



RECALIBRAGE EVACUATEUR DE CRUES
BARRAGE D'OREDON
Présentation Générale

| | | |
|--|--|--|
| N/Réf. : 2024149_EVCOredon_PrésentationGénérale_191124 <u>Affaire suivie par :</u> H. TRALLI et Y. FOURNIE | Indice : 0 Page(s) : 35 | Diffusion : SHEM + Entreprises consultées |
|--|--|--|

RESUME :

Ce document présente :

- les principales données générales du projet (objectif et contenu des travaux, accès, planning, gestion des crues, installations de chantier) ;
- les conditions et contraintes d'intervention à respecter ;

| INDICE | DATE | OBSERVATIONS - MODIFICATIONS |
|--------|------------|------------------------------|
| 0 | 19/11/2024 | Ecriture du document |

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| SOMMAIRE | 2 |
| 1 PREAMBULE | 4 |
| 1.1 Objet du document | 4 |
| 1.2 Contexte et objectif du projet | 4 |
| 2 PROGRAMME..... | 5 |
| 2.1 Consistance générale des travaux | 5 |
| 2.2 Planning prévisionnel..... | 6 |
| 2.2.1 Phase 1 - Saison 1..... | 6 |
| 2.2.2 Phase 2 - Saison 2..... | 6 |
| 2.2.3 Phase 3 - Saison 3..... | 6 |
| 3 DONNEES DE SITE | 7 |
| 3.1 Situation générale et accès | 7 |
| 3.2 Description de l'aménagement existant..... | 7 |
| 3.3 Climat..... | 10 |
| 3.4 Géologie / Géotechnique..... | 10 |
| 3.5 Sensibilité des ouvrages..... | 10 |
| 3.6 Réseaux..... | 10 |
| 3.6.1 Réseaux enterrés..... | 10 |
| 3.6.2 Réseaux aériens | 10 |
| 3.7 Exploitation du réservoir | 10 |
| 3.8 Parties prenantes externes : tourisme..... | 11 |
| 4 CONTRAINTES DE REALISATION | 12 |
| 4.1 Période de travaux..... | 12 |
| 4.2 Horaires de travail | 13 |
| 4.3 Contraintes sonores..... | 13 |
| 4.4 Contraintes d'ordre électrique | 13 |
| 4.5 Interfaces avec les ouvrages existants..... | 14 |
| 4.5.1 Contraintes vibratoires | 14 |
| 4.5.2 Passage des crues..... | 14 |
| 4.6 Circulation..... | 14 |
| 4.6.1 Exigences générales vis-à-vis du réseau routier..... | 14 |
| 4.6.2 Approvisionnement et engins de chantier..... | 14 |
| 4.7 Spécifications environnementales..... | 14 |
| 4.7.1 Eaux d'exhaure..... | 15 |
| 4.8 Contrainte foncière..... | 15 |
| 4.9 prise en compte de la sécurité du chantier | 15 |
| 5 GESTION DES APPORTS..... | 17 |
| 5.1 Objectifs..... | 17 |
| 5.2 Gestion de crues en phase chantier | 17 |
| 5.2.1 Passage de la crue de chantier..... | 17 |
| 5.2.2 Passage des crues exceptionnelles (protection du barrage)..... | 19 |
| 6 DESCRIPTIF DETAILLE DES TRAVAUX..... | 19 |
| 6.1 Sécurisation des versants | 19 |
| 6.2 Travaux d'accès..... | 22 |
| 6.2.1 Piste d'accès à la zone amont | 22 |
| 6.2.2 Accès à la zone aval..... | 24 |
| 6.2.3 Piste d'accès à la tête aval du tunnel | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.3 | Nouveau seuil hydraulique pour la descenderie existante..... | 26 |
| 6.4 | Nouvel EVC avec seuil labyrinthe..... | 27 |
| 6.4.1 | Seuil labyrinthe | 27 |
| 6.4.2 | Auge collectrice..... | 28 |
| 6.5 | Galerie hydraulique | 29 |
| 6.6 | Saut à ski..... | 31 |
| 6.7 | Zones de stockage des déblais..... | 31 |
| 6.7.1 | Zone amont de l'auge | 31 |
| 6.7.2 | Zone aval de restitution | 32 |
| 6.8 | Divers | 33 |
| 6.8.1 | Muret pare vagues | 33 |
| 6.8.2 | Auscultation | 34 |
| 6.8.3 | Déplacement de l'inscription « in memoriam »..... | 35 |

1 PREAMBULE

1.1 OBJET DU DOCUMENT

Dans le cadre de la préqualification des fournisseurs, ce document a pour objectif de faire une présentation générale aux candidats des travaux à mener ainsi que des principales contraintes pesant sur le projet de réhabilitation de l'évacuateur de crues du barrage d'Orédon. Ces candidats seront donc informés du contenu du projet et pourront donc proposer en connaissance l'organisation de leur candidature. A noter que le périmètre et contenu des travaux présentés dans ce document préliminaire sont susceptibles d'évoluer à la marge, sans remettre en question les principaux travaux et objets du projet.

1.2 CONTEXTE ET OBJECTIF DU PROJET

La réévaluation à la hausse de l'hydrologie du bassin versant en 2012, ainsi que la débitance limitée de l'ouvrage existant vérifiée sur modèle réduit, ont conclu à l'insuffisance de sa capacité. L'évacuateur de crues du barrage doit donc être recalibré et mis en conformité en tenant compte :

- des « Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages » du Comité Français des Barrages Réservoirs (CFBR), version de juin 2012 ;
- des « Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai » du Comité Français des Barrages Réservoirs (CFBR), version d'octobre 2015 ;
- de l'arrêté du 6 août 2018 fixant les prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages ;

L'ouvrage doit être dimensionné pour le passage de la crue de projet de période de retour 10 000 ans (barrage en remblais de classe A), soit un débit de 213 m³/s en pointe. Compte tenu de l'effet de laminage de la retenue, le débit à faire transiter par le projet est de 188 m³/s sous la cote des PHE (1851,30 m NGF).



Figure 1 : Vue d'ensemble depuis l'aval du barrage

2 PROGRAMME

2.1 CONSISTANCE GENERALE DES TRAVAUX

Le périmètre du projet de travaux est décrit globalement en suivant :

- Installations et accès° :
 - Sécurisation des versants vis-à-vis des risques de chute de blocs
 - Création d'installations de chantier avec aménagement de plateformes de travail, avec recalibrage du chemin muletier à l'amont immédiat du pont « vieux » pour faciliter les accès vers la zone de travaux en aval
 - Création d'une piste d'accès pérenne aux ouvrages amont (auge collectrice dans la retenue)
 - Création d'une piste d'accès à l'exutoire de la galerie hydraulique pour en permettre sa construction
 - Réalisation d'un batardeau temporaire de protection de la zone amont

- Ouvrages amont :
 - Arasement du seuil déversoir existant et remplacement par un seuil labyrinthe de 2,5m de hauteur
 - Excavation et soutènement d'une nouvelle auge collectrice d'une profondeur de 10m le long de la rive droite, et génie civil de l'entonnement en béton armé
 - Réalisation d'un voile d'injection périphérique à la nouvelle auge, pour étanchement de la fondation
 - Ajout d'un muret pare vagues de longueur estimative 130 m, dont 90ml de réhausse du parapet du barrage existant d'une hauteur de 30cm
 - Ajout d'un seuil béton de 2,8m de hauteur à l'entonnement du chenal d'évacuateur de crue existant
 - Renforcement du dispositif d'auscultation (ajout de piézomètres dans le nouvel évacuateur et dans le corps du barrage).

- Tunnel d'évacuation :
 - Excavation d'une galerie de diamètre hydraulique 4,6 m et longueur 128m, soutenue avec des cintres et du béton projeté et revêtue en béton armé se terminant par un saut à ski
 - Aménagement de la zone de restitution au ruisseau d'Artigusse dans le pierrier en rive droite avec les déblais issus des excavations

Le projet impliquera un volume global d'environ 5500 m³ d'excavations et 1900 m³ de bétons mis en œuvre.



Figure 2 : Vue des ouvrages existants (bleu) et projetés (rouge)

2.2 PLANNING PREVISIONNEL

Les travaux se dérouleront sur trois saisons, pendant la période de mai à novembre comme précisé au chapitre 3.1, selon les grandes phases distinctes décrites dans les paragraphes suivants.

2.2.1 PHASE 1 - SAISON 1

- Sécurisation des versants.
- Installations de chantier saison 1 avec dispositifs de signalisation et de protection le long de la départementale.
- Défrichage et mouvements de terre pour réalisation de la piste d'accès amont, avec réutilisation des déblais issus des excavations de la zone amont.
- Arasement d'une partie du seuil du déversoir existant et mise en place du batardeau latéral.
- Excavations de l'auge et soutènements associés.
- Réalisation du rideau d'injection de la fondation en périphérie de l'auge
- Mise en place du batardeau amont.
- Forage et installation des nouveaux piézomètres dans le barrage.

2.2.2 PHASE 2 - SAISON 2

- Installations de chantier saison 2.
- Poursuite et fin des excavations et du soutènement de l'auge.
- Confortement et Génie civil de l'auge.
- Creusement de la galerie, avec mise en place des déblais dans le pierrier situé à l'aval immédiat de la galerie.
- Connexion de l'auge avec la galerie.

2.2.3 PHASE 3 - SAISON 3

- Installations de chantier saison 3
- Fin du génie civil de l'auge et du seuil labyrinthe.
- Génie civil du nouveau seuil de la descenderie existante.
- Mise en place du revêtement définitif du tunnel.
- Construction du saut à ski.
- Démantèlement des batardeaux.
- Repli

3 DONNEES DE SITE

3.1 SITUATION GENERALE ET ACCES

Le barrage en remblais d'Orédon se situe dans les Hautes-Pyrénées (65) à une altitude de 1850m, sur la commune de Saint Lary Soulan. Il dépend en termes de fonctionnement du groupement d'Eget, et se trouve à l'aval immédiat du barrage de Cap de Long sur la Neste de Couplan. Il est pourvu d'un évacuateur de crues à seuil latéral en rive droite.



Figure 3 : Localisation du groupement SHEM d'EGET dans les Pyrénées



Figure 4 : Schéma général de l'aménagement Oule- Orédon, groupement d'Eget

L'accès à la zone du chantier se fait depuis une unique route (RD 177), relativement sinueuse. Cette route n'est soumise à aucune limitation de gabarit. Pour le passage du barrage, la circulation est de fait à sens unique entre les 2 rives du barrage, compte tenu de l'étroitesse du couronnement.

L'activité touristique pendant les 5 mois d'ouverture de la route est importante pour l'économie locale. Cette activité est un enjeu majeur du territoire et des collectivités qui assurent la gestion de ces parkings et des navettes permettant l'accès aux lacs supérieurs (lacs d'Aubert et d'Aumar). L'accès au parc de stationnement se trouvant en rive gauche du barrage, nécessite de circuler sur le couronnement du barrage. La période sensible se situe entre le 15 juillet et le 15 septembre.

3.2 DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT EXISTANT

Le barrage d'Orédon est un barrage en remblais à masque amont en béton pourvu d'un évacuateur latéral en rive droite taillé à même la roche. Un premier pont (Pont 1 ou Pont Neuf) permet l'accès aux lacs d'Aumar et Aubert, et un second (Pont 2 ou Pont Vieux) au poste de transformation EDF. Ces deux ponts passent par-dessus le coursier de l'évacuateur.

Les principales caractéristiques du barrage sont :

- Années de construction : 1870-1883
- Longueur de la crête : 100 m
- Largeur en crête : 6 m
- Plus grande hauteur du barrage sur le terrain naturel : 29 m
- Capacité de la retenue à Retenue Normale (RN) : 7,3 Mm³
- Cote de la RN : 1849,40 m NGF
- Cote de la PHE : 1851,3 mNGF
- Cote de la crête du barrage : 1852,13 mNGF (niveau maximum parement amont)
- Capacité de l'ouvrage de vidange/adduction : 7,7m³/s à RN (11 vannes en fonctionnement dont une avec diaphragme pour le débit réservé).

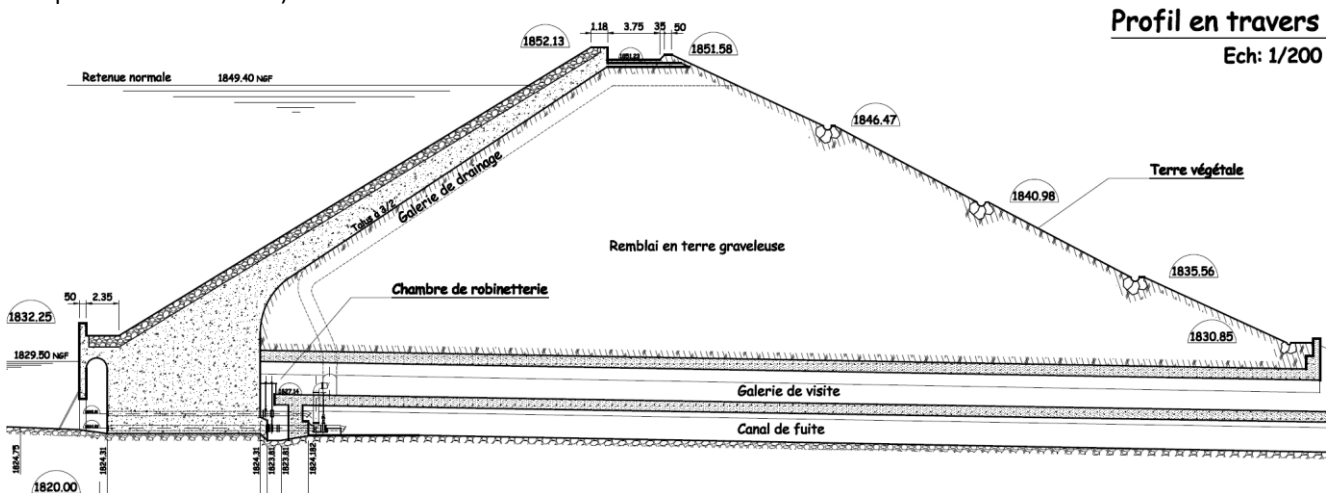


Figure 5 : Profil en travers du barrage d'Orédon

Les eaux de la Neste de Couplan contournent le barrage en rive droite par l'évacuateur de crues de longueur 120 m (entre le seuil et le pied aval). Cet ouvrage est constitué d'un seuil libre latéral de longueur 38,5m qui alimente une auge, puis une descenderie creusée dans la roche de largeur moyenne 4 m. Sa capacité de débitance est de 68m³/s sous PHE.



Figure 6 : Vue du déversoir actuel, de l'auge et du Pont « neuf » (gauche) et du passage sous le pont « vieux » (droite)



Figure 7 : Vue du parement aval du barrage en remblais (gauche) et de la descenderie de l'EVC en rive droite (droite)

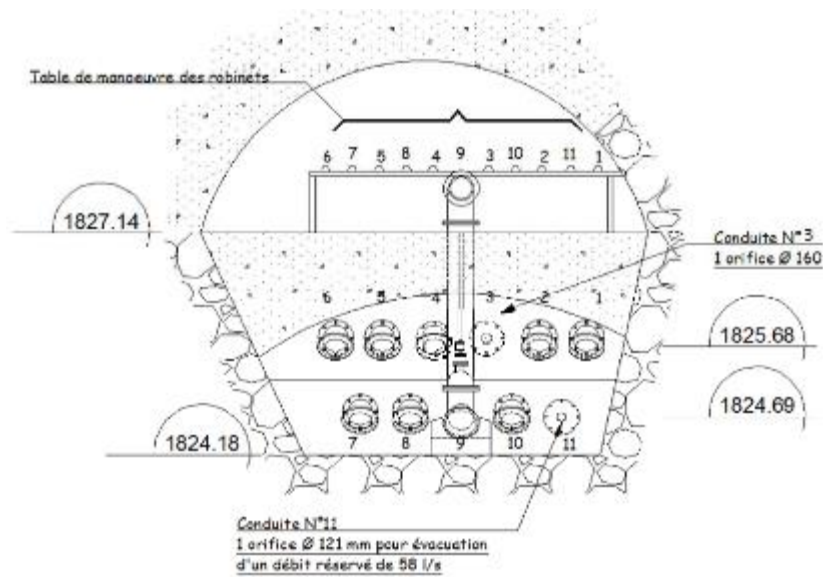


Figure 8 : Plan des robinets de la chambre de vidange du barrage

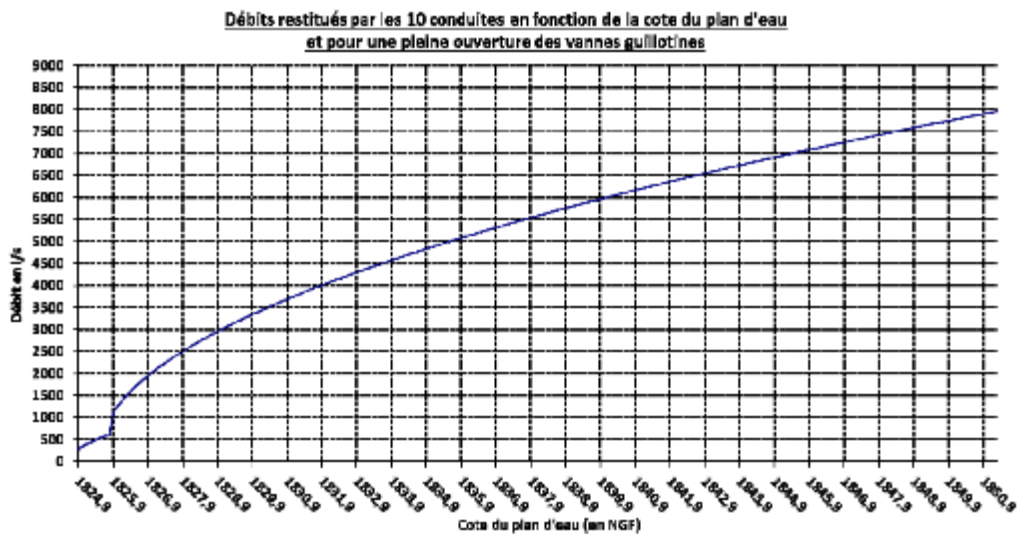


Figure 9 : Courbe de débitance de la vidange du barrage

3.3 CLIMAT

Climat de montagne en relation avec l'altitude du site 1850 m.

3.4 GEOLOGIE / GEOTECHNIQUE

Voir le DCE après préqualification

3.5 SENSIBILITE DES OUVRAGES

Voir le DCE (étude vibratoire) après préqualification

3.6 RESEAUX

3.6.1 RESEAUX ENTERRES

Le site est parcouru par une ligne enterrée qui circule le long du couronnement et du chemin muletier jusqu'au poste de transformation. Son repérage est indiqué dans le cahier de plans.

3.6.2 RESEAUX AERIENS

La ligne aérienne qui part ensuite des poteaux électriques vers l'aval et survole le pierrier est à prendre en compte dans la gestion du chantier.

3.7 EXPLOITATION DU RESERVOIR

Des contraintes d'exploitation du réservoir pèsent sur le chantier, puisque celui-ci doit poursuivre son opération pendant le chantier. L'ouvrage étant exploité pour une régularisation annuelle, il est soumis à des variations du plan d'eau.

La cote de Retenue Normale est de 1849,4mNGF, correspondant à l'arase du déversoir de l'évacuateur existant. Mais la gestion actuelle de la retenue depuis 2020 se fait à une cote abaissée, en raison du sous-dimensionnement de l'évacuateur de crues. Cette contrainte de cote est établie à RN-1,3m, soit $1849,40 - 1,3 = 1848,10$ m NGF. Elle correspond à une mesure compensatoire à la débitance limitée de l'EVC existant, et doit être prise en compte lors de la 1ère année de travaux. Cette cote pourra être revue à la hausse durant les années suivantes de travaux, après les travaux d'arasement du seuil existant à la cote 1848,60.

Le marnage saisonnier de la retenue est réglé par la période de fonte du printemps. La retenue est remplie jusqu'à sa cote maximale en été pour stocker le volume d'eau le plus important. En fin d'été puis au cours de l'automne, le réservoir se déstocke progressivement pour pouvoir fournir les volumes de lâchures agricoles exigées. Le graphique suivant illustre l'historique du marnage annuel de la retenue au cours des 20 dernière année d'exploitation.

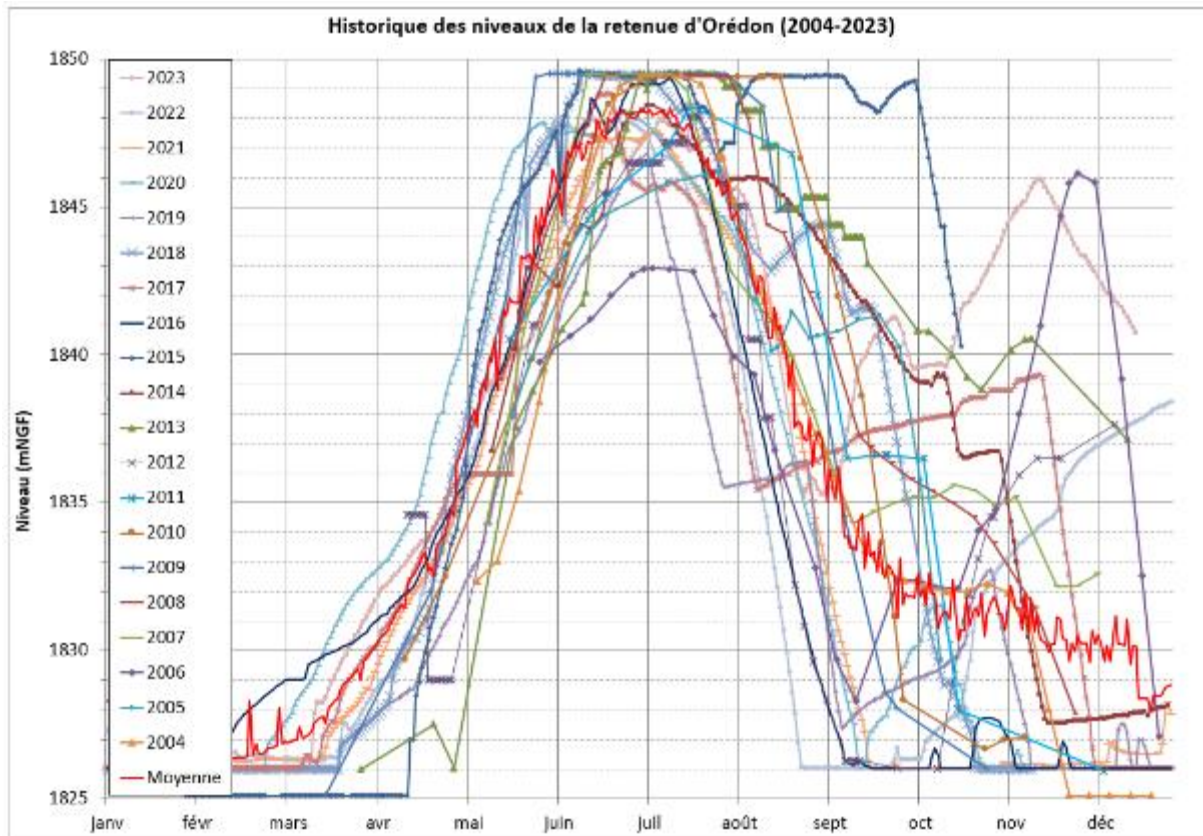


Figure 10 : Historique de niveaux annuels de la retenue d'Orédon

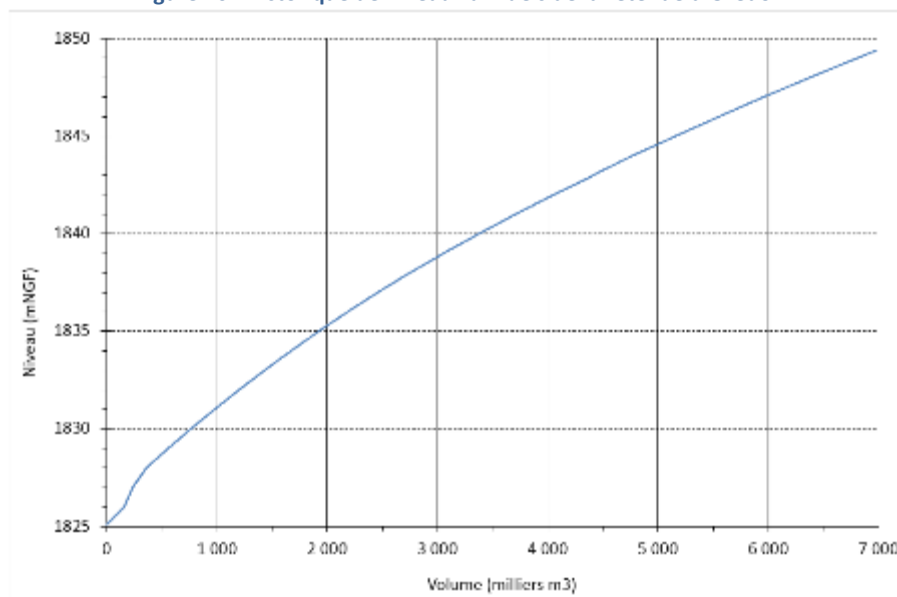


Figure 11 : Capacité de la retenue d'Orédon

3.8 PARTIES PRENANTES EXTERNES : TOURISME

L'activité touristique pendant les 5 mois d'ouverture de la route est importante pour l'économie locale. L'accès au parc de stationnement se trouvant en rive gauche du barrage, nécessite de circuler sur le couronnement du barrage.

La période sensible si situe entre le 15 juillet et le 15 septembre.

Cette activité est un enjeu majeur du territoire et des collectivités qui assurent la gestion de ces parkings et des navettes permettant l'accès aux lacs supérieurs (lacs d'Aubert et Aumar).

Elle implique également les autres activités économiques du site : refuge d'Orédon, Hôtel et Restaurant.

Il est indispensable que l'accès en rive gauche du barrage soit maintenu pour les véhicules touristiques et aux autocars.



Figure 12 : Parc de stationnement rive droite ; photographie en période touristique



Figure 13 : Route d'accès rive gauche ; photographie en période touristique

4 CONTRAINTES DE REALISATION

4.1 PERIODE DE TRAVAUX

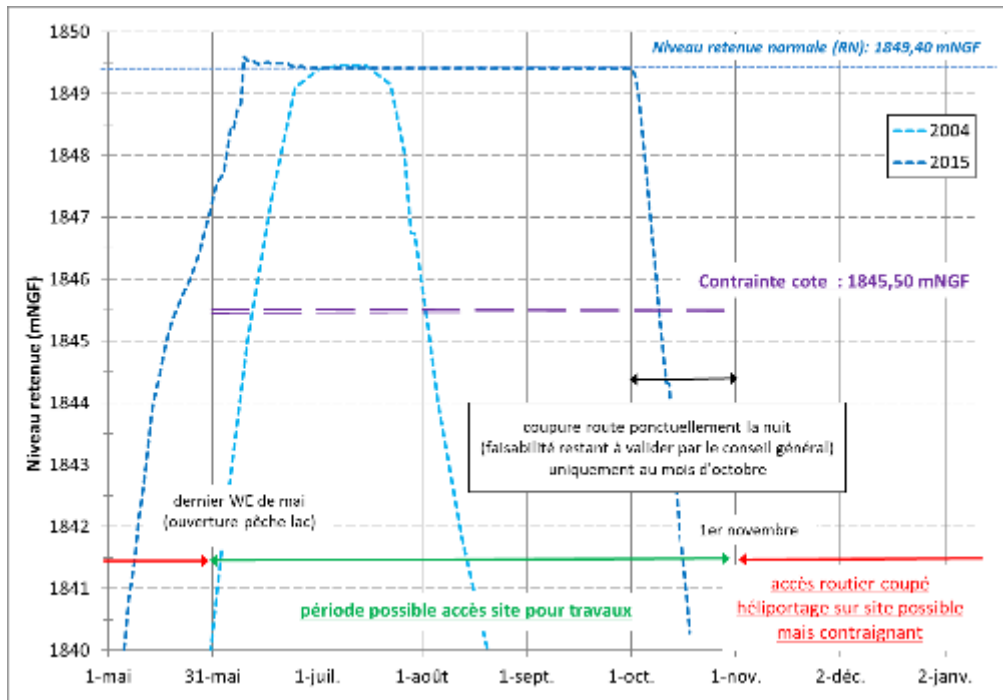
Le site se trouve à 1850m d'altitude , avec une importante couverture neigeuse sur la période hivernale, si bien qu'il n'est accessible par la route que sur la période allant de début Juin à fin Octobre, soit une **période de 5 mois**.

Cette période est une « moyenne » observée durant les années passées. Il se peut qu'elle puisse être modulable en fonction notamment de la neige accumulée pendant l'hiver (pour la réouverture de la route).

En dehors de cette période, l'accès au site se fait par hélicoptère uniquement, avec un terrain enneigé, qui ne permet pas de mener de reconnaissances ou de travaux dans des conditions acceptables.

Cette contrainte implique en particulier :

- Un séquençage des travaux sur des saisons de 5 mois de travaux, avec nécessité de mobilisation / démobilisation du chantier et des installations sur chaque saison de travaux.
- La nécessité de garantir la sûreté hydraulique passive (sans intervention humaine) de l'ouvrage pendant les intersaisons.



4.2 HORAIRES DE TRAVAIL

Le titulaire respectera le code du travail français et la législation en vigueur.
Les travaux devront s'effectuer en période diurne.

4.3 CONTRAINTES SONORES

Le Titulaire veillera à utiliser les appareils fortement bruyant (groupe électrogène, engins de chantier, etc...) de manière raisonnée et uniquement lorsqu'ils sont nécessaires.

Le Titulaire veillera à ce que l'ensemble de ces matériels soit conforme à la réglementation en vigueur et notamment au **Décret n°69-380 du 18 avril 1969 relatif à l'insonorisation des engins de chantier** et **Décret n°95-79 du 23 janvier 1995 - art. 13 (Ab) JORF 25 janvier 1995**.

4.4 CONTRAINTES D'ORDRE ELECTRIQUE

L'Entreprise doit prendre en compte les réseaux électriques existants enterrés et aériens, issues de ses DICT et des informations communiquées par la SHEM (cf. chapitre 3.6).

Les poteaux devront impérativement être protégés pendant les travaux. L'accès au transformateur doit être conservé pour permettre les actions de maintenance requises. Il est interdit à l'Entreprise de positionner ou stocker des équipements ou matériels sous la ligne aérienne. Les distances de sécurité règlementaires devront être respectées.



Figure 15 : Vue du chemin muletier (vers l'amont), de la zone de la tête aval et du pierrier

4.5 INTERFACES AVEC LES OUVRAGES EXISTANTS

Le personnel SHEM du groupement d'EGET devra pouvoir accéder en tout point du barrage et des ouvrages et locaux en exploitation pendant toute la durée des travaux et à tout moment. Sur demande de l'Ingénieur SHEM et de l'Exploitant SHEM, l'Entreprise réalisera les installations provisoires (escalier, rampe, passerelle, échafaudage, garde-corps, etc.) nécessaires à l'Exploitant pour l'accès et l'exploitation de l'aménagement selon les règles du Code du Travail.

4.5.1 CONTRAINTES VIBRATOIRES

Voir le DCE après préqualification

4.5.2 PASSAGE DES CRUES

Voir le DCE après préqualification

4.6 CIRCULATION

Voir le DCE après préqualification

4.6.1 EXIGENCES GENERALES VIS-A-VIS DU RESEAU ROUTIER

Les exigences suivantes sont à prendre en compte dans le cadre du marché :

- Pendant la durée du chantier, les voies publiques seront maintenues en état de propreté par l'Entrepreneur. Ainsi, l'entreprise devra mettre en place des dispositifs de nettoyage des roues pour les engins quittant le chantier, et rejoignant le réseau routier, si ceux-ci sont susceptibles d'avoir de la terre ou autre matériau salissant ou glissant sur leurs routes.
- Les routes goudronnées seront nettoyées au minimum une fois par semaine avant chaque week-end et/ou en cas de dangers évidents pour la sécurité publique.
- Le Titulaire évitera le stationnement sur les routes, en dehors des périmètres explicitement autorisés.

4.6.2 APPROVISIONNEMENT ET ENGINES DE CHANTIER

L'accès à la zone du chantier se fait depuis une unique route (RD 177), relativement sinueuse. Cette route n'est soumise à aucune limitation de gabarit. Il devra être vérifié par l'entreprise qu'elle est en mesure de recevoir des convois exceptionnels ou de véhicules à semi-remorques, si celle-ci envisage d'y faire appel.

Le Titulaire fera son affaire des autorisations ou permissions de voirie délivrées par le gestionnaire (Conseil Départemental des Hautes Pyrénées).

Pour ses approvisionnements depuis la vallée pendant la période sensible, l'Entreprise évitera les horaires diurnes pour ne pas encombrer le réseau sur la seule route étroite de montagne.

L'amenée et le repli des engins de chantier et des équipements pour les installations de chantier, ou leur circulation, s'effectuera par la départementale, **en convoi avec un véhicule balise pour guidage sur le tronçon étroit entre la bifurcation d'Aragnouet et le site des travaux.**

4.7 Spécifications environnementales

Certaines tâches feront l'objet d'une attention particulière du Titulaire vis-à-vis de l'environnement :

- Réalisation d'opérations d'héliportage (si prévues par le titulaire)
- Traitement des eaux

Le Titulaire doit prendre connaissance de la notice d'information soumise par la SHEM à la DREAL et est tenu de respecter les dispositions prévues dans ce Dossier pour préserver l'Environnement.

La zone de travaux est située dans un milieu naturel sensible. Les travaux font l'objet d'une demande d'autorisation au titre du Décret n°94-894 et des articles L. 211-1 et suivants et R 122-9 du Code de l'Environnement auprès de la DREAL (instruction en cours). **Les travaux sont conditionnés à l'obtention de l'Arrêté d'Autorisation de Travaux.**

La SHEM est certifiée ISO14001. L'Entrepreneur devra respecter les prescriptions de cette certification.

Les entreprises sont incitées à concilier conduite des travaux et sauvegarde de la biodiversité. Les mesures prises au titre de la préservation du milieu devront faire l'objet d'un visa préalablement au démarrage du chantier.

De manière générale, les travaux ne doivent en aucun cas détériorer, endommager ou polluer le milieu naturel.

L'Entrepreneur est tenu de protéger l'environnement (arbres, plantations, engazonnement, etc.) à proximité des travaux de manière à ce qu'aucune dégradation par les engins ne soit à déplorer. Ces zones seront délimitées après accord de l'Ingénieur SHEM et avis de l'Exploitant.

L'ensemble du chantier sera maintenu dans un état net et ordonné ; en particulier les voiries utilisées par les engins de chantier seront quotidiennement nettoyées.

Dans cette optique, les entreprises mettront en place tous les moyens nécessaires pour garantir la protection du milieu naturel pendant toutes les phases du chantier.

- En cas d'utilisation d'installations fixes, les « baraques » de chantier seront équipées d'un dispositif de fosses étanches efficaces récupérant les eaux usées.
- Le stockage (ou dépôt) de produits chimiques et carburant, sera réalisé sur une aire spécifique ayant des bacs de rétention, ne sera pas effectué à proximité de l'eau.
- Aucun dépôt sauvage ne sera effectué sur le chantier.
- Les opérations d'entretien des engins, réalisées sur des aires étanches aménagées et munies d'installations de traitement des eaux résiduaires (aires étanches + déshuileur), ne seront pas effectuées à proximité de l'eau.
- Le matériel et les engins utilisés seront soumis à un entretien régulier, de manière à diminuer le risque de pollution accidentelle par des hydrocarbures (rupture ou fuite d'un réservoir d'un engin par exemple).
- Des séparateurs d'hydrocarbures seront installés dans toutes les zones d'alimentation en carburant des engins ou de manipulation des hydrocarbures.
- La capacité des bacs de rétention devra être équivalente à 1,5 fois le volume de produit stocké. Ces bacs feront l'objet d'une vérification journalière.
- Tous les travaux seront réalisés de manière à limiter les impacts sur la qualité de l'eau et la mise en suspension de particules fines.
- L'Entrepreneur devra avoir en permanence sur le chantier les équipements nécessaires pour contenir la pollution accidentelle dans la zone de travaux (kits de dépollution de type eau, terre). Il informera immédiatement l'Exploitant et le Représentant SHEM des déversements accidentels de produits toxiques ou dangereux (huile, graisses, coulis, etc...).
- L'Entrepreneur mettra en œuvre les équipements nécessaires à la collecte des eaux industrielles utilisées pendant les opérations aux abords immédiat du plan d'eau (notamment lors des opérations du bétonnage) afin de récupérer les eaux chargées de fines ou laitance. Les moyens mis en œuvre seront adaptés aux techniques de travail utilisées et pourront prendre différentes formes:
 - o boudins et/ou poudres absorbants
 - o pompage / bac de décantation

Lors du repli définitif de chantier, l'Entrepreneur devra prévoir un démantèlement des structures et ouvrages de génie civil de l'ensemble des installations provisoires. Tous les bétons seront démolis, aucune pièce métallique ne sera laissée en saillie. En revanche, les tirants et autres équipements ou dispositifs mis en œuvre pour la sécurisation des falaises ne seront pas démantelés.

4.7.1 EAUX D'EXHAURE

Les eaux d'exhaure issues du drainage/nettoyage/bétonnage/forage de la galerie ou du pompage éventuel dans l'auge doivent obligatoirement être décantées et/ou filtrées avant rejet dans le milieu naturel.

Pour la zone amont, la descenderie existante peut servir d'exutoire moyennant la mise en place de dispositif de décantation/filtration à l'amont.

Tous les dispositifs seront entretenus régulièrement et feront l'objet de fiches de suivis mentionnées dans les rapports hebdomadaires fournis par le Titulaire

4.8 CONTRAINTE FONCIERE

Le projet du Titulaire devra prendre en compte la contrainte foncière suivant le plan de maîtrise foncière de la SHEM présenté au marché.

4.9 PRISE EN COMPTE DE LA SECURITE DU CHANTIER

Pour ce chantier, 2 « modes règlementaires » de gestion sécurité pourront être utilisés sans que cela ne modifie **l'objectif de 0 accident sur le chantier** :

- Décret de 94 : Coordination SPS
Le Titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires de reconnaissance préalable du site du chantier mis à sa disposition par le Maître d'ouvrage.
Le PGC SPS sera fourni dans le DCE.
Le Titulaire devra soumettre au Maître d'Œuvre et au Coordonnateur Sécurité Protection de la Santé (CSPS) au cours de la période de préparation, un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) ainsi qu'un plan des installations de chantier, les modes opératoires, analyses de risques et mesures compensatoires prévues.
Avant le début des travaux, toutes les consignes de sécurité seront obligatoirement affichées par le Titulaire sur un panneau prévu à cet effet en accord avec le Coordonnateur Sécurité Santé ; il y sera indiqué notamment le responsable du chantier, les consignes de sécurité élémentaires, les numéros d'appels d'urgence, ainsi que les numéros des différents services concernés par le chantier.
- Décret de 92 : Etablissement d'un Plan de Prévention
Tout au long de l'exécution du Marché, le Titulaire met à disposition de l'assistant, du MOE les modes opératoires, analyses de risques et mesures compensatoires prévues

En complément, le Titulaire devra se conformer aux règles internes SHEM et ENGIE "One Safety".

En particulier, tout travailleur devra avoir suivi un Accueil Sécurité réalisé par la SHEM avant son intervention :

- Formation sur les 5 piliers de la sécurité ENGIE "No Life at Risk"
- Les 9 Règles qui Sauvent
- La Minute qui Sauve
- La Vigilance Partagée
- Les Points d'Arrêts
- La transparence dans la Déclaration des événements
- Formation sur la "LMRA" : Analyse de Risques de dernière Minute
- Formation sur les risques spécifiques du site

Cet accueil sécurité a une durée de 60 minutes et donne lieu à un engagement signé de chaque participant.

Il incombera au Titulaire de faire participer l'ensemble des intervenants (qu'ils soient du mandataire, des co-traitants ou des sous-traitants) à cet accueil sécurité.



5 GESTION DES APPORTS

5.1 OBJECTIFS

Les objectifs de gestion hydraulique en configuration de travaux sont :

- De conserver la capacité actuelle de l'évacuateur de crues à la cote des PHE (passage d'un débit de 30 m³/s correspondant à la crue évacuable dans l'état actuel de l'EVC), pour ne pas dégrader le niveau de sûreté actuel du barrage ;
- D'adapter, en fonction des exigences du projet, la contrainte de cote en vigueur ;
- De pouvoir mettre en sécurité le personnel et les équipements de l'Entreprise lors du passage de crues ;
- De limiter les perturbations sur le déroulement du chantier (délais, coûts) en cas de passage de crues.

5.2 GESTION DE CRUES EN PHASE CHANTIER

5.2.1 PASSAGE DE LA CRUE DE CHANTIER

5.2.1.1 CHOIX DU NIVEAU DE PROTECTION

De manière usuelle, l'organisation du chantier est prévue d'un point de vue contractuel pour que les travaux aient une faible probabilité d'être affectés de manière notable par le passage d'une crue. C'est une condition essentielle pour éviter des démobilisations répétées, pouvant remettre en question la tenue du planning d'exécution sur 3 ans. Pour ce projet, il est prévu de sécuriser le chantier pour une crue de période de retour 20 ans.

Les calculs tiennent compte du laminage des retenues EDF amont. On constate que le débit de pointe de la crue décennale non laminée est équivalent à la crue laminée 20ans. De plus, le chantier se déroule sur 3 saisons et les travaux sont particulièrement sensibles à l'inondation dès lors que le tunnel est ouvert sur l'amont. En cas du passage d'écoulements importants dans la galerie alors que les opérations de revêtement béton sont en cours (avec des moyens pouvant être difficilement démobilisables), les dommages créés sont susceptibles de repousser la fin de chantier d'une saison. C'est pour cette raison qu'il est choisi de protéger le chantier à minima pour une crue de période de retour 20 ans.

| laminage des retenues amont | Période de retour crue | | |
|-----------------------------|------------------------|--------|--------|
| | 10 ans | 20 ans | 50 ans |
| sans | 30 | 48 | 72 |
| avec | 18 | 31 | 48 |

Figure 16 : Débits de pointe pour des crues de faible période de retour (m³/s)

Par ailleurs les capacités d'évacuation des ouvrages de vidange ne sont pas pris en compte, comme il est usuellement considéré par la sûreté pour la gestion des événements de crues. L'ouverture des robinets de vidange n'interviendrait qu'en cas de nécessité.

L'éventuel passage de crues de plus forte occurrence entrainera un arrêt des travaux le temps de sa survenance et de la remise en état du chantier. Cet événement sera alors considéré comme aléa de chantier pouvant entrainer des retards et à la charge du Maître d'Ouvrage.

5.2.1.2 CONTRAINTE DE COTE ET BATARDAGE

Une étude de laminage a été menée avec des crues de chantier de période de retour 10, 20, 50 ans, pour des contraintes de cote entre 1844,0 et 1846,5 afin de déterminer le meilleur compromis pour le projet. Pour rappel, le maintien du niveau de retenue doit permettre l'utilisation de la piste amont d'accès à la zone de travaux (hors période ponctuelle de crue), dont l'assise est calée au plus bas à 1847.

Le batardeau de protection du chantier sera implanté en périphérie des ouvrages GC de la nouvelle auge sur la plateforme à la cote 1846,90. Afin de limiter sa hauteur, le seuil d'entonnement de l'auge existante sera arrasé en grande partie à la cote 1847,5 pour créer un chenal (apparenté à un seuil épais) de 12m de large pour dériver plus rapidement les crues vers la descenderie actuelle. La configuration du chantier dans la zone amont située dans l'emprise de la retenue est présentée sur la Figure 17 suivante.

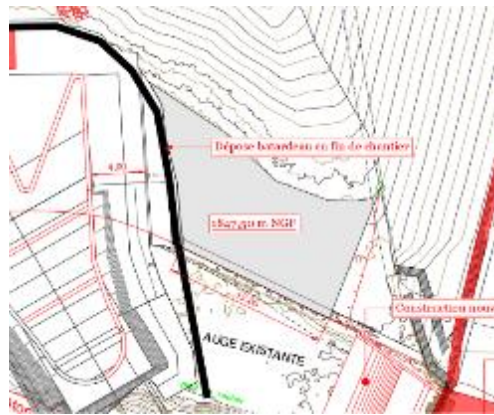


Figure 17 : Extrait plan de phasage avec vue sur la zone amont

Il est choisi de retenir d'abaisser la contrainte de cote au niveau 1845,50mNGF pendant la durée du chantier. Cette hypothèse permet d'obtenir suffisamment de creux de retenue pour limiter la hausse du plan d'eau pour la crue de référence (20ans laminée) et ainsi mettre en œuvre un batardeau de taille modeste (1,1m), adapté aux contraintes de site.

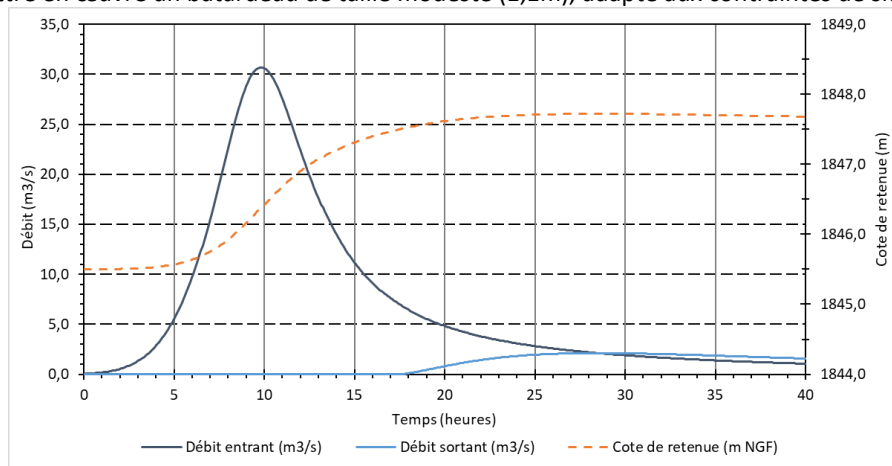


Figure 18 : Laminage de la crue de chantier (sans utilisation de la vidange de fond)

L'étude de laminage (Figure 18 et Figure 19) montre que :

- La contrainte de cote permet de stocker dans la retenue le volume principal de crue,
- Le pied de batardeau (cote 1846,90) et la piste (cote 1847,0) se retrouvent inondés environ 3h après que l'amorce de crue ait été clairement identifiée (débits entrants supérieurs à $3\text{m}^3/\text{s}$),
- Le niveau de retenue reste limité à la cote 1847,70 en fin d'épisode de crue avec une faible lame d'eau (20cm) déversant vers le chenal de l'EVC existant.
- La piste d'accès ne redeviendra praticable qu'au bout de 2 jours avec l'utilisation des robinets de vidange (avec un débit de $3\text{m}^3/\text{s}$ correspondant à la valeur de transfert possible vers le réservoir de l'Oule), dès que le pic de crue s'avère passé.

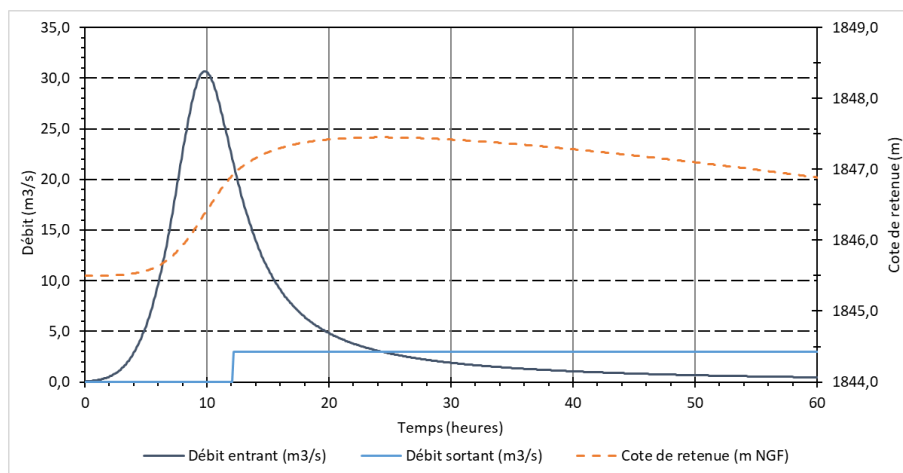


Figure 19 : Laminage de la crue de chantier (avec vidange après passage pic de crue)

Lors des travaux critiques de bétonnage sensibles au déversement (particulièrement du seuil labyrinthe, du radier de l'auge et du revêtement du tunnel), il conviendra de rester vigilant sur la météo et la gestion de la retenue pour éviter tout déversement dans les 48h suivant les opérations.

5.2.2 PASSAGE DES CRUES EXCEPTIONNELLES (PROTECTION DU BARRAGE)

Dans le cas des situations jugées les plus critiques de survenance de crues dépassant le niveau de protection de chantier (crue de période de retour 20ans définie au chapitre précédent), la sûreté du barrage n'est pas affectée. En effet, la configuration du projet en phase travaux (seuil existant arasé à la cote 1847,5 et batardeau érigé jusqu'au niveau 1847,9 : Figure 17) ne restreint pas la débitance de l'évacuateur de crue existant, dont le seuil actuel de moindre linéaire est calé à un niveau plus élevé (1849,40). Il sera toutefois demandé à l'Entreprise de s'assurer qu'aucun matériau, matériel ou autres dispositifs ne viennent limiter la capacité d'entonnement de la descenderie existante, notamment au droit du pont où se situe la restriction de section hydraulique qui détermine la débitance d'évacuation.

6 DESCRIPTIF DETAILLE DES TRAVAUX

6.1 SECURISATION DES VERSANTS

Un diagnostic général de l'environnement proche du projet a montré que des travaux de sécurisation vis-à-vis du risque d'éboulement rocheux des versants apparaissent nécessaires pendant les phases de travaux. Les travaux envisagés s'intègrent dans une problématique d'éboulement rocheux dont les principaux risques sont les chutes de blocs au droit des zones de creusement de la galerie (tête amont et aval), futures pistes d'accès, zones de stockage et installations de chantier. Les principaux enjeux à sécuriser sont les moyens humains et matériels employés pendant les travaux qui seront notamment présents au niveau :

- Des secteurs de massifs rocheux surplombant les zones de travaux pour la tête amont et la tête aval ;
- Des zones d'installations provisoires de chantier ;
- Du transformateur et des poteaux de distribution EDF ;
- De la piste d'accès aux ouvrages EDF ;
- Des différentes pistes d'accès aux zones d'emprise des têtes amont et aval ;
- Des zones de stockage projetées en phase travaux.



Figure 20 : Vue de la zone S1 amont d'étude pour sécurisation

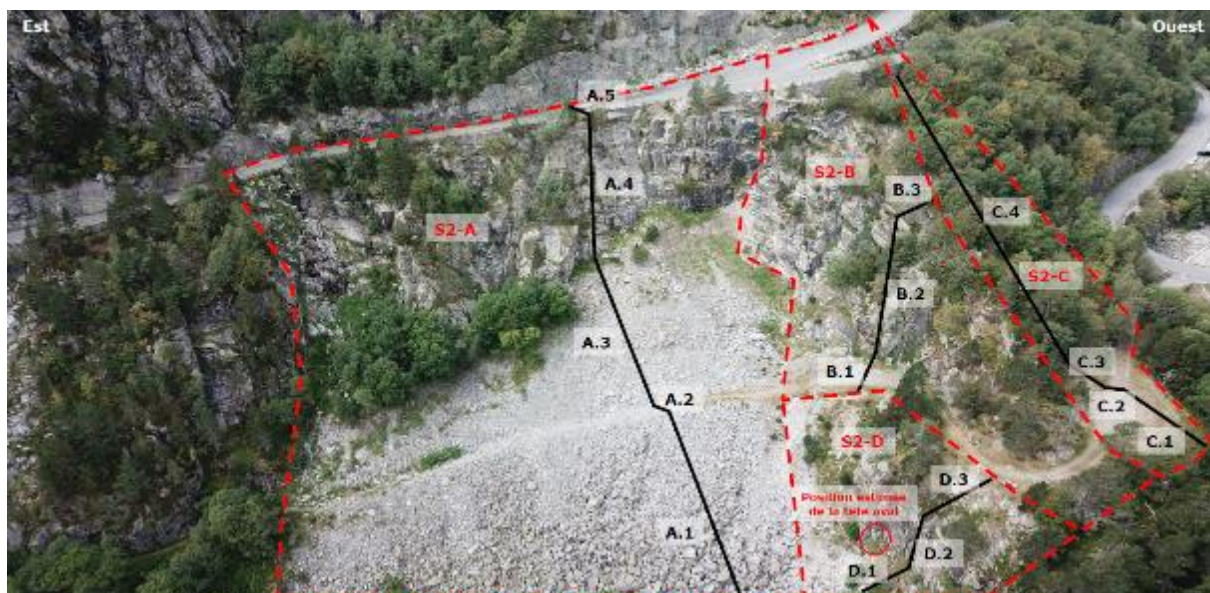


Figure 21 : Vue de la zone S2 aval d'étude pour sécurisation

Les études G2 Pro réalisées par un bureau d'études spécialisé en géotechnique ont abouti à la définition des dispositifs actifs et passifs décrits en suivant, pour sécuriser le projet en phase chantier :

- Purges manuelles et déroctages pour l'ensemble des secteurs S2-A (Figure 22), S2-B (Figure 23), S2D (Figure 24) et S1, selon les blocs instables identifiés lors des reconnaissances de site.
- Ancrages de confortement des blocs instables en falaise : clous type GEWI diamètre 25 ou 32mm de longueur 2 à 6m ;
- Grillage métallique pendu sur poteaux galvanisés d'1m de hauteur, maintenus par des haubans fixés au sol par des boulons d'ancrages (Figure 24) ;
- Grillage métallique plaqué à l'aide d'un câble métallique fixé au sol par l'intermédiaire de boulons d'ancrage (Figure 24) ;
- Ecrans ou barrières grillagés disposés sur poteaux ancrés (Figure 23) ;
- Merlon en enrochement ou terre le long du chemin muletier d'une hauteur de 1,5m pour intercepter les blocs en cas d'évolution des parements rocheux (Figure 23).



Figure 22 : Vue de la zone de purge du secteur S2-A

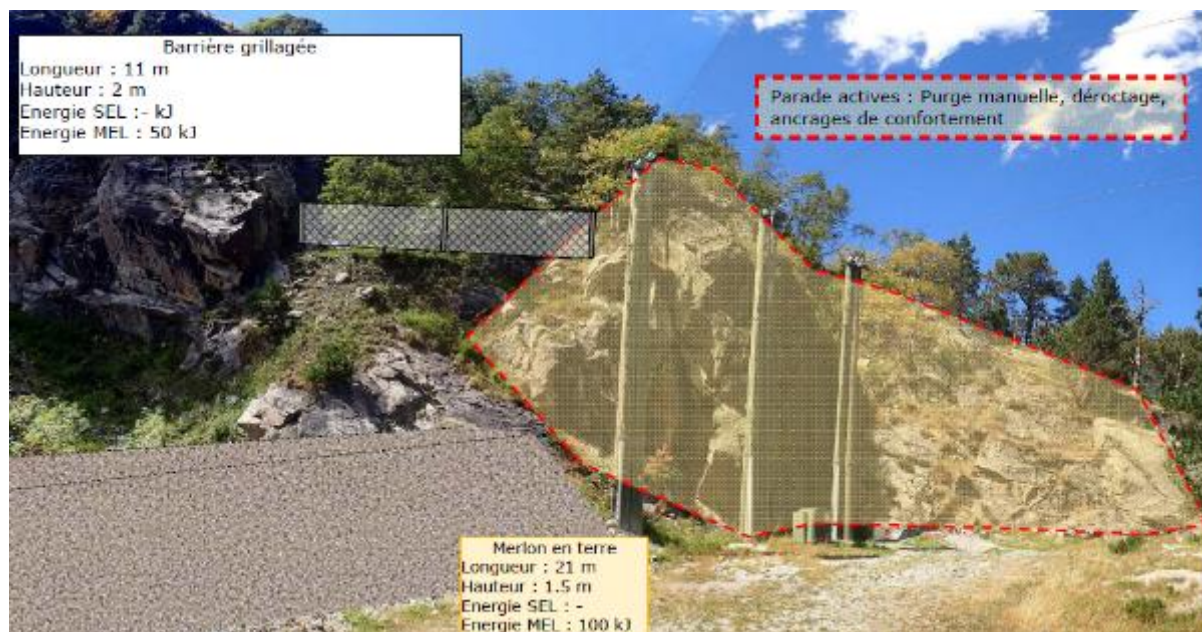


Figure 23 : Vue des ouvrages sur le secteur S2-B



Figure 24 : Vue des ouvrages sur le secteur S2D

Les principaux moyens utilisés pour réaliser ce chantier de sécurisation sont décrits en suivant :

- Travaux sur corde pour les opérations en falaise ou sur pente ;
- Les purges des blocs de volume maximal 1 m³ seront effectuées manuellement avec des cannes à purges de l'amont vers l'aval en assurant un balayage horizontal des zones.
- Des engins mécaniques seront utilisés pour les déroctages. L'emploi d'explosifs n'est pas prévu et devra faire l'objet d'une demande justifiée.
- Les forages pour le clouage des blocs et pour la fondation des poteaux seront réalisés avec un perforateur pneumatique manuel ou avec chariot de forage léger (CFL). En cas de besoin, les ateliers de forage pourront être hélicoptés.
- Le scellement des barres s'effectuera par injection dans les canules en place avec une centrale d'injection.
- Les grillages seront déroulés de l'amont vers l'aval, par hélicoptage ou avec camion grue suivant les conditions météo et la localisation.

6.2 TRAVAUX D'ACCES

Le chantier peut être décomposé en trois secteurs bien distincts :

- Le secteur amont, comprenant les travaux du seuil labyrinthe et de l'auge collectrice, et de l'alimentation de la descenderie existante.
- Une plateforme centrale le long du chemin muletier, zone des principales installations de chantier.
- Le secteur aval, comprenant les travaux d'accès à la tête aval du tunnel depuis laquelle se déroulent les travaux d'excavation et de bétonnage du tunnel.

Pour permettre de réaliser les ouvrages projetés puis d'en assurer le contrôle et la maintenance, il sera nécessaire de créer des accès spécifiques. Les travaux associés, listés en suivant, seront réalisés avec les moyens usuels de terrassements (pelle, tombereau, camions 6x4, brise roche hydraulique pour déroctages, chargeur, compacteur) et principalement à partir des matériaux du site (blocs d'éboulis de la retenue et enrochements issus des déroctages). Pour les zones à forte pente ou instables, des engins spécifiques pourront être prévus tels que pelles araignées.

Afin de prévoir une circulation pour tous les types d'engins, les pistes construites seront clouées avec des matériaux d'apport granulaires 0/100 sur une épaisseur de 15 à 30cm.

6.2.1 PISTE D'ACCES A LA ZONE AMONT

Une partie du chantier se situant dans la retenue (nouvelles structures d'entonnement à construire), le projet nécessite la réalisation d'une piste pour l'accès des engins à cette zone de travaux (foreuses, tombereaux, pelles...). Il s'agit d'un ouvrage permanent, qui ne sera pas déconstruit en fin de chantier, pour permettre l'accès d'engins jusqu'en pied amont des nouveaux seuils pour évacuer les embâcles qui pourraient s'accumuler.

De multiples reconnaissances de terrain, associées à l'analyse de la topographie de la rive droite et les contraintes environnementales de site, ont permis d'identifier une implantation de piste jugée la plus pertinente. Son tracé est présenté sur la Figure suivante. Il limite la surface de défrichement avec un cheminement principalement dans l'emprise de la retenue, mais impose un abaissement du réservoir sous la cote 1847,00mNGF pendant toute la durée des opérations menées sur la zone de travaux amont. Cette solution devra toutefois être validée par l'Entreprise car elle implique une pente importante d'environ 18% au démarrage depuis la route départementale et la réalisation d'une plateforme de retournement.



Figure 25 : Plan d'implantation de la piste d'accès à la zone amont



Figure 26 : Profil en long de la piste d'accès à la zone amont

Vu la forte déclivité au démarrage, il se pourrait que la surface de roulement nécessite la mise en œuvre d'un revêtement stabilisé (couche de béton) dans cette partie. La piste aura les caractéristiques suivantes :

- Longueur : 200m environ
- Pente maximum de 20%
- Largeur de piste : 4m en partie courante et 10m maximum environ dans le virage et pour la plateforme de travail à proximité de la zone amont des travaux.
- Volume estimatif de remblais : 2000m³
- Volume estimatif de déblais : 320m³
- Portance : performances selon les besoins de l'Entreprise

Les travaux de déblaiement seront réalisés à la pelle hydraulique à chenilles 40 tonnes, équipée d'une dent de déroctage ou d'un BRH pour les zones rocheuses. Un tombereau sera mobilisé pour la gestion des déblais qui seront issus de gisements dans l'assiette de la retenue ou des matériaux excavés pour réaliser les ouvrages amont.

Il est envisagé que la piste se construise sur 2 fronts :

- principalement depuis l'aval jusqu'au remblaiement important du virage, avec l'avancement de l'extraction des matériaux de l'auge pour permettre leur réutilisation.
- depuis l'amont (route départementale) pour la réalisation de la descenderie à 20% avec le débroussaillage, la mise en œuvre de gros blocs (pouvant provenir d'autres zones de terrassements du projet, tel que l'accès aux installations 2) pour stabiliser l'assise de la piste et la finalisation de la couche de roulement avec du béton percolé pour permettre la circulation des engins dans cette forte pente.



Figure 27 : Photos de la berge rive droite avec implantation du tracé de la piste d'accès amont

Pendant cette phase de travaux, les équipements nécessaires aux terrassements de l'auge ou aux déroctages de la piste devront être acheminés dans le retenue :

- soit par grutage depuis la route
- soit par l'intermédiaire d'une rampe temporaire réalisée sur le parement amont du barrage

Cet ouvrage, dont la localisation est présentée en figure suivante, sera réalisé au moyen d'une pelle araignée principalement à partir des matériaux présents à proximité immédiate dans le réservoir (volume estimé à Xm^3). Cette solution supposera impérativement un dispositif de franchissement du muret pare vagues existant et une protection du parement du barrage, pour éviter que les remblais ne viennent endommager l'ouvrage.

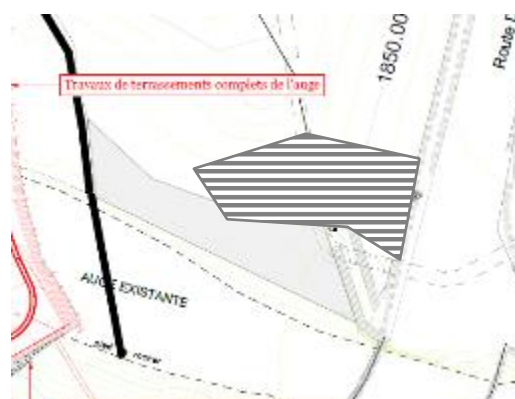


Figure 28 : Implantation de la rampe d'accès temporaire dans la retenue

6.2.2 ACCÈS À LA ZONE AVAL

L'ancien chemin muletier sera réhabilité pour permettre l'accès sécurisé à la zone d'installation de chantier principale. Le pont « vieux » ne sera pas autorisé à la circulation des véhicules pour les raisons suivantes :

- pont maçonné dont la capacité de portance n'est pas connue (l'ouvrage n'a pas fait l'objet d'un recalcul). Une épreuve de chargement statique a toutefois été réalisée en 2016 avec un camion de type 6x4 PTC 26T. La note d'épreuve est fournie en Annexe des pièces du marché. La durabilité de l'ouvrage peut donc être mise en jeu sous l'action répétée du passage d'engins chargés (toupis béton...) vers la zone aval.
- accès par ce pont compliqué pour la circulation.
- utilisation de la partie côté aval du pont existant comme espace pour les installations de chantier.

Les travaux consisteront principalement à mettre à niveau le verrou rocheux jointif à la route départementale, avec des opérations de déroctage. Il est estimé qu'un volume d'environ 100m³ doit être terrassé. Les déblais pourront être régalez sur la partie aval de la piste ou dans l'emprise de la plateforme des installations de chantier n°2.



Figure 29 : Vue route départementale et départ ancien chemin muletier à recalibrer (encadré rouge)



Figure 30 : Vue vers l'amont avec arrivée de l'ancien chemin muletier depuis la RD (encadré rouge)



Figure 31 : Extrait plan d'installation de chantier – zone n°2

6.2.3 PISTE D'ACCES A LA TETE AVAL DU TUNNEL

L'accès à la tête aval du tunnel est nécessaire pour sa construction, qui s'effectuera d'aval vers l'amont. Il sera constitué d'une piste réalisée dans le pierrier permettant :

- Le cheminement du personnel
- L'amenée des engins à chenilles nécessaires aux travaux pour les excavations de la galerie et la mise en œuvre de son revêtement en béton

Il s'agit d'un ouvrage permanent, qui ne sera pas déconstruit en fin de chantier, car il permettra un accès sécurisé à la galerie pour effectuer les opérations de contrôle et de maintenance. Cet accès aura les caractéristiques suivantes :

- Longueur : 100m environ
- Pente estimée à 12%
- Largeur de piste : entre 3 à 4m
- Portance : performances selon les besoins de l'Entreprise
- Volume de remblais estimé à 1000m³ (y compris plateforme au droit de la tête aval de la galerie)

La réalisation de cette piste est jugée particulièrement sensible car le pierrier sur lequel elle chemine est actuellement en limite de stabilité. Son dimensionnement et sa stabilité devront donc être justifiés.

La construction de cette piste nécessite également :

- la disponibilité des matériaux compte tenu de l'importance des remblais à réaliser
- que sa pente et son chemin de roulement soient compatibles avec la circulation des engins requis
- de réaliser une zone de demi-tour à l'extrémité du pierrier

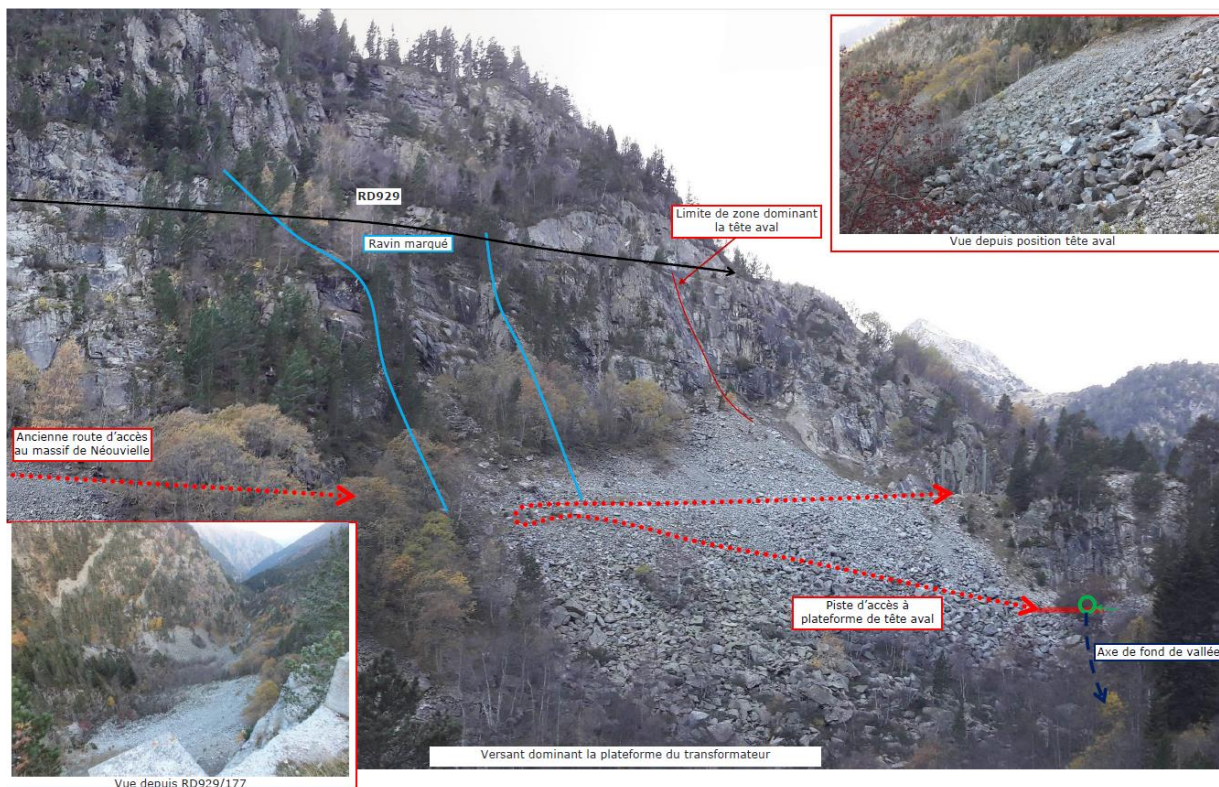


Figure 32 : Photos de la zone de pierrier aval

6.3 NOUVEAU SEUIL HYDRAULIQUE POUR LA DESCENDERIE EXISTANTE

Les travaux d'aménagement de la descenderie existante visent à éviter la mise en charge du pont, y compris pour la cote de crue de danger, tout en faisant participer la descenderie existante à l'évacuation des crues, au maximum de sa capacité. Cela consiste à mettre en place un seuil béton déversant, de type poids, permettant de limiter les débits dans la descenderie existante.



Figure 33 : Photographies du modèle réduit hydraulique du seuil en déversement

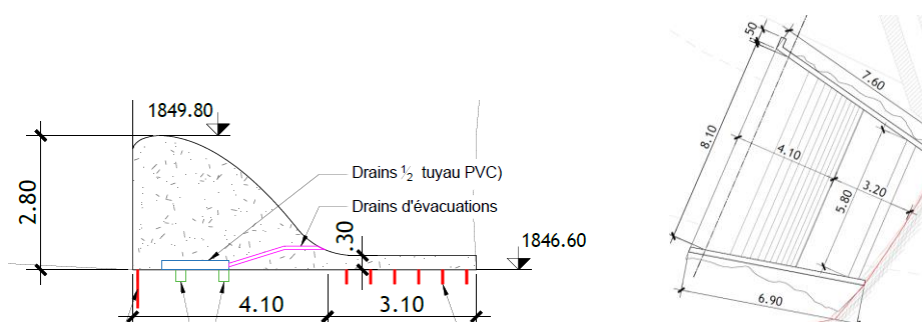


Figure 34 : Plans du nouveau seuil de la descenderie existante

La manutention des coffrages et l'amenée du ferrailage s'effectuera à l'aide d'une grue mobile descendue par la piste d'accès amont ou d'un chariot élévateur situé dans la zone de travaux et approvisionné par des moyens stationnant ponctuellement sur la route. Le bétonnage s'effectuera soit depuis une toupie béton stationnée au plus près sur une voie réservée au chantier, soit au moyen de grue ou pompage à partir des zones d'installation de chantier. Le volume de béton est estimé à environ 100m³.

6.4 NOUVEL EVC AVEC SEUIL LABYRINTHE

L'entonnement de l'évacuateur de crues additionnel situé en rive droite est un ouvrage constitué par :

- Un seuil libre constitué d'un mur en forme de labyrinthe,
- Une auge collectrice redirigeant les écoulements vers la galerie d'évacuation.

Sa construction s'effectuera sur les 3 saisons en raison des quantités importantes de terrassements et la complexité de l'ouvrage de génie civil. Le phasage prévisionnel des travaux se décompose de la manière suivante :

- Excavations de l'auge avec son soutènement
- Bétonnage et ancrage des radiers
- Réalisation des levées de bétonnage en élévation
- Finalisation par la construction du seuil labyrinthe

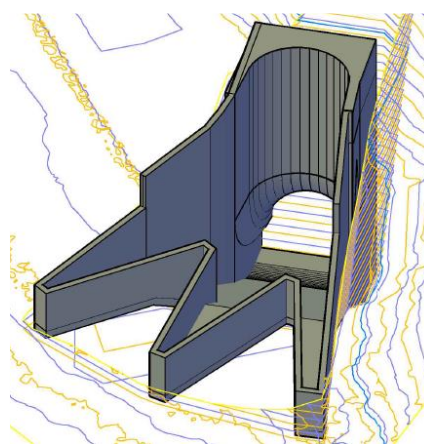


Figure 35 : Vue de l'ouvrage d'entonnement du nouvel EVC

6.4.1 SEUIL LABYRINTHE

Il s'agit d'un seuil déversant de type labyrinthe pour maximiser le débit pouvant transiter sous une faible hauteur déversante. Il est composé de 2 alvéoles et demi, de hauteur 2,50m, positionnées en arc de cercle de façon à alimenter de façon homogène l'ouvrage. La crête du seuil est calée à la cote 1849,40 m NGF (RN actuelle) pour une longueur développée déversante de 48,05m. Cet ouvrage est implanté sur une plateforme déroctée à la cote 1846,60 m NGF environ.





Figure 36 : Photographies du modèle réduit hydraulique de l'auge hors d'eau et en déversement

La manutention des équipements pour les ouvrages de génie civil en béton armé (coffrages, ferrailage pour les voiles) s'effectuera par des moyens de levage placés sur la plateforme de travail en amont immédiat du seuil labyrinthe, ou positionnés en rive droite en extrémité de la zone d'installation de chantier n°1.

Le béton sera approvisionné soit depuis une centrale à béton de la vallée, soit depuis la centrale à béton du site lorsqu'elle sera fonctionnelle. Le volume de béton est estimé à 100m³. Des camions toupie assureront le transport et stationneront ponctuellement sur la zone de stationnement ou la voie réservée surplombant le chantier.

6.4.2 AUGES COLLECTRICES

L'auge collectrice se trouve immédiatement en aval du nouveau seuil labyrinthe. Il s'agit de l'ouvrage de réception des déversements du seuil labyrinthe qui assure le bon entonnement des débits vers la galerie. Elle est constituée d'un puits de profondeur maximale 10m permettant notamment de disposer, pour le creusement du tunnel, d'une couverture rocheuse suffisante au passage de la route. Le radier à forte pente de 66% et sa largeur décroissante vers l'aval concentre et accélère les écoulements hydrauliques pour maximiser le tirant d'air à l'entonnement sous la voûte de galerie. Côté retenue, un bajoyer non déversant assure la liaison entre le labyrinthe amont et l'entrée en terre de la galerie.

La première phase de travaux consiste à réaliser les terrassements par approfondissement de l'auge existante et déroctage d'une partie de la rive. Les terrassements (environ 1800m³) s'effectueront à l'explosif. Il est prévu que la majeure partie de déblais soit réutilisée pour la constitution de la piste d'accès amont. Les éventuels surplus d'excavations, si les opérations se poursuivent en seconde saison, pourront être rajoutés à l'arrivée de la piste pour élargir la plateforme de travaux à proximité de la zone d'installation des moyens de grutage ou stockés dans la retenue dans le périmètre précisé au chapitre 6.7.1.

L'excavation est prévue d'être réalisée par passes, à l'explosif avec micro-minage en cas de nécessité, et avec réalisation des ancrages des talus à l'avancement. Le choix de l'explosif s'impose :

- d'une part comme la méthode permettant de garantir le rendement requis pour l'extraction des matériaux en raison de leurs caractéristiques mécaniques,
- d'autre part pour éviter de fracturer le massif rocheux périphérique laissé en place, avec d'autres moyens mécaniques moins adaptés,
- enfin dans le but de limiter les nuisances sonores pour le site (contrainte touristique) ; une utilisation intensive de BRH occasionnant des nuisances bien plus importantes que des tirs occasionnels.

Le matériel et les engins de chantier accéderont à la zone de travaux par la piste amont lorsqu'elle sera terminée. Pour réaliser le plus gros des terrassements dont les volumes de déblais seront utilisés pour la construction de la piste, les équipements pourront soit :

- être grutés depuis la route
- descendre dans la retenue à partir d'une rampe temporaire réalisée sur le parement amont du barrage (se référer au chapitre 6.2.1)

L'optimisation du dimensionnement des tirs nécessitera en début de travaux, une phase de tirs d'essai associés à une instrumentation en vibration sur les premiers tirs aériens et souterrains, puis un suivi vibratoire des tirs en mode contrôle permettant d'adapter les charges en fonction de la réponse des récepteurs.

Pendant les phases de minage-déroctages, un périmètre d'exclusion sera défini et balisé. Pour chaque tir, cette zone de sécurité sera mise en place avec le positionnement de vigies qui s'assureront de l'absence de circulation piétonne et routière. Elle sera interdite à toute personne étrangère aux opérations de chargement et de contrôle pendant la durée ponctuelle de l'opération. Les opérations de tir seront menées conformément à la réglementation avec notamment émissions des signaux sonores en début et fin de tirs. Des dispositifs antiprojections de type matelas seront utilisés.

Au démarrage de l'opération, un prédécoupage le long du périmètre de l'auge sera réalisé afin de minimiser l'impact sonore (surpression) et vibratoire. Les trous pour minage seront effectués par moyens acrobatiques pour le talus contigu à la route, puis avec des engins de forage plus classiques depuis la plateforme de l'auge.

Les déblais seront évacués vers la zone de réutilisation de la piste d'accès au moyen de pelles à chenilles, au gabarit adapté à la zone d'extraction, et de chargeurs sur chenille et tombereaux pour le marinage.

Le soutènement de l'auge s'effectuera au moyen :

- de clous principalement subhorizontaux de diamètre 25 à 32mm et longueur 3 à 12 m, répartis sur le talus créé,
- puis d'une coque en béton projeté d'épaisseur moyenne 20cm ferrillée avec des treillis soudés.

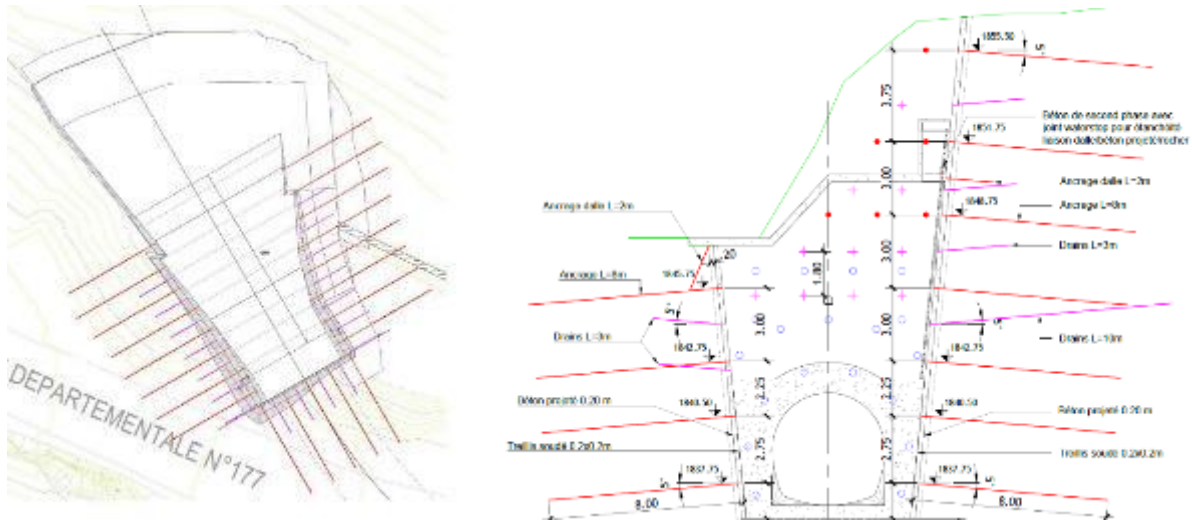


Figure 37 : Ouvrage d'entonnement – vue des excavations avec dispositifs de soutènements

L'auge est constituée d'une structure en béton armé (radier, bajoyers, voiles) totalisant un volume estimé à 600m³.

La manutention des équipements et les opérations de bétonnage pour les ouvrages de génie civil en béton armé (banches, coffrages, ferrailage, échafaudages pour les voiles et butons) s'effectueront selon des dispositions similaires au seuil de labyrinthe.

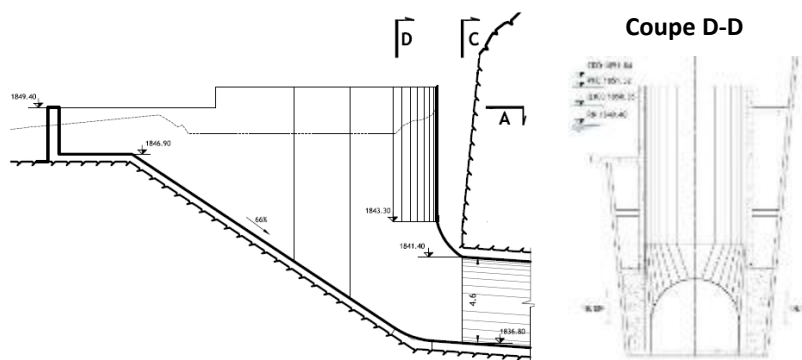


Figure 38 : Coupes sur l'ouvrage d'entonnement avec structure béton

6.5 GALERIE HYDRAULIQUE

Cet ouvrage souterrain, d'une longueur de 130m, permet aux débits de crues de contourner le barrage dans le versant de la rive droite. Les écoulements sont restitués en aval du barrage dans un pierrier situé dans un bief distinct de la Neste de Couplan. (voir Figure 2).

La galerie est conçue avec une section unique revêtue en béton, de type fer à cheval, avec un diamètre hydraulique de 4,6m et une pente constante de 7 %.

Le creusement s'effectuera par l'aval en méthode traditionnelle, typologie de travaux bien adaptée au linéaire réduit de l'ouvrage et à la possibilité de rencontrer localement une certaine hétérogénéité des terrains. Le volume d'excavation est

estimé à volume estimé à 3300m³. Le choix des soutènements à mettre en place dépendra de nombreux critères liés au terrain encaissant (résistance de la roche, discontinuités, état de contraintes...) et au mode d'exécution. Selon le profil géologique identifié, les dispositifs de soutènement seront constitués :

- d'un soutènement par boulonnage pour assurer la stabilité des coins rocheux potentiellement instables en voûte ;
- d'ancrages passifs, dont le maillage et la longueur peuvent être adaptés ;
- de béton projeté, dont l'épaisseur peut être adaptée ;
- de cintres, localement dans les parties les plus fracturées ou aux entrées en terre

Un revêtement en béton coffré et armé sera mis en œuvre sur tout le linéaire de la galerie (1100m³ de béton hors béton projeté nécessaire pour les opérations de soutènement).



Figure 39 : Photo de la nouvelle galerie sur modèle réduit – crue de projet



Figure 40 : Vue 3D et Profil en long du nouvel évacuateur de crues en galerie

En phase travaux, la galerie sera éclairée et ventilée pour des raisons de sécurité.

Les travaux de percement de la galerie s'effectueront en méthode traditionnelle à l'explosif, par l'aval en remontant. Les eaux issues des excavations et des opérations de mise en œuvre du revêtement seront acheminées et décantées dans une station de traitement au niveau de la tête aval, avant d'être rejetées dans le pierrier.

Le principe de creusement et réalisation de la galerie revêtue en béton armé, est synthétisé en suivant :

- Forage du front de taille avec foreuse à plusieurs bras type jumbo,
- Chargement à l'explosif, contrôle et sécurisation, puis tir d'abattage,
- Ventilation, arrosage, purge et marinage des déblais rocheux avec chargeur (évacuation dans le pierrier aval),

- Contrôle et levé topographique et géologique,
- Réalisation des drains,
- Mise en œuvre des soutènements provisoires avec :
 - o béton projeté de confinement avec robot
 - o forage et boulonnage (installation d'ancrages)
 - o pose éventuelle de cintres métalliques selon les conditions géologiques rencontrées
- Mise en œuvre du revêtement avec les différentes phases de coffrage, ferrailage, bétonnage des plots, décoffrage, cure, injections de clavage et finitions (radier, piédroits, voûte). Les coffrages et ferrailages seront manutentionnés avec un engin de type manitou, le béton pompé depuis les zones d'installation de chantier ou transporté dans un tombereau mixer.

6.6 SAUT A SKI

La tête aval de la galerie est positionnée dans une falaise affleurant avec une zone d'éboulis. La galerie se termine par un radier en forme de saut de ski biaisé. Cette géométrie a pour objectif d'étaler la lame d'eau sur la longueur, afin de diffuser le maximum d'énergie et minimiser l'impact du jet à la surface du pierrier.

L'impact du jet a été étudié sur le modèle réduit afin d'appréhender son étendue et éliminer le risque d'instabilité en grand du pierrier présent dans la zone.



Figure 15 : Vues du saut de ski sur modèle réduit (droite : jet avec dissipation d'énergie à la crue de projet)



Figure 15 : Vues 3D de la cuillère de dissipation

La manutention des équipements pour les ouvrages de génie civil en béton armé (coffrages, ferrailage pour les voiles et la casquette) s'effectuera par des moyens de levage placés sur la plateforme de travail à l'aval du tunnel (grue mobile descendue par la piste amont), ou positionnés en rive droite en extrémité de la zone d'installation de chantier n°1.

Le volume de béton est estimé à 50m³. Il sera approvisionné depuis la plateforme des installations de chantier située au-dessus de la tête aval.

6.7 ZONES DE STOCKAGE DES DEBLAIS

6.7.1 ZONE AMONT DE L'AUGE

Les volumes de matériaux rocheux extraits des excavations de l'auge (de l'ordre de 1800m³) seront principalement réemployés pour la réalisation de la piste d'accès définitive à la zone de travaux amont. Ils pourront être également, :

- Soit réutilisés pour la réalisation d'un batardeau temporaire pour la protection du chantier vis-à-vis du passage des crues ;
- Soit mis en dépôt dans la retenue en amont de l'évacuateur de crues, en respectant les critères suivants :
 - o Cote maximale des déblais situés à moins de 10 m du seuil labyrinthe : 1846,90mNGF
 - o Cote maximale dans tous les cas : RN – 1 m (1848,40mNGF) pour la réception des travaux, pour des raisons paysagères,
 - o Mise en place dans une zone avec une pente suffisamment faible permettant d'assurer la stabilité des déblais et de s'assurer qu'il n'y a pas de risque de chute de blocs dans le chenal d'alimentation de la vidange du barrage, qui viendraient l'obstruer.

La photographie présentée ci-dessous (Figure 41) indique (en vert) la zone identifiée pour le stockage définitif (avec replat), et en rouge la limite au-delà de laquelle aucun matériau ne devra être rapporté pour éviter qu'ils ne dévalent éventuellement dans le chenal de vidange.



Figure 41 : Zone de stockage des déblais d'excavation

L'Entreprise devra mettre en dépôt les matériaux de telle sorte qu'ils s'intègrent facilement dans le terrain naturel de la berge, c'est-à-dire les répartir sur la zone avec la plus faible épaisseur possible et éviter ainsi des « monticules ».

Le transfert des déblais des zones d'excavation aux zones de dépôts adjacentes s'effectuera au moyen d'équipements usuels pour réaliser des terrassements (chargeur, camion 6x4, pelle pour réorganisation des matériaux).

6.7.2 ZONE AVAL DE RESTITUTION

Les déblais issus du creusement de la galerie (de l'ordre de 3300m³) seront stockés à l'aval de celle-ci en pied du versant et du pierrier actuel (cf. Figure 42, zone entourée en vert). La mise en dépôt devra être réalisée de telle sorte :

- qu'elle ne crée pas un obstacle à l'écoulement des eaux dans la zone de diffusion et de réception du jet ;
- que son arase suive un profil en long avec une pente constante vers l'aval.

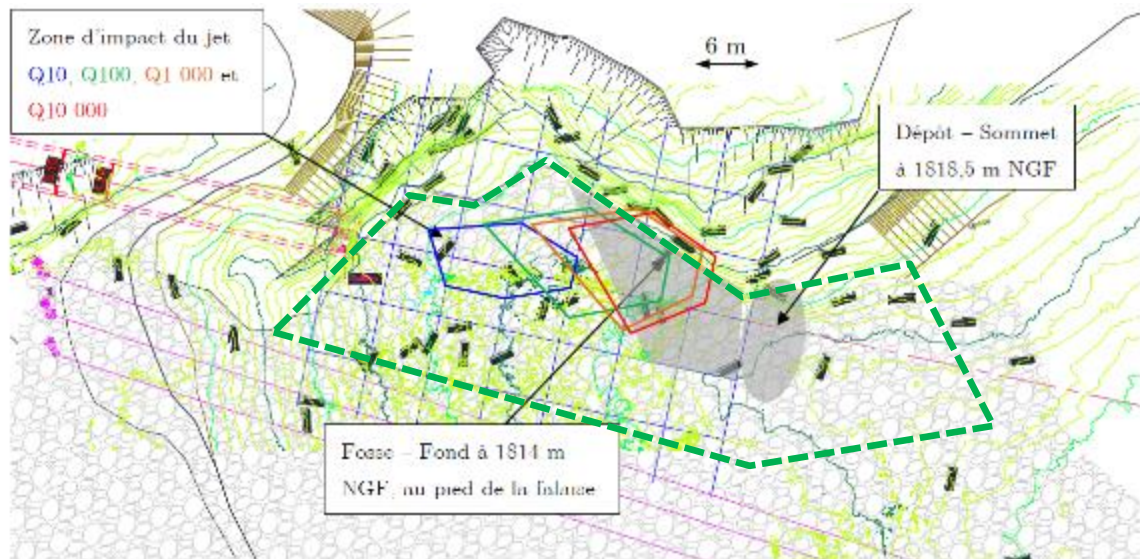


Figure 42 : Impact du jet issu de la modélisation physique avec fond mobile et zone de stockage des déblais (vert)

Les matériaux les plus gros devront être posés en pied autant que de possible de manière à éviter les instabilités du talus constitué des déblais.

6.8 DIVERS

6.8.1 MURET PARE VAGUES

Un muret pare vagues doit être ajouté sur le parapet existant positionné en amont du couronnement du barrage ainsi qu'en rive gauche, de manière à protéger la route de venues d'eau en cas de crue cumulée avec des vagues sur la retenue. La hauteur finale du muret ajouté devant atteindre la cote 1852,43mNGF (cote PHE+1,1m), il est nécessaire de l'étendre en rive gauche le long du bas-côté de la route pour venir rejoindre le TN à cette cote de manière à éviter les contournements d'eau. Sa longueur estimative totale est de 130ml, dont 90ml le long de la crête du barrage, avec une hauteur variable entre 30cm et 60cm au-dessus du terrain naturel.

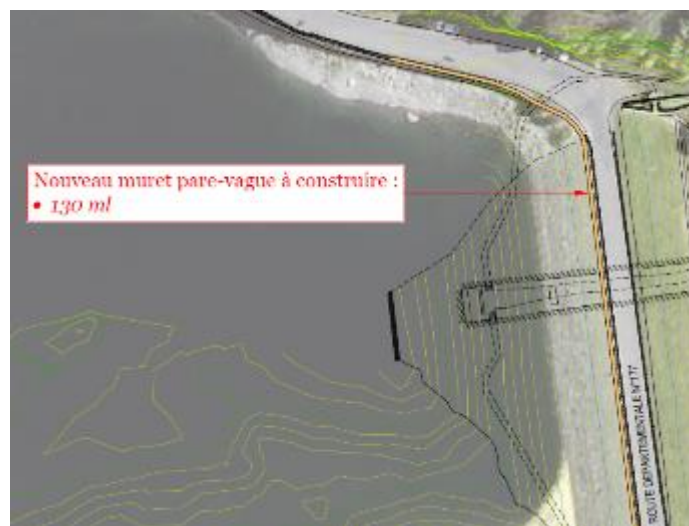


Figure 43 : Positionnement extension de la réhausse en rive gauche

L'ouvrage sera constitué d'un mélange de mortier et de cailloux / enrochements, ou de maçonnerie traditionnelle avec pierres apparentes. Pour des raisons patrimoniales/architecturales également, il est souhaitable que la réhausse du pare vague et le prolongement du parapet existant soient réalisés dans le même style architectural que le pare vague existant. Les résidus d'excavation de l'auge ou de la galerie pourront être utilisés à cet effet, comme blocs de la maçonnerie traditionnelle à réaliser.

Le muret pourra être ancré au couronnement du barrage ou posé sur la crête sous réserve que sa section soit stable et que la surface de contact soit nettoyée avec un jet à haute pression, et repiquée ou bouchardée de manière à assurer une bonne adhérence.

Dans sa partie en rive gauche, le muret sera fondé au rocher pour permettre sa stabilité vis-à-vis de la poussée hydrostatique de la retenue à PHE. Ces travaux nécessiteront donc des terrassements superficiels à la pelle le long de la route départementale pour créer l'assise du muret.

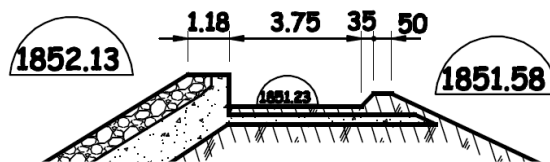


Figure 44 : Coupe type du couronnement avec positionnement de la réhausse

6.8.2 AUSCULTATION

Il est prévu de suivre les sous-pressions appliquées en partie inférieure de l'auge collectrice pour s'assurer que le niveau de nappe reste cohérent avec les hypothèses de dimensionnement. Cette auscultation sera constituée de 4 capteurs de pression interstitielle (P1/2/3/4) reliés au dispositif de téléauscultation du barrage. Le raccordement s'effectuera par remontée des câbles dans la structure de l'auge, circulation le long de la route puis dans la galerie de drainage du barrage jusqu'au PAD (voir figure suivante).

Le cheminement des câbles nécessitera ponctuellement la réalisation de tranchée dans la route à la minipelle et d'un carottage vertical pour atteindre la galerie de drainage depuis le couronnement.

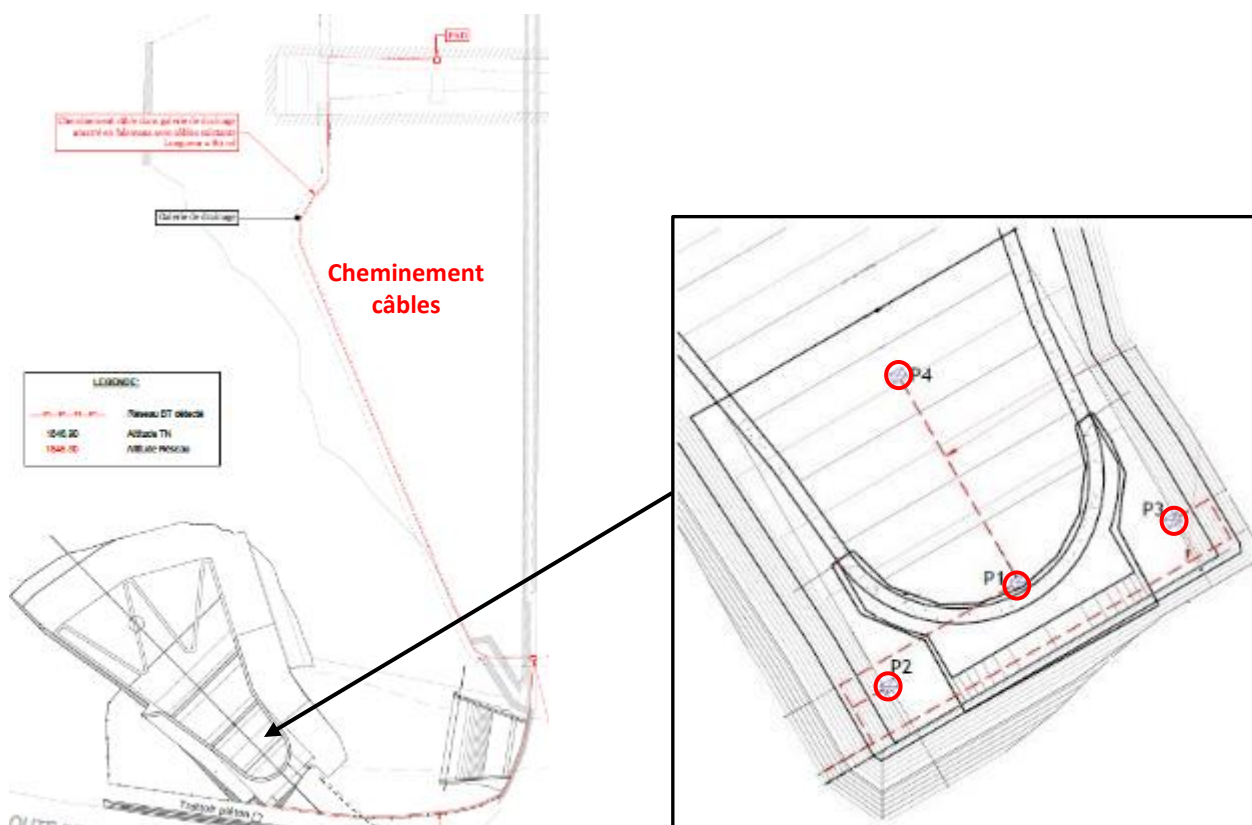


Figure 45 : Implantation du dispositif d'auscultation de l'EVC

Il est prévu l'ajout d'équipements pour améliorer la connaissance du comportement du barrage. 5 cellules de mesures piézométriques seront installées en fond de forage tubé, avec renvoi des données sur l'installation existante de télé mesure (PzB1/2/3/4/5). Les travaux seront réalisés au moyen de forages carottés à l'eau, avec tubage à l'avancement au travers des remblais du barrage.

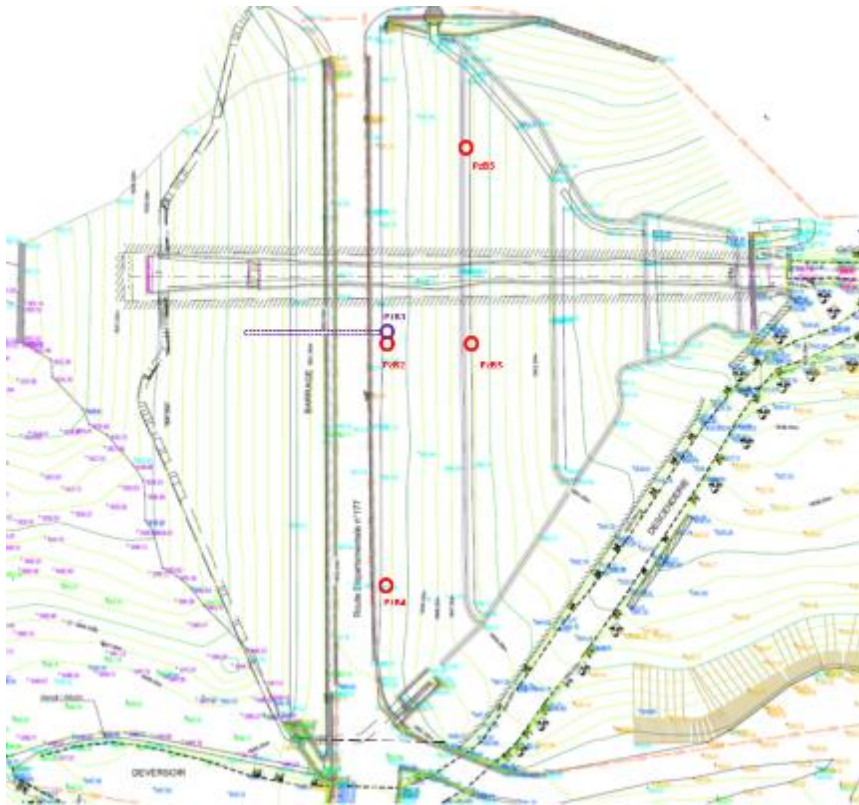


Figure 46 : Implantation des nouveaux piézomètres dans le barrage

6.8.3 DEPLACEMENT DE L'INSCRIPTION « IN MEMORIAM »

L'inscription « in memoriam » se trouvant gravée dans l'affleurement rocheux situé au-dessus de l'auge existante sera préservée. A cette fin, le bloc de rocher sera découpé d'un seul tenant à la scie ou au câble, et transporté vers un lieu d'installation à préciser conjointement entre la SHEM, et la DREAL).



Figure 47 : Photo de l'affleurement avec l'inscription « in memoriam »