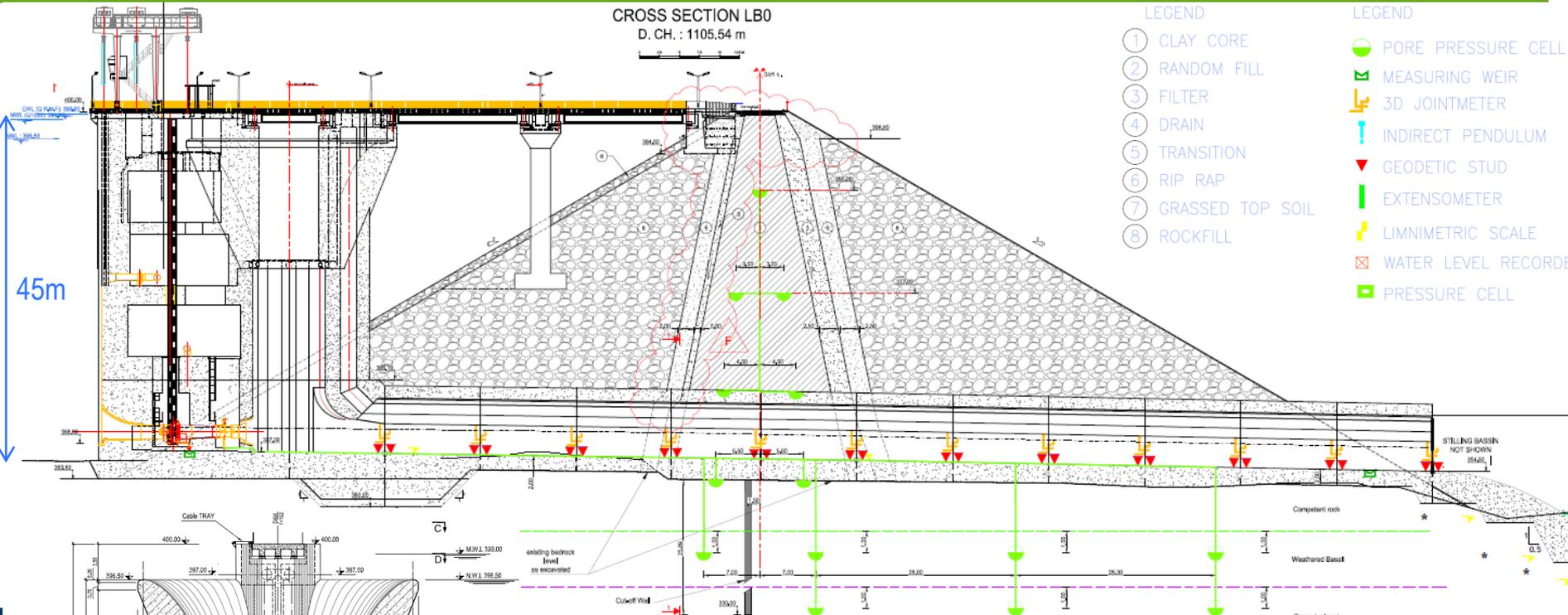
**Formulation des bétons plastiques :**

CEMIII 32,5 LH HS+ Na bentonite.

**PC1** : 80kg de ciment

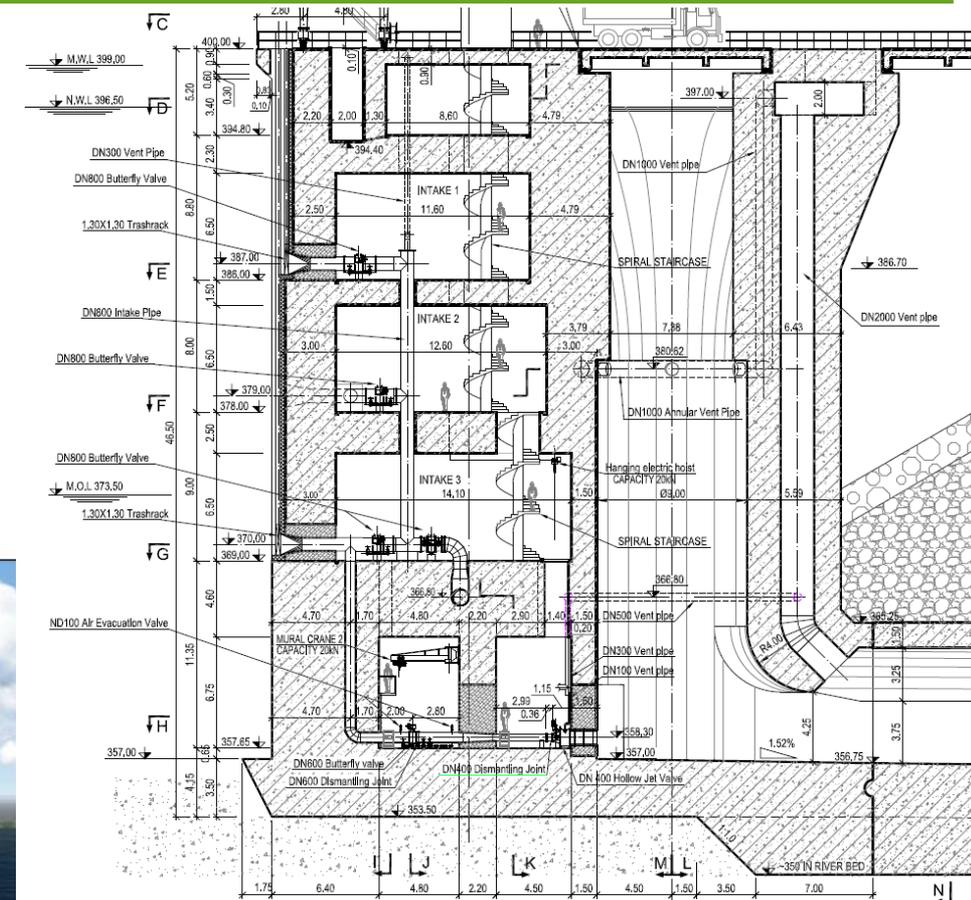
**PC2** : 240kg de ciment





## Ouvrages principaux :

- Tour de prise : vanne jet-creux 70m<sup>3</sup>/s
- Prise d'eau étagée de 3 m<sup>3</sup>/s, à 3 niveaux.
- Evacuateur tulipe, galerie principale
- PMF : 800 m<sup>3</sup>/s
- Galerie d'accès avec conduite 1m.





Ouvrage	Unité	Quantités
Barrage en terre	m3	2 000 000
Barrage en enrochement	m3	700 000
Béton	m3	70 000
Dalot de dérivation	m	2 175
Paroi moulée	m2	57 000

14/10/20

17