

SYNDICAT DES EAUX  
DU GANTET

---

CONFORTEMENT DU BARRAGE  
D'ECHANCIEUX

**Dossier PRO**  
**Pièce n°1**

**Mémoire principal**

016 42487 | Jan.20 | v.1







Le Crystallin  
191/193 Cours Lafayette  
CS 20087  
69458 Lyon Cedex 06  
Email : [lyon@hydra.setec.fr](mailto:lyon@hydra.setec.fr)  
T : 04 27 85 48 80  
F : 04 27 85 48 81

Directeur de Projet

WWP

Chef de Projet / RA

QSG

N° affaire

016 42487

Fichier : 42487\_RAP\_PRO\_Piece-1\_Mémoire Principal\_v1.docx

V.	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
v.1	Jan.20	BZU	QSG	37	Première émission Pièces graphiques en cours de finalisation



## TABLE DES MATIERES

1	CADRE DE L'OPERATION .....	9
1.1	Intervenants .....	9
1.2	Objet du marche.....	9
1.3	Présentation de l'ouvrage actuel.....	9
1.4	Diagnostic structurel de l'aménagement actuel .....	12
1.5	Objectifs du programme .....	17
1.6	Liste des pièces du dossier.....	18
2	DESCRIPTION DES TRAVAUX .....	19
2.1	Installations de chantier .....	19
2.2	Travaux dans la retenue .....	21
2.3	Gestion des eaux en phase travaux .....	22
2.4	Equipements hydrauliques et réseaux.....	23
2.5	Travaux au droit de l'évacuateur de crues existant .....	27
2.6	Réhausse et confortement du barrage .....	28
2.7	Travaux connexes .....	34
2.8	Fiche synoptique de l'ouvrage modifié.....	34
2.9	Estimation Financière.....	35
2.10	Calendrier de travaux.....	36

## ANNEXES

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

### TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Vue amont et aval du barrage	9
Figure 2 : Caractéristiques géométriques de l'ouvrage telles que connues de l'administration	10
Figure 3 : Courbes Z-V et Z-S actualisées 2018	11
Figure 4 : vue de la crête et du défaut d'étanchéité au droit du joint central	12
Figure 5 : vue générale sur le parement aval et ses souches d'acacia	13
Figure 6 : zone piétinée en aval RD	13
Figure 7 : zone d'affaissement avec conduit hydraulique actif ou terrier	14
Figure 8 : évacuateur de crues en rive droite	14
Figure 9 : inspection détaillée du parement béton	15
Figure 10 : photos du parement prises en Novembre 2017	15
Figure 11 : vues en plan de l'aménagement avec position des zones de stockage (cercles) et de base-vie (croix)	20
Figure 12 : vue depuis la crête vers l'aval (croix : zone base vie, rond : stockage)	21
Figure 13 : vue de la retenue depuis la crête du barrage – zones de décapage/ destockage et passage à gué (en vert).	22
Figure 14 : chenal de dérivation RG lors des travaux de curage 2008/09	23
Figure 15 : principe de forage à la tarière	24
Figure 16 : illustration d'un forage à la tarière horizontal	26
Figure 17 : localisation schématique des différents réseaux et conduites	27
Figure 18 : ouvrage de demi-fond condamné en rive gauche	27
Figure 19 : vue en plan de l'aménagement de l'évacuateur de crues existant	28
Figure 20 : classes des barrages selon le décret de 2015, n°2015-526	29
Figure 21 : Occurrence de crue à prendre en compte pour la situation exceptionnelle	29
Figure 22 : Occurrence de dépassement de la cote de danger	29
Figure 23 : coupe-type de confortement	30
Figure 24 : confortement du talus	31
Figure 25 : exemple d'application de bande élastomère	33
Figure 26 : phasage des travaux	36

## **Documents de référence**

Les références bibliographiques de l'étude BRL (2015) sont rappelées ci-dessous :

- [1]** Rapport de la Direction Générale des eaux et forêts (GREF), 1938
- [2]** Mémoire explicatif, 15/01/1946
- [3]** Règlement d'eau, 1959
- [4]** Annexe 1, Décret d'utilité publique (DUP), sur les travaux d'alimentation en eau potable, 30/05/1950
- [5]** Décret sur la sécurité des ouvrages hydrauliques, Décembre 2007,
- [6]** Plan du barrage + photos
- [7]** Plan d'ensemble
- [8]** Compte-rendu de la visite du 11 juillet 2008
- [9]** Rapport diagnostic, 08CLS005, version 1, Safege, septembre 2008
- [10]** Dossier de Consultation des entreprises « travaux de curage et de consolidation de la retenue AEP d'Echancieux, Septembre 2008
- [11]** Etude hydrologique, Safege, 2008
- [12]** Rapport diagnostic complémentaire, 08CLS005, version 1, Safege, juin 2009
- [13]** Rapports de surveillance, 2009 – 2010
- [14]** visites techniques approfondies, 20 juin 2012
- [15]** relevé topographique de la retenue, 2015
- [16]** Rapport DREAL, 27 janvier 2015
- [17]** Etude hydrologique révisée, BRL Ingénierie, 2015

Auxquelles on ajoute :

- [18]** Plan topographique et bathymétrique, cabinet PIGEON et SATIF SA, 2018
- [19]** Stabilité de la route – digue, référence CV/KT – 11016/08 CLS, Safege, novembre 2008
- [20]** Rapport de diagnostic, rapport final, Setec Hydratec, Août 2018
- [21]** Rapport de stabilité et de reconnaissances géotechniques, Hydrogéotechnique, en cours de rédaction
- [22]** Identification des Impacts de l'Application de l'Article L214-18 du Code de l'Environnement concernant l'augmentation au 01/04/2014 des débits réservés à l'aval des ouvrages, sur les ressources en eau potable superficielles du département de la Loire, DDAF Loire, janvier 2010
- [23]** Courrier de la DDT Loire ayant pour objet le débit minimum biologique de la prise d'eau du barrage d'Echancieux, février 2011
- [24]** Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai, Comité Français des Barrages et Réservoirs, octobre 2015
- [25]** Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages, CFBR, juin 2013
- [26]** Recherche de l'éventuelle présence de zones de vides et d'hétérogénéités sous le parement béton d'un barrage, Rapport Setec LERM N° 18.43937.001.01.A – 16 NOVEMBRE 2018

## **Liste des acronymes**

- DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- DDT : Direction Départementale des Territoires
- CFBR : Comité Français des Barrages et Réservoirs
- BETCGB : Bureau d'Etude Technique et de Contrôle des Grands Barrages
- RD : rive droite
- RG : rive gauche
- TN : Terrain Naturel
- PRV : Polyester Renforcé de fibres de Verre
- VF : vidange de fond
- PE : prise d'eau
- PRO : phase projet
- AVP : phase avant-projet
- DIAG : phase diagnostic
- RN : retenue normale
- PHE : plus hautes eaux
- PHEE : plus hautes eaux exceptionnelles
- EVC : évacuateur de crues
- GTR : guide des terrassements routiers
- MOA : Maître d'Ouvrage
- MOE : Maître d'œuvre
- SAUR : Société d'Aménagement Urbain et Rural

# 1 CADRE DE L'OPERATION

## 1.1 INTERVENANTS

Le Syndicat des Eaux du Gantet est le Maître de l'Ouvrage du barrage d'Echancieux et assure la distribution de l'eau.

La SAUR est l'exploitant de l'aménagement pour la production d'eau potable.

La maîtrise d'œuvre (MOE) de cette opération de confortement a été confiée à Setec Hydratec.

## 1.2 OBJET DU MARCHÉ

Le programme global de réhabilitation de l'aménagement consiste en :

- La vidange et le curage de la retenue,
- L'installation d'une nouvelle vidange de fond,
- La réfection du parement amont du barrage,
- La réhausse du barrage,
- L'installation d'un dispositif d'auscultation du barrage,
- La construction d'un nouvel évacuateur de crues en rive gauche, et la destruction de l'existant en rive droite.

## 1.3 PRESENTATION DE L'OUVRAGE ACTUEL

### 1.3.1 Le barrage

Le barrage d'Echancieux (ou Echansieux) est un barrage en remblai homogène à masque amont étanche construit en 1951. Le barrage est de classe C selon les termes du décret n°2015-526 du 12 mai 2015.

Il est alimenté par le cours d'eau du Gantet, et est utilisé comme retenue d'eau potable par le maître d'ouvrage.



Figure 1 : Vue amont et aval du barrage

L'ouvrage est situé à une altitude d'environ 640 m NGF, dans un bassin versant rural boisé et pâturé.

D'après [1], dans sa construction initiale, l'ouvrage mesurait 6 m de hauteur environ, pour 35 000 m<sup>3</sup> avec une crête à 654.40 m NGF (déversoir à 653.40 m NGF). La conception prévoyait un masque amont en béton, descendu au rocher et muni d'un para fouille.

La mise en place d'un masque était motivée par des suspicions de perméabilités assez élevées des matériaux en place du sous-sol (devant servir à la constitution de la digue).

Le projet prévoyait des prélèvements de matériaux directement dans la retenue pour réaliser la digue principale, en couches compactées de 0.40 m.

Le masque amont projet était mince, dosé à 300 kg de ciment par m<sup>3</sup>, et ferrillé avec un treillis de diamètre 6mm, espacement 15 cm.

Une route digue en queue de retenue crée une petite retenue d'eau amont. La crête de cet ouvrage est à la cote 648,00 environ (avec des points bas à 647,90). Une conduite traverse cet ouvrage et en permet la vidange.

Après sa construction, l'ouvrage fut rehaussé en 1959, selon des modalités inconnues car ne figurant pas dans le dossier de l'ouvrage.

### 1.3.2 Ouvrages annexes

L'évacuateur de crues est un seuil latéral à surface libre en rive droite, de 6 m de longueur.

La conduite de vidange de fond en fonte est en partie centrale du barrage et a un diamètre de 300mm. La conduite est fermée par deux vannes de réglage (regards en pied de parement aval) et une vanne de garde manœuvrable manuellement.

La conduite de débit réservé (diamètre 150 mm) débute au droit de la retenue de queue, longe la retenue en rive gauche et débouche dans le regard en pied aval. Le débit réservé est fixé à 6.5 L/s, selon le courrier de la DDT42 de février 2011 [23].

Une conduite de prise d'eau en fonte est située au centre rive droite de l'ouvrage : il s'agit a priori d'une conduite de diamètre 125 mm en fonte.

Les caractéristiques connues de l'administration, sont celles établies dans l'étude hydrologique de BRL [17]

Barrage en remblai	
Cote de la crête	657.37 m NGF (cote mini : 657.29 m NGF, cote maxi : 657.45 m NGF)
Niveau de la RN	656.45 m NGF
Cote du point bas	647.02 m NGF
Cote des Plus Hautes Exceptionnelles [11]	657.58 m NGF
Hauteur au-dessus du TN	10.43 m
Surface du plan d'eau	0.02 km <sup>2</sup>
Volume de la retenue à 656.45 m NGF [11]	65 000 m <sup>3</sup>
Volume de la retenue à 656.45 m NGF [16]	80 000 m <sup>3</sup>
Volume de la retenue à 656.40 m NGF [3]	80 000 m <sup>3</sup>
Longueur de la crête	149.55 m
Largeur de la crête	3.20 m
Fruit du parement amont	~ 1,57H/1V
Fruit du parement aval	~ 1,44H/1V

Figure 2 : Caractéristiques géométriques de l'ouvrage telles que connues de l'administration

Cependant, le récent relevé topographique et bathymétrique sur l'ouvrage conduit à réviser l'ensemble de ces données comme suit :

Donnée géométrique	Ancien	Actualisé 2018
Cote de la crête	moyenne : 657.37 mini : 657.29 maxi : 657.45	moyenne : 647.65 mini : 647.54 maxi : 647.81
Niveau de la RN	656.45	646.77
Cote du déversoir	656.45	646.77
Cote du point bas	647.02	637.1
Hauteur au-dessus du TN	10.43 m	10.01 m
Fruit aval	3H/2V	3H/2V
Volume à RN	variable selon sources	66 000 m <sup>3</sup>

On constate un décalage d'environ 9,7m d'altitude entre le nivellement de 1986 et l'actuel relevé topographique réalisé par PIGEON.

Ce sont les nouvelles données qui sont prises en compte pour le présent projet.

### 1.3.3 La retenue

Les nouveaux relevés bathymétriques et topographiques ont permis d'actualiser les courbes caractéristiques de la retenue, présentées figure suivante :

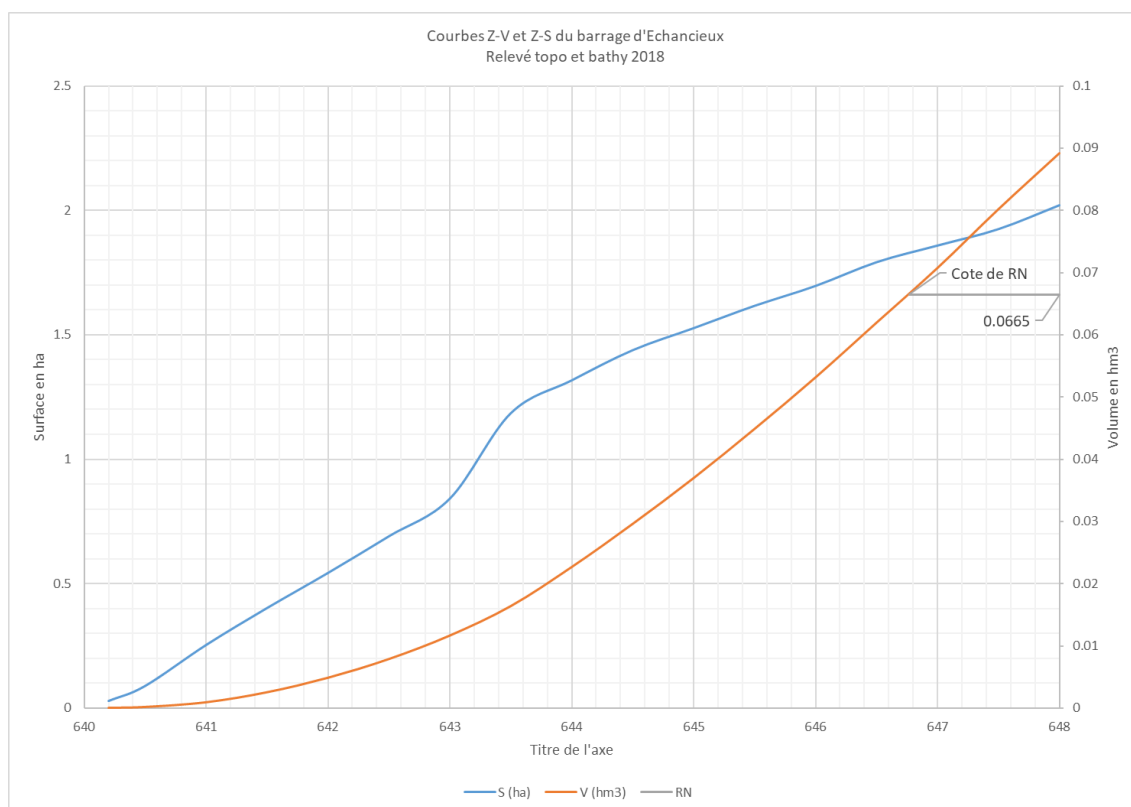


Figure 3 : Courbes Z-V et Z-S actualisées 2018

Les relevés confirment ainsi le volume annoncé dans [11].

Le volume de 80 000 m<sup>3</sup> est quant à lui atteint à la cote 647,50, soit à la cote de crête.

## 1.4 DIAGNOSTIC STRUCTUREL DE L'AMENAGEMENT ACTUEL

### 1.4.1 Crête

La crête de l'ouvrage est enherbée, elle présente une largeur moyenne de 2.20m.

Son profil est irrégulier, avec une légère pente vers l'aval favorisant le ruissellement sur le parement enherbé.

Le sol est plutôt décompacté et marqué par des affaissements liés au piétinement par des animaux (probablement bovins ou cervidés) et à la végétation.



*Figure 4 : vue de la crête et du défaut d'étanchéité au droit du joint central*

Le contact avec le parement béton est irrégulier et peu compact, ce qui permet probablement des infiltrations vers l'interface béton-remblai.

### 1.4.2 Parement aval

Le parement aval est totalement enherbé. Il présente un fruit de 3/2, ce qui est inhabituel sur ce type d'ouvrage (raide).

Une soixantaine de souches putréfiées sont présentes sur toute la hauteur et le linéaire, traces d'un boisement ayant été abattu en 2009 sur les recommandations de l'inspecteur des ouvrages hydrauliques. Les parties aériennes des souches sont dans un état de décomposition avancé, tendres et moussues. On peut supposer que le racinaire est lui aussi très vieillissant, ce qui est un facteur aggravant vis-à-vis du risque d'érosion interne.



*Figure 5 : vue générale sur le parement aval et ses souches d'acacia*

L'enherbement est en relativement bon état. Il bénéficie d'une exposition correcte (plein ouest) et ne présente pas de signes de ravinement malgré des ruissellements localement marqués (quelques bandes verticales d'herbes couchées après des pluies intenses précédant les inspections). En revanche, il présente des traces de piétinements sur toute sa surface, avec une zone particulièrement atteinte en rive droite au contact de l'EVC actuel.



*Figure 6 : zone piétinée en aval RD*

Trois zones d'affaissement sont détectées, se manifestant par des creux de près d'un mètre carré de surfaces sur des hauteurs de plusieurs dizaines de centimètres. L'un de ces affaissements laisse apparaître quelques blocs concassés décimétriques en surface, sur la ligne de rupture.

Il est difficile de se prononcer sur la cause de ces affaissements,

- Piétinement par des animaux lourds, à l'instar de ce qui est constaté en crête
- Renard hydraulique actif mais peu intense provoquant ou ayant provoqué la décompaction du sol ou ayant activé une loupe déjà existante ou moins compacte
- Décompression liée à la décomposition d'une souche
- Encoche de ruissellement créée à la faveur d'un terrain de couverture plus tendre.

Enfin, un conduit actif centimétrique se situe à mi-hauteur, dans l'axe de la conduite principale d'alimentation, sans certitude qu'il s'agit d'un terrier ou d'un renard hydraulique.



*Figure 7 : zone d'affaissement avec conduit hydraulique actif ou terrier*

#### 1.4.3 Evacuateur de crues en rive droite

L'évacuateur existant est largement sous-dimensionné et sa structure est vétuste. L'implantation actuelle conduit en outre à un raidissement des talus au raccordement avec le versant de rive droite, ce qui constitue un point de fragilité de la stabilité géotechnique.



*Figure 8 : évacuateur de crues en rive droite*

#### 1.4.4 Ouvrages hydrauliques

Un plan présenté dans le rapport de géophysique (annexé au fascicule géotechnique), présente l'implantation de principe des organes hydrauliques existants.

#### 1.4.5 Parement amont

Un diagnostic complet du parement amont a été réalisé sur cordes. Le rapport d'inspection (avril 2018) est annexé au présent rapport (Annexe 1).

Les conclusions principales sont les suivantes.

- Le masque béton du barrage est globalement dans un état médiocre vis-à-vis de sa capacité à étancher l'ouvrage.
- Les joints de dilatation sont très vétustes et ne jouent plus leur rôle d'étanchéité. La mise en place d'un nouveau système est urgent pour assurer la pérennité de la digue.

- Le masque béton qui a été coulé en place lors de la construction présente des défauts liés au vieillissement du matériaux ainsi qu'à des défauts de mise en œuvre. Des investigations complémentaires doivent être réalisées afin de déterminer si les altérations sont uniquement en surface ou si elles concernent l'élément béton dans sa globalité.
- Les parties latérales du masque ayant fait l'objet d'un confortement en béton projeté sont en très bon état. Les pontages de fissures sont également en bon état apparent. Il n'a pas été descellé de signes de décollement ou d'infiltration. Les zones de ragréage sont en bon état, malgré des sons creux très marqués
- Une zone de son creux est détectée à environ 4 à 5 m depuis la crête de barrage, sur toute la longueur de la digue. Cette zone peut correspondre au niveau de réhausse de la digue. Cette pathologie peut traduire un défaut de contact entre le masque et le remblai. Suivant l'importance du défaut, cette situation peut entraîner un risque de fissuration du masque béton liée à une mauvaise répartition des efforts dus à la pression de l'eau.
- Le mur de soutènement immergé de la berge au niveau de la vanne de demi-fond présente une altération avancée. Afin d'éviter tout risque de comblement de la vanne de demi-fond en cas de défaillance de ce soutènement, il est nécessaire d'en prévoir la réfection à moyen terme.



*Figure 9 : inspection détaillée du parement béton*



*Figure 10 : photos du parement prises en Novembre 2017*

En complément, la société Setec LERM a mené d'autres investigations dont le rapport (novembre 2018) est également joint au présent rapport et dont les principales conclusions sont :

Les analyses en laboratoire réalisées par le LERM en octobre et novembre 2018 ont permis de mettre en évidence les points essentiels suivants :

- \* les profondeurs de carbonatation mesurées apparaissent toujours inférieures à l'enrobage des armatures constaté à partir des fers recoupés par les sondages (fers recoupés entre 45 et 105 mm de profondeur par rapport à la surface),
- \* les valeurs de résistance en compression sont comprises entre 18 et 33 MPa,
- \* la porosité mesurée à partir de l'échantillon 43937-3 est relativement élevée avec une valeur de 18 %,
- \* le ciment de l'échantillon 43937-3 correspond à un ciment Portland au laitier de type CEM II A ou B avec un dosage de l'ordre de 350 kg/m<sup>3</sup>,
- \* les différents examens microscopiques (loupe binoculaire et microscopie optique en lumière réfléchie) ont permis de montrer que les bétons sont composés d'une charge granulaire de nature alluvionnaire enrobée par une matrice cimentaire dont l'état d'hydratation paraît très avancé.

Il est à noter que la porosité de la matrice cimentaire apparaît comblée par des néoformations cristallines (l'identification de ces composés reste à être déterminée afin leur éventuel caractère pathologique), et des microfissures ont également été observées. Toutefois, le contact pâte de ciment/granulats reste globalement satisfaisant.

Enfin, il a été observé, localement et à proximité de granulats, la présence de néoformations cristallines qui semblent se substituer à la matrice cimentaire (comme précédemment l'identification de ces composés reste à être déterminée).

Au final, les bétons présentent des propriétés physiques et les paramètres de formulation globalement satisfaisants. Toutefois, il est à noter la présence de néoformations cristallines observées dans la matrice des échantillons. La nature de ces composés pourrait être déterminée par l'intermédiaire d'examens complémentaires au microscope électronique à balayage, couplés à l'analyse qualitative élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie, afin d'évaluer s'ils présentent un caractère pathologique.

En ce qui concerne les essais non destructifs, le radar géophysique et la vidéo endoscopie ont permis de mettre en évidence sous le parement béton la présence de vides, d'un terrain décomprimé et par endroit d'une importante humidité au niveau. Ces dernières sont à traiter, par injection par exemple, car leur présence pourrait avoir un impact sur la durabilité du béton de parement.

L'épaisseur des dalles existantes varie entre 17 et 22 cm environ.

#### 1.4.6 Reconnaissances géotechniques

Les reconnaissances suivantes ont été menées par Hydrogéotechnique, en charge de la mission G2 AVP :

- 9 Sondages à la pelle mécanique,
- 1 Sondage destructif SD2 depuis la crête du barrage et essais pressiométriques,
- Essais en laboratoire,
- Détection des réseaux par géoradar
- Reconnaissances par panneau électrique du corps de l'ouvrage

Suite à ces reconnaissances, Hydrogéotechnique rend l'analyse suivante concernant le réemploi des matériaux du site pour la recharge du barrage :

- L'analyse des reconnaissances met en avant une forte hétérogénéité des matériaux en termes de classifications GTR.
- Les matériaux de couche 2 (alluvions/colluvions grossières = argiles sableuses et sables argileux à graviers, cailloux et blocs) seront ceux utilisés préférentiellement
- Un laboratoire de chantier permanent permettra de contrôler l'état hydrique des matériaux, par mesure au préalable des caractéristiques Proctor et/ou IPI puis par mesure très régulière de la teneur en eau et vérification de l'état hydrique
- Les matériaux seront utilisés à l'état hydrique m sans contrainte particulière comme l'indique le GTR
- Le chantier devra être arrêté en cas d'intempéries

**Conclusions : Cf Fascicule géotechnique.**

## 1.5 OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'objectif du programme de travaux est la réhabilitation du barrage, le recalibrage de l'évacuateur de crues et l'augmentation du volume de stockage de la retenue.

L'ouvrage étant de classe C, les occurrences de crues à considérer sont les suivantes :

- Crue de projet, conduisant à la cote des Plus Hautes Eaux (PHE) : 1000 ans
- Crue extrême pour laquelle le barrage doit être stable et présenter une capacité suffisante : 10 000 ans

De plus, une revanche suffisante doit être présente pour les cas :

- Cote à la retenue normale (RN) + vent de période de retour 1000 ans soufflant sur la retenue
- Cote des PHE + vent de période de retour 50 ans soufflant sur la retenue

Enfin, les règles de dimensionnement (selon [24] et le guide de recommandation pour la conception des petits barrages – CEMAGREF) de vidange de fond doivent être vérifiées :

- Diminution de 50 % de la poussée sur le barrage en 8 jours en supposant les apports nuls et sans la participation de la prise usinière ;
- Vidange totale de la retenue en 21 jours dans les mêmes conditions.

L'objectif d'augmentation de la capacité de la retenue est atteint, sous réserve de vérification de l'ensemble des conditions précitées et de non-submersion de la route digue pour la nouvelle cote de RN, avec une revanche de 70 cm.

## 1.6 LISTE DES PIECES DU DOSSIER

### PIECES ECRITES

N°	NOM
01	MEMOIRE TECHNIQUE
02	FASCICULE HYDRAULIQUE
03	FASCICULE AUSCULTATION
04	FASCICULE GEOTECHNIQUE
05	PIECES GRAPHIQUES

### PIECES GRAPHIQUES

N°	NOM
VP1	VUE EN PLAN DE L'AMENAGEMENT PROJETE
VP2	VUE EN PLAN DES ZONES DE STOCKAGE POTENTIELLES
VP3	VUE EN PLAN DU DISPOSITIF D'AUSCULTATION
PG5	COUPES-TYPE DE CONFORTEMENT DU BARRAGE
CT3	COUPES-TYPE AU DROIT DU NOUVEL EVACUATEUR DE CRUES
CT4	COUPES-TYPE AU DROIT DE L'EVACUATEUR DE CRUES EXISTANT EN PERIODE DE TRAVAUX
CT5	COUPES-TYPES AU DROIT DES OUVRAGES DE VIDANGE DE FOND ET DE PRISE D'EAU (AMONT ET AVAL)
CT6	COUPE-TYPE ET VUE EN PLAN AU DROIT DU PASSAGE A GUE
CT7	COUPE TYPE AU DROIT DES NOUVEAUX PIEZOMETRES
PF1	PROFIL EN LONG DU NOUVEL EVACUATEUR DE CRUES EN RIVE GAUCHE
PF2	PROFIL EN LONG AU DROIT DE L'EVACUATEUR DE CRUES EXISTANT EN RIVE DROITE EN PERIODE DE TRAVAUX
PF3	PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE VIDANGE DE FOND
	ELEVATION DE L'ETANCHEITE AMONT A FINALISER
	PLAN DES DESORDRES ISSU DE [20]

## 2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

La présente opération comporte les travaux listés ci-après, qui auront lieu après la vidange de la retenue :

- le curage de la retenue,
- l'installation de deux nouvelles conduites de vidange de fond et condamnation de l'existante,
- l'installation d'une nouvelle conduite de prise d'eau et condamnation de l'existante,
- l'installation d'un nouveau tronçon aval de conduite de débit réservé et condamnation du tronçon existant,
- la réfection du parement amont du barrage,
- la reprise de l'évacuateur de crues existant en tant qu'évacuateur pour les crues de chantier,
- la construction d'un nouvel évacuateur de crues en rive gauche dont le seuil est calé à 647,20 (= nouvelle cote de RN) et dont la longueur déversante est de 25 m,
- le déplacement du regard en pied aval de barrage de connexion des conduites de prise, de vidange, de débit réservé et de drainage,
- la purge du parement aval du barrage,
- la mise en place de géodrain, puis remblaiement pour réhausse du barrage jusqu'à une cote de crête à 649,00,
- l'installation d'un dispositif d'auscultation du barrage,
- la réfection du parement amont du barrage,
- la destruction de l'évacuateur de crues existant en rive droite et du passage à gué dans la retenue,
- la condamnation de la conduite de prise d'eau existante et la dépose et évacuation de la conduite en PEHD entre la digue de queue et la prise d'eau,
- mise en place d'une clôture périphérique,
- des travaux connexes et préparatoires.

### 2.1 INSTALLATIONS DE CHANTIER

Les installations de chantier comprendront une Base vie et des plateformes de stockage temporaire et de recyclage des matériaux.

Les implantations possibles sont :

- Le long de la retenue en rive gauche
- A côté de la station (place restreinte)
- Entre le Gantet et la piste d'accès au fond du terrain
- Dans le terrain en aval, après le bassin circulaire
- Dans un pré au nord du site.

L'utilisation de ces zones devra être au préalable validé par le MOA.



Figure 11 : vues en plan de l'aménagement avec position des zones de stockage (cercles) et de base-vie (croix)

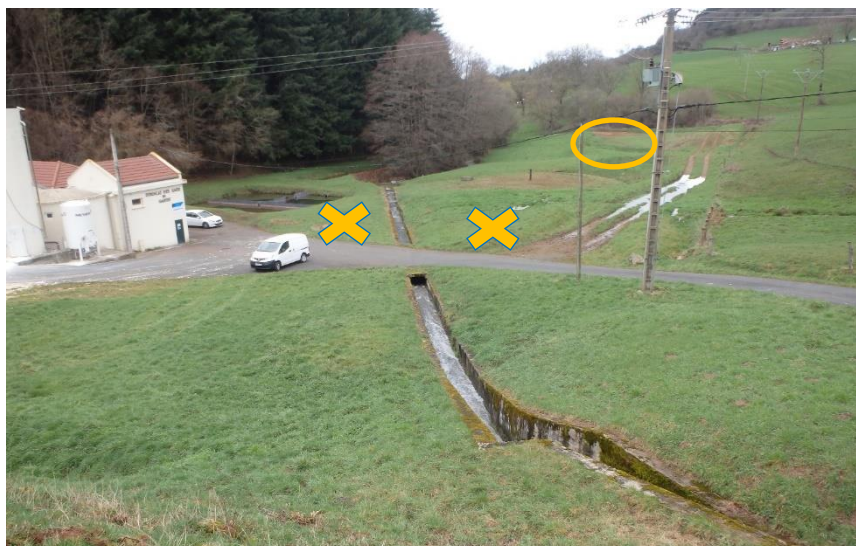


Figure 12 : vue depuis la crête vers l'aval (croix : zone base vie, rond : stockage)

Des installations de chantier mobiles compléteront éventuellement le dispositif. Elles seront réalisées pour toute la durée des travaux, et sur les différentes zones d'intervention.

#### Exploitation de la station durant les travaux

La station sera toujours en fonctionnement durant les travaux afin d'éviter les achats d'eau. Une conduite en PEHD diamètre 125 mm (diamètre validé par l'exploitant) sera mise en place dans une tranchée, entre la digue de queue et la conduite de prise d'eau afin d'assurer l'approvisionnement en eau.

De plus, un accès à la station en véhicule léger permanent devra être assuré et avoir la possibilité d'un accès ponctuel par un engin poids lourd.

Une contrainte pour l'emprise général du projet est de permettre la circulation par un piéton tout autour des ouvrages de la station.

## 2.2 TRAVAUX DANS LA RETENUE

Les opérations suivantes auront lieu dans la retenue :

- Vidange totale en ouvrant les vannes de prise d'eau et de vidange de fond,
- Curage de la retenue principale,
- Décapage local en rive gauche pour réutilisation lors du confortement/réhausse du barrage (cf §2.6),
- Décapage local en amont immédiat de l'évacuateur de crues existant en rive droite pour aménagement dans le cadre de la gestion des eaux en phase travaux (cf §2.5).

Lors de certaines phases de travaux, des passages d'engins pourront également avoir lieu dans la retenue, d'une rive à l'autre, via un passage à gué. Ce passage à gué sera créé à partir de matériaux de déblai et de concassé des ouvrages béton démolis et muni d'une buse (diamètre 400 mm).



Figure 13 : vue de la retenue depuis la crête du barrage – zones de décapage/ destockage et passage à gué (en vert).

## 2.3 GESTION DES EAUX EN PHASE TRAVAUX

Selon l'Eurocode EC1 NF EN 1991-6, il est recommandé que le chantier soit protégé contre la crue de période de retour 10 ans si les travaux durent entre 3 mois et un an (et la crue de période de retour 50ans s'ils durent plus d'un an).

Tableau 3.1 Périodes de retour recommandées pour l'évaluation des valeurs caractéristiques des actions climatiques

Durée	Période de retour
≤ 3 jours	2 ans (*)
≤ 3 mois (mais > 3 jours)	5 ans (**)
≤ 1 année (mais > 3 mois)	10 ans
> 1 année	50 ans

(\*) Une durée nominale de 3 jours, à choisir pour des phases d'exécution courtes, correspond à l'intervalle de temps maximal de prévisions météorologiques fiables pour le chantier considéré. Ce choix peut être adopté pour une phase de construction un peu plus longue si des mesures d'organisation appropriées sont prises. Le concept de période de retour n'est généralement pas approprié pour une courte durée.

(\*\*) Pour une durée nominale jusqu'à 3 mois, les actions peuvent être évaluées en tenant compte de variations climatiques météorologiques appropriées pour la saison et pour le court terme. Par exemple, l'intensité de la crue d'une rivière dépend de la période de l'année considérée.

Selon l'ouvrage Aménagements hydrauliques, d'Anton Schleiss, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2008, le risque d'inondation d'un chantier est calculé selon :

$$r = 1 - \left(1 - \frac{1}{n}\right)^m$$

avec: r: risque d'inondation  
n: période de retour de la crue de dimensionnement  
m: durée du chantier

Exemple: n = 10, m = 5 ⇒ r = 40 %  
n = 50, m = 5 ⇒ r = 10 %

*Le risque qu'un chantier avec un dérivation dimensionnée pour une crue décennale est inondé pendant la durée de construction de 5 ans est de 40% environ.*

Soit, pour un chantier d'une année, un risque de 10 % d'inondation si celui-ci est protégé contre une crue décennale et 2% s'il est protégé contre une crue cinquantennale.

Par ailleurs, on rappelle que la capacité actuelle de l'évacuateur de crues avant surverse au-dessus de la crête de l'ouvrage est estimée autour de la crue de période de retour 50 ans.

On considère donc que l'on protège le chantier pour une crue de période de retour entre la crue décennale (6 m³/s) et cinquantennale (14 m³/s), à condition que le barrage ne relève plus d'une

classe (A, B ou C) au sens de la réglementation, c'est-à-dire que l'aménagement vérifie :  $H^2V^{0.5} < 20$  où H est la hauteur de l'ouvrage au-dessus du TN (considérée actuellement égale à 647,81 – 637,10 = 10,7m) et V le volume d'eau retenue en millions de m<sup>3</sup>. La condition à vérifier est donc que le volume d'eau retenue soit inférieur à 30 000 m<sup>3</sup>, correspondant à une cote inférieure à 644,50.

Selon [22], le module au barrage d'Echancieux est de 65 L/s. Il n'y a donc pas besoin de créer une dérivation provisoire. Il pourra être éventuellement envisagé de créer un chenal en tranchée le long de la retenue en rive gauche pour la gestion des eaux, si besoin, comme cela avait été fait lors de précédents travaux.



Figure 14 : chenal de dérivation RG lors des travaux de curage 2008/09

De plus, le débit réservé de 6,5 l/s doit être maintenu au barrage d'Echancieux durant les travaux. Pour ce faire, ce débit sera restitué :

- Par le dispositif actuel tant que la conduite est exploitable,
- Par les conduites de vidange ou de prise d'eau si possible, et en tirant une conduite en PEHD diamètre 75 mm depuis la retenue de queue jusqu'à la connecter dans la conduite de prise d'eau actuelle.

## 2.4 EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES ET RESEAUX

### 2.4.1 Ouvrage de prise d'eau et de vidange de fond

La recharge du talus aval du barrage nécessitera le déplacement du regard avec les organes de manœuvre de prise et de vidange, qui pourront être remplacés à cette occasion.

#### **Ouvrage de prise d'eau actuel**

Actuellement, l'ouvrage de prise est vieillissant et nécessite un remplacement a minima à l'identique.

#### **Ouvrage de vidange de fond actuel**

Actuellement, la capacité de la vidange de fond à RN est de 0,37 m<sup>3</sup>/s.

La vidange de la demi-charge se fait en environ 27h et la vidange totale en 68h environ ; ce qui est conforme aux règles de l'art.

#### **Ouvrage de prise d'eau projeté**

La nouvelle conduite de prise d'eau sera une conduite de diamètre 200 mm, mise en œuvre par chemisage continu de la conduite 300 mm actuelle de vidange de fond, puis connectée à la station.

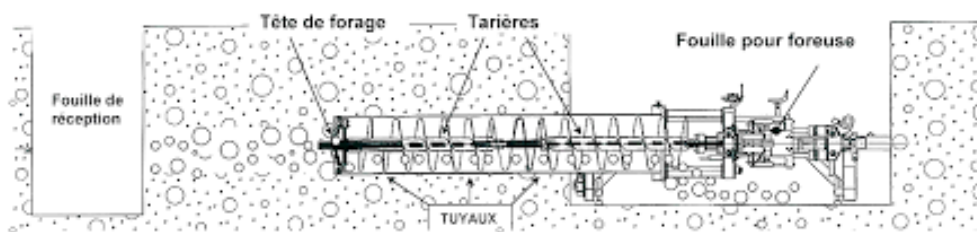
Le chemisage de la conduite sera réalisé par la mise en place par traction d'une gaine fibre de verre disposant d'un module de flexion à court terme permettant l'étanchéité et la restructuration de la conduite. Une polymérisation de la gaine sera ensuite réalisée.

### **Ouvrage de vidange de fond projeté**

L'état de la conduite existante n'étant pas connu et cet organe de sécurité datant de la construction de l'ouvrage, le parti est pris de la remplacer par une conduite de diamètre 600mm.

En considérant une cote de fil d'eau de la future conduite à 640,50, on obtient une vidange de la demi-charge en environ 6h et la vidange totale en 15h environ ; ce qui est conforme aux règles de l'art. Le débit évacuable à la nouvelle cote de RN (=647,20) est de 1,8 m<sup>3</sup>/s.

L'installation de la conduite précitée sera réalisée par forage à la tarière horizontale, notamment selon le fascicule 2 du guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux. Ce procédé est préféré à du fonçage car moins « traumatisant » pour le remblai en place.



*Figure 15 : principe de forage à la tarière*

Cette technique consiste à excaver le sol à l'aide d'une tarière avec le fonçage d'un tube avec un vérin hydraulique. A l'intérieur du tube, une vis sans fin munie d'une tête de forage excave et évacue les produits de maritage.

Les risques potentiels restent néanmoins les suivants :

- création de fontis par excavation excessive dans des terrains bouillants,
- déviations de la trajectoire selon les caractéristiques du terrain et en l'absence d'un radier stable,
- contraintes sur le terrain et la présence d'ouvrages à proximité.

Pour pallier ces risques, dans une utilisation classique de cette technique pour la mise en œuvre de réseaux sans tranchée, les recommandations et prescriptions habituelles sont les suivantes :

- technique à utiliser avec une couverture minimum de 1,5 fois le diamètre du tube,
- positionner avec soin le tube au départ sur un radier préalablement nivelé et compacté en utilisant un niveau et un système de visée,
- vérifier la capacité de réaction du terrain pour l'appui du vérin,
- si une précision importante est nécessaire, installer la machine sur un radier nivelé en béton maigre,
- éviter l'utilisation dans des terrains bouillants et surveiller le débit de déblais.

Le projet de forage tarière horizontale à travers le barrage existant répond à l'ensemble de ces recommandations habituelles de par :

- la géométrie du barrage et du projet de nouvelle vidange : couverture minimum suffisante,
- la capacité de réaction du terrain pour l'appui du vérin puisqu'il est prévu de créer une butée provisoire suffisante,

- la nature du remblai du corps du barrage (matériaux argilo-sableux cohesifs) et notamment l'absence de gros éléments permet d'envisager une traversée sans risque de déviation de la trajectoire,
- la nature du remblai du corps de la rehausse ne présente pas non plus les caractéristiques d'un terrain bouillant.

A ces recommandations habituelles, le projet prévoit de rajouter de nouvelles contraintes propres à la spécificité du projet de traversée amont-aval du corps du barrage et notamment :

- la limitation de la course de la tarière devant le tube à  $\frac{1}{2}$  diamètre,
- la limitation de la vitesse d'avancement du forage,
- la suppression du renfort de tête du tube.

Les deux premiers points doivent permettre de limiter fortement le risque de tassement du remblai lors de la traversée du barrage.

Le troisième point nécessite quelques explications. Lors d'une opération de fonçage, la tête du tube est classiquement renforcée par une « couronne » formant une légère surépaisseur du tube qui permet :

- de limiter les déformations du tube lors de l'opération de fonçage,
- de décompresser le terrain autour du tube afin de limiter également le terme de frottement du tube.

Cet usage est préjudiciable à la destination de l'ouvrage car il augmenterait le risque d'éventuelles percolations d'eau le long de la conduite de vidange. Ainsi, le DCE exigera la mise en œuvre d'un tube d'une épaisseur d'au moins 10 mm dont la rigidité permettra de s'affranchir de la présence de cette couronne en tête de tube.

Par ailleurs, afin d'assurer un bon guidage de la tarière celle-ci doit être adaptée au tube et doit frotter contre la paroi intérieure du tube. L'excès d'épaisseur du tube permettra de garantir sa durabilité malgré les éventuels endommagements liés aux rotations de la tarière lors de la mise en œuvre du tube.

#### Emprise du matériel :

Cette technique nécessite une zone de recul par rapport au front de démarrage du forage d'au moins 10,00 m et une largeur d'au-moins 3,00 m : le forage sera réalisé depuis l'amont, il n'y a donc aucun problème de place. Des dispositifs de rabattement permettront le maintien à sec de la fouille.

Une butée à l'arrière des 10,00 m est également nécessaire pour que les vérins qui vont pousser le tube puissent s'appuyer. Des dispositifs préfabriqués seront utilisés comme butée pour le vérin. Des essais préalables de capacité de réaction du terrain pour l'appui du vérin pourront être menés si nécessaire.

#### Contrôle de réalisation :

Outre les contrôles d'implantation et d'altimétrie, la conduite de vidange fera également l'objet des contrôles suivants :

- Contrôle des soudures : le banc de fonçage permet de pousser l'un après l'autre des tubes de 6 à 8 ml qui sont assemblés entre eux par soudure. Ces soudures feront l'objet d'un contrôle par un bureau de contrôle extérieur à mandater par le Maître d'Ouvrage.
- Contrôle de l'étanchéité : le contrôle de l'étanchéité suivra les recommandations des essais de pression pour les conduites d'eau conformément à DIN EN 805 avec une pression minimum de 2 bars.
- Le contrôle du volume des produits de marinage.

Les conduites existantes abandonnées seront bouchées à l'aide d'un coulis de comblement, avant reconstitution du parement béton.



Figure 16 : illustration d'un forage à la tarière horizontale

Le Cemagref dans son ouvrage « Petits barrages, Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi », 1997, précise les dispositions de vidange acceptables en fonction des caractéristiques  $H^2V^{0.5}$  de l'aménagement comme suit :

$H^2\sqrt{V}$	Type de conduite	Diamètre de la conduite en mm	Nombre et position des vannes
< 30	PVC ou acier	160 ou 200 PVC 200 à 300 en acier	une vanne aval
30 à 100	acier	300 à 400	
100 à 300	acier ou béton à âme tôle	400 à 600	une vanne de garde amont et une vanne aval
300 à 700		600 à 800	
700 à 1 500		800 à 1 200	
> 1 500	galerie en béton armé		vanne de garde et vanne réglable à l'amont

Tableau 2-1 : extrait de « Petits barrages, Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi », Cemagref, 1997

Ce rapport étant égal à 38.5 (cf §2.6.1), on pourrait ne mettre en place qu'une unique vanne aval.

#### 2.4.2 Ouvrage de débit réservé

La conduite en fonte de débit réservé actuelle a un diamètre de 150 mm. Celle-ci sera prolongée jusqu'au regard en pied aval de barrage, avec un passage le long du chenal jusqu'au pied aval. La conduite sera installée après la réalisation du chenal évacuateur : une tranchée sera creusée dans laquelle la conduite sera posée, puis enserrée dans un sarcophage béton.

Une connexion à la station est conservée également, sur demande de l'exploitant actuel.

#### 2.4.3 Dépose des conduites et anciens réseaux

Les réseaux existants, dont l'implantation et le tracé sont présentés dans le rapport de géophysique (fascicule géotechnique), seront à déposer, après validation par le maître d'ouvrage lorsqu'ils sont dans l'emprise des travaux de l'EVC ou de confortement géotechnique.

De manière générale, l'ensemble des réseaux abandonnés de conduite devra être bouché à l'aide d'un coulis de comblement.

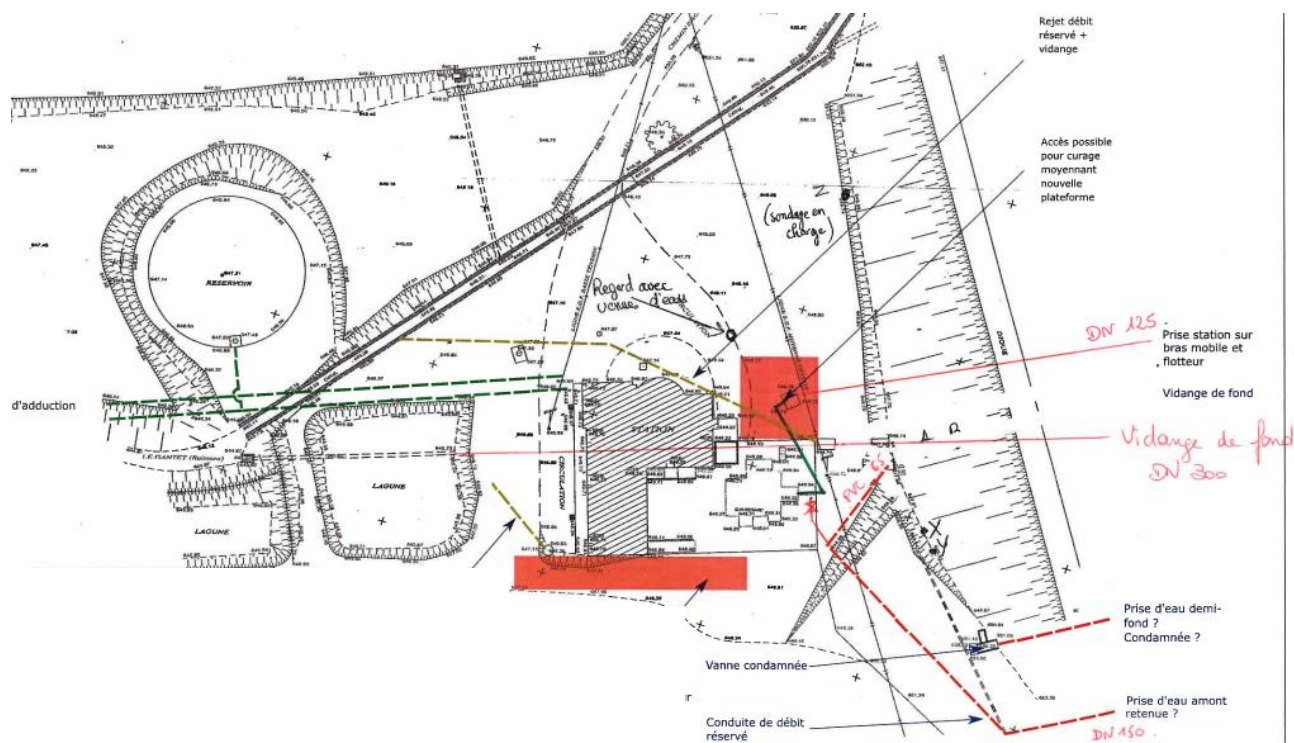


Figure 17 : localisation schématique des différents réseaux et conduites



Figure 18 : ouvrage de demi-fond condamné en rive gauche

## 2.5 TRAVAUX AU DROIT DE L'ÉVACUATEUR DE CRUES EXISTANT

Les objectifs des opérations au droit de l'évacuateur de crues existant sont :

- Réaménagement dans le cadre de la protection du chantier contre les crues : selon §2.3 la cote de retenue maximale à maintenir est de 644,50 hors crue et le débit d'une crue cinquantennale environ (entre 10 et 50 ans, cf fascicule hydraulique) doit être évacuable,

Une plateforme à la cote 642,00 va donc être aménagée.

En cas de crue de période de retour 50 ans, la cote atteinte dans la retenue sera de 643,2, sans considérer d'évacuation par les ouvrages de vidange ou de prise d'eau de façon conservative. La vidange pourrait évacuer sous la cote 646, un débit d'environ 1,3m³/s.

- Condamnation définitive : seul le tronçon amont depuis le seuil jusqu'au futur fossé de pied du barrage sera condamné et remblayé. Le chenal aval sera conservé pour assurer la descente pluviale entre le nouveau remblai et la route d'accès.

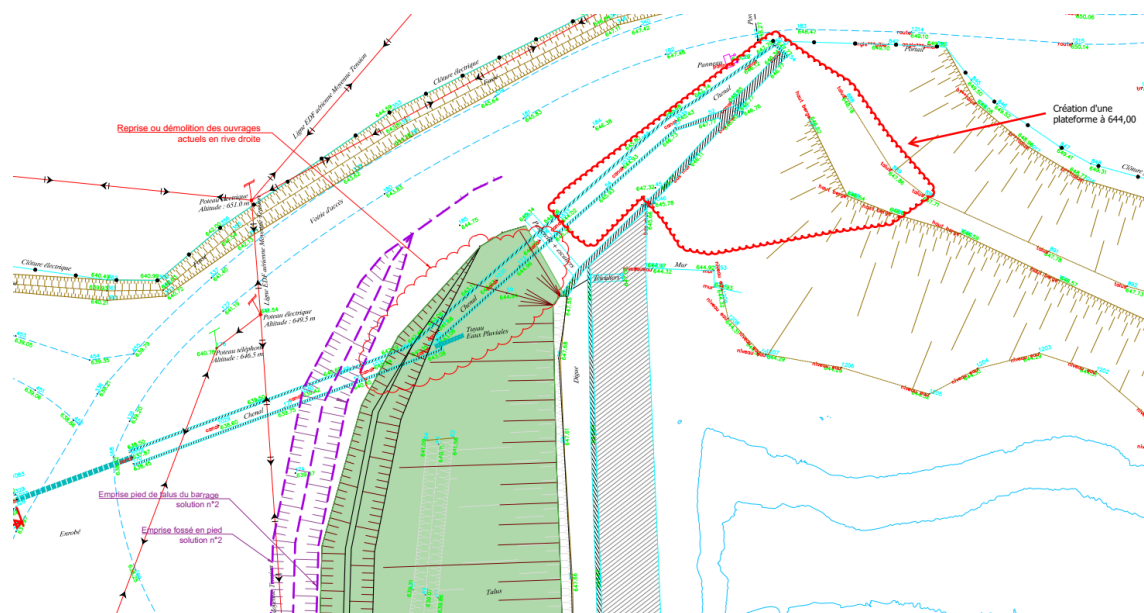


Figure 19 : vue en plan de l'aménagement de l'évacuateur de crues existant

## 2.6 REHAUSSE ET CONFORTEMENT DU BARRAGE

### 2.6.1 Classement du barrage et situations de projet

#### a) Classement

Le classement du barrage s'effectue selon le décret du 12 Mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sureté des ouvrages hydrauliques.

Ce classement est établi à partir de la Hauteur  $H$  et du volume  $V$  en considérant :

- $H$  : la plus grande hauteur mesurée en mètres entre la crête et le TN à l'aplomb de la crête. Cette dernière donnée est une donnée de la construction, non disponible. Par défaut et par sécurité, il est considéré la cote de fondation du regard en point bas du fossé en aval du barrage, soit  $637,80 - 0,7 = 637,10$
- $V$  : le volume de la retenue à RN, exprimé en millions de mètres cubes.

Pour Echancieux, selon les données topographiques actualisées présentées dans les paragraphes précédents, l'ouvrage projeté sera tel que :

- $10 \text{ m} > H = 649,00 - 637,10 = 11,9 \text{ m} > 2 \text{ m}$
- $V = 0,074 \text{ hm}^3$  : volume à 647,20
- $200 > H^2 \sqrt{V} = 38,5 > 20$

Le classement de l'ouvrage n'est pas modifié : le barrage est de classe C.

CLASSE de l'ouvrage	CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES
A	$H \geq 20$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 1\,500$
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel $H \geq 10$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 200$
C	a) Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel $H \geq 5$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 20$ b) Ouvrage pour lequel les conditions prévues au a ne sont pas satisfaites mais qui répond aux conditions cumulatives ci-après : i) $H > 2$ ; ii) $V > 0,05$ ; iii) Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage, jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres.

Figure 20 : classes des barrages selon le décret de 2015, n°2015-526

## b) Situation de crue exceptionnelle (PHE)

Pour un barrage de classe C, la situation de crue exceptionnelle définissant la cote des Plus Hautes Eaux (PHE) est la crue de période de retour 1000 ans. Cette occurrence est recommandée par le CFBR dans le guide « Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrage, Juin 2013 ».

	Barrages rigides	Barrages meubles
A	1000 à 3000	10000
B	1000	3000
C	300	1000
D avec $V \geq 50000 \text{ m}^3$	100	300

Figure 21 : Occurrence de crue à prendre en compte pour la situation exceptionnelle

Cette occurrence de crue est à combiner avec un vent de période de retour 50 ans soufflant sur la retenue.

La revanche doit également être suffisante dans un cas où la retenue est à la cote de Retenue Normale et qu'un vent de période de retour 1000 ans souffle sur celle-ci.

## c) Situation extrême de crue (PHEE)

La situation de crue extrême correspond à l'atteinte de la cote de danger. Pour le barrage d'Echancieux, en l'absence de dispositif spécifique permettant d'éviter une érosion du parement aval en cas de surverse, cette cote de danger correspond à la cote de crête.

La probabilité à ne pas dépasser, prescrite par les recommandations du CFBR, est fonction de la classe. Pour un ouvrage de classe C, elle vaut  $10^{-4}$  et correspond donc à une crue décennale sans vent.

Classe du barrage	Probabilité annuelle de dépassement
A <sup>11</sup>	$10^{-5}$
B	$3 \cdot 10^{-5}$
C	$10^{-4}$
D avec $V \geq 50000 \text{ m}^3$	$10^{-3}$

Figure 22 : Occurrence de dépassement de la cote de danger

## 2.6.2 Réhausse du barrage

La rehausse du barrage, associée à une rehausse de la RN est limitée par une condition de non-submersion de la route digue <sup>1</sup>.

Cette réhausse permet une augmentation du volume stocké de 7500 m<sup>3</sup> et permet ainsi le stockage de 74 000 m<sup>3</sup> d'eau à la RN.

Le confortement du barrage comporte les composantes suivantes :

- Restauration de l'étanchéité amont
- Stabilisation du remblai aval par recharge
- Maîtrise du rabattement de la ligne piézométrique et amélioration du drainage
- Traitement du risque d'érosion interne et restauration du talus aval.

La coupe-type de confortement est la suivante :

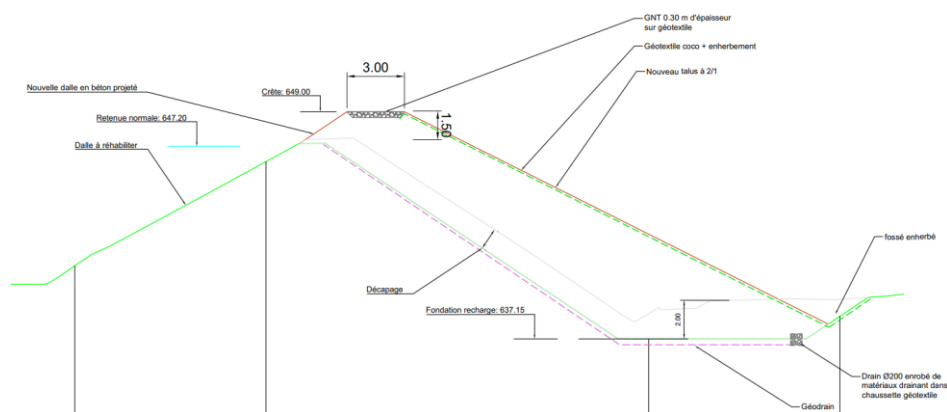


Figure 23 : coupe-type de confortement

Les travaux comprennent :

- Le décapage profond du talus aval, selon un fruit à 3H/2V. Ce décapage permet de mettre à jour la totalité du corps du remblai, de supprimer le racinaire des acacias, et d'extraire les matériaux potentiellement moins drainants de la partie aval du remblai ;
- Mise en place d'un géodrain. Ce géodrain est constitué de deux nappes de géotextile filtrant entre lesquelles est disposée une maille tridimensionnelle drainante dans le sens parallèle aux nappes. Ce géotextile permet à la fois de filtrer le corps du remblai, et donc de traiter le risque d'érosion interne et de rabattre la piézométrie.
- Mise en place d'une recharge aval selon un fruit plus doux que l'existant.

<sup>1</sup> Cette condition a été introduite par le MOA afin de limiter les travaux sur la route digue. Il a été considéré une revanche de +0.7 m entre la cote de RN et la cote basse de la route relevée à 647.90.

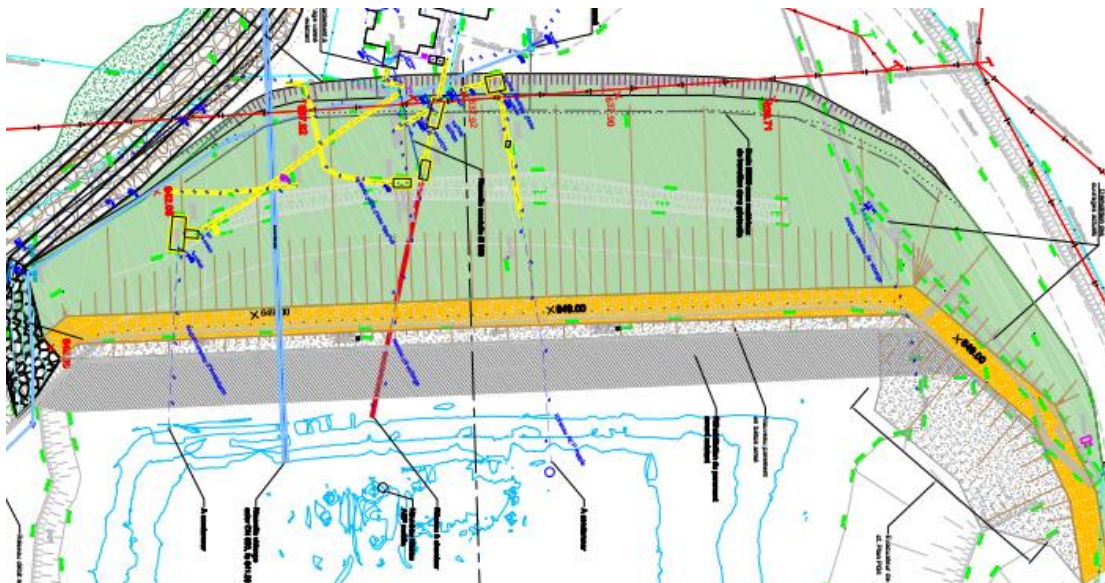


Figure 24 : confortement du talus

- Les travaux comportent enfin la remise en œuvre d'un enherbement soigné sur un géotextile coco et un grillage anti-fouisseur limité à la partie basse du parement (2 m en développé). Cette dernière disposition est strictement préventive la piézométrie étant rabattue dans l'ouvrage par le drain de pied.

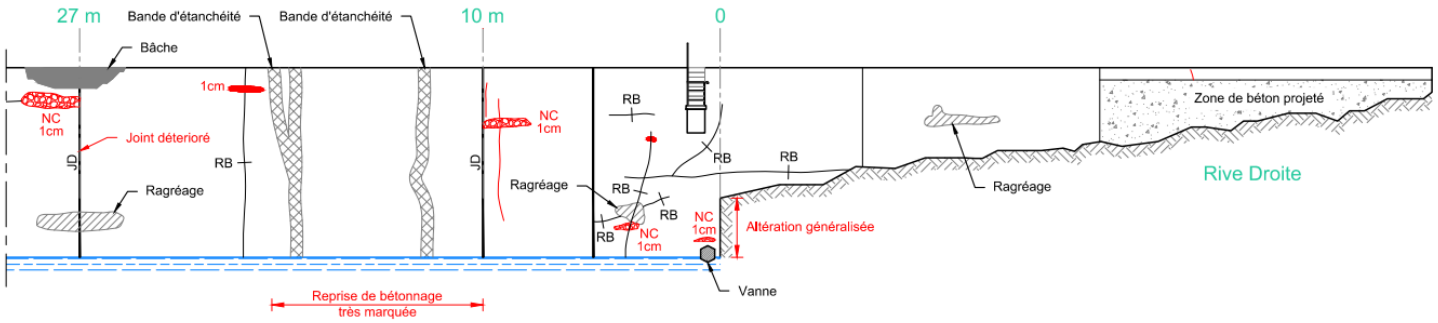
Le débit de drainage sera mesurable par empotement à son exutoire, dans le chenal du Gantet en aval, en commun avec l'exutoire du débit réservé.

### 2.6.3 Réparation du parement béton

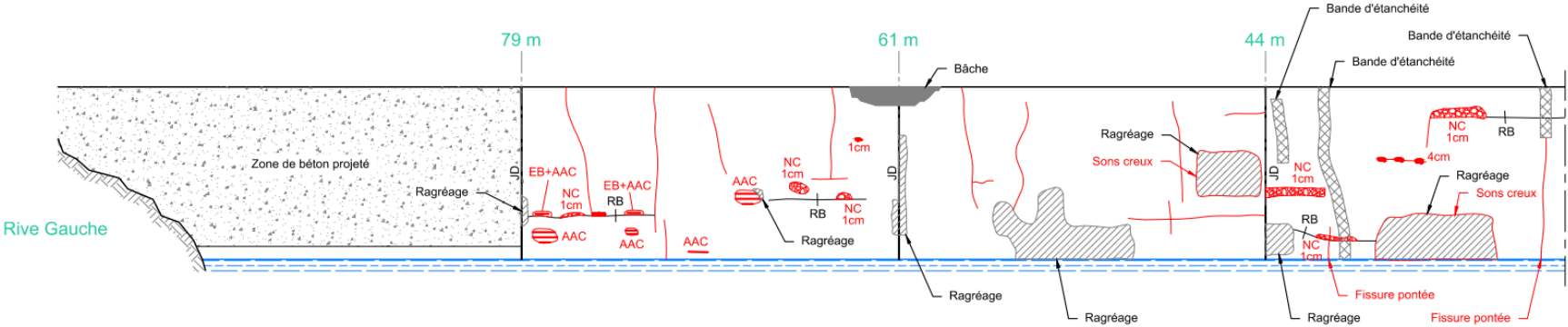
La réparation du parement est nécessaire au vu du diagnostic structurel mené. La définition des travaux à entreprendre est basée sur la campagne d'investigation complémentaire menée par le LERM en novembre 2018 [26], ainsi que par le diagnostic initial [20].

# LEGENDE DES CARTOGRAPHIE

	Ragréage
	Etat de Béton en Formation
	Etat
	Nid de Cailloux
	Falcage
	Reprise de Bétonnage
	Fissure [mm]
	Fissure continue
	Réseau de Fissures [mm]
	Fracture (Ouverture et Décalage)
	Rejet dans le plan
	Décrochement oblique
	Rejet et Décrochement
	Zone Aciers apparents
	Etat de Béton + Acier Apparent
	Acier Apparent
	Acier Apparent Corrodé
	Acier Apparent Foisonné
	Etat de Pierre en Formation
	Zone de Disjointement [cm]
	Disjointement [cm]
	Désorganisation
	Effondrement [cm]
	Lacune [cm]
	Reprise de Chaussée
	Pelade
	Flèche [cm]
	Nid de Poule [cm]
	Bourrelet [cm]
	Affaissement [cm]
	Altération [cm]
	Décollement [Précision]
	Absence [Précision]
	Dépôt
	Graffiti
	Coulure de Rouille
	Enroulement
	Foisonnement
	Trace de Coulure
	Humidité
	Coulure Active
	Venue d'Eau Ponctuelle
	Venue d'Eau Diffuse
	Venue d'Eau Captée Diffuse
	Efflorescence
	Zone Calcaire
	Fissure Calcaire Sèche
	Calcaire Sèche
	Stalactite Sèche
	Fissure Calcaire Active
	Calcaire Active
	Mousse
	Végétation
	Souche d'arbre
	Numéro de Photo



ELEVATION CÔTE RIVE GAUCHE



La solution retenue est :

- La réalisation de travaux de reprise des zones de dalles en mauvais état (nid de cailloux,...) avec sciage de certaines parties lorsque nécessaire et reprise localisée sinon
- La réalisation de travaux de colmatage systématique des fissures
- La mise en place de bandes élastomères au droit de tous les joints
- Des travaux d'injection dans les zones où le contact structure-remblai n'est pas assuré et où des vides ont été constatés
- Traitement des aciers apparents corrodés par passivation et mortier de ragréage

L'ensemble des produits devra être compatible avec l'utilisation de l'eau de la retenue pour l'eau potable.

#### 2.6.4 Etanchéification de la partie réhaussée et du pan de barrage rive droite

Une bande élastomère sera mise en place pour assurer le rôle d'étanchéité entre le parement amont existant et le nouveau béton de protection des parties réhaussées. Un traitement de surface (nettoyage, léger piquage) sera réalisé au préalable sur le béton existant avant application de ladite bande. Le produit appliqué devra être résistant aux éventuels tassements différentiels, aux épisodes de gel/dégel et aux Ultraviolets.



*Figure 25 : exemple d'application de bande élastomère*

Le parement amont du pan de barrage rive droite sera étanché par la mise en place de dalles en béton armé (45 kg/m<sup>3</sup>) d'une vingtaine de cm d'épaisseur. Le traitement de l'interface avec le parement amont existant sera réalisé selon le même procédé qu'au paragraphe précédent.

#### 2.6.5 Complément d'étanchéification en pied de parement amont

A ce stade, la cote de pied de parement amont n'est pas connue. En fonction de cette cote et des horizons qui seront découverts en pied de parement, un complément d'étanchéification par mise en place d'une clef argileuse pourra être envisagée. Elle sera réalisée, le cas échéant, avec les matériaux du site compactés proche de l'OPN.

#### 2.6.6 Complément d'auscultation

Le dispositif actuel sera complété et modernisé. Il comprendra :

- Un suivi piézométrique : 3 piézomètres ouverts seront forés depuis la crête du barrage
- Une mesure du débit dans le drain aval :  
Les fuites actuellement mesurées, dont l'origine n'est pas connue, ont un débit de 0.7 l/s en rive droite, 1.0 l/s environ en rive gauche (fossé+ fuites).

Le regard en aval recevant les conduites de débit de fuites rive gauche, rive droite et de débit réservé sera construit de sorte de permettre la mesure de ces débits par empolement.

- Des bornes de suivi des tassements : 2 mires sur le remblai du barrage et trois à l'extérieur
- Une échelle limnimétrique permettant de lire la cote de retenue sur l'évacuateur de crues en rive gauche
- Un tube piézométrique le long du parement, avec sonde, pour mesure du niveau dans la retenue. La redondance sera obtenue par mesure manuelle à l'échelle par l'exploitant.

Les tubes piézométriques existants devront être prolongés de sorte qu'ils soient toujours accessibles et étanches après les travaux de réhausse. Des sujétions particulières de compactage et remblai soigné devront être considérées aux abords de ces éléments.

## 2.7 TRAVAUX CONNEXES

### 2.7.1 Clôture du site

La divagation des bovins et autres animaux lourds à sabots doit être empêchée sur le parement pour éviter le piétinement et faciliter la surveillance.

Une clôture périphérique doit donc être mise en place, éventuellement sous la forme de barbelés agricoles, à valider par la Maîtrise d'Ouvrage.

### 2.7.2 Enrobé, voirie

Pour tous les accès communaux et privés empruntés dans le cadre de l'accès au chantier, un constat préalable d'huissier ou référé préventif sera dressé, autant de fois qu'il sera jugé nécessaire.

Le titulaire des travaux aura à sa charge tous les travaux de remise en état après le chantier portant sur les dégâts générés par lesdits travaux. Les enrobés détériorés ou enlevés pour les travaux seront reprises au repliement des travaux.

## 2.8 FICHE SYNOPTIQUE DE L'OUVRAGE MODIFIÉ

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU BARRAGE	
Type	Barrage en remblai homogène à masque amont étanche en béton
Hauteur au-dessus du TN	9 m
Longueur en crête	137 m
Largeur en crête	3 m
Fruit du parement amont	~1.57 H/1V
Fruit du parement aval	2H/1V
Altitude de crête	649.00
Dispositif de drainage	En pied aval de barrage débouchant dans le caniveau de pied
CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA RETENUE	
Retenue normale	647.20
PHE	648.00
PHEE	648.20
Volume de la retenue sous RN	74 000 m <sup>3</sup>
Volume de la retenue sous PHE	Environ 90 000 m <sup>3</sup>
OUVRAGES HYDRAULIQUES	

Evacuation des crues	Evacuateur de crues à seuil libre de 25 m de longueur déversante en rive gauche, chenal en enrochements liés
Cote de déversement	647.20
Vidange de fond	2 conduites en acier soudé revêtu, diamètre 400 mm, fil d'eau à 640.50
Prise d'eau	1 conduite en acier soudé revêtu, diamètre 400 mm, fil d'eau à 640.50
Vannes de vidange et de prise	Vannes opercule DN400 mm
Consignation des anciennes vannes de vidange et prise	Comblement par coulis
<b>DISPOSITIF D'AUSCULTATION</b>	
Topographie	2 mires sur le remblai et une sur le site, extérieure au barrage
Piézométrie	3 piézomètres dans le remblai
Piézométrie existante	2 piézomètres ouverts crépinés toute hauteur dans le remblai, côté rive gauche et rive droite, foré verticalement depuis la crête de l'ouvrage
Niveau de la retenue	Echelle limnimétrique + sonde
Débits des drains	Mesure par empotement pour les débits rive gauche, rive droite et seuil calibré en V global

## 2.9 ESTIMATION FINANCIERE

Les métrés de travaux réalisés sur la base des plans fournis conduisent aux quantités suivantes :

RECAPITULATIF PAR POSTE		
A	Prix généraux	141 000 €
B	Travaux préparatoires : Modification de l'évacuateur de crues en rive droite existant + curage retenue + approvisionnement en eau	72 105 €
C	Vidange de fond, prise d'eau et débit réservé	139 700 €
D	Réhausse du barrage existant et réfection du parement amont	497 543 €
E	Création d'un évacuateur de crues en rive gauche & débit réservé	302 025 €
F	Installation d'un dispositif d'auscultation	13 300 €
G	Plateformes de valorisation et de stockage + passage à gué + divers	8 742 €
		<b>1 174 415 €</b>

## 2.10 CALENDRIER DE TRAVAUX

Les travaux de purge du barrage devront intervenir les mois où il y a le moins de risque de crues, c'est-à-dire, selon l'étude [17] les mois de décembre à mai.



Figure 26 : phasage des travaux

