



Barrage hydroélectrique de Singrobo-Ahouaty Côte d'Ivoire

Travaux de génie civil





Introduction

Partie 01 - Présentation du projet

Partie 02 - Les ouvrages en béton

Partie 03 - Le corps du barrage et son étanchéité



Partie 01

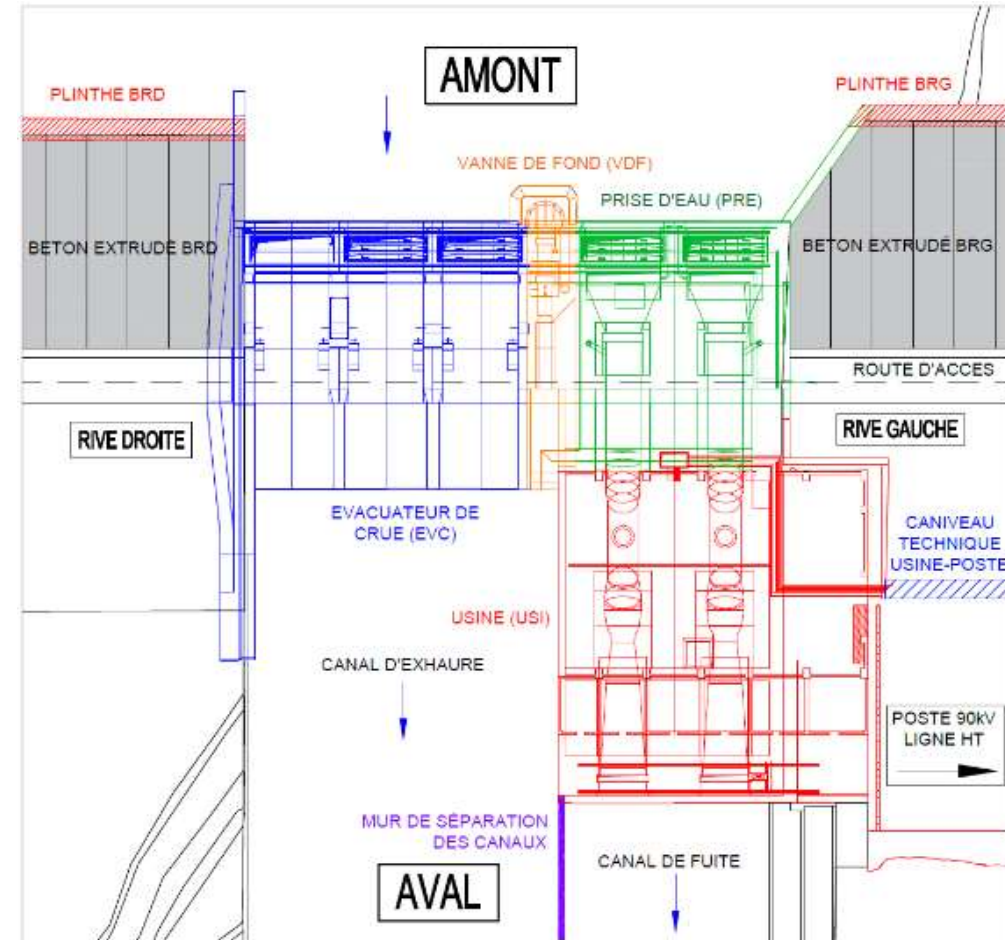
Présentation du projet



A grayscale map of the world centered on the Atlantic Ocean. The continents of North America, South America, Europe, Africa, and Asia are visible in light gray. A grid of latitude and longitude lines is overlaid. Senegal is highlighted in a dark green color, located on the western coast of Africa.



A 3D perspective rendering of a dam and its powerhouse. The dam is a long, brown structure with a grey crest, extending from the left towards the right. A large, multi-story powerhouse with a grey roof is situated at the base of the dam, with a small stream flowing out from its base. The reservoir behind the dam is a large, blue body of water. The surrounding landscape is green, and the sky is a light blue gradient.



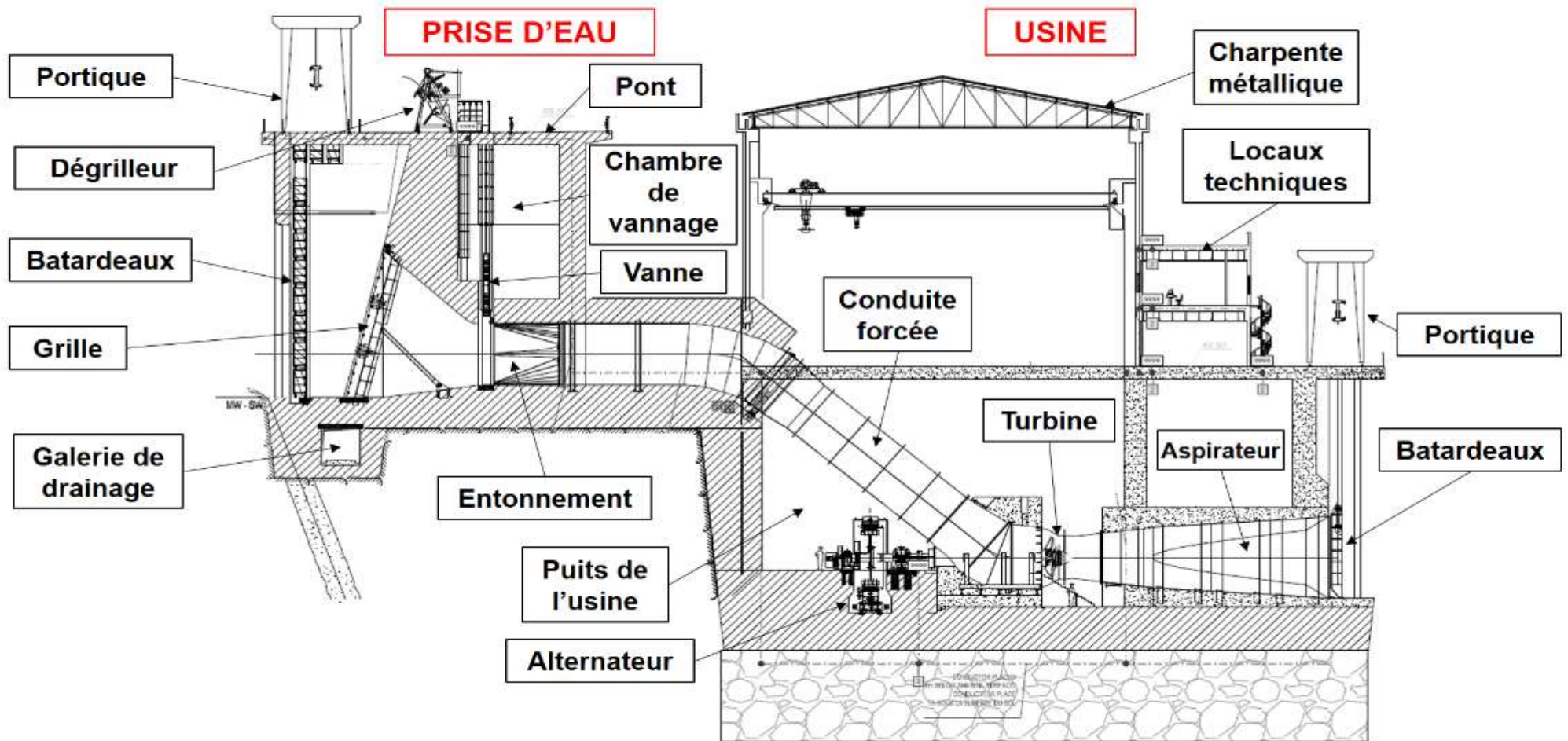
Description générale : vue aérienne avant les ouvrages GC



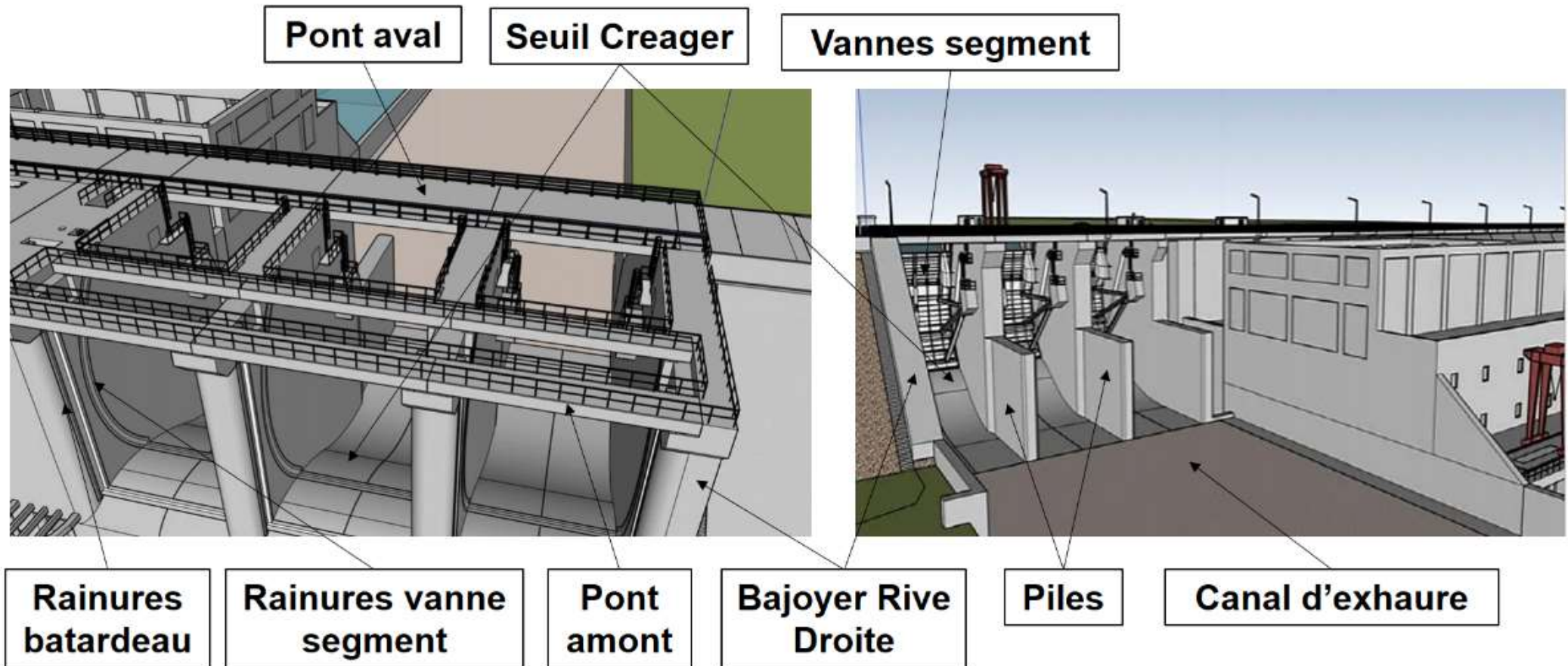
Description générale : **vue aérienne avant les ouvrages GC**



Description générale : la centrale hydroélectrique



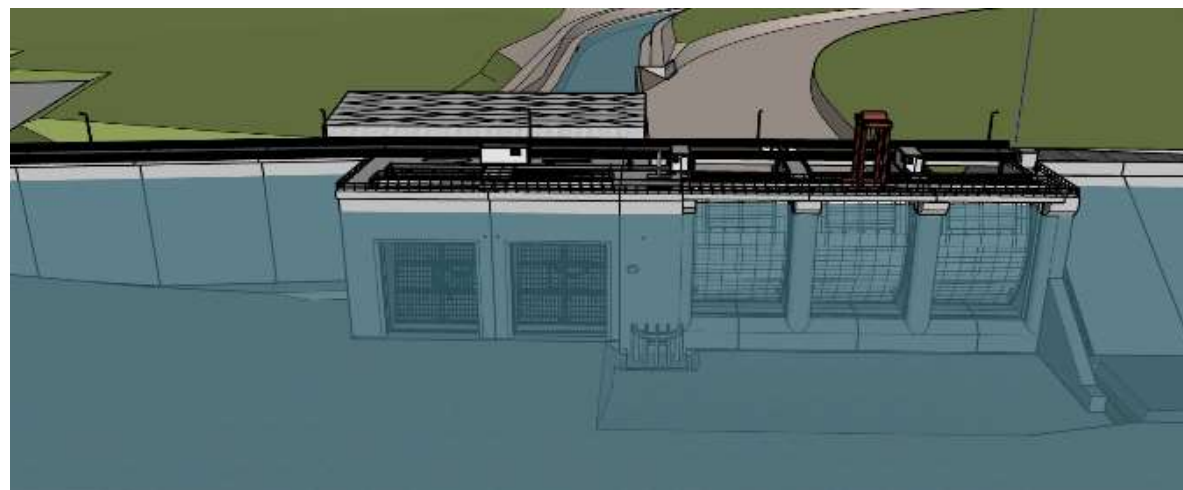
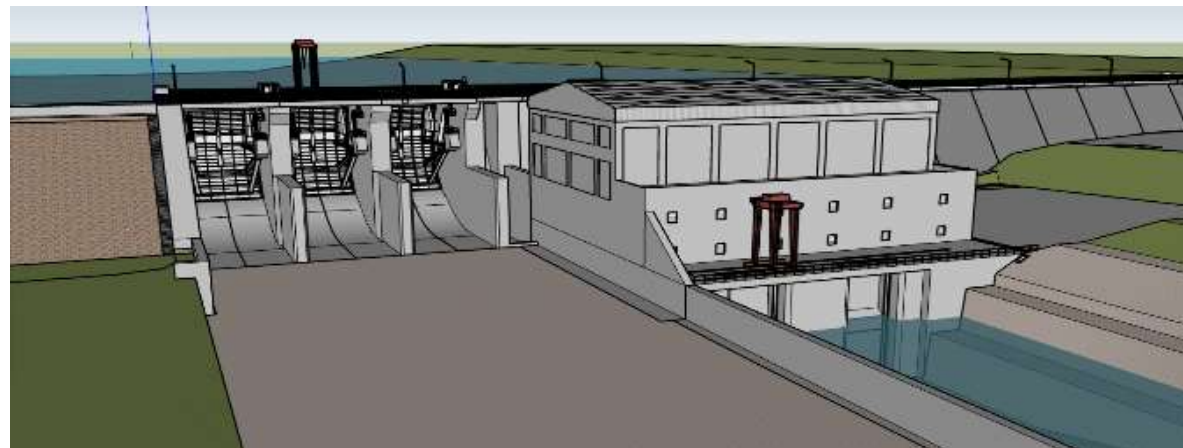
Description générale : l'évacuateur de crue



Chiffres clés

Projet d'Aménagement Hydroélectrique de Singrobo-Ahouaty

Type de marché	Conception-Construction (120 M€)
Effectif total projet	550 personnes
Béton ouvrages GC	65 000 m3 = 6 500 toupies
Béton extrudé barrage	20 000 m3 = 2 000 toupies
Hauteur des piles de l'EVC	26,50 m = 1 immeuble de 9 étages
Profondeur du puits de l'usine	20,00 m = 1 immeuble de 7 étages
Largeur max. des voiles	10 m
Epaisseur max. des radiers	5 m
Superficie géomembrane	42 000 m2 = 8 terrains de foot
Longueur barrage (hors GC)	1,2 km
Hauteur max. barrage en remblai	31,5 m = 1 immeuble de 11 étages
Volume retenue d'eau	105 millions m3 cube d'eau
Volume remblais	1,2 millions m3 enrochements
Tonnage vanne secteur	170 T = 34 éléphants
Nombre de turbines	2 turbines Kaplan
Puissance du barrage	44 MW = 2% énergie Côte d'Ivoire



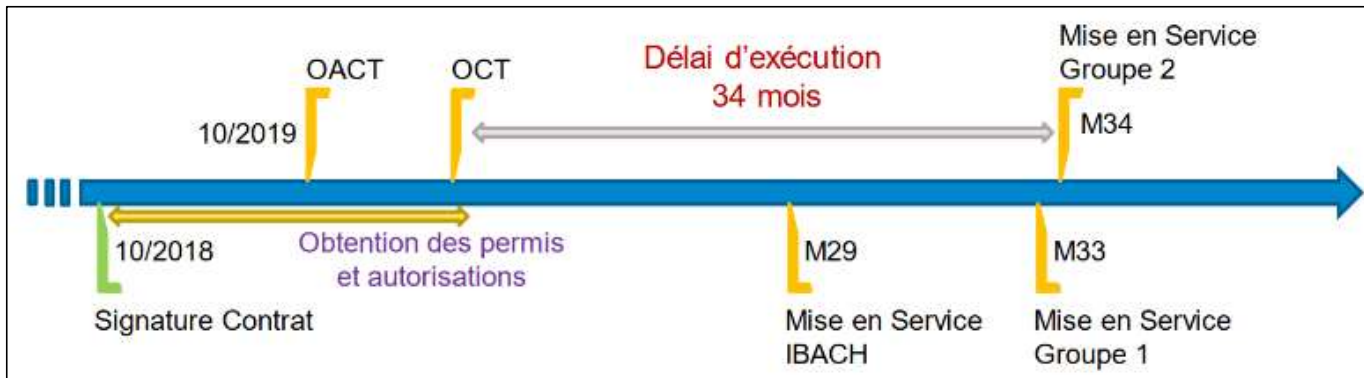
Management de projet

Projet de Conception-Construction clé-en-main (1^{er} en Afrique de l'Ouest) :

- Responsabilité des études de conception à la mise en service des ouvrages et équipements
- Prix forfaitaire, non actualisable, non révisable / Délai fixe / Paiement par « milestones »
- Financement de projet avec société de projet IHE (actionnaires privés) : 110 M€
- Pénalités importantes en cas de non atteinte des performances :
 - Convention de Concession IHE (35 ans) : Puissance installée de 44 MW
 - Contrat de Conception-construction : Puissance installée de 44,4 MW
 - Performances environnementales et sociales (EIES)

Projet complexe (analyse de risques) :

- Multi-métiers : terrassements, routes, ouvrages de génie civil, locaux techniques, équipements électromécaniques, hydromécaniques et électriques
- Conditions climatiques d'un projet en pays tropical : saisons des pluies / saisons sèches
- Projet sur un cours d'eau : risques de crues, protection et phasage des travaux



Société de projet (actionnaires privés)



Groupement Conception-Construction



Principaux sous-traitants



PLATFORME TECHNIQUE - 11/02/2022

An aerial photograph of a large industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The site is characterized by numerous large, circular storage tanks, several large rectangular storage piles of raw materials or waste, and various industrial buildings and processing units. The facility is surrounded by a dirt road and some vegetation. The text "PLATFORME TECHNIQUE - 11/02/2022" is visible in the top left corner.

Le chantier...





HSE : attention travaux en hauteur !



Stratégie bas-carbone et préservation de la biodiversité



2021



2023



2021



2022





2021



2023

2021



2023



2021



2023



2021



2022



2021



2023



2020



2022



2020



2021

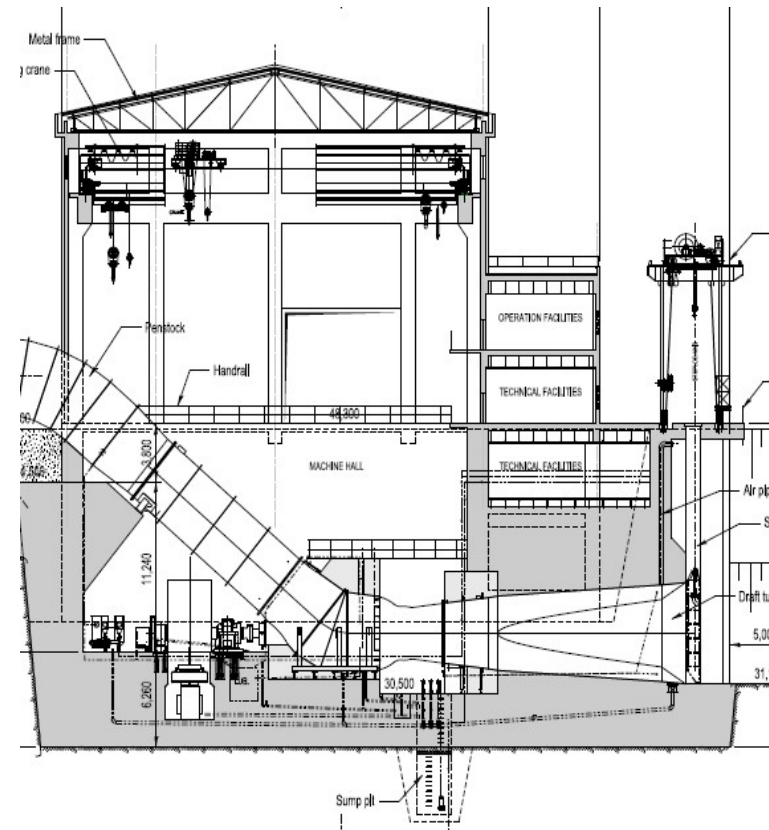
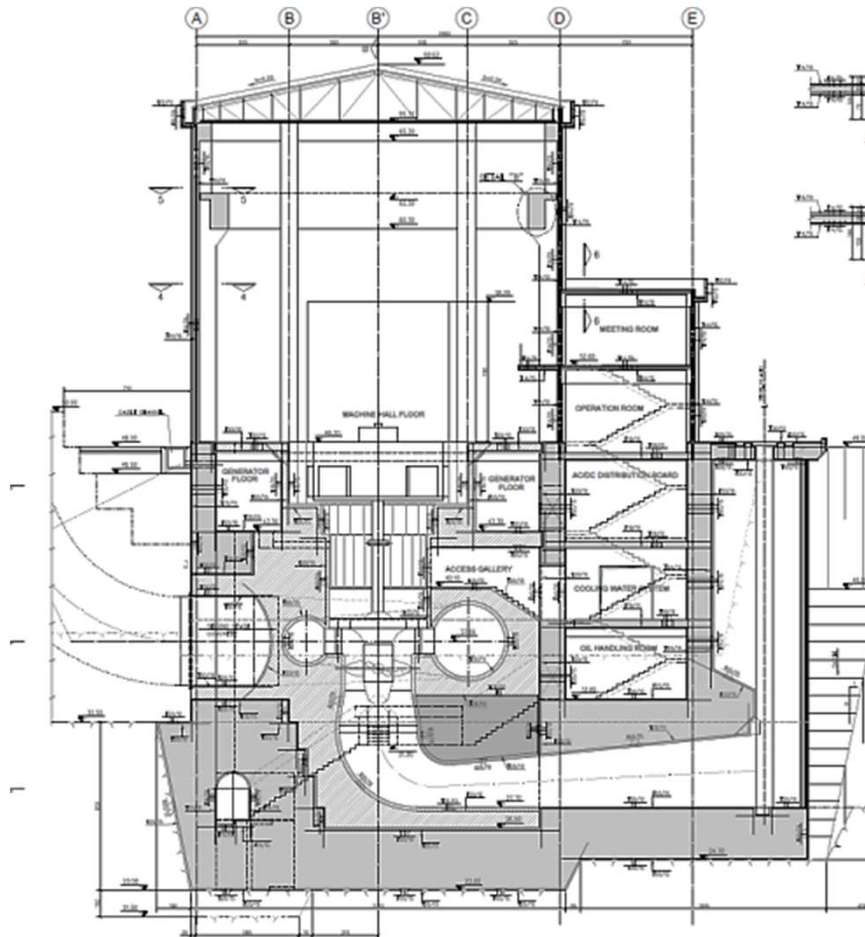


Partie 02

Les ouvrages en béton

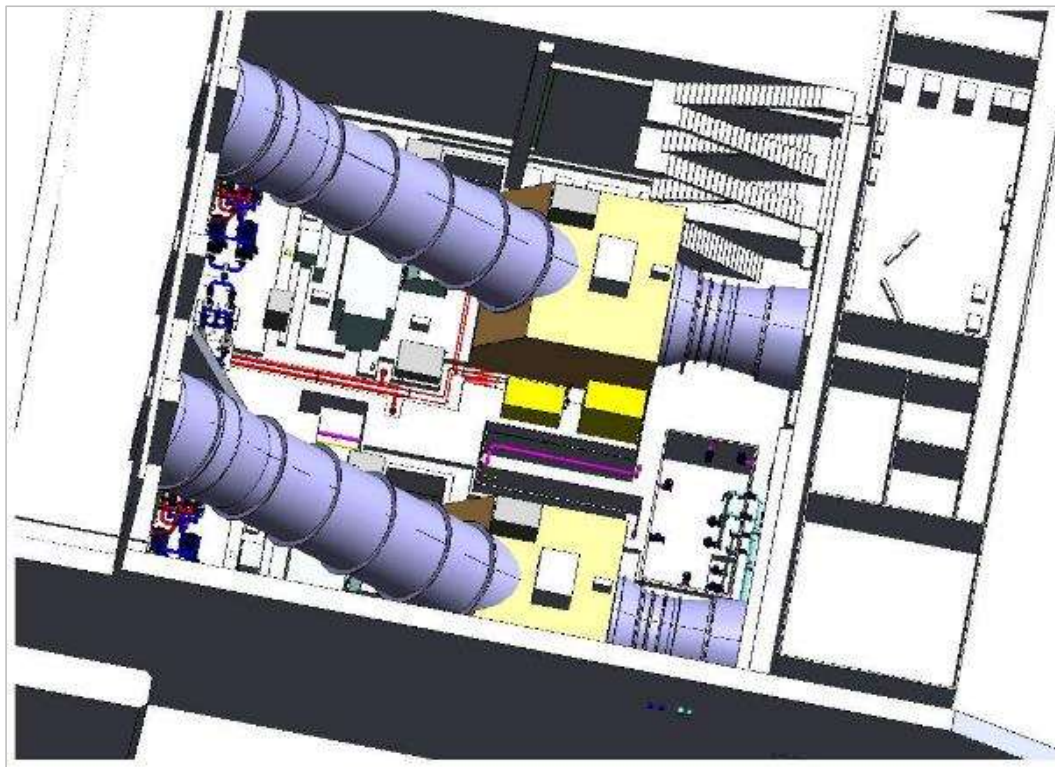


L'usine hydroélectrique : variantes

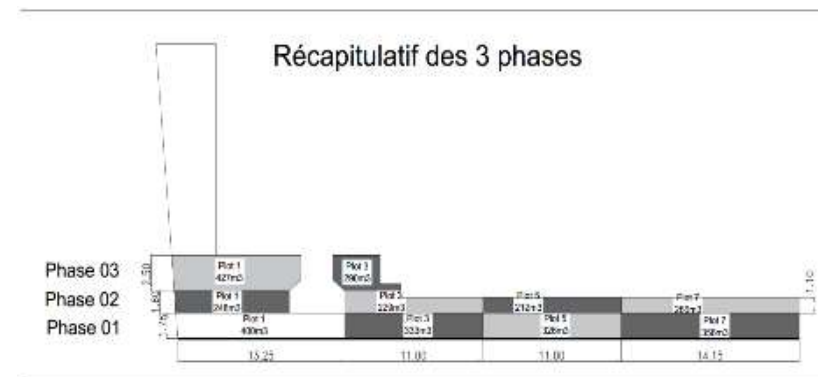




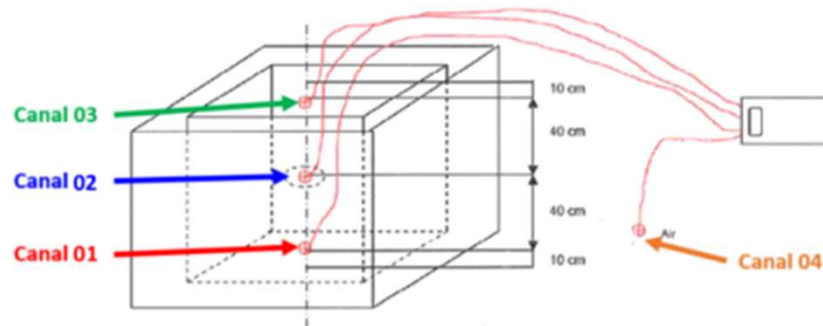
A detailed 3D CAD model of an industrial piping system. The model features several large, light blue cylindrical pipes that curve and connect to various components. These include a network of smaller pipes in red, blue, and yellow, as well as numerous valves, flanges, and structural supports. The system is mounted on a base with various mechanical details. In the background, there are several grey rectangular blocks and a green structural frame. The entire model is rendered in a clean, technical style with clear lines and distinct colors for different parts.



L'usine hydroélectrique : radier



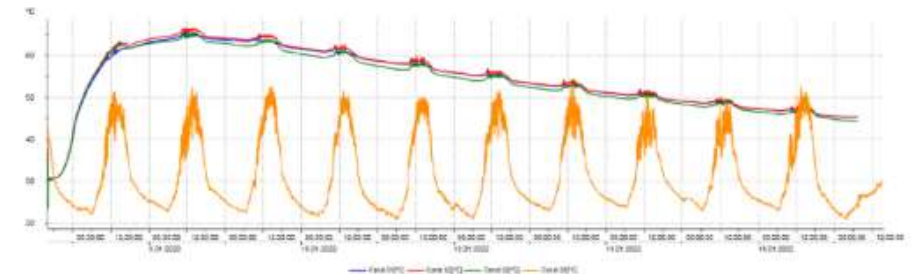
Bétonnages massifs : spécificités des études bétons



EIFFAGE	Rapport d'essai – Convenances béton C25/30		Date :
	Cube RSI avec ciment LH		17/01/2022
Rédacteur : Roland TOURNADE	Projet d'Aménagement Hydroélectrique de Singrobo-Ahouaty		Page 2/2

Résultats

Nom de l'appareil: TESTO 176T4					
Temps du démarrage: 06/01/2022 16:11:59			Minimum	Maximum	Moyenne
Temps de l'arrêt: 17/01/2022 07:21:59	Canal 01 [°C]	Bas (10cm)	29,7	65,6	54,519
Canaux de mesure: 4	Canal 02 [°C]	Cœur (50cm)	30,7	66,5	54,888
Valeurs: 15805	Canal 03 [°C]	Haut (10cm)	23,4	65,5	53,970
SN 40727908	Canal 04 [°C]	Extérieur	20,8	53,2	30,855



Exploitation des résultats

T_{max} = 66.5°C

Résultats à exploiter avec le laboratoire Ciry lors de la réunion bétons du 25/01/2022.

Pour info, rappel des niveaux de prévention et des températures maximales associées :

Niveau de prévention	T max
As	85°C
As relaxé	90°C
Bs	75°C
Bs relaxé	85°C
Cs	70°C
Cs relaxé	80°C
Ds	65°C
Ds relaxé	75°C

L'usine hydroélectrique : voiles grande hauteur



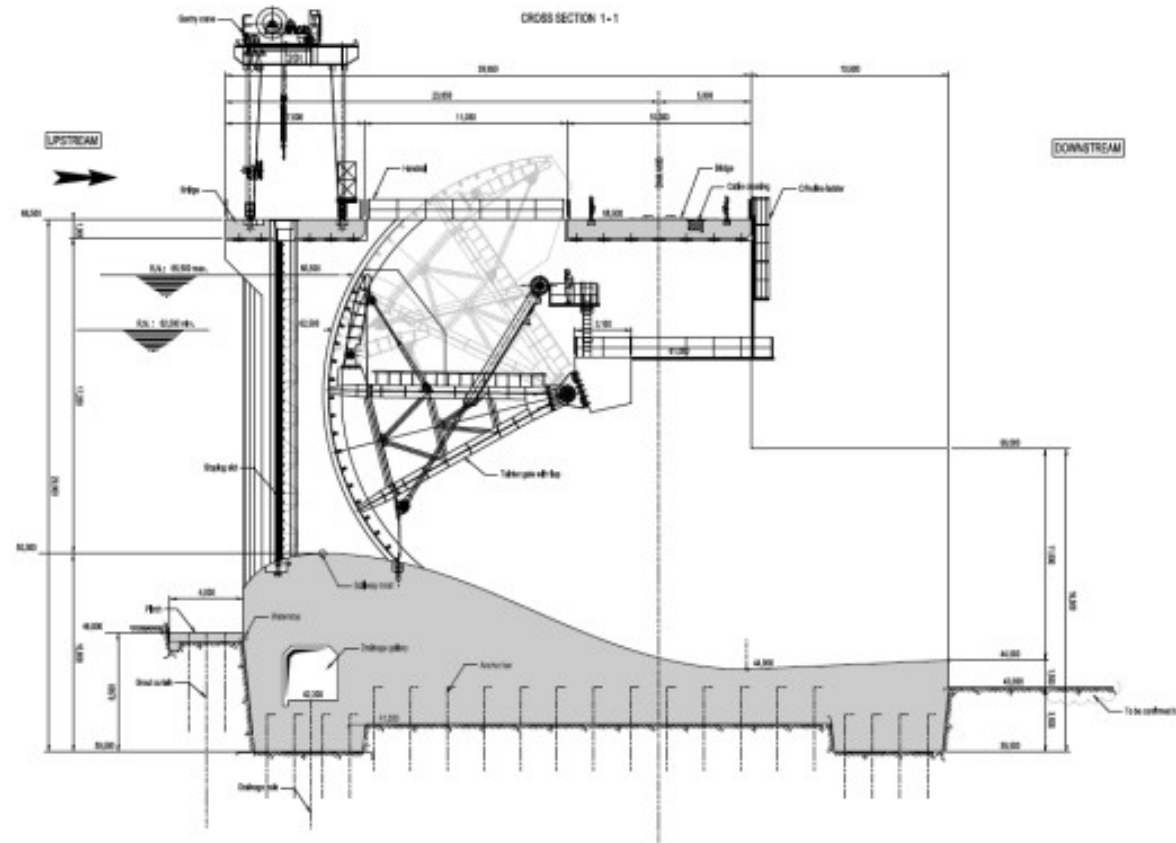
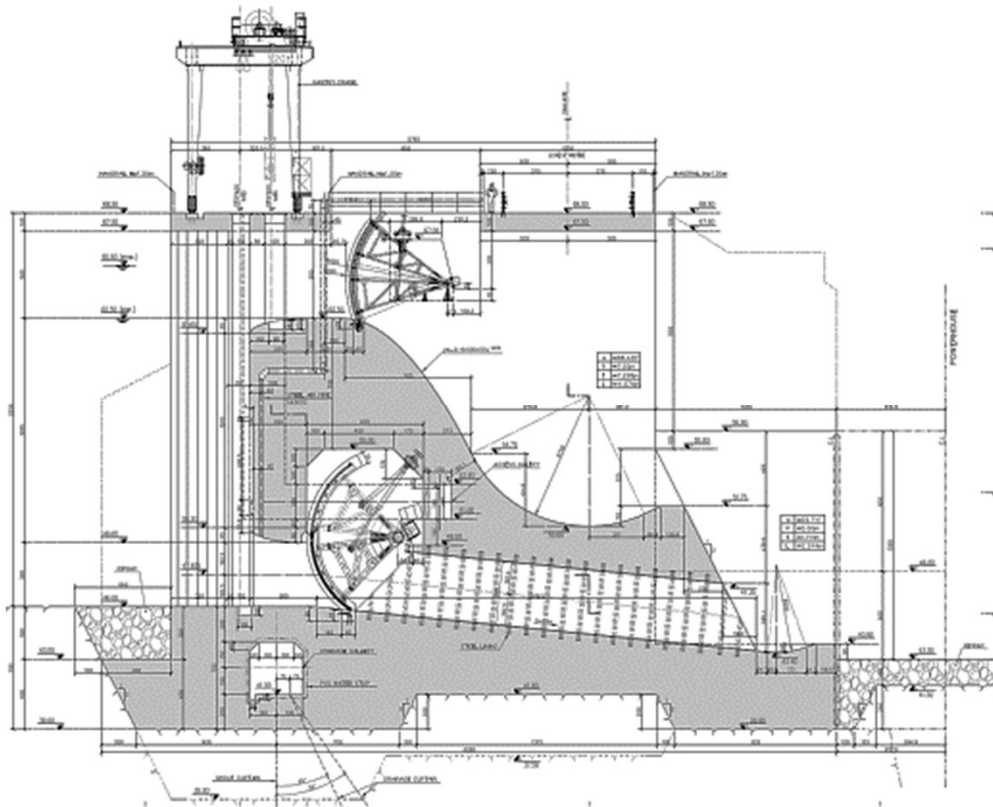
L'usine hydroélectrique : voiles grande hauteur



L'usine hydroélectrique : corbeaux conduites forcées



L'évacuateur de crues : variantes



A large concrete dam under construction, featuring a curved spillway and a tall, narrow pier. Scaffolding and construction equipment are visible on top of the dam structure.



A large concrete dam under construction. On the left, a red concrete pump truck is positioned. On the right, a concrete mixer truck is visible. The dam structure is made of large concrete blocks, and the right side shows a sloped concrete face with vertical reinforcement lines. The sky is blue with scattered white clouds.



La vidange de fond



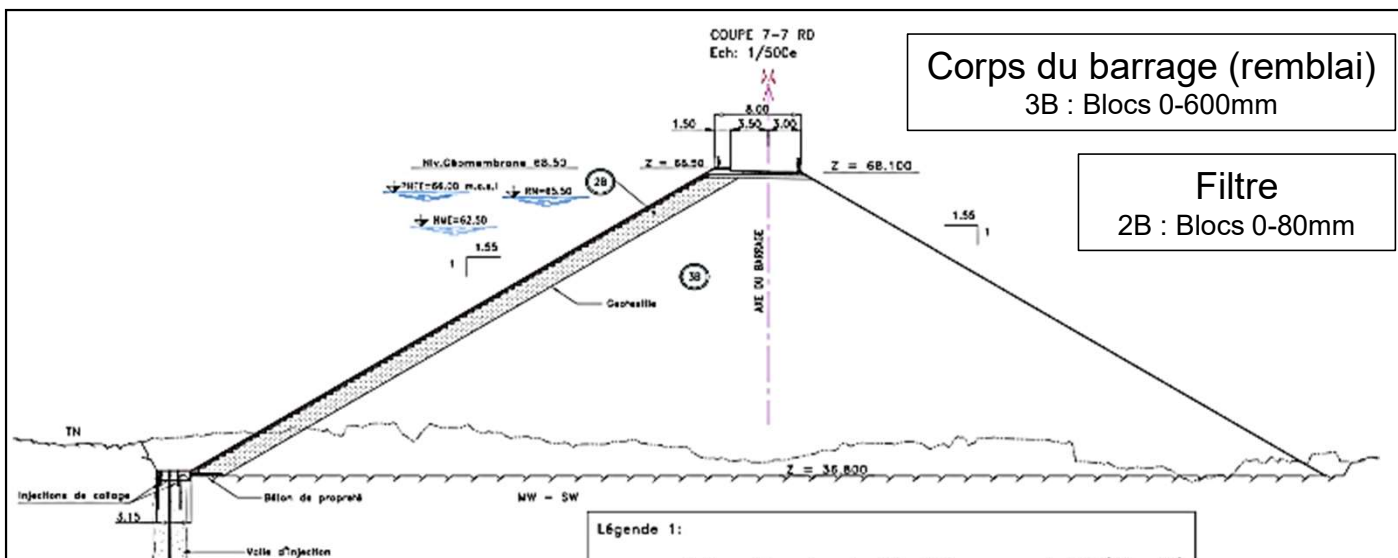
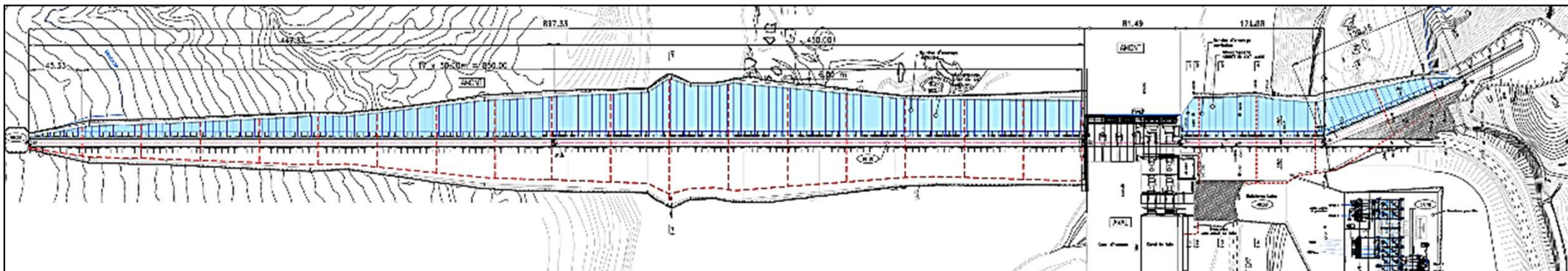
Journée CFBR des écoles - 14 octobre 2023 - Présentation PAHSA

Partie 03

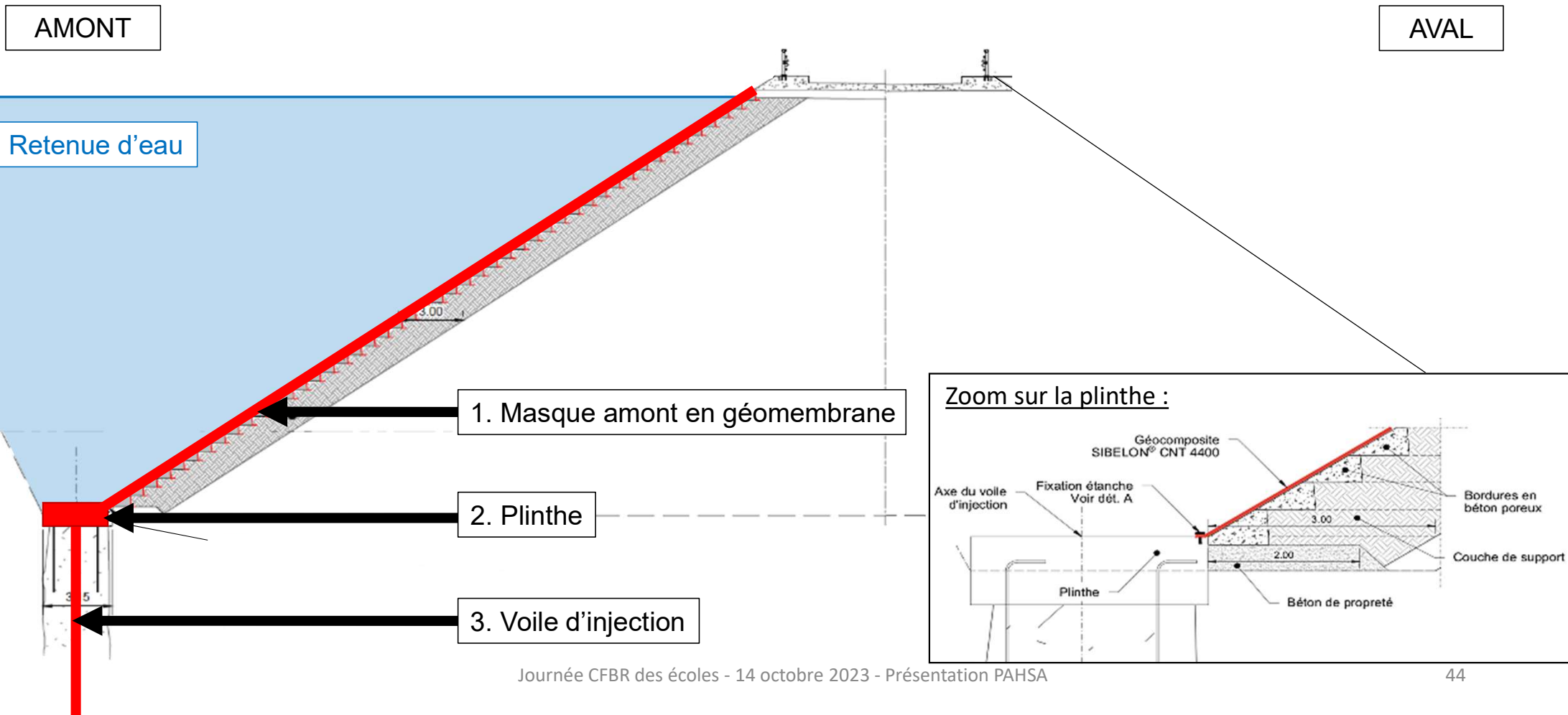
Le corps du barrage et son étanchéité



La solution retenue

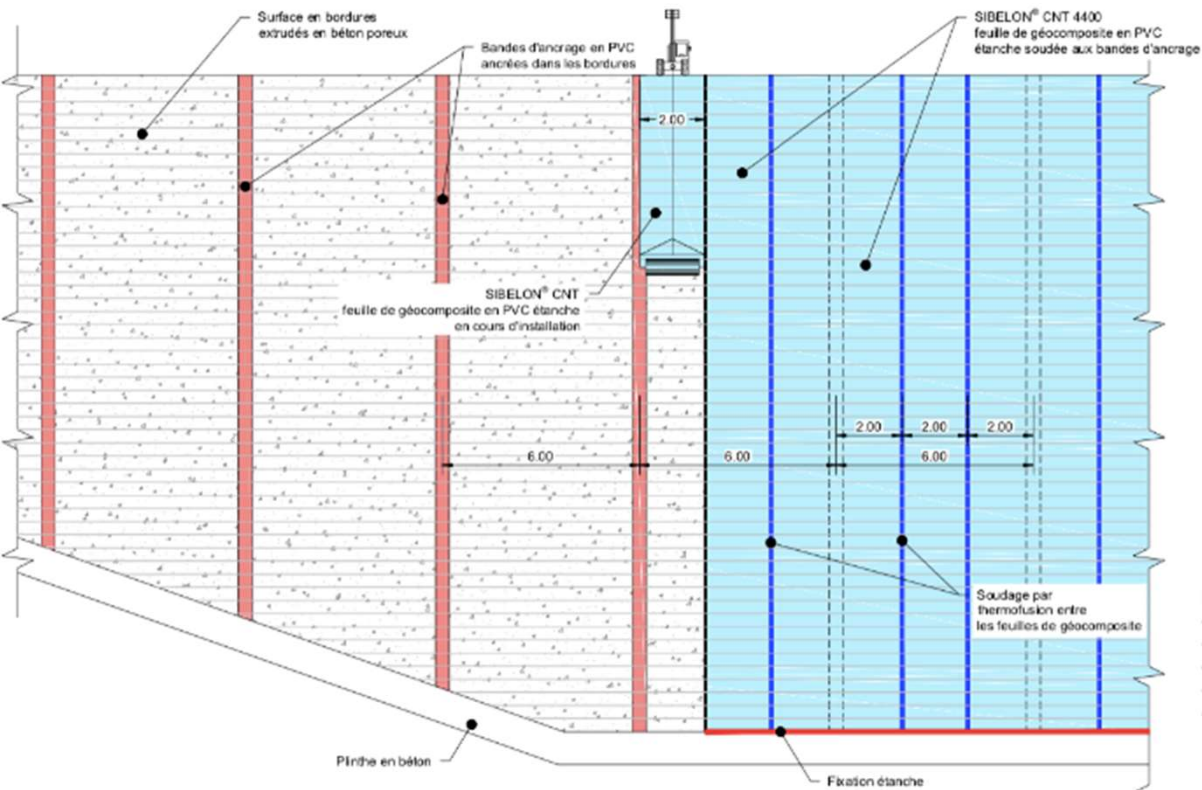


Ouvrages d'étanchéité : quelques définitions

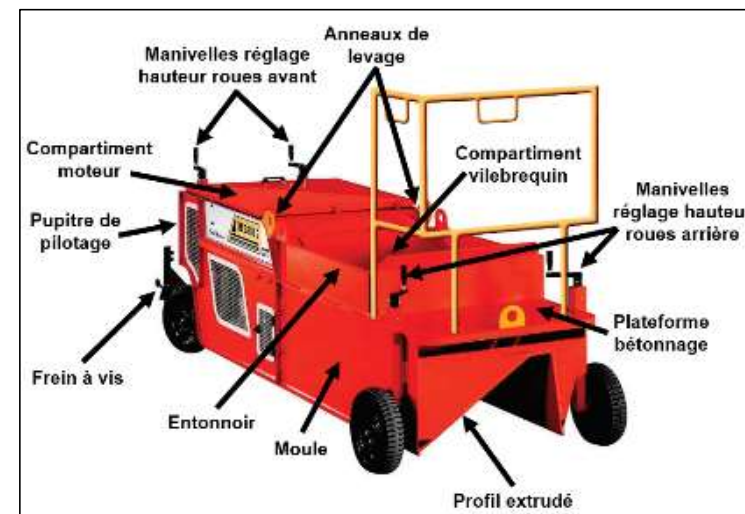
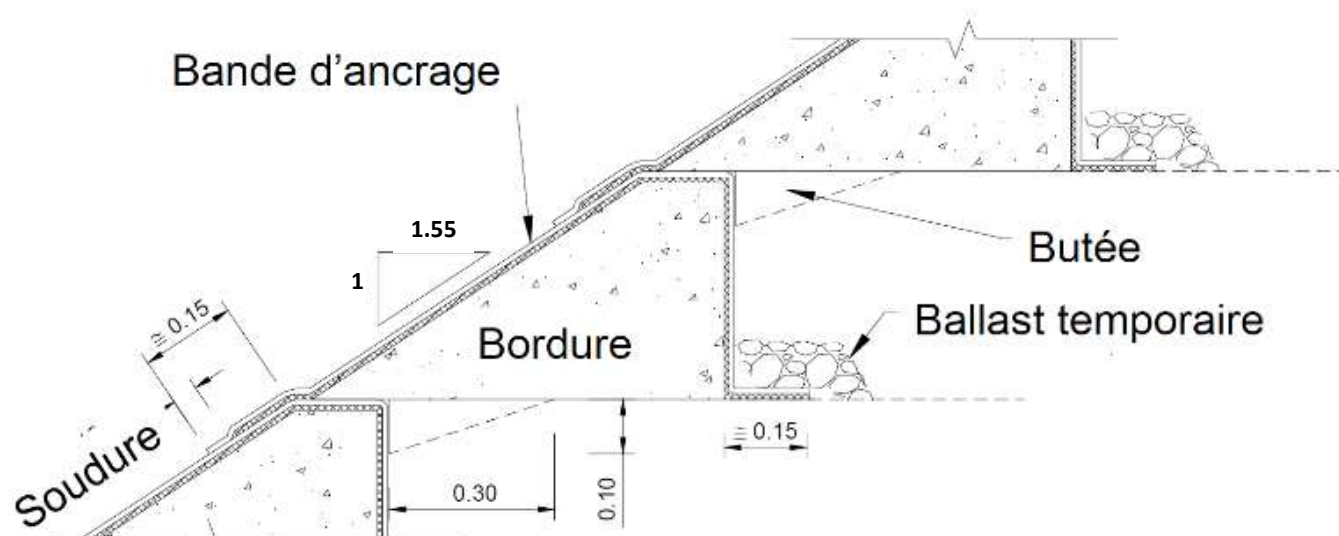


3.1 Etanchéité par masque amont en géomembrane

Principe de l'étanchéité par masque amont en géomembrane



Bordures en béton extrudé



Mise au point de la formulation du béton extrudé

Critère de
résistance en
phase
d'exploitation

Critère de
résistance en
phase de
construction

Critère de
rhéologie en
phase de
construction

Critère de
drainage en
configuration
accidentelle

Formule béton extrudé EXT06 (pour 1 m3)

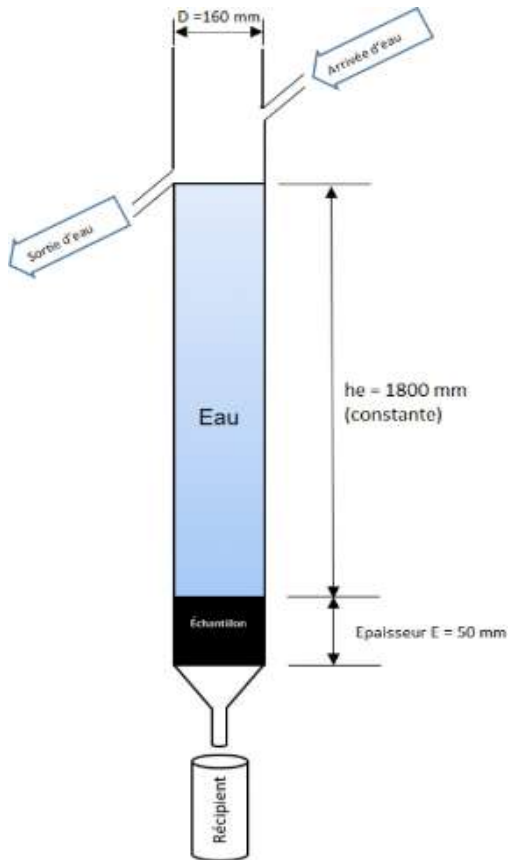
Ciment CEMII/B-S 42,5 N	70 kg
Sable 0/4	962 kg
Granulat 5/15	962 kg
Eau efficace	150 L
Eau totale	156,7 L
Volume de vide	10 %
Masse volumique théorique	2151 kg/m3
Résistance à la compression +7j	2 MPa
Résistance à la compression +28j	4 MPa
Perméabilité	5x10 ⁻⁷ m/s





Plan de contrôle

Dispositif expérimental :

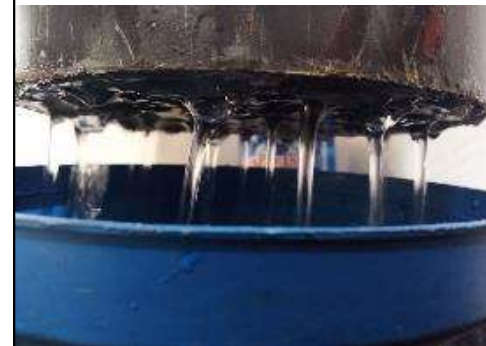


Coefficient de perméabilité :

$$K = 5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

K (m/s)	10 ⁻²	10 ⁻⁵	10 ⁻⁹
Très perméable	Perméable	Peu perméable	Imperméable
graviers	sables	grès calcaires	marnes argiles

Influence de la qualité de réalisation des éprouvettes :



Réalisation des bordures en béton extrudé



A photograph showing a large, curved concrete dam or levee structure. The dam features a series of white diagonal reinforcement strips or buttresses. It is situated in a natural, wooded area with a body of water visible in the background. The foreground shows a dirt path and some vegetation.



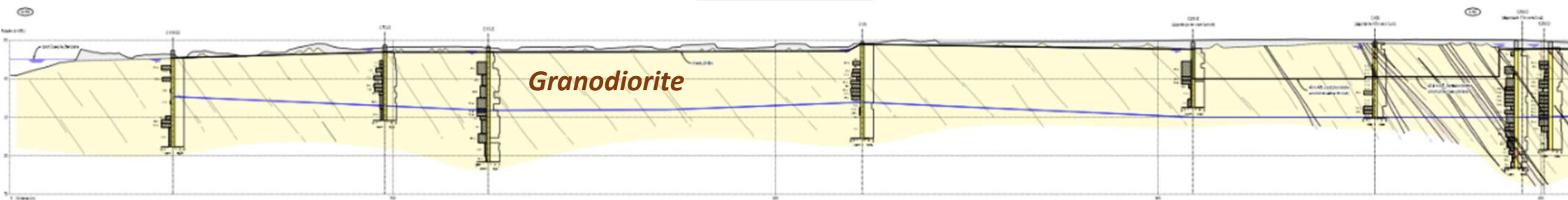
A photograph showing two construction workers in safety vests and hard hats using high-pressure water hoses to clean a large, grey concrete wall. The wall is part of a larger structure, and the ground in the foreground is wet and reflective. The background shows a construction site with various materials and equipment.



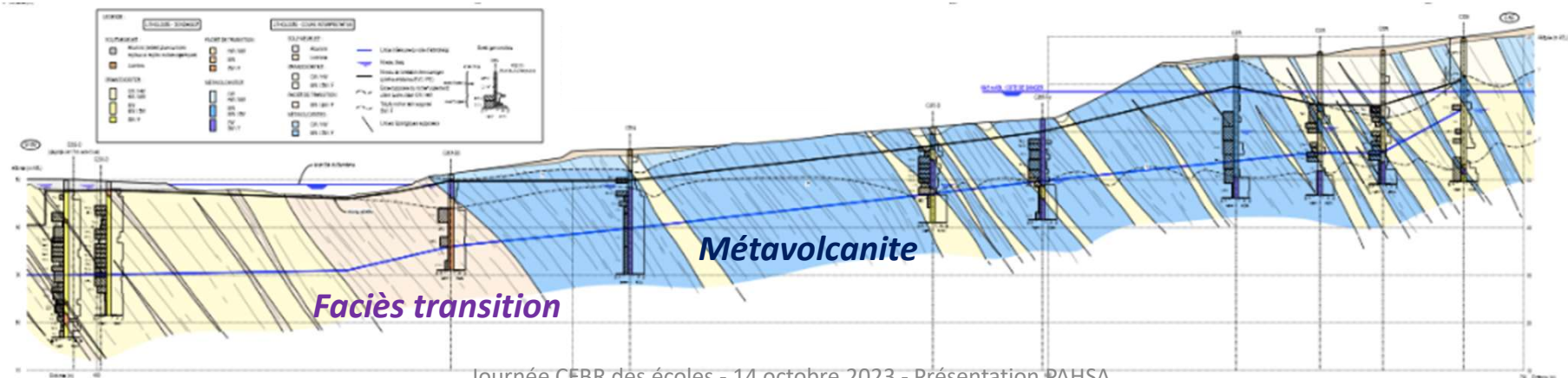
3.3 Etanchéité du rocher dans la masse : voile d'injection

Solutions d'étanchéité à adapter aux différents faciès rocheux

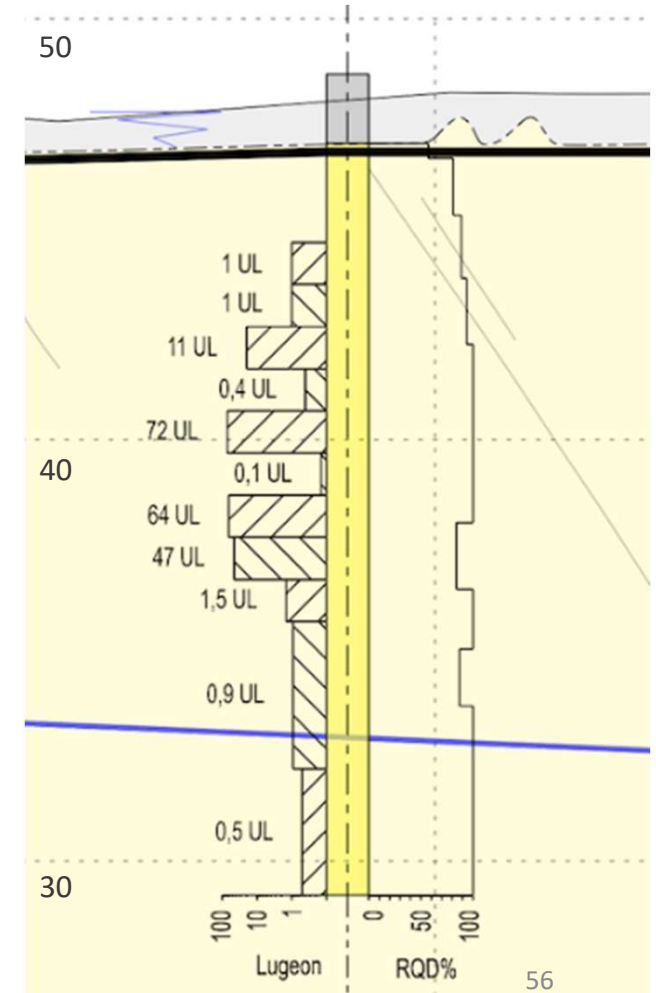
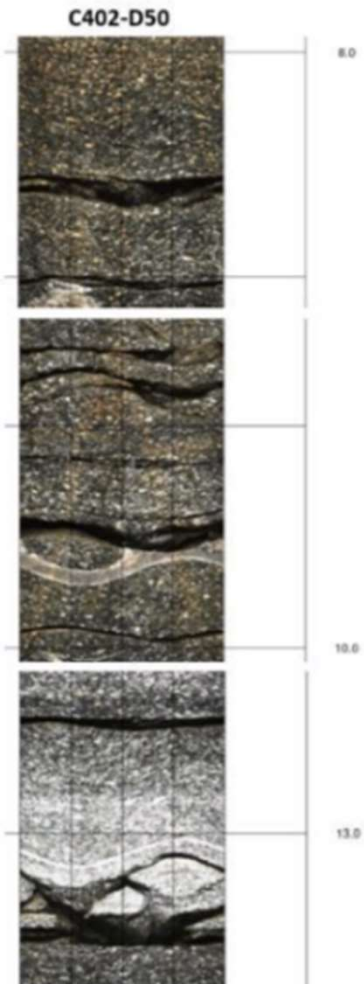
RIVE DROITE



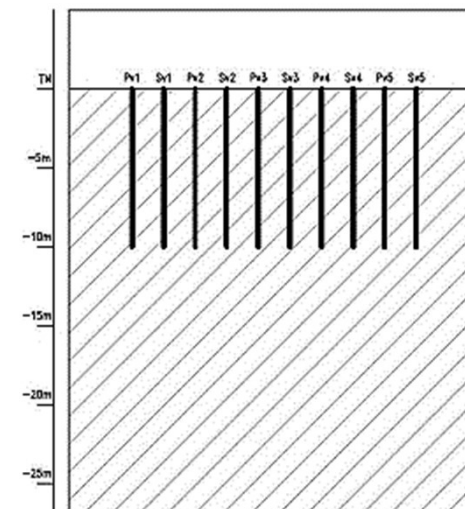
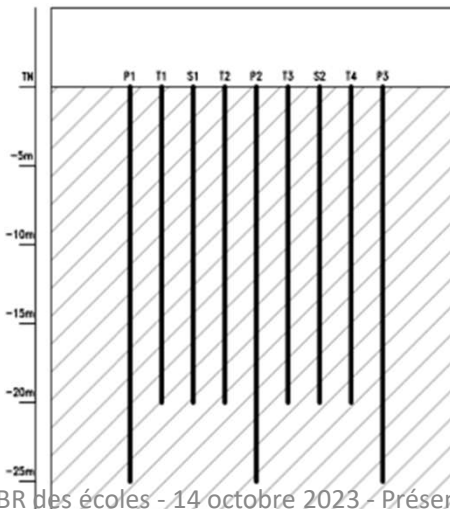
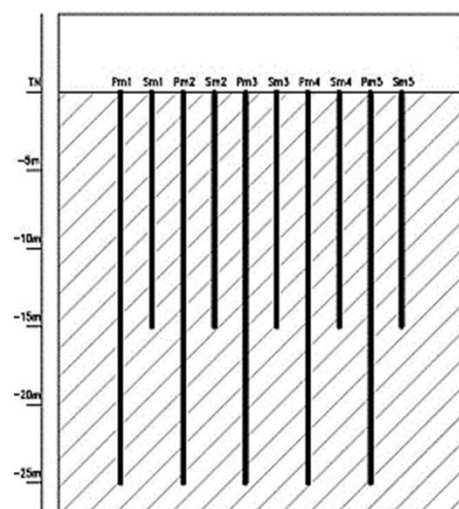
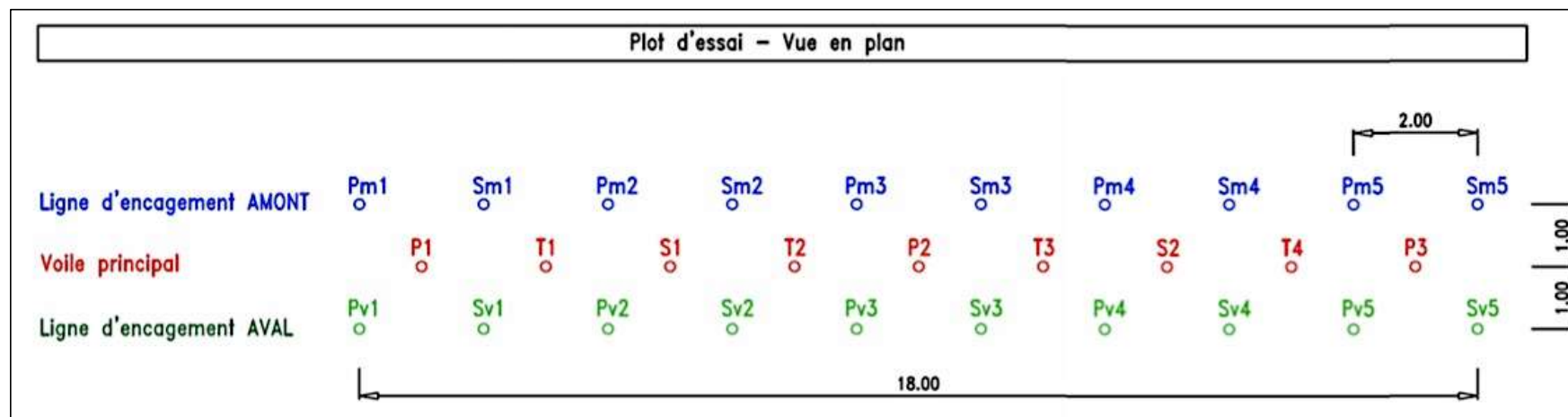
RIVE GAUCHE



Joints de décompression subhorizontaux ouverts (RD)



Plot d'essai d'injection



ATELIER INJECTIONS PLOT D'ESSAI 2 RG 13/08/2022

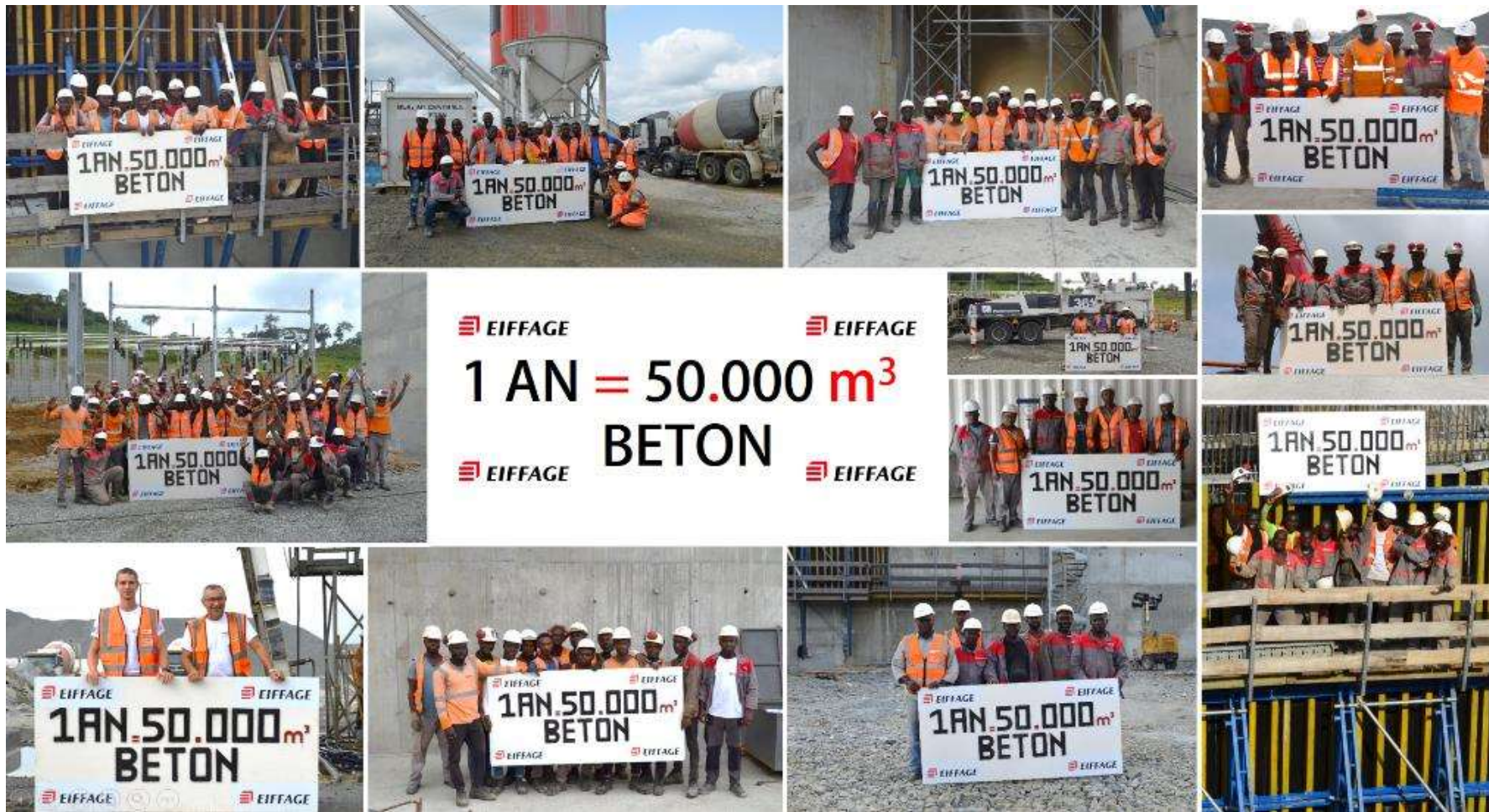


58

Une aventure technique...



... et une aventure humaine



Journée CFBR des écoles - 14 octobre 2023 - Présentation PAHSA



Merci pour votre attention