



MISE EN CONFORMITE DU BARRAGE DE CAMP BOURJAS



RENOVATION DU SYSTEME DE VIDANGE ET DE L'ETANCHEITE DU BARRAGE DE CAMP BOURJAS

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

LOT 1





Liberté • Egalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



SOMMAIRE

1	DISPOSITIONS GENERALES ET DESCRIPTION DES TRAVAUX	7
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIF DES TRAVAUX	7
1.1	OBLIGATIONS DE L'ENTREPRENEUR	8
1.2	LOCALISATION DU SITE DES TRAVAUX.....	9
1.3	PRESENTATION DE L'OUVRAGE EXISTANT	9
1.4	DESCRIPTION DES OUVRAGES CONCERNES PAR LES TRAVAUX	12
1.4.1	PAREMENT AMONT.....	12
1.4.2	OUVRAGE DE VIDANGE	15
1.4.3	LOCALISATION DE L'ENTONNEMENT DE LA VIDANGE	15
1.5	ESTIMATION DE L'ETAT D'ENVASEMENT ACTUEL DE LA RETENUE.....	15
1.5.1	NIVEAU D'ENVASEMENT	16
1.5.2	VOLUME D'EAU	16
2	CARACTERISTIQUES ET CONTRAINTES DU SITE ET DE L'OPERATION.....	17
2.1	CADRE REGLEMENTAIRE.....	17
2.2	CONDITIONS D'ACCES AU SITE	17
2.2.1	GENERALITE	20
2.2.2	ACCES A LA CRETE.....	20
2.2.3	ACCES AU PLAN D'EAU	22
2.3	ZONE D'INSTALLATIONS DE CHANTIER	23
2.4	MANUTENTION – LEVAGE	25
2.5	CONTRAINTES METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES	25
2.5.1	DEBITS DE REFERENCE ET VOLUMES DE CRUES.....	26
2.5.2	INTEMPERIES ET CRUE DE CHANTIER.....	26
2.6	ENJEUX ET MESURES ENVIRONNEMENTALES	27
2.6.1	PROTECTION CONTRE LE TRANSFERT DES SEDIMENTS PENDANT LES TRAVAUX	27
2.6.2	SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX.....	28
2.6.3	PROTECTION CONTRE LA POLLUTION ACCIDENTELLE PENDANT LES TRAVAUX	29
2.6.4	PROTECTION CONTRE LES ESPECES INVASIVES	30
2.6.5	CONTRAINTES LIEES AU RISQUE INCENDIE	30
2.7	CONTRAINTES DE GESTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU	31
2.8	PLANIFICATION PREVISIONNELLE DE LA VIDANGE.....	31
2.9	COORDINATION AVEC LE MARCHE DE PECHE DE SAUVEGARDE	31
2.10	INTERFACES AVEC LE LOT N°2.....	31
3	PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER	33
3.1	INSTALLATIONS ET REPLI DE CHANTIER.....	33

3.1	DIAGNOSTICS AMIANTE ET PLOMB	34
3.1	ETUDES D'EXECUTION	35
3.2	HYPOTHESES GENERALES	36
3.2.1	CHARGEMENTS HYDROSTATIQUES	36
3.2.2	ACTIONS THERMIQUES	37
3.2.3	ACTIONS DU VENT	37
3.2.4	CHARGES D'EXPLOITATION	38
3.3	SOUS DETAILS DE PRIX	38
3.4	DOSSIER DE RECOLLEMENT ET PLANS CONFORMES	38
3.5	IMPLANTATION ET PIQUETAGE	39
3.6	PLAN D'ASSURANCE DE LA QUALITE (PAQ)	39
3.7	POINT D'ARRETS ET POINTS D'AUTOCONTROLE	40
3.7.1	GEOTEXTILES ET GEOMEMBRANES	40
3.7.2	CHEMISAGE DE LA CONDUITE	41
3.7.3	CONDUITES, CREPINES ET VANNES	41
3.8	PLAN DE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT (PRE)	42
3.9	SURVEILLANCE DU PLAN D'EAU ET SYSTEME D'ALERTE	44
3.10	DISPOSITIONS POUR LES VENUES D'EAU	45
4	DESCRIPTION DES TRAVAUX ET DES OUVRAGES PROJETES	46
4.1	PHASE 1 : OPERATION DE RECHERCHE, DE CURAGE, DEBOUCHAGE ET VIDANGE DU PLAN D'EAU	46
4.1.1	PHASE 1-A : RECHERCHE DE L'ENTONNEMENT ET DESENVASEMENT DU PIED AMONT DU BARRAGE	47
4.1.2	PHASE 1-B : HYDROCURAGE ET DEBOUCHAGE DE LA CONDUITE DE VIDANGE	48
4.1.3	PHASE 1-C : REHAUSSE PROVISOIRE DE L'ENTONNEMENT	48
4.1.4	PHASE 1-D : VIDANGE DU PLAN D'EAU	48
4.2	PHASE 2 : RENOVATION DU SYSTEME DE VIDANGE	49
4.2.1	PHASE 2-A : SECURISATION DE L'ENTONNEMENT	49
4.2.2	PHASE 2-B : INSPECTION CAMERA	50
4.2.3	PHASE 2-C : TEST D'ETANCHEITE	50
4.2.4	PHASE 2-D : RENOVATION PAR CHEMISAGE DE LA CONDUITE DE VIDANGE	51
4.2.5	PHASE 2-E : LOCAL DE VIDANGE ET VANNES	51
4.3	PHASE 3 : REPRISE DU PAREMENT AMONT ET DU DISPOSITIF D'ETANCHEITE	52
4.3.1	PHASE 3-A : NETTOYAGE PAREMENT AMONT	53
4.3.2	PHASE 3-B : TRAVAUX PREALABLES	53
4.3.3	PHASE 3-C : PREPARATION DU SUPPORT DE POSE DU NOUVEAU DISPOSITIF	54
4.3.4	PHASE 3-D : TRAVAUX DE POSE DES GEOSYNTHETIQUES	56
4.4	PHASE 4 : REMISE EN ETAT DU SITE	62
5	CARACTERISTIQUES ET MISE EN OEUVRE DES MATERIAUX	63
5.1	CREPINE	63
5.1.1	CARACTERISTIQUES DE LA CREPINE	63

5.1.2	EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE FABRICATION	63
5.1.3	PROTECTION ANTICORROSION – GALVANISATION	64
5.1.4	FIXATION	64
5.1.5	MISE EN ŒUVRE	64
5.2	CHEMISAGE DE LA CONDUITE	65
5.2.1	EXIGENCES MECANIQUES ET HYDRAULIQUES.....	65
5.2.2	REFERENCES NORMATIVES.....	65
5.2.3	CARACTERISTIQUES DE LA GAINÉ	65
5.2.4	MISE EN ŒUVRE	66
5.3	TUYAUX ET RACCORDS EN FONTE DUCTILE.....	66
5.3.1	ASSEMBLAGES	67
5.3.2	REVETEMENTS	67
5.4	VANNES	68
5.4.1	CORPS ET MATERIAUX	68
5.4.2	ÉTANCHEITE ET OBTURATION.....	69
5.4.3	TIGE DE MANŒUVRE	69
5.4.4	REVETEMENT.....	69
5.4.5	RACCORDEMENT.....	69
5.4.6	MISE EN ŒUVRE	70
5.5	REGARD.....	70
5.5.1	STRUCTURE EN BETON.....	71
5.5.2	TRAVERSEES DE PAROI.....	71
5.5.3	ÉQUIPEMENTS DU REGARD.....	72
5.5.4	MISE EN ŒUVRE	72
5.6	GEOSYNTHETIQUES.....	73
5.6.1	GEOTEXTILE ANTI-POINÇONNANT INFÉRIEUR.....	73
5.6.2	GEOCOMPOSITE DE PROTECTION ET DRAINAGE INFÉRIEUR	74
5.6.3	GEOMEMBRANE BITUMINEUSE.....	75
5.6.4	GEOSYNTHETIQUE DE TENUE DES TERRES	76
5.6.5	MISE EN ŒUVRE DES GEOSYNTHETIQUES	77
5.7	MATERIAU DE PROTECTION DU PAREMENT AMONT	77
5.7.1	CARACTERISTIQUES.....	77
5.7.2	MISE EN ŒUVRE	78
6	RECEPTION, ESSAIS ET CONTROLES	79
6.1	CREPINE	79
6.2	CHEMISAGE	79
6.3	VANNES	79
6.3.1	CONTROLES AVANT POSE.....	80
6.3.2	ESSAIS APRES POSE	80
6.3.3	DOCUMENTS A FOURNIR.....	80
6.4	REGARD.....	80
6.4.1	CONTROLE DU GENIE CIVIL.....	80

6.4.2	CONTROLE DES TRAVERSEES	80
6.4.3	ESSAIS DES EQUIPEMENTS	81
6.4.4	ESSAIS GLOBAUX.....	81
6.4.5	DOCUMENTS A FOURNIR.....	81
6.5	GEOSYNTHETIQUES.....	81
6.5.1	MEMBRANE BITUMINEUSE	81
6.5.2	AUTRES GEOSYNTHETIQUES.....	83

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 :	Vue de la retenue et de la crête du barrage depuis la rive droite	10
Figure 2 :	Vue aérienne de l'aménagement.....	12
Figure 3 :	Coupe du barrage selon documents d'origine	13
Figure 4 :	Vue ensemble parement amont vue RD	13
Figure 5 et 6 :	Trous végétalisé dans la membrane	14
Figure 7 :	Présence roseaux en RG	14
Figure 8 :	Présence roseaux en RD	14
Figure 9 :	Superposition plans d'origine et levé topographiques 2022	16
Figure 10 :	Loi hauteur / volume de la retenue.....	16
Figure 11 :	Barrière RD	22
Tableau 12 :	Données hydrologiques de référence (étude hydrologique SCP 2022)	26
Tableau 13.	Spécifications requises pour le géotextile anti-poinçonnement (GTX)	74
Tableau 14.	Spécifications requises pour le géotextile anti-poinçonnement (GC)	74
Tableau 15.	Spécifications requises pour la géomembrane bitumineuse (GMB)	75

1 DISPOSITIONS GENERALES ET DESCRIPTION DES TRAVAUX

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF DES TRAVAUX

Dans le cadre de la mise en conformité de l'ouvrage, le maître d'ouvrage souhaite réaliser une vidange de l'ouvrage en vue de remettre en état le dispositif de vidange de fond, de reprendre l'étanchéité du parement amont et de modifier l'évacuateur de crues qui n'est aujourd'hui pas capable d'encaisser la crue de projet.

Les travaux seront composés de 2 lots distincts :

- Lot 1 : Etanchéité et système de vidange
- Lot 2 : Evacuateur de crue

Le présent marché concerne uniquement le LOT 1 : ETANCHEITE ET SYSTEME DE VIDANGE.

Dans l'état actuel, la quantité de sédiments en fond de retenue ne permet pas de vidanger gravitairement la retenue. Il est possible qu'en plus la conduite de vidange soit colmatée par un bouchon situé sur son linéaire.

Les travaux, décrits dans le présent CCTP, concernent les travaux d'hydrocurage et de nettoyage du parement amont et des berges RD et RG directement à l'amont du barrage ainsi que l'opération de vidange de l'ouvrage puis de rénovation de ce système de vidange.

Dans le cadre de sa prestation, l'entrepreneur prévoit tout le matériel et les prestations nécessaires pour atteindre les objectifs fixés.

Les travaux se déroulent en 4 phases :

- Hydrocurage (retenue en eau) : Avant fin septembre
- Vidange : avant fin septembre
- Etanchéité et rénovation du système de vidange (retenue vidangée) : à partir de septembre
- Remise en état du site
- Remise en eau du barrage.
-

Les travaux se déroulent dans un cours d'eau et sont régis par une autorisation préfectorale et un dossier loi sur l'eau.

L'entrepreneur est supposé avoir pris connaissance des lieux des travaux, des conditions et difficultés d'exécution qu'il peut rencontrer en cours de travaux, de l'environnement auquel les équipements seront soumis.

Les objectifs sont de :

- Dégager le parement amont des limons accumulés,
- Dégager l'entonnement du circuit de vidange et curer la conduite,
- Rehausser provisoirement l'entonnement du circuit de vidange,
- Assurer les opérations de vidange et le suivi de la qualité de l'eau.
- Rénover et sécuriser l'entonnement de l'ouvrage de vidange,
- Démolir le local existant en pied aval,
- Remplacer la vanne de vidange et ajouter une vanne de garde,
- Réaliser le chemisage de la conduite de vidange sur tout le linéaire,
- Construire un regard avec capot,
- Nettoyer le parement amont,
- Enlever les végétaux, les limons en RD et RG sur les rives à l'amont direct du parement et préparer le sol support,
- Refaire la totalité avec extension en rive du complexe d'étanchéité amont et ses protections.

Cette liste n'est pas limitative. Il est entendu que les travaux de l'entrepreneur doivent comprendre l'exécution de tout ce qui est nécessaire à un achèvement complet par rapport aux objectifs à atteindre.

1.1 OBLIGATIONS DE L'ENTREPRENEUR

Avant tout commencement des travaux, l'entrepreneur est tenu de signaler au maître d'œuvre toute erreur, omission ou contradiction entre les différents plans et/ou documents.

Il sera supposé connaître l'état des lieux, les difficultés d'accès et d'organisation du chantier et devra conserver en bon état de service et de fonctionnement les voies, ouvrages de toute natures rencontrés au voisinage immédiat des travaux.

Il est également fait obligation à l'entrepreneur de vérifier les indications contenues dans le présent marché auxquelles il doit se conformer.

Dans le cas où l'entrepreneur décèlerait un manque ou aurait un doute, il devra en faire immédiatement part au maître d'œuvre qui décidera de la marche à suivre. Faute pour lui d'en avoir référé en temps opportun au maître d'œuvre, il assumera les conséquences de toute erreur, omission ou contradiction non décelée.

Autre corollaire : l'entrepreneur devant assumer la responsabilité des ouvrages qu'il va réaliser, il lui appartient de proposer tout complément qu'il jugerait indispensable s'il estime insuffisantes les dispositions proposées dans le dossier.

1.2 LOCALISATION DU SITE DES TRAVAUX

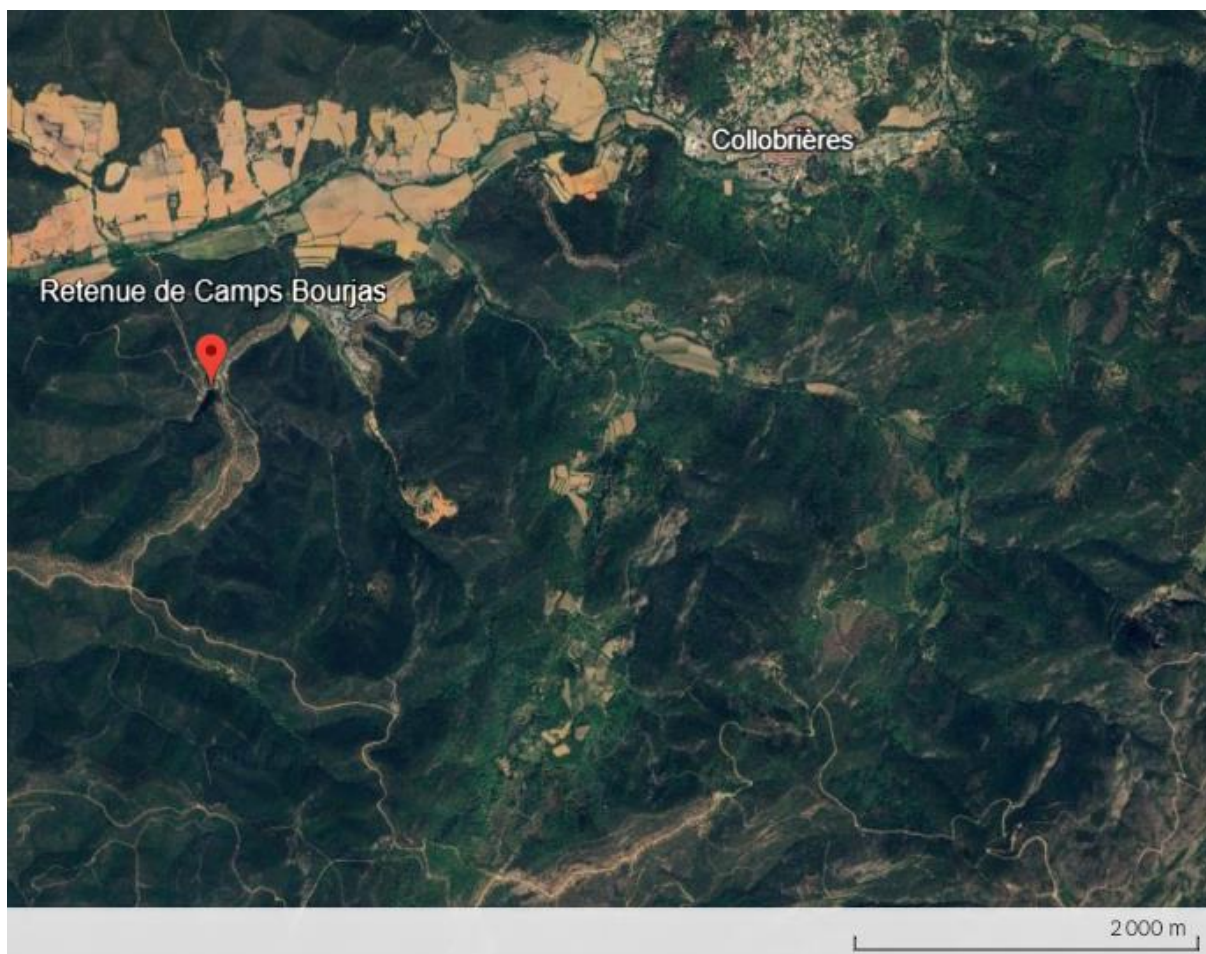


Figure 1: Situation géographique de la retenue

La retenue de Camp Bourjas est située sur la commune de Collobrière, dans le département du Var, en région Provence Alpes Cote d'Azur.

1.3 PRESENTATION DE L'OUVRAGE EXISTANT

Le barrage est une propriété de l'état, le maître d'ouvrage est la Direction Départemental des Territoires et de la Mer du Var (DDTM83) qui l'exploite également. Le barrage, situé sur la commune de Collobrières, a été construit en 1973-74, sur le cours d'eau dit du « Ravin du Camp-Bourjas », dans le cadre de l'équipement du périmètre ouest-Maures pour la protection des forêts contre l'incendie.

La retenue présente une superficie approximative de 12 000 m² et intercepte un bassin versant de 1,2 km². A l'aval immédiat du barrage, le cours d'eau est appelé Ravin de Camp-Bourjas ; il rejoint le Réal Collobrier un peu plus de 900 m à l'aval du barrage.



Figure 1 : Vue de la retenue et de la crête du barrage depuis la rive droite

Le barrage est équipé :

- d'un déversoir situé en rive droite de la digue et composé :
 - d'un seuil dont la crête est protégée contre l'érosion par une équerre en acier
 - d'un coursier formé dans la roche et dont le radier est revêtu de béton
- d'une vidange de fond DN300 avec crépine à l'amont et vanne opercule à l'aval
- d'une prise réseau incendie, DN100 piqué à l'amont de la vanne de vidange

Fiche synoptique de l'ouvrage, issue des consignes d'exploitation et de surveillance:

SITUATION DU BARRAGE :

Communes : Collobrières
Département : Var
Cours d'eau : Ruisseau du Camp Bourjas
Bassin Fluvial: Réal Collobrier
Police du cours d'eau exercée par : DDTM Var

BARRAGE :

Autres dénominations du barrage :
Exploitant et Permissionnaire : Etat — Ministère de l'agriculture
Nom : DDTM Var
Adresse : 399 avenue Paul Arène 83300 DRAGUIGNAN
Destination principale : Plan d'eau DFCI
Acte administratif : Arrêté préfectoral du 10/02/1976

CLASSE :

Rapport H^2/V : 26
Classe : C

OUVRAGES D'EVACUATION DES EAUX :

Crues :
Aire du bassin versant naturel : 2 km²
Crue millénaire : 17 m³/s
Evacuateur :
Déversoir rive droite : Seuil béton de section triangulaire (longueur = 9,00m)
Débit total évacuable par ces ouvrages :
 10.5 m³/s sous la cote de crête du remblai (selon VTA 2014 basé sur levé topographique incomplet)
Modalités d'écoulement et de restitution des eaux de crue :
 Chenal latéral rive droite : coursier de section trapézoïdale, fond bétonné dans sa partie amont, talus d'environ 1/1.

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU BARRAGE :

Auteur du projet : DDAF du Var
Entreprise constructrice : Pellegrin de Draguignan
Années de construction : 1973
Type : digue en remblai compacté avec étanchéité amont
Longueur de la crête : 67.00 m
Hauteur au-dessus du point le plus bas du terrain naturel (H) : 11.50 m
Epaisseur en crête : 4.50 m
Fruit(s) du parement amont : 2.5/1
Fruit(s) du parement aval : 2/1
Rayon de courbure en crête : barrage rectiligne
Altitude de la crête : 158.80 NGF
Altitude du sommet de l'étanchéité : 158.5 NGF environ
Fondation : terrain : Schistes

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA RETENUE :

Pour sa cote de retenue normale :
Altitude : 157.95 NGF
Aire : 1.2 ha
Capacité (V) : 40 000 m³

Vidange :

- Conduite Ø 300 avec crépine à l'amont et vanne à l'aval
- Prise d'eau :**
- Conduite Ø 100. Piquage sur la conduite de vidange à l'amont de la vanne de vidange. Equipé d'une vanne dans le local de la vidange.
- Drainage du corps du barrage :**
- Drain : e=1.00m en partie basse de la digue
 - Drain : e=0.50m sous géomembrane parement amont

DISPOSITIF DE MESURES :

Piézomètres : 3 piézomètres en crête
Repères de niveau sur le couronnement : 3 repères en crête (HS)
Mesure des débits de fuite : 1 mesure à l'exutoire de la tranchée drainante

PROTECTION DES POPULATIONS A L'AVAL :

Plan d'alerte : non
Agglomérations et ouvrages importants situés à l'aval : néant

PASSE A POISSONS : non

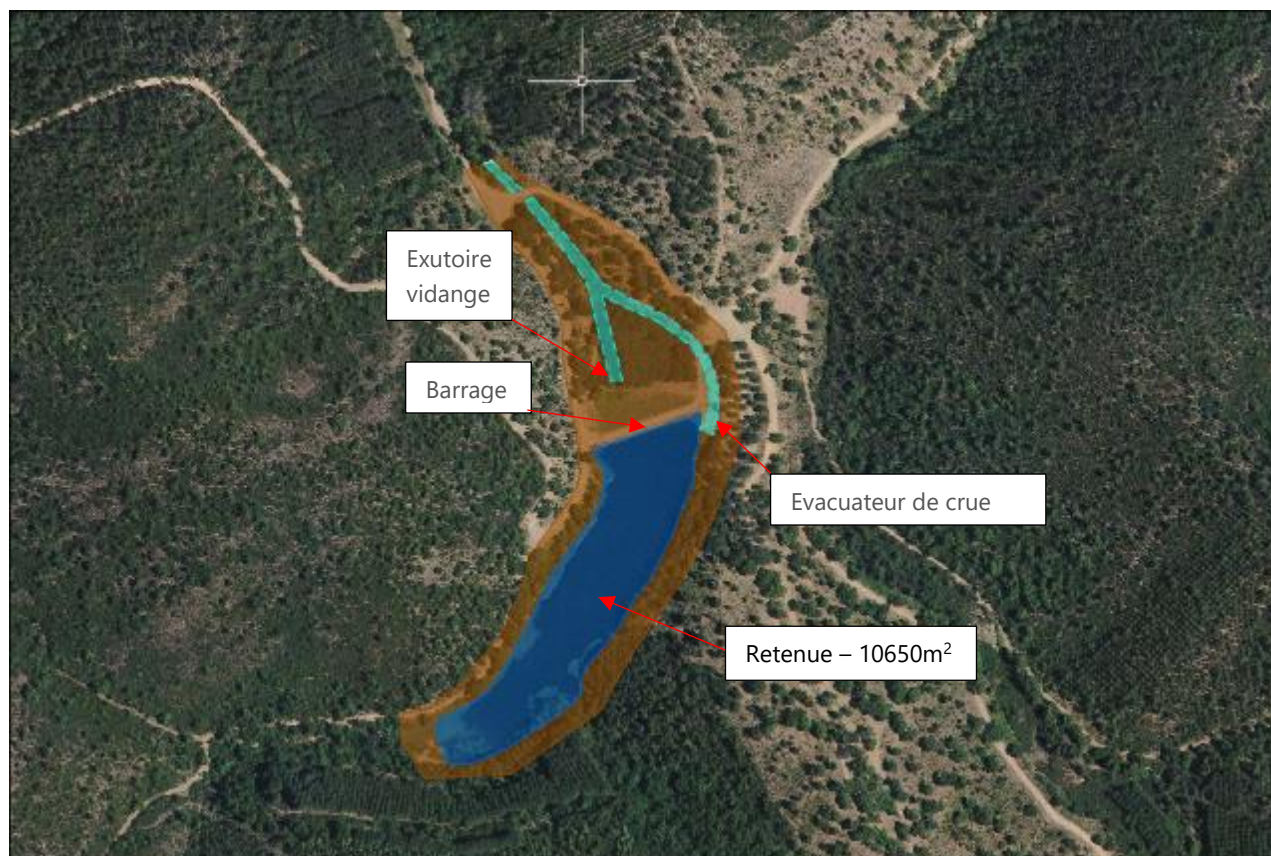


Figure 2 : Vue aérienne de l'aménagement

1.4 DESCRIPTION DES OUVRAGES CONCERNES PAR LES TRAVAUX

1.4.1 Parement amont

Le parement amont actuellement étanché mesure environ 67 mètres de long pour 11,5 mètres de hauteur. Son étanchéité est assurée par une géomembrane bitumineuse étendue sur la face amont maintenue par des tranchées d'ancrage en périphérie. La tranchée d'ancrage de la membrane en pied de parement amont est suffisamment profonde pour former une clé d'étanchéité au barrage. Cette tranchée d'ancrage est remplie de béton. En sous face de la membrane, un drain d'épaisseur 50 cm permet la collecte des fuites. Il est relié en pied de digue à un tapis drainant couvrant les fondations du barrage sur une épaisseur de 1.0 m.

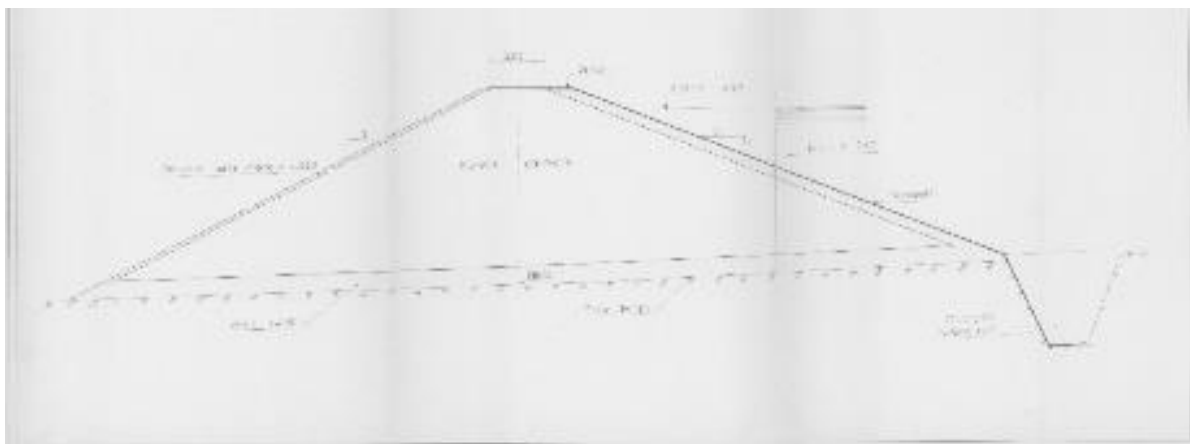


Figure 3 : Coupe du barrage selon documents d'origine



Figure 4 : Vue ensemble parement amont vue RD

La membrane d'étanchéité est, en partie haute, perforée avec de la végétation.



Figure 5 et 6 : Trous végétalisés dans la membrane

En partie haute du parement amont, un voile textile, initialement rempli d'une couche de terre végétale, est déchiré ce qui a entraîné son glissement et la suppression de la couverture végétale. Ce dispositif était une protection anti batillage et contre les UVs, il menace aujourd'hui l'intégrité de la membrane en favorisant la prolifération racinaire.

Sur chaque rive, une grande quantité de roseaux a poussé, au droit des tranchées d'ancrage périphériques.

*Figure 7 : Présence roseaux en RG**Figure 8 : Présence roseaux en RD*

1.4.2 Ouvrage de vidange

L'ouvrage de vidange est constitué de différents éléments :

- Une crépine de vidange DN 300 (probablement endommagée ou détruite),
- Une conduite de vidange DN 300,
- Une vanne de vidange de type opercule localisé en pied du parement aval dans un édicule bâti. En amont de la vanne, un piquage DN100 alimente un réseau incendie.

La position, l'orientation et l'état actuel de l'entonnement ne sont pas connus.

La crépine a été probablement détruite puisqu'un morceau de grille a été trouvé en sortie de la conduite de vidange après un essai de vanne. L'entonnement est aujourd'hui probablement obstrué par les sédiments car aucun écoulement n'est possible par la conduite de vidange lors de l'ouverture de la vanne.

1.4.3 Localisation de l'entonnement de la vidange

Une projection de l'axe de la conduite permet d'estimer la localisation de l'entonnement de la vidange. Elle se situerait sous la couche de drainage de la digue en remblai au niveau du ruisseau naturel à environ 55 mètres au sud de l'exutoire de la vidange actuelle, ce qui correspond au pied du parement amont.

La cote du ruisseau d'origine est 148.75 NGF. Celle de l'exutoire, à 148 NGF. La pente est faible et correspond au terrain naturel d'origine.

La position et la cote précise ne sont pas connus et devront faire l'objet d'une recherche.

1.5 ESTIMATION DE L'ETAT D'ENVASEMENT ACTUEL DE LA RETENUE

Dans le cadre du diagnostic exhaustif, une bathymétrie a été réalisée ainsi que des levés topographiques.

Les plans d'origine ne donnent pas beaucoup d'indications de cote de l'ouvrage mais une superposition jointe en annexe 1 avec les résultats de la campagne réalisée en 2022, calée par rapport au seuil de l'évacuateur de crue, permet d'estimer le niveau d'envasement, la localisation de l'entonnement de la vidange et le volume d'eau à vidanger

La zone à curer correspond à l'ensemble du parement et du pied amont, élargi aux zones de rive où la membrane sera étendue.

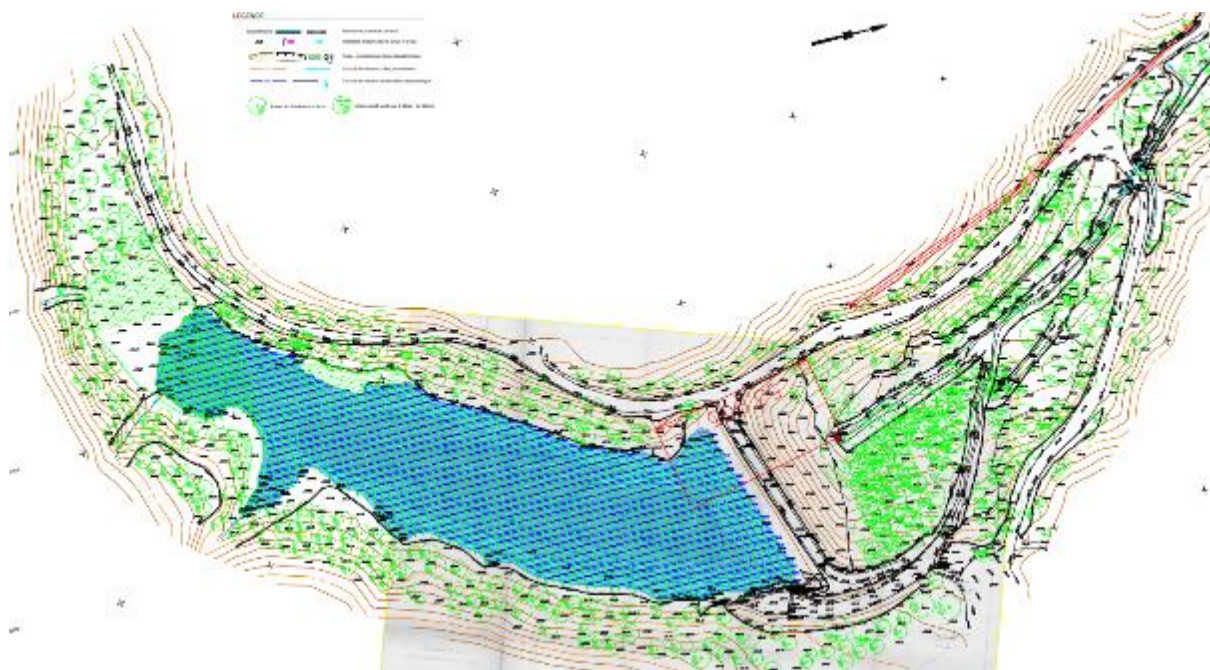


Figure 9 : Superposition plans d'origine et levé topographiques 2022

1.5.1 Niveau d'envasement

La bathymétrie donne un niveau d'envasement à l'entonnement de la vidange à 150,8 NGF, ce qui représente à peu près 2 mètres d'envasement sur l'entonnement de la vidange.

On estime que l'envasement est resté localisé dans le point bas de la retenue est reste faible au niveau du parement et n'excéderait pas 151,5 NGF.

1.5.2 Volume d'eau

A partir des données obtenues par la bathymétrie, un modèle numérique permet de calculer le volume d'eau de la retenue au-dessus du niveau d'envasement en fonction de la cote NGF.

Cote du plan d'eau (NGF)	Volume estimé (m ³)
156,50 (niveau réel relevé en avril 2022)	23 297
157,00	27 865
157,50 (niveau du seuil de l'EVC)	34 981

Figure 10 : Loi hauteur / volume de la retenue

Les données d'origine donnent une capacité de la retenue de 40 000 m³.

Le volume estimé d'envasement dans la retenue est d'environ 5 000 m³.

2 CARACTERISTIQUES ET CONTRAINTES DU SITE ET DE L'OPERATION

2.1 CADRE REGLEMENTAIRE

L'opération de rénovation de l'ouvrage de vidange de la retenue est encadrée par l'arrêté préfectoral du 19 mars 2021. Cet arrêté concerne la vidange de la retenue pour inspection détaillée du barrage ainsi que des travaux de maintenance et d'entretien dont un éventuel curage de la retenue.

Cet arrêté précise notamment que la vidange, l'entretien, la maintenance et un éventuel curage ainsi que le remplissage de la retenue de Camp-Bourjas ne présente pas d'impact permanent sur le milieu pendant ou après leur réalisation.

En 2025, suite à l'évolution du planning et de la nature des travaux, un Porter à Connaissance (PAC) a été établi afin de préciser les changements opérés sur l'opération.

Le titulaire du présent marché est réputé avoir pris connaissance des documents et des mesures nécessaires à l'absence d'impact environnemental des travaux et aux mesures de suivi.

Les annexes suivantes présentent ces mesures :

- Annexe 1 : protocole de vidange
- Annexe 2 : Arrêté Préfectoral du 19 mars 2021
- Annexe 3 : Dossier Loi sur l'Eau relatif à l'AP du 19 mars 2021
- Annexe 4 : Porter à Connaissance 2025 relatif aux modifications de l'opération

L'ensemble des mesures de prévention, de suivi (suivi de la qualité) et de réduction (filtration, décantation...) sont intégrées au présent marché.

2.2 CONDITIONS D'ACCES AU SITE

L'accès au site se fait par la D14 puis par la piste forestière longeant le ravin de Camps Bourjas (en rouge figure 1). L'accès en 4x4 est préférable au vu de l'état de la piste et des fortes pentes sur certaines portions. Un passage à gué est présent sur ce trajet, il ne présente pas de restriction de poids ou taille d'engin.

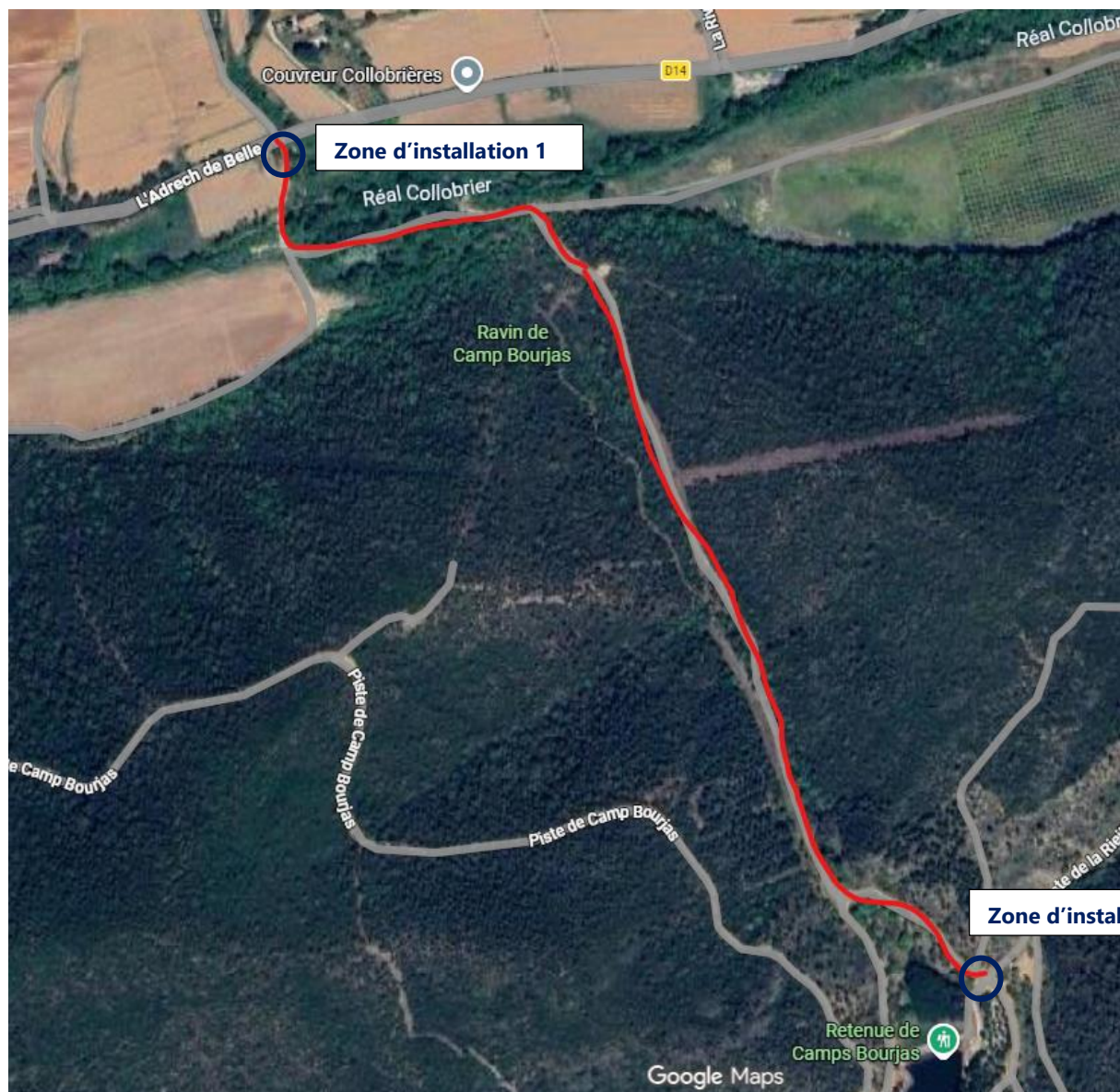


Figure 2 : Accès à l'aménagement



Figure 3 : Début de la piste d'accès

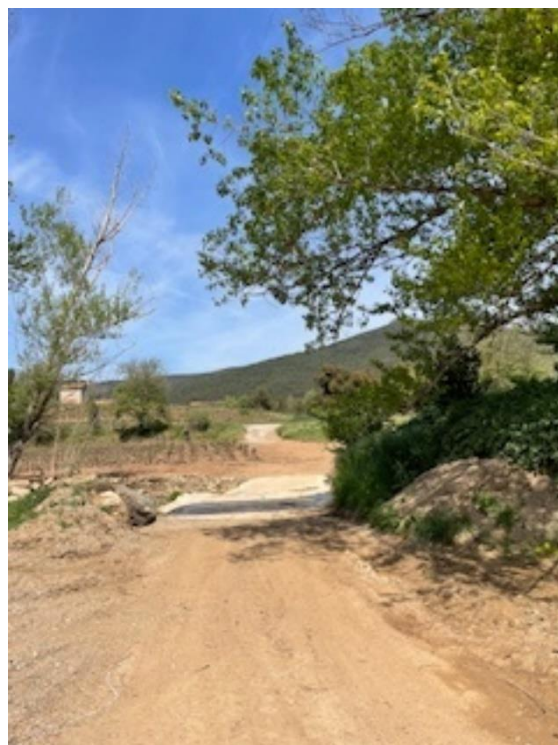


Figure 4 : Passage à gué



Figure 5 : Etat de la piste d'accès

Le site se situe dans un massif forestier et à ce titre, l'entreprise sera soumise à l'arrêté préfectoral régissant les accès aux massifs forestiers durant la période estivale.

2.2.1 Généralité

L'accès au site nécessite une attestation de circulation délivrée par le maître d'ouvrage (DDTM) dont les coordonnées sont :

Bureau Forêt-DFCI

DDTM du Var

SAF/BFDFCI

2.2.2 Accès à la crête

L'accès à la crête est possible par la rive droite et la rive gauche. Par la rive droite, la piste passe dans l'évacuateur de crue et est susceptible d'être impactée par les travaux du lot n°2.



Figure 6. Accès à la crête



Figure 7. Accès à la crête en traversant l'EVC



Figure 11 : Barrière RD

L'entreprise prend en compte la présence de 5 piézomètres au niveau de la crête de part et d'autre de la piste. Ces équipements fragiles ne devront en aucun cas être détériorés.



Figure 8 : Crête du barrage

2.2.3 Accès au plan d'eau

Il n'existe aucune plateforme d'accès au plan d'eau. L'entreprise prévoit les moyens nécessaires pour installer ses équipements nécessaires aux opérations définies dans le présent CCTP.



Figure 9 : vue aérienne retenue Camp-Bourjas

2.3 ZONE D'INSTALLATIONS DE CHANTIER

Deux zones d'installation de chantier seront mises à disposition de l'entreprise :

- Une zone de stockage des matériaux, de dépôt provisoire des matériaux à évacuer et de stationnement des engins de chantier à l'entrée de la piste d'accès. Cette zone est appelée « zone 1 » dans ce document.
- Une zone de base vie à proximité de l'ouvrage. Cette zone est appelée « zone 2 » dans ce document.

L'entreprise prévoit les installations nécessaires et suffisantes en conformité avec la réglementation en vigueur.

L'entreprise prévoit également que des tiers peuvent être amenés à circuler à pied ou en véhicule et doit laisser une emprise libre de circulation.

Les installations devront être clôturées par des barrières de type HERAS verrouillée.

La piste DFCl indiquée en mauve sur la vue aérienne ci-dessous doit être maintenue ouverte à la circulation.

Ces zones seront partagées entre les différentes entreprises travaillant sur les lots 1 et 2.



Figure 10 : Zone 1 zone de stockage



Figure 11 : Zone 2 base vie et stockage

L'entreprise titulaire du lot n°1 est en charge :

- Du clôturage de l'ensemble des zones de base vie et stockage et de leur entretien ;
- De l'aménée, de l'entretien et du repli des installations de chantier décrites dans le présent CCTP ;

- De la mise à disposition des sanitaires et de la salle de réunion pour l'usage par :
 - Le MOE et le MOA ;
 - Le CSPS ;
 - L'entreprise titulaire du lot n°2 ;
 - L'entreprise titulaire du marché de pêche de sauvegarde.
- De la remise en état du site.

2.4 MANUTENTION – LEVAGE

L'entrepreneur devra fournir et installer des moyens de manutention appropriés.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait qu'il n'existe aucun moyen de manutention ou de levage ni aucune plateforme de mise à l'eau.

Toutes les opérations de manutention, mise à l'eau, mise à sec, chargement, déchargement sont à la charge de l'entrepreneur et se dérouleront sous son entière responsabilité.

L'entrepreneur fournira les moyens de levage et de manutention nécessaires à la réalisation de ses travaux.

L'entrepreneur prévoit dans son offre que l'amenée à pied d'œuvre de tous les équipements, engins et matériaux sont à sa charge.

Il définit et décrit dans son offre les moyens qu'il prévoit utiliser pour atteindre cet objectif (hélicoptère, véhicule spécial,...).

2.5 CONTRAINTES METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

Le barrage, situé sur la commune de Collobrières, a été construit en 1973, sur le cours d'eau dit du « Ravin du Camp Bourjas », affluent du Réal Collobrier avec lequel il conflue environ 900m en aval de la retenue de Camp Bourjas. La retenue présente une superficie approximative de 12 000 m² et intercepte un bassin versant de 1,2 km². A l'aval immédiat du barrage, le cours d'eau est appelé Ravin de Camp Bourjas ; il rejoint le Réal Collobrier un peu plus de 900 m à l'aval du barrage.

Le climat de la plaine des Maures est de type méditerranéen caractérisé par le synchronisme d'une période chaude et d'une période sèche. Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 13 à 15 °C avec des minima hivernaux toujours supérieurs à 0 °C et des maxima estivaux supérieurs à 30 °C. Les précipitations présentent une répartition saisonnière marquée à l'automne (octobre/novembre) et au printemps (avril) ainsi qu'une irrégularité des pluies tant

au niveau annuel que mensuel. Les épisodes orageux, fréquents sont de forte intensité favorisant les risques de crues et une érosion importante des sols.

2.5.1 DEBITS DE REFERENCE ET VOLUMES DE CRUES

Les débits de référence du bassin versant de la retenue de Camp Bourjas sont les suivants :

Tableau 12 : Données hydrologiques de référence (étude hydrologique SCP 2022)

	Q10	Q20	Q50	Q100	Q1000
Débit de pointe (m ³ /s)	2.9	5.0	8.4	10.9	20.3
Volume de la crue (m ³)	13 000	21 000	33 000	43 000	80 000
Hauteur de pluie précipitée sur 4h (mm)	103	120	142	158	209

2.5.2 INTEMPERIES ET CRUE DE CHANTIER

Les travaux sont exposés au risque de crue dont l'intensité et la rapidité peuvent être fortes et impactantes. Une procédure de vigilance (avec abonnement Météo France ou équivalent) et de mise en sécurité du chantier en fonction des phases devra être établie par le titulaire et validée par le MOE avant tout démarrage de travaux.

2.5.2.1 INTEMPERIES ET DELAIS D'EXECUTION

Le délai d'exécution des travaux sera prolongé (pour autant qu'il y ait entrave à l'exécution des travaux dument constatée par le maître d'œuvre) au-delà du nombre indiqué au CCAP de jours d'intempéries d'un nombre de jours égal à celui pendant lequel un au moins des phénomènes naturels mentionnés ci-dessous dépassera son intensité limite et entraînera un arrêt de travail sur le chantier

- Précipitations : 30mm cumulés dès le premier jour
- Température minimale sous abri : 0°C à midi dès le premier jour
- Neige : 10cm de neige dès le premier jour
- Vitesse du vent avec levage : 72 km/h dès le premier jour
- Vitesse du vent hors levage : 110 km/h dès le premier jour
- Gel : 0°C à midi dès le premier jour
- Température minimale : -5°C et maximale 32°C pendant les phases de coulage de béton

2.5.2.2 CRUE DE CHANTIER

Le titulaire du marché est réputé mettre en œuvre les moyens et l'organisation nécessaires à la prise en compte et la gestion d'une crue de période de retour 10 ans durant les phases sensibles de l'opération.

Sont considérées comme phases sensibles au risque de crue les périodes où la retenue doit être maintenue à un niveau inférieur à la RN.

Le site ne disposant d'aucune station de mesure du débit entrant, la période de retour de l'événement sera considérée sur la base d'un seuil de pluviométrie relevé sur le site ou sur la base de données radar de Météo France.

Le seuil considéré est : 103 mm sur 4h.

En cas de dépassement du seuil indiqué ci-dessus le prix : *remise en état du chantier suite à crue de période de retour supérieur à la crue de chantier* sera mobilisé.

2.6 ENJEUX ET MESURES ENVIRONNEMENTALES

2.6.1 PROTECTION CONTRE LE TRANSFERT DES SEDIMENTS PENDANT LES TRAVAUX

La retenue étant vide, les débits entrants auront tendance à se charger de sédiments ce qui engendrera une pollution à l'aval. Afin d'en limiter l'impact, l'entreprise prévoit un dispositif de filtration des sédiments à l'aval du barrage : mise en place d'un barrage filtrant en aval de la vanne de vidange.

L'entrepreneur pourra proposer des dispositifs différents ou complémentaires. Il devra, dans ce cas, présenter une argumentation en phase d'études qui sera soumise à acceptation du maître d'œuvre puis du maître d'ouvrage.



Figure 12 : Aval du barrage

Le barrage filtrant sera constitué de bottes de pailles installées dans des cages métalliques à gabion. Les cages seront bloquées pour ne pas être entraînées par le débit en cas de crue.

L'entreprise prévoit un barrage filtrant à 3 seuils successifs minimum. Chaque seuil sera constitué de 2 cages à gabion minimum en hauteur.

Ce type de filtration peut se colmater, l'entreprise prévoit le remplacement régulier autant que fois que nécessaire.

Par ailleurs, des dispositifs de lavage des roues seront impérativement mis en place de chaque côté avant toute traversée du Réal Collobrier par le passage à gué.

2.6.2 SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX

L'entreprise prévoit la fourniture et la pose d'un dispositif de contrôle et de mesure des paramètres suivants :

- Température de l'eau,
- Oxygène dissous,
- MES,
- Ammonium (NH₄⁺)
- Conductivité,
- pH.

Les mesures sont réalisées à l'aval du barrage filtrant durant toute la période des travaux :

- Durant la phase de vidange, les analyses seront quotidiennes ;
- Durant toute la phase de travaux après vidange et jusqu'à fermeture de la vanne, les analyses seront hebdomadaires.

Les seuils sont déterminés par l'arrêté du 27 août 1999 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations de vidange de plans d'eau. Ces seuils ne devront pas être dépassés durant l'opération de vidange à proprement parlé ainsi que pendant la durée totale de son marché.

Paramètres Seuils limites :

- **Oxygène dissous ≥ 3 mg/l**
- **MES ≤ 1 g/l**
- **NH₄ + ≤ 2 mg/l**

Lorsqu'un seul des seuils d'alerte est atteint, l'entreprise devra remplacer tout ou partie du dispositif de filtration et le cas échéant ajuster ses opérations. Ces mesures peuvent aller jusqu'à l'arrêt des opérations et la fermeture de la vanne de vidange jusqu'à ce que les 3 mesures soient inférieures aux seuils limites. Dans ce cas, l'entreprise devra réaliser les mesures dans la retenue.

Un reporting quotidien et hebdomadaire est effectué par le titulaire au MOE et au MOA sous la forme d'une fiche synthétique diffusée par email. Un bilan de suivi en fin d'opération est effectué par le titulaire.

2.6.3 PROTECTION CONTRE LA POLLUTION ACCIDENTELLE PENDANT LES TRAVAUX

Les travaux se déroulent dans un cours d'eau, l'entrepreneur doit prendre en compte le risque de pollution accidentelle notamment aux hydrocarbures. Il doit dans ce cadre proposer un dispositif de protection de l'environnement détaillant notamment les conditions de stockage, de ravitaillement,... Les produits et zones de manipulations devront être hors de portée des crues et contenues dans des aires étanches avec cuvelage capable de contenir 100% du volume stocké. L'entreprise prévoit des dispositifs à déployer au moment d'une éventuelle pollution.

L'entreprise fournira avant toute installation sur site un schéma d'intervention détaillant la procédure à suivre en cas de pollution accidentelle et les moyens d'intervention en cas d'incident établi.

2.6.4 PROTECTION CONTRE LES ESPECES INVASIVES

Afin de prévenir tout risque de contamination par des espèces envahissantes, les véhicules et engins sont nettoyés avant leur arrivée sur le chantier, et tout particulièrement en contact avec le sol et la végétation tels que roues, chenilles, garde-boues et carters.

Des dispositifs de lavage des roues seront impérativement mis en place de chaque côté avant toute traversée du Réal Collobrier par le passage à gué.

2.6.5 CONTRAINTES LIEES AU RISQUE INCENDIE

Le chantier étant situé sur la commune de Collobrières, au sein du massif forestier des Maures, l'ensemble des travaux est soumis à la réglementation applicable à la prévention du risque d'incendie de forêt dans le département du Var. Les entreprises devront notamment se conformer aux prescriptions des arrêtés préfectoraux en vigueur réglementant l'accès aux massifs forestiers, la circulation, le stationnement et la réalisation de travaux susceptibles de provoquer un départ de feu, ainsi qu'aux éventuelles mesures temporaires prises par l'autorité préfectorale en fonction du niveau de risque incendie.

Le titulaire devra intégrer dans son organisation de chantier les contraintes résultant de cette réglementation, notamment les restrictions d'accès, les limitations horaires de travail, les conditions particulières d'utilisation d'engins thermiques, les obligations de surveillance ainsi que la mise en œuvre des moyens de prévention et de première intervention contre l'incendie exigés par la réglementation applicable. Il lui appartient de suivre quotidiennement l'évolution des niveaux de risque publiés par les services de l'État et d'adapter sans délai l'organisation du chantier aux prescriptions en vigueur.

Le titulaire est réputé avoir pris connaissance de l'ensemble de ces contraintes lors de l'établissement de son offre. Les sujétions résultant de l'application de la réglementation relative au risque de feu de forêt, y compris les mesures de prévention, de surveillance, les interruptions temporaires d'activité imposées par les niveaux de risque réglementaires, les adaptations des modes opératoires et les conséquences organisationnelles qui en découlent, sont réputées incluses dans les prix du marché et ne pourront donner lieu à aucune rémunération complémentaire ni à aucune réclamation particulière du titulaire.

L'entreprise demeure seule responsable de la mise en œuvre des mesures nécessaires à la prévention des départs de feu causés par ses activités, ses personnels, ses sous-traitants ou ses matériels, et devra être en mesure de justifier à tout moment, auprès du maître d'œuvre et du maître d'ouvrage, de la conformité de son organisation de chantier à la réglementation applicable

2.7 CONTRAINTES DE GESTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU

Au moment du démarrage des travaux, le niveau de la retenue se situe autour du niveau de la retenue normale (RN).

Le titulaire est en charge :

- du suivi en temps réel du niveau du plan d'eau durant toute la durée ;
- de l'abaissement et de la vidange du plan d'eau conformément au protocole de vidange joint en annexe ;
- de l'arrêt et des variations de vitesse d'abaissement durant la pêche de sauvegarde
- du maintien à sec durant les travaux de rénovation de la vidange et du système d'étanchéité ;
- des manœuvres du système de vidange durant toute la durée des travaux.

2.8 PLANIFICATION PREVISIONNELLE DE LA VIDANGE

La préparation des travaux sera menée durant l'été 2027 et devra permettre de débiter l'abaissement du plan d'eau avant le 1^{er} octobre et la fin de la vidange avant le 30 octobre.

2.9 COORDINATION AVEC LE MARCHE DE PECHE DE SAUVEGARDE

Une première phase d'abaissement sera réalisée au plus tôt afin de défavorabiliser les berges de la retenue avant l'hiver et l'hibernation des crapauds. L'abaissement sera poursuivi jusqu'à l'atteinte de la cote de plan d'eau adaptée à la pêche de sauvegarde.

Le titulaire du présent marché devra assurer l'ensemble des opérations d'abaissement selon les consignes du titulaire du marché de pêche, jusqu'à vidange complète de la retenue.

2.10 INTERFACES AVEC LE LOT N°2

Le lot n°2 a en charge les travaux d'augmentation de la débitance de l'évacuateur de crue situé en rive droite.

Interfaces :

Raccordement du dispositif d'étanchéité sur le bajoyer rive gauche du seuil de l'évacuateur de crue. Le mur bajoyer devra être construit avant le raccordement de la membrane.

Coactivité :

Les installations de chantier et les accès à l'ouvrage seront communs.

3 PREPARATION ET ORGANISATION DU CHANTIER

3.1 INSTALLATIONS ET REPLI DE CHANTIER

A la charge du titulaire du lot 1, ces installations comprendront :

- L'aménagement de l'accès au site depuis la RD14 avec réfection de la piste dans les zones incompatibles avec la circulation des engins, élagage de certains arbres et buissons, signalisation et balisage afin d'interdire toute circulation en dehors des zones autorisées ;
- Entretien de l'accès durant toute la durée des travaux du lot 1 et du lot 2 ;
- La réalisation des accès et la mise en place d'une plateforme en GNT 0/20 compactée avec géotextile qui sera déposée en fin de chantier,
- L'ensemble des clôtures type Heras permettant de clore l'accès au chantier par des personnes extérieures,
- la mise à disposition de sanitaires, réfectoire pour les compagnons et bureau de chantier pour les 2 lots (lot 1 et lot 2),
- l'entretien hebdomadaire de ces installations,
- l'installation d'un WC chimique et son entretien,
- les installations provisoires permettant le stockage d'eau par cuves et sa distribution nécessaire au chantier et à la sécurité incendie,
- les installations électriques éventuellement nécessaires à l'exécution des travaux conformément aux prescriptions d'EDF, ainsi que les compteurs pour la facturation d'énergie, ou sur groupe électrogène autonome conforme.
- la fourniture et la mise en place de panneaux de chantier agréés par le MOA, sur lesquels figureront entre autres les noms de l'entrepreneur, du MOA, du MOE et le libellé des travaux exécutés, de dimensions 1.50x2.00 mètres,
- la protection de la zone des travaux et de stockage par des barrières types Heras, afin de sécuriser le site, et la mise en place de clôtures provisoires pendant la phase "chantier",
- la signalisation routière et les ouvrages provisoires de rétablissement de circulation,
- l'établissement d'un constat d'huissier avant travaux,
- les démarches nécessaires auprès des Services Concédés et l'établissement des DICT,
- les démarches administratives (demande voirie...),
- l'entretien permanent du chantier et de ses abords qui sont débarrassés et nettoyés de toutes les salissures et de tous dépôts de détritux comprenant le tri sélectif avant évacuation à la décharge ou lors de l'avancement des travaux,
- l'entretien des pistes d'accès définitives et/ou provisoires pendant la phase travaux et la remise en état de la couche de roulement après la phase travaux,
- l'entretien des routes communales avec leurs réfections si nécessaire,
- le repli de chantier comprenant la remise en état des lieux.

L'ensemble des installations seront soumis à validation du CSPS sous présentation de Plan des Installations de Chantier (PIC).

Le lot 2, pourra aménager des installations complémentaires après en avoir informé le titulaire du lot 1 et sous présentation si nécessaire d'un plan (PIC) mis à jour.

En toute fin de chantier, afin de permettre une meilleure repousse des végétaux, l'ensemble des terres naturelles du site remises en place ou pas, seront soumises à un décompactage par scarification par le lot 1.

3.1 DIAGNOSTICS AMIANTE ET PLOMB

Dans le cadre des travaux de démolition du local de vidange existant, ainsi que des interventions sur les équipements en place (vannes, conduites et ouvrages associés), le titulaire devra procéder à la réalisation des diagnostics réglementaires relatifs à la présence d'amiante et de plomb.

Les diagnostics porteront sur :

- le local de vidange existant à démolir,
- les équipements hydrauliques existants (vannes, conduites, organes annexes),
- les revêtements, peintures, joints, calorifuges et matériaux associés susceptibles de contenir de l'amiante ou du plomb.

Ils auront pour objectif :

- d'identifier la présence éventuelle de matériaux contenant de l'amiante (MCA) ou du plomb,
- de caractériser leur état de conservation,
- de préciser les dispositions à mettre en œuvre pour leur traitement ou leur élimination.

Ces diagnostics seront :

- à la charge du titulaire,
- réalisés pendant la période de préparation du chantier,
- effectués par un opérateur certifié conformément à la réglementation en vigueur.

Les prestations comprendront :

- les inspections visuelles,
- les sondages ou prélèvements nécessaires,
- les analyses en laboratoire accrédité,
- la localisation précise des matériaux concernés.

Les diagnostics seront réalisés conformément aux textes en vigueur, notamment :

- Code du travail (articles R.4412-94 et suivants – amiante)
- Code de la santé publique (notamment pour le plomb)
- Norme NF X 46-020 : Repérage de l'amiante avant travaux
- Arrêtés relatifs au repérage amiante avant opérations sur immeubles bâtis

- Réglementation relative à la prévention du risque plomb

Le titulaire est réputé avoir pris connaissance, dans le cadre de son offre, de la nature des ouvrages existants et des risques associés à la présence éventuelle de matériaux contenant de l'amiante (MCA).

À ce titre, il est expressément stipulé que :

- la réalisation des diagnostics amiante avant travaux étant à la charge du titulaire,
- celui-ci est réputé avoir intégré dans son offre :
 - les contraintes d'accès,
 - les sujétions liées aux investigations (sondages, prélèvements, analyses),
 - les délais nécessaires à la réalisation et à la validation des diagnostics.

Le titulaire devra organiser son chantier de manière à intégrer les résultats des diagnostics et leurs éventuelles conséquences, notamment :

- adaptation des modes opératoires,
- protection du personnel,
- gestion spécifique des déchets,
- recours à des entreprises qualifiées le cas échéant.

Ces sujétions sont réputées comprises dans le prix global et forfaitaire du marché, dans la limite des hypothèses raisonnablement prévisibles au regard de la nature des ouvrages à démolir ou à modifier.

Aucune réclamation, ni demande de rémunération complémentaire, ne pourra être formulée par le titulaire au titre :

- de la réalisation des diagnostics,
- des contraintes d'accès aux ouvrages,
- de la présence d'amiante dans les matériaux classiquement rencontrés dans ce type d'ouvrage (joints, peintures, calorifugeages, etc.),
- des adaptations courantes de méthodes de chantier rendues nécessaires par la présence de MCA.

Par dérogation, une adaptation du marché pourra être examinée uniquement dans le cas où :

- des quantités exceptionnelles ou imprévisibles de matériaux amiantés seraient mises en évidence,
- ou en cas de découverte de matériaux amiantés dans des zones non accessibles ou non identifiables lors des investigations préalables.

3.1 ETUDES D'EXECUTION

L'entrepreneur a à sa charge tous les plans d'exécution, notamment de terrassements, de stabilité, de fondations, de structures, d'armatures, les notes de calculs et les nomenclatures correspondantes.

L'entrepreneur fournit, dans les conditions prévues au marché, un planning prévisionnel des études d'exécution. Ce planning doit être compatible avec la réalisation des travaux en intégrant le délai de réponse du maître d'œuvre.

Les documents d'exécution (plans, notes de calculs, ...) sont soumis à l'agrément du maître d'œuvre qui dispose du délai prévu au marché, pour donner un avis favorable ou défavorable et formuler ses observations.

Les notes de calculs doivent toujours faire apparaître les références des méthodes utilisées. Les notes de calculs électroniques doivent être accompagnées d'une note de synthèse rédigée qui récapitule :

- les hypothèses et données introduites dans le programme de calcul,
- les principes généraux du fonctionnement du programme,
- les principaux résultats obtenus et leur interprétation.

Les hypothèses de calcul font apparaître clairement :

- les caractéristiques mécaniques de tous les matériaux participant à la résistance et à la stabilité des structures,
- les caractéristiques physiques et mécaniques des terrains en interaction avec ces structures,
- les actions des terres,
- les poussées hydrostatiques,
- les charges permanentes,
- les surcharges de toute nature et de toute origine (charges d'exploitation, charges accidentelles,...),
- les actions liées à l'environnement : retrait, neige, vent, variation de température et gradient thermique.

Ces calculs sont conduits en considérant tous les cas de fonctionnement possibles en exploitation ainsi que tous les cas provisoires en cours de construction. Si des coefficients de sécurité réduits sont pris en compte dans ces derniers cas, la note de calcul doit le justifier.

Les plans d'armatures de béton armé doivent toujours faire apparaître, par ouvrage et en détail, les dispositions constructives, le façonnage des barres, la nomenclature, le poids total des armatures acier, ainsi que le ratio d'armatures en kg par mètre cube de béton.

3.2 HYPOTHESES GENERALES

3.2.1 CHARGEMENTS HYDROSTATIQUES

- Situation normale d'exploitation (RN) : 157.70 mNGF
- Situation exceptionnelle de crue (Q1000) : 158.30 mNGF
- Cote de dangers : 158.80 mNGF

3.2.2 ACTIONS THERMIQUES

Les hypothèses suivantes sont retenues pour le dimensionnement :

- Température minimale de service : $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Température maximale de service en surface exposée : $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (prise en compte de l'échauffement solaire de la membrane)
- Amplitude thermique de calcul : $\Delta T \approx 80\text{ }^{\circ}\text{C}$

Les effets associés considérés sont :

- les dilatations et retraits thermiques de la membrane,
- les contraintes induites aux interfaces (membrane / géotextile / support),
- le comportement à long terme des matériaux (fluage, perte de flexibilité).

La membrane et ses assemblages devront être adaptés à ces sollicitations, notamment en termes de :

- résistance à la fissuration à basse température,
- stabilité dimensionnelle à haute température,
- souplesse et tenue des soudures.

3.2.3 ACTIONS DU VENT

Le parement amont peut être soumis à l'action du vent, en particulier en phase chantier et avant mise en eau, ainsi que ponctuellement en phase d'exploitation lorsque le niveau d'eau est abaissé.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Zone de vent : zone 2 à 3 selon la cartographie nationale (littoral méditerranéen)
- Vitesse de vent de référence (ordre de grandeur) : ≈ 25 à 30 m/s
- Pression dynamique de référence : environ $0,5$ à $0,8\text{ kN/m}^2$

Les effets considérés sont :

- le soulèvement des lés de membrane et des géotextiles,
- les efforts de décollement aux recouvrements et en tête de talus,
- les sollicitations transitoires avant mise en place du lestage.

Le dimensionnement et la mise en œuvre devront intégrer :

- un lestage suffisant,

- un ancrage en tête de talus conforme aux recommandations du guide CFMS,
- des dispositions de chantier permettant d'éviter tout arrachement (fixations provisoires, phasage adapté).

3.2.4 CHARGES D'EXPLOITATION

- Charges d'exploitation : circulation lourde occasionnelle selon Eurocode
- Charges variables du chantier : 20 kPa

3.3 SOUS DETAILS DE PRIX

L'entrepreneur fournira pendant la période de préparation l'ensemble des sous-détails des prix unitaires du marché.

Ces sous-détails devront indiquer clairement les quantités de main d'œuvre, de matériel, de fournitures et de produits consommables prises en compte, ainsi que les prestations extérieures.

Les travaux réalisés en propre par le candidat seront indiqués séparément des travaux sous-traités.

Les coefficients de frais généraux (1 coefficient pour les travaux en propre et 1 coefficient pour les travaux sous-traités) comprenant les frais de chantier dont l'encadrement, les frais de siège, les impôts et taxe, les primes d'assurances, les frais de pilotage et de coordination, et la marge pour risques et bénéfices, devront être clairement indiqués et être homogènes entre tous les sous-détails.

Les cadences et rendements seront clairement mentionnés.

3.4 DOSSIER DE RECOLLEMENT ET PLANS CONFORMES

Le dossier de récolement comprendra notamment :

- tous les plans conformes à exécution des ouvrages,
- les notices techniques de tous les matériels et matériaux mis en œuvre,
- les notes de calculs des ouvrages,
- un document détaillant l'entretien et la surveillance à réaliser sur l'ouvrage, incluant les périodicités,
- le dossier qualité / environnement,
- un journal de chantier retraçant toute la vie du chantier, les incidents, les non-conformités et les traitements mis en œuvre,

- un reportage photographique.

Le DOE doit être constitué au fur et à mesure du chantier. En fin de chantier, l'entrepreneur remettra un exemplaire minute des documents pour contrôle par le maître d'œuvre de l'exactitude des informations portées sur ces documents. Ces documents minute seront remis dans toute la mesure du possible au fur et à mesure de l'avancement du chantier. Le maître d'œuvre fera connaître ses remarques dans un délai maximum de quinze jours à compter de la réception du document minute.

3.5 IMPLANTATION ET PIQUETAGE

Les éléments topographiques disponibles sont fournis dans le marché. A partir de ces données, l'entrepreneur effectue à ses frais l'implantation et le piquetage des ouvrages et les déports nécessaires, et les soumet à l'approbation du maître d'œuvre.

Les tolérances d'implantation sont de +/- 20 mm.

3.6 PLAN D'ASSURANCE DE LA QUALITE (PAQ)

A la remise de l'offre, le titulaire doit présenter le Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Qualité (SOPAQ) comprenant deux parties :

- le schéma de l'organisation de la gestion de la qualité au sein de l'entreprise comprenant notamment :
 - les actions générales de gestion de la qualité (actions de formation à la gestion de la qualité dans et hors entreprise, fonctionnement de cercles de qualité...),
 - un extrait du manuel qualité,
 - éventuellement des rapports d'audit de son organisation de gestion de qualité.
- le schéma de l'organisation de la gestion de la qualité adapté au cadre de la présente opération. Ce document précise le profil et la qualification du responsable des travaux et du responsable du contrôle qualité.

Le titulaire remettra, 15 jours après la notification du marché un Plan de l'Assurance Qualité (PAQ). Le PAQ explicite les dispositions adoptées par le titulaire pour obtenir la qualité requise et les principales modalités du "contrôle interne à la chaîne de production". Il est établi par le titulaire dans le cadre des dispositions générales d'organisation de la qualité figurant au Marché. Le Plan Qualité est constitué :

- De la note d'organisation générale du chantier (y compris les installations de chantier),
- Des procédures d'exécution (y compris la description générale des matériels et méthodes) relatives à chaque tâche principale
- Des documents de suivi de contrôle extérieur
- Du cadre des documents de suivi d'exécution

- Des modalités de demande d'agrément des matériaux, composants et équipements.

3.7 POINT D'ARRETS ET POINTS D'AUTOCONTROLE

L'entreprise devra formaliser l'ensemble des autocontrôles sous forme de fiches signées par son contrôle interne.

Aucun point d'arrêt ne pourra être franchi sans validation préalable du maître d'œuvre.

3.7.1 GEOTEXTILES ET GEOMEMBRANES

Étape	Nature du contrôle	Type	Exigences / Points vérifiés	Document attendu
Préparation support	Vérification sol	Autocontrôle	Planéité, pente, absence d'aspérités, compacité	Fiche autocontrôle
Préparation support	Réception support	Point d'arrêt	Validation avant pose géotextile	Visa MOE
Géotextile inf.	Contrôle produit	Autocontrôle	Conformité CE, grammage, résistance	Certificats
Géotextile inf.	Pose	Autocontrôle	Recouvrements ≥ 50 cm, sens pose, absence plis	Fiche autocontrôle
Géotextile inf.	Validation	Point d'arrêt	Avant membrane	Visa MOE
Membrane	Soudures	Autocontrôle	Recouvrement, continuité, absence défaut	Fiche autocontrôle
Membrane	Planche test	Point d'arrêt	Validation essais soudures	Visa MOE
Membrane	Fin pose	Point d'arrêt	Avant recouvrement	Visa MOE
Géotextile sup.	Pose	Autocontrôle	Recouvrements ≥ 50 cm	Fiche autocontrôle
Géotextile sup.	Validation	Point d'arrêt	Avant ballast	Visa MOE
Ballast	Contrôle matériau	Autocontrôle	Granulo 40/80, LA, MDE	Essais
Ballast	Mise en œuvre	Autocontrôle	Épaisseur, homogénéité	Fiche autocontrôle
Ballast	Validation	Point d'arrêt	Autorisation recouvrement	Visa MOE
Ancrage	Exécution	Autocontrôle	Tranchée conforme CFMS	Fiche autocontrôle
Ancrage	Validation	Point d'arrêt	Avant remblaiement	Visa MOE

3.7.2 CHEMISAGE DE LA CONDUITE

Étape	Nature du contrôle	Type	Exigences / Points vérifiés	Document attendu
ITV initiale	Inspection	Autocontrôle	État conduite, obstacles	Rapport ITV
ITV initiale	Validation	Point d'arrêt	Avant travaux	Visa MOE
Nettoyage	Curage	Autocontrôle	Propreté conduite	Fiche autocontrôle
Procédé	Validation	Point d'arrêt	Note calcul, procédé	Visa MOE
Pose CIPP	Mise en œuvre	Autocontrôle	Pression, T°, durée	Fiche autocontrôle
Polymérisation	Suivi	Autocontrôle	Courbe T°	Enregistrement
Polymérisation	Validation	Point d'arrêt	Fin cuisson	Visa MOE
ITV finale	Contrôle	Autocontrôle	Absence plis, défaut	Rapport ITV
Réception	Validation	Point d'arrêt	Conformité globale	Visa MOE

3.7.3 CONDUITES, CREPINES ET VANNES

Étape	Nature du contrôle	Type	Exigences / Points vérifiés	Document attendu
Fourniture	Réception crépine	Autocontrôle	Dimensions, galvanisation	Certificats
Fourniture	Réception vannes	Autocontrôle	Normes EN1074, sens fermeture	Certificats
Fourniture	Acceptation	Point d'arrêt	Avant pose	Visa MOE
Regard	Exécution	Autocontrôle	Dimensions, étanchéité	Fiche autocontrôle
Regard	Validation	Point d'arrêt	Avant équipement	Visa MOE
Pose vannes	Montage	Autocontrôle	Alignement, serrage	Fiche autocontrôle
Pose vannes	Validation	Point d'arrêt	Avant mise en eau	Visa MOE
Essais	Fonctionnement	Autocontrôle	Manœuvre, étanchéité	Fiche autocontrôle
Essais	Validation	Point d'arrêt	Réception hydraulique	Visa MOE
Crépine	Pose	Autocontrôle	Fixation, position	Fiche autocontrôle
Réception	Validation	Point d'arrêt	Ouvrage complet	PV réception

3.8 PLAN DE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT (PRE)

Le PRE est destiné à transmettre à l'ensemble des intervenants des directives précises en termes de protection du milieu naturel.

Le PRE constitue un engagement de l'entreprise vis-à-vis du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour la mise en œuvre des mesures de suppression et de réduction d'impacts sur le milieu naturel.

L'entreprise rédigera, pendant la période de préparation des travaux, un Plan de Respect de l'Environnement (PRE) d'après l'ensemble des pièces du marché.

Le PRE devra être établi par la personne qui aura la responsabilité de son application, (QSE ou chargé environnement du chantier).

Le PRE est commun et s'applique à l'ensemble activités du chantier.

Le PRE est visé par la maîtrise d'œuvre.

Le PRE est évolutif et doit être tenu à jour tout au long du chantier. Il peut être soumis à modifications ou compléments en fonction des besoins et événements.

Le chantier ne pourra en aucun cas débiter avant la validation du PRE et des procédures relatives aux premières opérations de travaux (circulation, base-vie, stockage...).

Son contenu sera le suivant :

- un document d'organisation générale présentant les éléments communs à l'ensemble du chantier ;
- un document d'organisation spécifique concernant les aspects environnementaux précisant les rôles et responsabilités des personnels pour l'application du PRE (contrôle interne et externe...) ;
- les modalités de transmission de l'information, de la formation et de la sensibilisation des intervenants sur les enjeux environnementaux ;
- des documents cartographiques utilisant pour fond le plan de projet comprenant a minima les plans de circulation, stockages, stationnement et mises en défens ;
- une identification des enjeux environnementaux présents sur le secteur travaux ;
- une liste des mesures de protection de l'environnement adaptées aux impacts et risques potentiels identifiés. Ces mesures sont déclinées dans des tableaux d'analyse environnementale par phases de travaux ;
- un protocole précis des opérations avec les techniques choisies et les procédures d'exécution spécifiques associées ;
- les modèles de document de suivi et de contrôle (plan de suivi et contrôle, fiches d'anomalies environnementales...) précisant notamment les modalités et la fréquence des contrôles.

En synthèse de ce document, un schéma directeur reprendra de façon chronologique toutes les phases et tâches du chantier ayant des répercussions sur l'environnement et pour lesquelles des mesures devront être mises en œuvre.

L'essentiel des mesures mises en œuvre sera simplement récapitulé dans les tableaux d'analyse environnementale établis pour chaque tâche dans le cadre du PRE en amont de chaque phase de travaux (une procédure spécifique ne sera pas exigée pour chacune des mesures).

Les mesures simples et communes à l'ensemble des activités du chantier seront directement prises en compte dans les tableaux d'analyse environnementale et reprises dans le plan de suivi et de contrôle.

Les mesures simples liées à une activité spécifique seront directement prises en compte dans les tableaux d'analyse environnementale et reprises dans le plan de suivi et de contrôle.

Les mesures complexes liées à une activité spécifique seront prises en compte dans les tableaux d'analyse environnementale et reprises dans le plan de suivi et de contrôle. Elles feront l'objet de procédures spécifiques détaillées.

Les éléments de procédure qui devront faire l'objet d'une procédure / d'un mode opératoire spécifique dans la 1ère version du PRE (= dès la période préparatoire) sont notamment les suivants :

- calendrier et phasage des travaux par activité et par zone ;
- localisation des installations de chantier par catégorie (base vie, stockages par nature ...);
- plan de circulation, de retournement et stationnement ;
- localisation des emprises chantier et des mises en défens écologique;
- plan de prévention des pollutions / protection des eaux superficielles et souterraines comprenant notamment :
 - dispositifs de protection pour travaux (génie civil et terrassement) à proximité du milieu aquatique ;
 - nettoyage des goulottes et toupie béton sur site
 - Nettoyage et entretien des nettoyeurs de roues
 - Aire technique étanche avec décanteur-déshuileur, dans le cas d'entretien et de lavage des engins sur site
 - Aire étanche pour le plein des engins
 - Conduite en cas de crue (veille + évacuation)
 - Plan d'intervention en cas de pollution accidentelle
- Schéma Organisationnel de Gestion et de Suivi des déchets (SOGED ou SOSED).

Des procédures complémentaires ou modes opératoires plus détaillés pourront être demandés en période préparatoire ou en cours de travaux.

Ces procédures peuvent être confondues avec les documents d'exécution des travaux (ex procédures génie civil) si ceux-ci comportent les éléments relatifs à la prise en compte du milieu naturel.

Toute mesure figurant dans les tableaux d'analyse environnementale ou faisant l'objet d'une procédure spécifique doit être reprise dans le plan de suivi et de contrôle.

Les écarts éventuels ou les non conformités des réalisations avec le PRE et l'ensemble des procédures qualité sont relevés au cours des visites de terrain et consignés dans les fiches de suivi (basées sur le plan de contrôle). Ils justifient la définition de mesures correctives ou adaptatives, ainsi que le suivi de leur mise en œuvre effective.

La fréquence moyenne du contrôle des engagements du PRE sera quotidienne pour le contrôle interne et hebdomadaire pour le contrôle externe.

L'information du plan de contrôle ou des fiches de suivi spécifiques se fait :

- à chaque écart ou non-conformité pour le contrôle interne ;
- hebdomadairement pour le contrôle externe ;
- à la demande du maître d'œuvre.

L'actualisation du PRE et l'émission de modes opératoires particuliers sont visées par le contrôle extérieur. Le déroulement des suivis interne et externe est visé par le contrôle extérieur. Le contrôle extérieur utilise ses propres documents de suivi.

3.9 SURVEILLANCE DU PLAN D'EAU ET SYSTEME D'ALERTE

Durant toute la durée des travaux, le titulaire est tenu d'assurer une astreinte et d'être en mesure de mettre en sécurité le chantier en cas de montée du plan d'eau au-delà des seuils définis au chapitre 2.5

Pour cela une procédure de mise en sécurité et de remise en état du chantier sera établie durant la phase de préparation en collaboration avec le MOE, le CSPS et l'exploitant et soumis à leur VISA. Le titulaire assurera une veille météorologique.

En outre le titulaire mettra en place durant la phase de préparation un système de mesure du plan d'eau (autonome du système de mesure de l'exploitant). La fourniture, la pose, la maintenance durant toute la durée du chantier et la dépose sont à la charge du titulaire.

La mise en sécurité du chantier devra être réalisée en moins de 3 heures.

En cas de risque météo avéré, le chantier sera en outre mis en sécurité à chaque veille de week-end, de jour férié ou de période de fermeture du chantier.

Le système de surveillance du niveau du plan d'eau devra permettre :

- Une mesure toutes les 15 minutes avec transmission en temps réel des données sur une plateforme web consultable par le MOE,
- Des alertes SMS en fonction d'au moins 3 niveaux d'alerte et à destination du personnel en charge de l'astreinte entreprise et du MOE.

3.10 DISPOSITIONS POUR LES VENUES D'EAU

Pendant l'exécution des travaux en fond de retenue et sur le système de vidange, le titulaire sera tenu de conduire ses travaux de façon à éviter que la zone de travail ne soit dégradée ou détrempée par les eaux de ruissellement ou d'infiltration ainsi que par les sédiments.

Il devra donc disposer de moyens suffisants pour maintenir à sec les zones de travail (collecte des eaux d'infiltration et de ruissellement, et évacuation soit par des ouvrages provisoires tel que des merlons, soit par pompage en fond de fouille, etc) et ceci à hauteur des seuils définis au chapitre relatif à la crue de chantier.

Le rejet des eaux issues des zones de chantier devra être conformes mesures définies dans le chapitre relatif aux contraintes environnementales

4 DESCRIPTION DES TRAVAUX ET DES OUVRAGES PROJETES

4.1 PHASE 1: Opération de recherche, de curage, débouchage et vidange du plan d'eau

L'ouvrage de vidange n'est aujourd'hui pas fonctionnel, il est nécessaire de d'abord procéder à :

- une recherche de l'entonnement amont de l'ouvrage ;
- un débouchage / curage de celui-ci.

La méthodologie détaillée sera définie et proposée par le titulaire et soumis à l'agrément du MOE et du CSPS. Elle sera réalisée retenue en eau et pourra nécessiter l'intervention de plongeurs. Elle devra permettre de :

- rechercher et localiser l'entonnement amont de la conduite de vidange, la méthodologie ;
- dégager l'entonnement existant et effectuer un curage de la conduite afin de permettre une vidange gravitaire ;
- rehausser provisoirement la prise d'eau à l'aide d'une conduite souple permettant de vidanger en aspirant l'eau en surface du plan d'eau ;
- ouvrir la vanne de vidange ;
- procéder à la vidange de la retenue conformément au protocole en annexe.

Le débit de vidange ne devra pas excéder les valeurs suivantes :

- Le débit maximal de vidange ne devra pas excéder 200 l/s. Le débit moyen au cours de la vidange étant évalué à 85 l/s.
- La vitesse d'abaissement du plan d'eau ne devra en aucun cas dépasser les 10 cm/h afin de limiter les risques de déstabilisation des sédiments présents sur les berges.

La phase de vidange ainsi que les précautions prises pour celle-ci sont détaillées dans un protocole en annexe.

4.1.1 PHASE 1-A : RECHERCHE DE L'ENTONNEMENT ET DESENVASEMENT DU PIED AMONT DU BARRAGE

Description des travaux :

Une opération de recherche subaquatique de l'entonnement est réalisée. Une fois localisé, le curage commence par le désenvasement de la périphérie de la crépine, en formant un cône avec une pente maximale de 3 horizontal pour 1 vertical. Cette opération vise à garantir l'accès à l'entonnement de la vidange pour l'hydrocurage (paragraphe suivant).

Méthode et matériaux :

L'ensemble de ces opérations sont réalisées en subaquatique par l'amont avec la vanne de vidange fermée.

Le curage commence par le désenvasement de la périphérie de la crépine, en formant un cône avec une pente de 3 horizontal pour 1 vertical. Cette opération vise à garantir l'accès à l'entonnement de la vidange, en garantissant la sécurité des personnels.

Les plans du projet de construction indiquent que la membrane actuelle est raccordée sur une tranchée comblée de béton en pied amont. La surface de béton devra être dégagée.

Il sera nécessaire de dégager une bande de 5 mètres de large depuis le pied du parement amont, afin de permettre la pose et le raccordement de la membrane sur le béton existant en pied. Cette opération pourra être finalisée plus minutieusement dans un second temps, lors de la vidange, une fois le niveau de la retenue abaissé.

La vidange peut entraîner un déplacement des sédiments vers la conduite de vidange. Pour éviter cela au maximum, la deuxième opération de désenvasement doit être réalisée avec le strict minimum d'eau nécessaire pour l'opération, afin de limiter le réenvasement de la zone dégagée. Ensuite, la vidange doit se poursuivre à faible débit pour réduire au maximum le déplacement des sédiments.

Le volume de sédiment total à déplacer est estimé à 2000 m³.

Les boues seront déplacées dans la retenue vers l'amont, au moins 10m en amont du parement.

Un géotextile lesté sera déployé sur les sédiments déplacés pour éviter le retour des fines dans la zone d'hydrocurage par glissement.

Pour cette opération, une barge ou un ponton est nécessaire.

4.1.2 PHASE 1-B : HYDROCURAGE ET DEBOUCHAGE DE LA CONDUITE DE VIDANGE

Description des travaux :

Dans l'état actuel, il n'est pas possible de savoir si la conduite de vidange est simplement envasée à l'amont ou colmatée sur son linéaire.

La cause de colmatage la plus probable est l'envasement total de l'entonnement de l'ouvrage. Mais, suivant un rapport précédent, un morceau de la crépine constitué d'une tôle perforée a été retrouvé dans la vanne de vidange. Il est donc également possible qu'un bouchon constitué d'embâcles et de limon obstrue la conduite.

Un curage de la conduite jusqu'à la vanne sera donc réalisé.

Méthode et matériaux :

L'ensemble de ces opérations sont réalisées en subaquatique par l'amont avec la vanne de vidange fermée.

Une fois curée, un essai d'ouverture de la vanne sera réalisé pour en valider l'efficacité. L'opération sera reconduite autant de fois que nécessaire.

4.1.3 PHASE 1-C : REHAUSSE PROVISOIRE DE L'ENTONNEMENT

Description des travaux :

L'entonnement amont est modifié provisoirement par l'ajout d'un coude afin de rehausser l'entonnement. Une conduite souple amarrée à un radeau flottant est raccordée à la vidange afin de réaliser la vidange gravitaire en aspirant la frange supérieure du plan d'eau..

Méthode et matériaux :

L'ensemble de ces opérations sont réalisées en subaquatique par l'amont avec la vanne de vidange fermée.

La pièce de liaison pourra être un raccord union universel raccordé à la conduite en aval et à la pièce coudée à ajouter à l'amont. Un support spécifique devra être prévu pour maintenir la conduite en position et l'empêcher de tourner.

4.1.4 PHASE 1-D : VIDANGE DU PLAN D'EAU

La retenue est vidangée par ouverture de la vanne telle que prévue dans l'autorisation environnementale. Le protocole de vidange est présent en annexe.

La pêche de sauvegarde intervient, les mesures environnementales et de suivi de la qualité de l'eau rejetée sont opérationnelles.

Le titulaire du marché assure l'ensemble des opérations de vidange y compris l'arrêt temporaire de la vidange afin de permettre la pêche de sauvegarde réalisé par un pêcheur professionnel mandaté par le MOA.

4.2 PHASE 2 : RENOVATION DU SYSTEME DE VIDANGE

Une fois la vidange achevée ces opérations consistent à :

- Finaliser le dégagement des sédiments en pied amont et maintenir la zone propre,
- Sécuriser l'entonnement par modification de la crépine,
- Curer, inspecter et éventuellement chemiser la conduite de vidange DN300,
- Remplacer la vanne de vidange actuelle,
- Ajouter une seconde vanne.

4.2.1 PHASE 2-A : SECURISATION DE L'ENTONNEMENT

Description des travaux :

La conception de cette partie de l'ouvrage est inconnue mais il est probable que la conduite de vidange soit bloquée dans un massif et que l'entonnement se fasse à l'horizontal avec en guise de crépine une tôle perforées emmanchée sur la conduite en DN300.

Ce type de crépine, qu'elle soit horizontale ou verticale présente comme principal inconvénient une surface d'entonnement faible et donc facilement colmatable.

Au vu du niveau d'envasement actuel, la crépine doit être rehaussée et présenter une surface d'entonnement plus importante pour minimiser le risque de colmatage. L'opération consiste donc à ajouter un coude pour obtenir un entonnement vertical et ajouter une crépine cylindrique entièrement barreaudée.



Figure 13 : Exemple de crépine cylindrique verticale

Méthodes et matériaux :

Voir chapitre 5.1

4.2.2 PHASE 2-B : INSPECTION CAMERA

Après vidange complète du barrage, l'entreprise prévoit également la réalisation d'une inspection caméra sur la totalité du linéaire de la conduite de vidange.

L'entreprise fournira le matériel nécessaire et réalisera l'inspection. Un rapport d'inspection sera remis avec description, localisation et reportage photo des défauts constatés.

4.2.3 PHASE 2-C : TEST D'ETANCHEITE

Une fois l'inspection terminée, l'entreprise prévoit de réaliser un test d'étanchéité de la conduite de vidange.

Pour ce faire, l'entreprise prévoit d'obturer les extrémités de la conduite. Cette opération nécessite le démontage du piquage DN100 et son obturation totale.

Le principe de l'essai consiste à obturer, mettre en pression la conduite et de mesurer l'évolution de la pression dans un temps donné.

Le test d'étanchéité peut être réalisé à l'air ou à l'eau selon la norme NF EN 1610.

4.2.4 PHASE 2-D : RENOVATION PAR CHEMISAGE DE LA CONDUITE DE VIDANGE

Description des travaux

La première opération consiste à réaliser un curage de la conduite afin de supprimer les éventuels bouchons et embâcles présents dans la conduite.

Une inspection endoscopique sera réalisée afin d'identifier l'éventuelle présence de corrosion voire de perforation de la conduite.

Les travaux comprennent la réhabilitation de la conduite de vidange existante de diamètre nominal DN 300 sur un linéaire de 55 m par mise en œuvre d'un chemisage structurel.

Le procédé retenu devra permettre de restituer une conduite apte à résister de manière autonome aux sollicitations mécaniques et hydrauliques, y compris la pression interne, sans contribution structurelle de la conduite existante.

Méthode et matériaux :

Voir chapitre 5.2

4.2.5 PHASE 2-E : LOCAL DE VIDANGE ET VANNES

Description des travaux :

La conception de l'ouvrage de vidange à vanne unique ne permet pas d'opération de maintenance sans vidange de la retenue.

Le système de vidange sera modifié avec l'installation d'une seconde vanne en série afin de pouvoir sectionner la conduite pour la maintenance de la vanne aval qui sera désignée comme la vanne de vidange. La vanne amont sera appelée vanne de garde.

A noter qu'il sera nécessaire de réaliser un diagnostic amiante et plomb sur les équipements actuels.

Le local actuel sera démoli et remplacé par un regard fermé.

Méthodes et matériaux :

Pour des raisons d'entretien et de la résistance face à la corrosion et dans le temps le choix du matériau sera la fonte.

Les travaux comprennent :

- Démolition du local,
- Découpe de la conduite au dessus de la première bride en amont (cf photo ci-dessous)
- Retrait de la conduite et de la vanne actuelle puis évacuation,
- Installation des 2 vannes,

- Construction d'un regard autour des équipements.



Figure 14 : Photo de la chambre des vannes

Les caractéristiques des vannes et du regard sont décrites aux chapitres : 5.4 et 5.5

4.3 PHASE 3 : REPRISE DU PAREMENT AMONT ET DU DISPOSITIF D'ETANCHEITE

Au vu de l'état actuel de la géomembrane, des travaux de reprise de l'étanchéité sont de nécessité impérieuse.

Dans ce contexte, les travaux de reprise de la géomembrane ont pour **objectif de rétablir l'étanchéité sur le parement amont du barrage**. Le projet de reprise comprend une extension latérale de l'étanchéité (rive droite et rive gauche) visant limiter le contournement de l'eau par les rives.

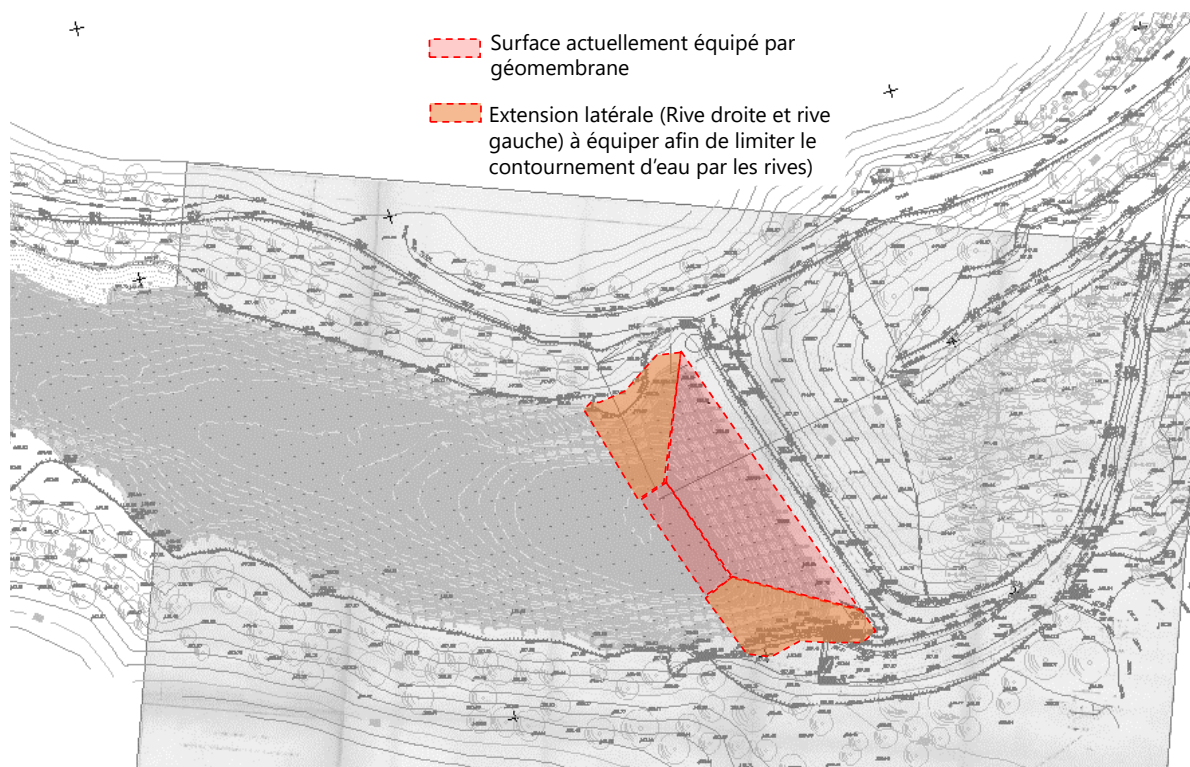


Figure 15 : Emprise approximative des extensions d'étanchéité à réaliser en rive droite et rive gauche amont

4.3.1 PHASE 3-A : NETTOYAGE PAREMENT AMONT

Afin de pouvoir inspecter le parement amont du barrage après vidange, il est nécessaire de procéder à un nettoyage de la géomembrane.

Pour ce faire, au fur et à mesure que le niveau de la retenue baisse, un nettoyage au karcher devra être réalisé lorsque cela sera nécessaire.

Ce nettoyage pourra se faire depuis la barge utilisée pour l'hydrocurage ou depuis la crête en travaux sur cordes.

La surface de nettoyage est de l'ordre de 1200 m²

4.3.2 PHASE 3-B : TRAVAUX PREALABLES

Dépose des éléments de protection existants en haut du talus

Les éléments de protection sur la géomembrane (poches de géotextile + sable) sont fortement endommagés. On observe une partie de ces éléments encore sous une couche de terre au niveau de la crête du barrage, et une autre partie à peine accrochée sur la partie haute du talus amont.

Pour la partie enterrée en crête, il n'est pas connu si l'ancrage a été réalisé à plat ou en tranchée. Une tranchée sur la crête permettra de vérifier le type d'ancrage du géosynthétique de

protection puisque l'opération de dépose nécessitera le terrassement de l'ancrage de ces éléments.

La dépose sera réalisée par passes avec le terrassement des matériaux d'ancrage, dépose du géotextile enterré, remblaiement et évacuation des matériaux.

A noter que pour la dépose des éléments sur le talus, les opérations en pente sont à réaliser selon les règles de l'art en matière de sécurité si besoin d'intervention manuelle.

Débroussaillage et élimination de la végétation

Le débroussaillage préalable à la préparation du support de pose devra être réalisé soigneusement en rive droite et rive gauche. Ces opérations comprennent l'élimination de souches, le curage de la terre végétale et toute trace de végétaux, vases, limons. En effet, la décomposition de matière organique peut générer des gaz qui, si piégés sous la géomembrane, pourront produire des efforts de traction pour lesquels la géomembrane n'est pas dimensionnée. En conséquence, des endommagements pourraient survenir résultant en écoulements à travers le dispositif d'étanchéité.

4.3.3 PHASE 3-C : PREPARATION DU SUPPORT DE POSE DU NOUVEAU DISPOSITIF

La structure support a pour fonction de protéger la structure d'étanchéité vis-à-vis des agressions mécaniques. Les matériaux qui la constituent doivent donc être eux-mêmes non-poinçonnants, exempts de végétation et doivent être compatibles chimiquement avec la structure d'étanchéité. Le couche de forme doit être stable par elle-même, à la fois lors des travaux de réalisation de l'ouvrage et pendant sa durée de service.

Lors des travaux, le rôle de la structure support est de rendre possible ou de faciliter la mise en place de la géomembrane.

Durant l'exploitation et le fonctionnement de l'ouvrage, la structure support doit répartir les efforts transmis en ne générant que des déformations acceptables par la géomembrane (les déformations induites ne doivent pas conduire à une baisse des performances d'étanchéité de la géomembrane à court et à long terme).

Sur le barrage de Camp Bourjas, selon les documents consultés la sous-couche sur laquelle la géomembrane actuelle est posée semble globalement correcte.

Au droit de chaque endommagement existant, une fenêtre régulière (0.6 m de coté) sera réalisée permettant d'éliminer la surface plus dégradée de la géomembrane, de curer le support (enlever des éventuels sédiments non propres à la couche drainante, des racines ou autres éléments organiques...) et de le régler.

L'étanchéité sera rétablie par une rustine à réaliser selon les règles de l'art.

Les opérations de réparation permettront d'établir une double étanchéité au droit du parement amont. En cas de fuite sur la nouvelle géomembrane, les eaux seront drainées par le géocomposite intermédiaire et on réduit la possibilité d'infiltration dans le corps du barrage.

Ainsi, des fenêtres de raccordement seront ouvertes en pied de talus permettant de raccorder le futur géocomposite drainant (qui aura aussi la fonction anti-poinçonnant) au tapis drainant existant sur la base du remblai.

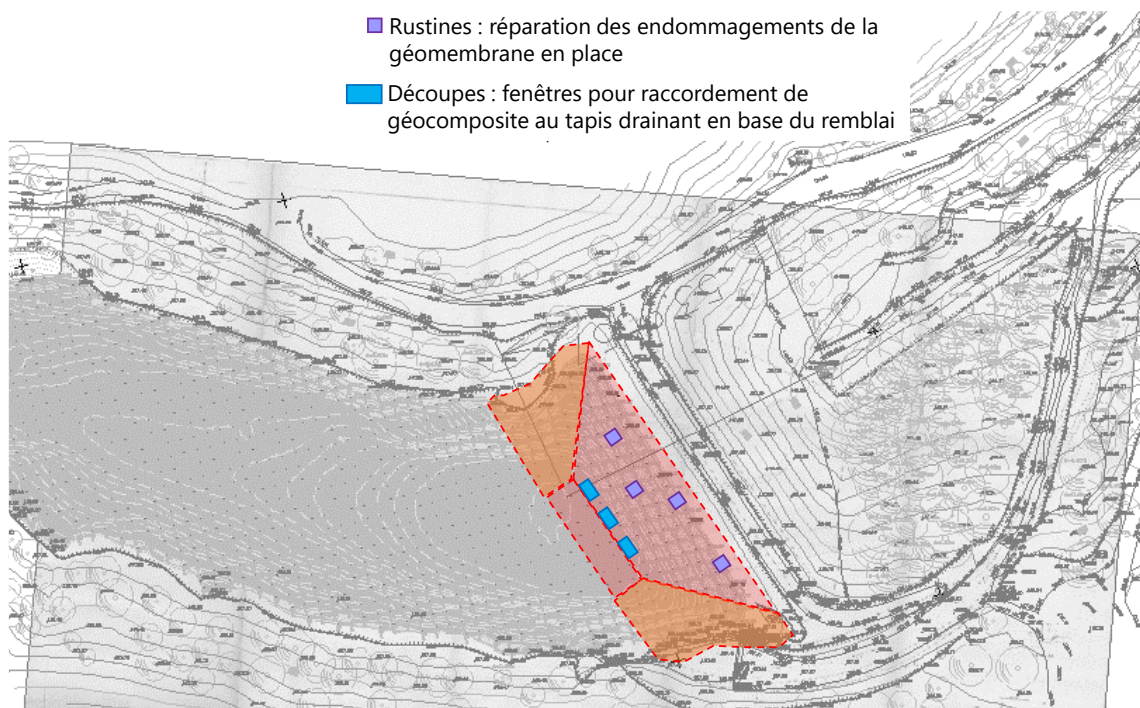


Figure 16 : Schéma des interventions sur la géomembrane en place (localisations aléatoires pour illustration)

Les zones d'extension latérale non équipées actuellement seront préparées selon les mêmes objectifs fixés pour le support de pose du DEG.

Après le débroussaillage de la zone concernée, le fond de forme sera dégagé de toute végétation, terre végétale/matière organique, souches, racines...

Selon les recommandations générales pour la réalisation d'étanchéités (Document CFG¹), la mise en œuvre de géomembranes est facilitée sur les pentes douces (pente maximale de 2H/1V pour les ouvrages de faible hauteur). Ces pentes faibles sont destinées à faciliter aussi bien la circulation du personnel et des engins que la réalisation des assemblages sur le site.

La pente retenue doit également tenir compte de la stabilité propre du DEG, par exemple vis-à-vis du glissement relatif de ses différents composants et des matériaux qui le recouvrent éventuellement.

La géométrie des pentes (angles, longueur du rampant,...) des talus doit être compatible avec les performances mécaniques et les dimensions disponibles de la géomembrane choisie (par exemple, les soudures transversales sur chantier en talus ne sont pas autorisées).

Au vu des pentes naturelles des terrains au niveau des rives, des travaux de terrassement seront peut-être nécessaires en vue de la préparation du support sur les extensions latérales.

4.3.4 PHASE 3-D : TRAVAUX DE POSE DES GEOSYNTHETIQUES

4.3.4.1 DESCRIPTION DU COMPLEXE D'ETANCHEITE

4.3.4.1.1 Sol support

Le sol support correspond au parement amont existant du barrage, préalablement :

- réglé selon le profil projeté,
- compacté,
- purgé de tout élément saillant ou hétérogène susceptible d'endommager les couches supérieures.

Il constitue l'assise du complexe et devra présenter :

- une surface régulière,
- une portance suffisante,
- une stabilité générale compatible avec les sollicitations.

4.3.4.1.2 Géocomposite inférieur de protection et de drainage

Ce géocomposite est posé sur le sol support.

Ses fonctions principales sont :

- la protection anti-poinçonnement de la membrane d'étanchéité,
- la répartition des contraintes,
- la participation éventuelle au drainage plan des eaux circulant en sous-face de la membrane.

Ce géocomposite est posé avec recouvrements conformes aux prescriptions du CCTP et garantit la continuité des fonctions mécaniques et hydrauliques. Il pourra être constitué d'un géotextile anti-poinçonnant et d'un géotextile de drainage.

4.3.4.1.3 Membrane bitumineuse d'étanchéité

Une membrane bitumineuse armée est mise en œuvre au-dessus du géotextile inférieur.

Elle constitue l'élément principal du dispositif d'étanchéité et assure :

- une barrière étanche continue sur l'ensemble du parement,

- la retenue des eaux du plan d'eau,
- la protection contre les infiltrations dans le massif.

La membrane est mise en œuvre par lés avec soudures par thermofusion, assurant une parfaite continuité de l'étanchéité.

4.3.4.1.4 Géotextile supérieur de protection

Un géotextile de protection est disposé au-dessus de la membrane bitumineuse.

Il assure :

- la protection mécanique de la membrane vis-à-vis des éléments granulaires,
- la répartition des charges induites par la couche de lestage,
- la limitation des sollicitations ponctuelles sur la membrane.

4.3.4.1.5 Couche de protection et de lestage en ballast

La couche supérieure est constituée d'un matériau granulaire de type ballast 40/80 mm, disposé sur une épaisseur justifiée selon la norme XP G 38-067 et à minima de 25 cm.

Ce matériau est mis en œuvre au sein d'un géosynthétique d'accrochage permettant :

- la stabilisation du matériau sur pente (2.5H/1V),
- la limitation des phénomènes de glissement,
- le maintien en place de la couche de protection.

Cette couche assure :

- le lestage de la membrane,
- la protection contre les agressions mécaniques et climatiques,
- la résistance au ruissellement et aux variations hydrauliques.

4.3.4.2 MISE EN PLACE DES LÉS

La mise en place des lés est réalisée suivant le plan de calepinage établi au préalable. Il sera conforme aux recommandations du Fascicule 10 du CFG.

La géomembrane sera manutentionnée à la main ou à l'aide d'engins mécanisés nécessairement équipés d'un système de levage et déroulage (du type portique ou palonnier). Le transport entre l'aire de stockage et le pied d'œuvre sera effectué avec ce système d'accrochage : en aucun cas, les rouleaux ne seront tractés ou traînés sur le sol ou encore manipulés directement avec les fourches d'un chariot élévateur.

Le déroulage ou le dépliage doivent permettre la bonne exécution des opérations ultérieures d'assemblage et d'ancrage.

On doit veiller en particulier aux points suivants :

- respecter les largeurs minimales de recouvrement et d'ancrage

- sur talus, le déroulage et/ou le dépliage des géomembranes se fera de manière à ne pas dégrader le support ou les géosynthétiques sous-jacents,
- sur talus, positionner la ligne d'assemblage suivant la ligne de plus grande pente et proscrire les assemblages horizontaux in situ. Un plan de calepinage est établi par l'entreprise d'application et validé par le Maître d'Œuvre dans le cadre d'un PAQ,
- dérouler ou déplier la géomembrane dans le sens du vent pour éviter son soulèvement,
- interdire à tout véhicule de circuler directement sur les éléments du DEG.

4.3.4.3 RECOUVREMENT DES LÉS ET ASSEMBLAGE

Géotextiles : Le Guide des « Recommandations pour l'emploi des Géosynthétiques dans les systèmes de Drainage et de Filtration » préconise un recouvrement par tuilage entre les lés de géotextile.

Géomembrane : L'opération d'assemblage proprement dite nécessite un recouvrement préalable entre lés. La largeur minimale de recouvrement est fonction de la nature de la géomembrane et de la technique d'assemblage utilisée, elle est supérieure à la largeur effective d'assemblage. Pour la géomembrane Bitumineuse le recouvrement minimal est de 30 cm et la soudure est réalisée au chalumeau (alimenté au gaz propane) sur toute la largeur du recouvrement. L'assemblage se fait à l'avancement ou après le positionnement complet des lés. Il est immédiatement suivi d'un marouflage.

Les assemblages constituent des points délicats. Ils doivent être effectués avec le maximum de soin sans endommager les géosynthétiques sous-jacents.



Figure 17 : Réalisation de soudures de géomembranes bitumineuses (au chalumeau)

4.3.4.4 LESTAGE PROVISOIRE ET ANCRAGE DEFINITIF

4.3.4.4.1 Ancrage par enfouissement (crête)

L'expérience montre que la géomembrane doit être maintenue en tête de talus avant la mise en œuvre du matériau d'ancrage. Dans la majorité des cas, on réalise immédiatement un lestage partiel dans la tranchée d'ancrage, des fixations ponctuelles en fond de tranchée (épingles en fer à béton) peuvent aussi être utilisées.

En pratique, l'ancrage en tête se réalise par enfouissement dans une tranchée dite d'ancrage. Les dimensions minimales d'ancrage des géomembranes mises en œuvre (sans sollicitation d'une couche mince sur pente²) conseillées par le Guide SETRA « Etanchéité par Géomembranes » sont de 0.50 m de profondeur par 0.50 m de largeur. La tranchée d'ancrage doit être située à un minimum de 0.5 m de la crête du talus. Ces dimensions sont minimales, un dimensionnement selon la norme XP G 38-067 sera menée en phase EXE.

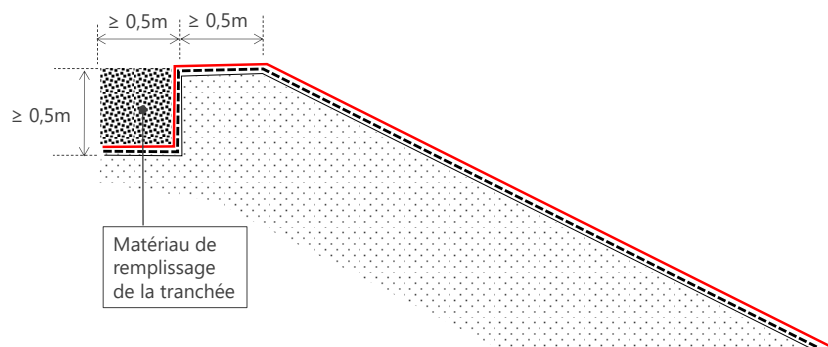


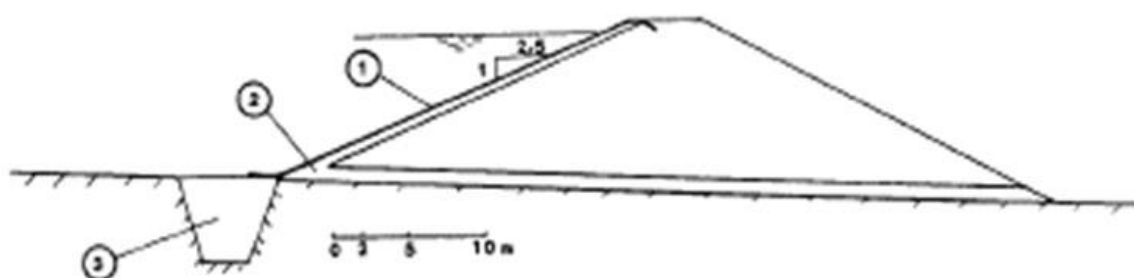
Figure 18 : Proposition de tranchée d'ancrage en crête de talus

En fond de la tranchée d'ancrage la géomembrane sera laissée horizontale sans remonter sur la paroi extérieure et la crête du talus sera mise en œuvre avec une pente extérieure afin d'évacuer les eaux en les écartant de la tranchée d'ancrage.

4.3.4.4.2 Ancrage par fixation mécanique (fond et rives)

En pied amont une bêche remplie de béton est présente en fond de retenue :

Dans ce cas, le raccordement à ce massif sera traité comme un raccordement aux ouvrages annexe.



Barrage de Camp Bourjas
(1) Chappe bitumeuse
(2) Drain
(3) Béton

camp bourjas dam
(1) Bituminous lining
(2) Drain
(3) Concrete

² En cas de sollicitation par une couche mince sur pente, le calcul des efforts de traction à reprendre en ancrage sont calculés à partir de la norme NF G 38-067.

Figure 19 : Schéma de coupe du barrage

Sur les remontées jusqu'en rive en l'absence de tranchée existante, le titulaire réalisera une tranchée remontante. La tranchée servira d'ancrage et sera remplie de béton afin de créer une plinthe de raccordement de la membrane.

4.3.4.5 RACCORDEMENT AUX OUVRAGES ANNEXES

L'ensemble des ouvrages annexes devront être raccordés de façon étanche à la géomembrane. Ces raccordements constituent des points singuliers qui seront précisés en études d'exécution par l'entreprise :

- Raccordement sur l'entonnement de la conduite de vidange
- Raccordement sur le bajoyer de l'EVC en rive droite

Les fixations mécaniques pour les raccordements sur ouvrages en bétons seront en matériau résistant à la corrosion.

Usuellement, selon les préconisations du Fascicule n°10 du CFG (Comité Français des Géosynthétiques), pour les parties immergées ou émergées, le raccordement est fait par fixation mécanique d'un réglet métallique inoxydable ou d'un profile inrable (métal ou plastique). L'étanchéité à cet endroit est assurée par un joint comprime compatible chimiquement avec l'effluent stocké. Les chevilles de fixation des réglets sont en acier inoxydable (par exemple, on prendra un diamètre de 8 mm minimum pour un réglet de 4 cm x 0,4 cm). Elles sont espacées de 15 cm au maximum, espacement variable en fonction de la nature du réglet et qui assurera la bonne compression continue du joint comprime.

Autre solution consiste en réaliser le raccordement par des profilés de même nature chimique que la géomembrane et enchâssés dans le béton lors du coulage de ce dernier. La géomembrane est alors soudée sur le profilé.

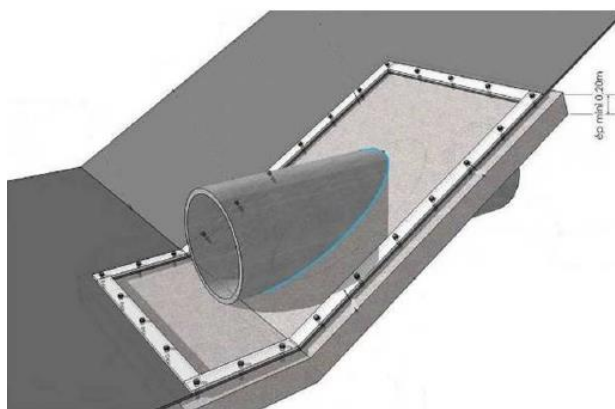


Figure 20 : Exemples de raccordement sur massif béton (source : Fascicule 10 du CFG)

4.3.4.6 GEOTEXTILE ET MATERIAU DE PROTECTION

Les travaux comprennent la fourniture et la mise en œuvre d'un géosynthétique d'accrochage et de renforcement destiné à assurer la stabilité d'une couche de recouvrement (terre végétale ou assimilée) mise en œuvre sur le parement amont du barrage.

Ce dispositif sera posé au-dessus de la membrane bitumineuse d'étanchéité, et devra garantir :

- la tenue mécanique de la terre sur pente,
- la stabilité globale du complexe de revêtement,
- la durabilité du système en conditions extérieures.

La mise en œuvre sera conforme aux recommandations du fabricant et aux règles de l'art.

Elle comprendra notamment :

- la préparation du support (membrane propre, sans aspérité ni défaut),
- le déroulage et la mise en place du géosynthétique sans plis,
- le recouvrement des lés selon prescriptions fabricant,
- la mise en place des dispositifs d'ancrage en tête de talus (tranchée d'ancrage dimensionnée selon XP G 38-067),
- le remplissage ou la mise en place de la couche de terre sans dégradation du géosynthétique.

Toutes précautions devront être prises pour :

- ne pas endommager la membrane d'étanchéité,
- assurer la continuité du dispositif.

Les travaux comprennent enfin la fourniture, le transport et la mise en œuvre d'un matériau granulaire destiné au remplissage du géosynthétique de protection et d'accrochage des terres sur le parement amont du barrage.

Ce matériau devra assurer :

- la stabilité mécanique du complexe sur pente,
- la protection du dispositif d'étanchéité sous-jacent,
- une bonne perméabilité permettant l'évacuation des eaux.

4.4 PHASE 4 : REMISE EN ETAT DU SITE

A la fin du chantier l'entreprise procédera aux actions suivantes :

- Débroussaillage du parement aval du barrage et des zones d'accroche de la géomembrane ;
- Remise en état de la piste d'accès (terrassement et enrobé) ;
- Remise en état des zones d'installation de chantier ;
- Remise en état de la crête du barrage et de toutes zones impactées par les travaux.

5 CARACTERISTIQUES ET MISE EN OEUVRE DES MATERIAUX

5.1 CREPINE

Le présent lot comprend la fourniture, la fabrication, le transport et la mise en œuvre d'une crépine destinée à protéger la prise du dispositif de vidange du barrage contre l'introduction de corps solides.

5.1.1 CARACTERISTIQUES DE LA CREPINE

La crépine sera de forme cylindrique et réalisée en acier galvanisé à chaud, adapté aux conditions d'immersion prolongée en milieu aquatique.

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- Diamètre extérieur : 0,50 m
- Hauteur : 0,60 m
- Constitution : grille à barreaux longitudinaux
- Diamètre des barreaux : 20 mm
- Entrefer entre barreaux : 100 mm

5.1.2 EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE FABRICATION

La crépine devra :

- Présenter une rigidité suffisante pour résister aux efforts hydrauliques et aux sollicitations mécaniques (débris, embâcles),
- Être conçue de manière à limiter les pertes de charge tout en assurant un filtrage efficace,
- Être réalisée avec des soudures continues conformes aux normes en vigueur,
- Être soigneusement ébavurée afin d'éliminer toute aspérité.

Les aciers utilisés devront être conformes à la norme :

- NF EN 10025 (produits laminés à chaud en aciers de construction).

Les opérations de soudage devront être conformes aux normes :

- NF EN ISO 5817 (qualité des soudures),
- NF EN ISO 3834 (exigences de qualité en soudage).

5.1.3 PROTECTION ANTICORROSION – GALVANISATION

La protection contre la corrosion sera assurée par galvanisation à chaud après fabrication complète (y compris soudures), conformément aux normes suivantes :

- NF EN ISO 1461 : Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et acier — spécifications et méthodes d'essai
- NF EN ISO 14713 (parties 1 et 2) : Lignes directrices pour la protection contre la corrosion des ouvrages en fer et acier par galvanisation
- NF EN 10240 (le cas échéant pour produits tubulaires)

L'épaisseur du revêtement de zinc devra être conforme aux exigences de la norme NF EN ISO 1461 et adaptée à l'environnement (milieu humide / immersion occasionnelle ou permanente).

Toute retouche après galvanisation devra être réalisée conformément à la norme :

- NF EN ISO 1461 (réparations locales).

5.1.4 FIXATION

La crépine sera munie d'un dispositif de fixation robuste (bride, platine ou système équivalent) sur le béton de la tranchée parafouille ou si nécessaire par la construction d'un massif béton neuf et permettant :

- une parfaite tenue en service,
- un démontage aisé pour inspection et maintenance.

Le système de fixation sera adapté à l'ouvrage existant et soumis à validation du maître d'œuvre.

La boulonnerie sera galvanisée à chaud et conforme à la norme :

- NF EN ISO 10684 (boulonnerie galvanisée à chaud).

5.1.5 MISE EN ŒUVRE

L'entreprise devra prévoir l'ensemble des sujétions nécessaires à la pose, notamment :

- les moyens d'accès,
- les dispositifs de manutention,
- les interventions en conditions immergées ou en charge si nécessaire.

La crépine devra être installée avec soin pour garantir son alignement et son bon positionnement vis-à-vis de la prise d'eau.

5.2 CHEMISAGE DE LA CONDUITE

Le chemisage sera réalisé par mise en place d'une gaine polymérisée en place (procédé type CIPP – Cured In Place Pipe) adaptée aux conduites en charge.

La gaine sera imprégnée de résine thermodurcissable (époxy, polyester ou vinylester) et mise en œuvre par inversion ou traction, puis polymérisée en place par eau chaude, vapeur ou rayonnement UV selon le procédé retenu.

5.2.1 EXIGENCES MECANIQUES ET HYDRAULIQUES

Le chemisage devra être dimensionné comme une conduite structurelle indépendante, capable de résister :

- à une pression interne minimale de 1,5 bar,
- aux contraintes internes liées aux vitesses d'écoulement (1,5 m/s),
- aux charges extérieures éventuelles (terrain, nappe, ouvrage).

Le dimensionnement sera réalisé selon les règles de l'art et justifié par note de calcul fournie par l'entreprise.

5.2.2 REFERENCES NORMATIVES

Le procédé et les matériaux devront être conformes aux normes en vigueur, notamment :

- NF EN ISO 11295 : Réhabilitation des réseaux de canalisations
- NF EN ISO 11296-4 : Systèmes de conduites en plastique pour la rénovation des réseaux enterrés sous pression – gainage avec polymérisation en place
- ASTM F1216 (référence internationale courante pour le dimensionnement CIPP)
- NF EN 1610 : Mise en œuvre et essais des réseaux d'assainissement
- NF EN 805 : Exigences pour les réseaux d'eau sous pression (principes applicables)

Les résines utilisées devront être compatibles avec un usage en eau brute et ne pas générer de pollution.

5.2.3 CARACTERISTIQUES DE LA GAINÉ

La gaine devra présenter :

- une résistance mécanique adaptée au dimensionnement structurel,
- une étanchéité totale,
- une résistance à la corrosion et à l'abrasion,
- une rugosité interne faible (amélioration ou maintien des performances hydrauliques).

L'épaisseur du chemisage sera déterminée par calcul et validée par le maître d'œuvre avant exécution.

5.2.4 MISE EN ŒUVRE

Avant chemisage, l'entreprise réalisera :

- un nettoyage complet de la conduite (hydrocurage),
- une inspection télévisée (ITV) initiale,
- le traitement des éventuels obstacles ou défauts bloquants.

La mise en œuvre comprendra :

- installation de la gaine,
- polymérisation contrôlée,
- refroidissement,
- découpe et réouverture des extrémités.

5.3 TUYAUX ET RACCORDS EN FONTE DUCTILE

Le tableau suivant précise les normes de référence pour les tuyaux et raccords :

Matériaux	Normes de référence ¹			
	Tubes	Revêtements		Pièces spéciales et raccords
		Extérieur	Intérieur	
FONTE DUCTILE	NF EN 545	NF EN 545	NF EN 545	NF EN 545
				NF EN 681-1
		ISO 8180		
Intérieur époxy			NF EN 10339	

Les tuyaux sont réalisés en fonte ductile centrifugée. Les raccords sont réalisés en fonte ductile moulée. Les tuyaux, raccords et accessoires sont conformes à la norme NF EN 545. La classe des tuyaux sera a minima la classe préférentielle de la norme.

Les raccords proviennent de fabricants agréés par le fournisseur des tubes.

Les raccords sont réalisés en fonte ductile moulée. Les tuyaux, raccords et accessoires sont conformes à la norme NF EN 545. La classe des tuyaux sera a minima la classe préférentielle de la norme.

Les raccords proviennent de fabricants agréés par le fournisseur des tubes.

5.3.1 ASSEMBLAGES

Les tuyaux et raccords assemblés par emboîtement à joint automatique sont conformes à la norme NF EN 545.

Les tuyaux et raccords assemblés par emboîtement à joint mécanique sont conformes à la norme NF EN 545.

Les tuyaux et raccords assemblés par joint à brides sont conformes aux normes NF EN 545 et NF EN 1092-2.

Les joints verrouillés (par cordon de soudure, inserts métalliques, contre brides) doivent être fabriqués par le même fabricant que les tubes.

Le matériau utilisé pour les bagues de joint est en élastomère EPDM ou équivalent, conforme à la norme NF EN 681-1.

La boulonnerie sera galvanisée à chaud avec un revêtement d'épaisseur 50 µm suivant la norme ISO 10684:2004.

La longueur des ancrages, tirants, tiges filetés et goujon en acier galvanisé doivent être adaptés à l'assemblage pour éviter toutes découpes détériorant la protection.

En règle générale, des rondelles doivent être mises sous la tête de vis et sous l'écrou et dans le respect des règles de serrage au couple.

Pour les assemblages soumis à des vibrations, tous les boulons, goujons et vis seront verrouillés, après serrage, par un dispositif approprié.

Les brides utilisées pour le montage des vannes entre brides sont conformes aux recommandations du fournisseur des vannes, ainsi qu'aux normes NF EN 545 et NF EN 1092-1 et 1092-2, NF EN 1591-1, XP CEN/TS 1591-3.

5.3.2 REVETEMENTS

5.3.2.1 REVETEMENTS INTERIEURS

Le revêtement intérieur des tuyaux est constitué de mortier de ciment centrifugé ou de polyuréthane conformément à la norme NF EN 545.

Le revêtement intérieur des raccords doit être constitué d'un matériau conforme à la norme NF EN 545.

5.3.2.2 REVETEMENTS EXTERIEURS

En fonction de la protection des tuyaux et des raccords contre la corrosion à mettre en place, le revêtement extérieur des tuyaux doit être constitué de l'un des matériaux suivants conforme à la norme EN 545 :

- d'un alliage de zinc et d'aluminium avec ou sans autres métaux, ayant une masse d'au moins 400 g/m², avec couche de finition,
- d'un revêtement en polyéthylène extrudé,
- d'un revêtement en polyuréthane.
- d'une bande adhésive. Le taux de recouvrement doit être de 50 % minimum. L'épaisseur de la bande polyéthylène sera a minima égale à l'épaisseur normale définie dans la norme NF EN 14628 (tableau 2), la résistance moyenne au pelage sera d'au moins 20 N/cm (article 5.6 norme EN 14628) et la résistance spécifique du revêtement après immersion pendant 100 jours dans une solution NaCl à 0,1 M sera au moins de 108 Ω m² (article 6.4 de la norme EN 14628).

L'usage de la manche polyéthylène n'est autorisé que pour la protection contre les courants vagabonds hors zone de nappe phréatique.

En fonction de la protection des tuyaux et des raccords contre la corrosion à mettre en place, le revêtement extérieur des raccords doit être constitué de l'un des matériaux suivants conforme à la norme EN 545 :

- d'un revêtement électrodéposé présentant une épaisseur moyenne d'au moins 70 µm et une épaisseur locale minimale d'au moins 50 µm, appliqué sur une surface grenillée et traitée par phosphatation,
- revêtement époxy ayant une épaisseur d'au moins 250 µm.

5.4 Vannes

Les travaux comprennent la fourniture et la pose de deux vannes en série installées en aval de la conduite de vidange DN 300, à l'intérieur d'un regard.

Les vannes sont de type vanne à opercule (ou vanne à obturateur) à passage intégral, permettant une continuité hydraulique sans réduction de section en position ouverte.

Elles devront :

- Fonctionner dans les deux sens d'écoulement,
- Supporter des pressions différentielles identiques dans les deux sens,
- Présenter des performances d'étanchéité équivalentes bidirectionnelles,
- Être à fermeture à droite (sens horaire),
- Être livrées avec un contrôle en atelier (sens de manœuvre).

5.4.1 CORPS ET MATERIAUX

Les vannes seront en fonte ductile conforme à :

- NF EN 1563 : Fonte à graphite sphéroïdal

Elles devront être conformes aux normes produits :

- NF EN 1074-1 et 1074-2 : Robinetterie pour réseaux d'eau – exigences générales et vannes d'isolement
- NF EN 1171 : Vannes à opercule en fonte
- NF EN 12266-1 : Essais de robinetterie (tests d'étanchéité)

Pression de service minimale :

- PN 10 ou PN 16 (au minimum supérieure à la pression maximale de service)

5.4.2 ÉTANCHEITE ET OBTURATION

- Opercule revêtu d'élastomère (type EPDM ou équivalent) adapté à l'eau brute
- Étanchéité conforme aux exigences de la norme NF EN 12266-1 (classe A)
- Passage intégral sans réduction de section

Les vannes devront garantir :

- une étanchéité parfaite en position fermée,
- une absence de fuite visible.

5.4.3 TIGE DE MANŒUVRE

- Type : tige montante
- Matériau : acier inoxydable conforme à :
 - NF EN 10088
- Absence d'étanchéité entre tige et corps (configuration spécifique exigée)

Les filets devront être protégés contre l'encrassement et la corrosion.

5.4.4 REVETEMENT

Protection anticorrosion intérieure et extérieure par :

- Revêtement époxy appliqué en poudre, conforme à :
 - NF EN 14901 (revêtements époxy pour robinetterie eau)
- Épaisseur minimale : $\geq 250 \mu\text{m}$

5.4.5 RACCORDEMENT

Raccordement à brides conforme à :

- NF EN 1092-2 (brides fonte)

Boulonnerie :

- conforme à NF EN ISO 898-1
- protection anticorrosion selon NF EN ISO 10684 (galvanisation)

5.4.6 MISE EN ŒUVRE

5.4.6.1 CONDITIONS D'INSTALLATION

Les vannes seront installées en série dans un regard accessible, permettant :

- exploitation,
- maintenance,
- démontage.

L'installation devra respecter :

- l'alignement parfait de la conduite,
- l'absence de contraintes mécaniques sur les corps de vannes.

5.4.6.2 TRAVAUX ASSOCIES

L'entreprise devra réaliser en particulier :

- mise en place des supports ou massifs d'ancrage si nécessaire,
- pose de joints d'étanchéité adaptés,
- serrage contrôlé de la boulonnerie,
- protection des organes mécaniques pendant chantier.

Les efforts hydrauliques (pression, coups de bélier éventuels) devront être repris par les dispositifs d'ancrage.

5.4.6.3 ACCESSOIRES

Les vannes seront équipées :

- de dispositifs de manœuvre compatibles avec le regard (volant ou carré de manœuvre),
- éventuellement de rallonges si nécessaire.

5.5 REGARD

Les travaux comprennent la réalisation d'un regard en élévation en béton armé destiné à accueillir deux vannes de vidange DN 300 installées en série.

Le regard sera traversé par la conduite de vidange, pénétrant et sortant à travers les voiles, pour un rejet gravitaire dans un fossé aval.

Les dimensions intérieures indicatives du regard sont de l'ordre de :

- 1,50 m x 2.00 m

Le regard devra permettre :

- l'exploitation des vannes,
- les opérations de maintenance,
- l'accès sécurisé du personnel.

5.5.1 STRUCTURE EN BETON

Le regard sera réalisé en béton armé, conforme aux normes :

- NF EN 206/CN : Béton – Spécification, performances, production et conformité
- NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2) : Calcul des structures en béton
- NF EN 13670 : Exécution des structures en béton

Classe d'exposition minimale :

- XC4 / XF1 (à adapter si environnement plus agressif – gel, eau permanente)

Caractéristiques minimales :

- Classe de résistance : C25/30 minimum
- Enrobage des armatures conforme à l'environnement
- Étanchéité satisfaisante vis-à-vis des infiltrations

5.5.2 TRAVERSEES DE PAROI

La conduite traversera les deux voiles du regard via des dispositifs étanches.

Les traversées devront comporter :

- des manchons de traversée étanches (type joint hydroexpansif ou manchette élastomère),
- ou des pièces de scellement type passe-paroi avec bride.

Références :

- principes conformes à NF EN 1610 (mise en œuvre des réseaux enterrés)
- recommandations professionnelles (type fascicule 70)

Les traversées devront garantir :

- l'absence d'infiltration,
- l'absorption des petits mouvements différentiels.

5.5.3 ÉQUIPEMENTS DU REGARD

Le regard sera équipé :

5.5.3.1 CAPOT DE FERMETURE

- Capot métallique (acier galvanisé ou aluminium)
- Conforme à :
 - NF EN 124 (dispositifs de couronnement et de fermeture)
- Classe de résistance adaptée à l'environnement (minimum B125, voire supérieur selon site)

Caractéristiques :

- Ouverture assistée par vérin (gaz ou hydraulique)
- Dispositif de verrouillage sécurisé
- Résistance à la corrosion (galvanisation ou peinture adaptée)

5.5.3.2 ACCES ET SECURITE

- Échelons ou dispositif d'accès conformes à :
 - NF EN 13101 (échelons d'accès aux ouvrages enterrés)
- Dispositions permettant l'intervention en sécurité (volume suffisant, absence d'arêtes vives)

5.5.3.3 ÉVACUATION DES EAUX

Le fond du regard sera :

- soit légèrement penté vers un point bas,
- soit équipé d'un système de drainage si nécessaire.

5.5.4 MISE EN ŒUVRE

5.5.4.1 TERRASSEMENT ET FONDATION

L'entreprise réalisera :

- les terrassements nécessaires,
- une assise stable (couche de fondation ou béton de propreté),
- le réglage altimétrique du fond de regard.

5.5.4.2 REALISATION DU BETON

- Mise en œuvre conforme à NF EN 13670
- Vibrage correct du béton
- Cure adaptée pour éviter fissuration

Les voiles devront être réalisés avec soin pour assurer :

- leur résistance mécanique,
- leur étanchéité.

5.5.4.3 MISE EN PLACE DE LA CONDUITE ET DES VANNES

- Mise en œuvre avec respect de l'alignement hydraulique
- Aucune contrainte ne devra être transmise aux vannes
- Pose de joints adaptés aux brides

Des butées ou massifs d'ancrage devront être prévus si nécessaire pour reprendre :

- les efforts hydrauliques,
- les éventuels coups de bélier.

5.5.4.4 POSE DU CAPOT

Le capot sera :

- solidement fixé sur le couronnement,
- vérifié en termes de fonctionnement (ouverture assistée),
- testé pour le verrouillage.

5.6 GEOSYNTHETIQUES

5.6.1 GEOTEXTILE ANTI-POINÇONNANT INFERIEUR

Le géotextile anti poinçonnement sous la géomembrane a pour rôle de la protéger contre les risques de poinçonnement vis-à-vis des matériaux granulaires de la couche drainante sous-jacente. Le choix de la masse surfacique du géotextile repose sur le type de géomembrane à protéger, la nature du support (matériaux granulaires de la couche drainante sous-jacente), la classe de l'ouvrage et les contraintes de service.

Il sera de type non tissé aiguilleté en fibres de polypropylène. Il devra être certifié ASQUAL et respectera les spécifications suivantes :

CARACTERISTIQUES	NORMES	SPECIFICATIONS
Catégorie		GTX
Matière première		Polypropylène
Masse surfacique	NF EN ISO 9864	≥ 600 g/m²
Résistance à la traction	NF EN ISO 10319	SP/ST ≥ 40 kN/m
Déformation	NF EN ISO 10319	90 % ≥ SP/ST ≥ 50 %
Poinçonnement statique CBR	NF EN ISO 12236	≥ 6,5 kN
Perforation dynamique	NF EN ISO 13433	≤ 7,0 mm
Résistance au poinçonnement	NF G 38019	≥ 550 N
Epaisseur sous 2 kPa	NF EN ISO 9863-1	≥ 3 kN

ST = sens transversal ; SP = sens de production

Tableau 13. Spécifications requises pour le géotextile anti-poinçonnement (GTX)

5.6.2 GEOCOMPOSITE DE PROTECTION ET DRAINAGE INFÉRIEUR

Les géocomposites destinés à remplir les fonctions de drainage et de protection doivent satisfaire aux critères de ces deux fonctions. En pied du talus, il sera raccordé au drain subhorizontal permettant l'évacuation des eaux en cas de fuite.

CARACTERISTIQUES	NORMES	SPECIFICATIONS
Catégorie		GC
Capacité drainante	EN ISO 12958	Capacité de débit dans le plan : $> 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s/m}$ sous 100 kPa et $i=1$
Ouverture de filtration	NF EN ISO 12956	$< 150 \mu\text{m}$
Perméabilité normale au plan	NF EN ISO 11058	$> 5 \text{ l/s/m}^2$
Résistance à la traction	NF EN ISO 10319	SP/ST ≥ 10 kN/m
Déformation	NF EN ISO 10319	SP/ST ≥ 10 %
Poinçonnement statique CBR	NF EN ISO 12236	≥ 9.5 kN
Perforation dynamique	NF EN ISO 13433	≤ 1 mm
Résistance au poinçonnement	NF G 38019	≥ 3.7 kN

ST = sens transversal ; SP = sens de production

Tableau 14. Spécifications requises pour le géotextile anti-poinçonnement (GC)

5.6.3 GEOMEMBRANE BITUMINEUSE

La géomembrane aura pour fonction d'assurer l'étanchéité amont du barrage. Le choix du matériau constitutif de la géomembrane à mettre en œuvre dépend de l'objectif d'étanchéité, des conditions de mise en œuvre, du contexte environnemental, des contraintes et du mode de vieillissement attendus.

Les caractéristiques minimales de la géomembrane **Bitumineuse**, avec une épaisseur ≥ 5.1 mm sont établies dans le tableau ci-après. La géomembrane devra être certifiée ASQUAL.

CARACTERISTIQUES	NORMES	SPECIFICATIONS
Type de Géomembrane		Bitume élastomère
Epaisseur sous pression (*)	NF EN ISO 1849-2	$\geq 5,1$ mm
Masse surfacique	NF EN ISO 1849-2	> 5900 g/m ²
Résistance à la rupture (*) (kN/5cm)	EN 12311-1 (*)	SP $> 1,15$ ST > 1
Déformation à la rupture (*)	EN 12311-1 (*)	$> 40\%$
Résistance au poinçonnement statique (*)	EN ISO 12236 (*)	$\geq 3,5$ kN > 40 mm
Pliabilité à froid (*)	EN 1 109 (*)	$> -15^{\circ}\text{C}$
Perméabilité à l'eau (*) (m ³ /m ² /j)	peEN 14 150 (*)	$< 1.10^{-7}$
Perméabilité aux gaz (*) (cm ³ /m ² /j)	ASTM D 1434	< 30
Prescriptions de mise en œuvre :		
Mode d'assemblage	Soudure à l'aide d'un chalumeau	
Essais de traction cisaillement (kN/m) pour les soudures	EN 12311-1 (*)	

ST = sens transversal ; SP = sens de production

(*) Nécessaire à l'harmonisation ou applicable selon la norme NF EN 13493

Tableau 15. Spécifications requises pour la géomembrane bitumineuse (GMB)

5.6.4 GEOSYNTHETIQUE DE TENUE DES TERRES

Le géosynthétique mis en œuvre devra être spécifiquement adapté à une fonction de :

- renforcement,
- accrochage des terres,
- stabilité en pente.

Il devra présenter au minimum les caractéristiques suivantes (à justifier par le dimensionnement) :

- Résistance à la traction (NF EN ISO 10319) adaptée aux efforts calculés
- Allongement compatible avec les conditions de service
- Résistance au poinçonnement (NF EN ISO 12236)
- Résistance au vieillissement (NF EN ISO 12224)
- Stabilité aux UV et aux agressions chimiques naturelles
- Compatibilité avec la membrane bitumineuse sous-jacente

Le dimensionnement et la justification du système devront être réalisés conformément aux textes suivants :

- XP G 38-067 : Dimensionnement des systèmes de protection et de végétalisation sur dispositifs d'étanchéité – stabilité des couches minces sur pente
- NF EN ISO 10318 : Terminologie des géosynthétiques
- NF EN ISO 13249 à 13253 : Géotextiles et produits apparentés pour différentes applications (fondations, drainage, protection)
- NF EN ISO 12956 : Détermination de l'ouverture de filtration
- NF EN ISO 10319 : Essai de traction des géotextiles
- NF EN ISO 12224 : Résistance au vieillissement climatique
- Recommandations du CFMS (Comité Français de Mécanique des Sols) et guides professionnels applicables aux ouvrages hydrauliques

Le recours à une couche de recouvrement sur dispositif d'étanchéité étant fréquent, la stabilité du système (sol + géosynthétique + étanchéité) devra être justifiée conformément à la norme XP G 38-067.

Cette justification devra notamment intégrer :

- la pente du parement,
- l'épaisseur et la nature de la couche de terre,
- les caractéristiques mécaniques du géosynthétique,
- les conditions hydrauliques (ruissellement, saturation),

- les effets à long terme (fluage, vieillissement).

Le dimensionnement permettra également de définir :

- les caractéristiques minimales du géosynthétique,
- les éventuels systèmes d'ancrage en tête de talus.

Une note de calcul sera fournie par l'entreprise et soumise au visa du maître d'œuvre.

En fonction du dimensionnement, les solutions suivantes pourront être proposées :

- Géosynthétiques à structure tridimensionnelle
 - Systèmes de confinement géoalvéolaire (structure en nid d'abeilles remplie de terre, assurant un confinement mécanique)
- Géosynthétiques à poches
- Géotextiles structurés type « accroche-terre » permettant :
 - la rétention du sol,
 - la stabilité de la couverture,
 - le développement de la végétation
- Autres dispositifs

Toute solution équivalente pourra être proposée sous réserve de justification technique.

5.6.5 MISE EN ŒUVRE DES GEOSYNTHETIQUES

La mise en œuvre est décrite au §4.3.4

5.7 MATERIAU DE PROTECTION DU PAREMENT AMONT

5.7.1 CARACTERISTIQUES

Le matériau sera de type granulat concassé (calcaire dur, roche éruptive ou équivalente).

Granularité recommandée :

- 40/80 mm (type ballast)
- Teneur en fines (passant à 0,063 mm – NF EN 933-1) : $\leq 2 \%$

Toute variante de granularité pourra être proposée sous réserve qu'elle soit compatible avec :

- le géosynthétique utilisé (dimensions des alvéoles ou poches),

- les exigences de stabilité définies par la norme XP G 38-067.

Le matériau devra présenter les performances suivantes :

Résistance à la fragmentation

- Coefficient Los Angeles (LA) : $LA \leq 25$ (tolérance maximale $LA \leq 30$ sous réserve d'acceptation du maître d'œuvre)

Résistance à l'usure (milieu humide)

- Coefficient Micro-Deval (MDE) : $MDE \leq 20$

Résistance au gel

- Conforme à NF EN 1367-1
- Matériau non gélif

Le matériau devra être :

- exempt de matières organiques,
- exempt d'argiles et fines plastiques,
- non friable,
- homogène.

5.7.2 MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre devra être réalisée conformément aux règles de l'art :

- mise en place par couches successives
- mise en œuvre sans chute brutale de matériaux pour éviter toute dégradation du géosynthétique
- répartition homogène dans les alvéoles / poches
- réglage manuel ou mécanique léger (sans engin agressif)

Le compactage sera :

- soit limité, soit adapté au système géosynthétique,
- réalisé de manière à ne pas détériorer celui-ci.

6 RECEPTION, ESSAIS ET CONTROLES

6.1 CREPINE

Avant mise en service, l'entreprise procédera aux vérifications suivantes :

- conformité dimensionnelle,
- qualité des soudures,
- épaisseur et continuité du revêtement de galvanisation (contrôle visuel et, si demandé, mesures d'épaisseur).

Un dossier des ouvrages exécutés (DOE) incluant les notes de calcul, fiches techniques produits et rapports d'essais sera remis.

6.2 CHEMISAGE

Les contrôles suivants seront réalisés :

- inspection télévisée finale,
- vérification de l'absence de plis, défauts ou décollements,
- contrôle des caractéristiques mécaniques (échantillons si requis),
- essais d'étanchéité à l'air ou à l'eau selon la norme NF EN 1610.

Un dossier des ouvrages exécutés (DOE) incluant les notes de calcul, fiches techniques produits et rapports d'essais sera remis.

6.3 VANNES

Chaque vanne devra avoir fait l'objet d'essais conformes à :

- NF EN 12266-1

Comprenant :

- essai d'étanchéité du siège,
- essai du corps sous pression.

Les certificats d'essais seront fournis.

6.3.1 CONTROLES AVANT POSE

Avant installation :

- vérification du sens de fermeture (horaire),
- contrôle visuel des revêtements,
- vérification de l'intégrité mécanique.

6.3.2 ESSAIS APRES POSE

Après installation, il sera procédé à :

- une manœuvre complète des vannes (ouverture / fermeture),
- un contrôle d'étanchéité en situation (mise en eau),
- vérification de l'absence de fuite aux brides et au niveau du siège.

Si requis, un essai de pression pourra être réalisé conformément aux principes de :

- NF EN 805 (réseaux d'eau sous pression).

6.3.3 DOCUMENTS A FOURNIR

L'entreprise fournira dans le DOE :

- fiches techniques des vannes,
- certificats matière,
- certificats de conformité aux normes,
- rapports d'essais usine,
- notices d'exploitation et maintenance.

6.4 REGARD

6.4.1 CONTROLE DU GENIE CIVIL

- Vérification dimensionnelle du regard
- Contrôle visuel du béton (absence de fissures importantes, nids de gravier)
- Vérification de la bonne réalisation des traversées étanches

6.4.2 CONTROLE DES TRAVERSEES

- Vérification de l'absence d'infiltration
- Contrôle de la bonne mise en œuvre des joints

6.4.3 ESSAIS DES EQUIPEMENTS

Vérification du bon fonctionnement du capot :

- ouverture/fermeture,
- efficacité du vérin,
- verrouillage

6.4.4 ESSAIS GLOBAUX

Après mise en eau :

- vérification de l'étanchéité globale du regard,
- absence de fuite au niveau des pénétrations,
- contrôle du bon fonctionnement des vannes.

6.4.5 DOCUMENTS A FOURNIR

L'entreprise remettra :

- plans d'exécution du regard,
- notes de calcul (si nécessaire),
- fiches techniques des équipements (capot, vérins, traversées),
- DOE complet avec plans de récolement.

6.5 GEOSYNTHETIQUES

6.5.1 MEMBRANE BITUMINEUSE

L'entreprise devra réaliser l'ensemble des contrôles et essais nécessaires à la réception du dispositif d'étanchéité par membrane bitumineuse, en particulier au niveau des soudures entre lés, qui constituent les zones sensibles de l'ouvrage.

Les contrôles porteront à la fois sur :

- les matériaux,
- la mise en œuvre,
- la continuité et la qualité de l'étanchéité.

Les contrôles et essais seront réalisés conformément aux normes et documents suivants :

- NF EN 13707 : Feuilles bitumineuses pour étanchéité
- NF EN 14695 : Produits bitumineux pour génie civil et ouvrages hydrauliques
- NF EN 12311-1 : Essais de traction des membranes
- NF EN 12317-1 : Résistance au cisaillement des joints soudés
- NF EN 1928 : Essai d'étanchéité à l'eau
- Guides professionnels d'étanchéité en ouvrages hydrauliques (type CFBR/CFMS le cas échéant)

6.5.1.1 CONTROLES PREALABLES

Avant mise en œuvre, l'entreprise devra vérifier :

- la conformité des membranes (certificats fabricants),
- l'état du support (planéité, propreté, absence d'aspérités),
- les conditions météorologiques compatibles avec la pose.

6.5.1.2 CONTROLES EN COURS DE MISE EN ŒUVRE

Toutes les soudures entre lés feront l'objet d'un contrôle systématique.

Les vérifications porteront sur :

- la largeur des recouvrements (conforme aux prescriptions fabricant),
- la continuité des cordons de soudure,
- l'absence de brûlure, cloques ou défauts visibles.

Les contrôles comprendront :

- **Contrôle visuel systématique**
 - continuité du cordon,
 - homogénéité de la fusion,
 - absence de défauts apparents.
- **Contrôle mécanique manuel**
 - sondage à la pointe (type tournevis ou pointe métallique),
 - vérification de la bonne adhérence des lés.
- **Essais destructifs (par prélèvement)**
 - essais de pelage ou cisaillement conformes à NF EN 12317-1,
 - fréquence minimale : 1 essai pour 500 m² ou par zone homogène, ou selon prescription du maître d'œuvre.

Les zones testées seront réparées après essai selon les règles de l'art.

6.5.1.3 REPARATIONS

Tout défaut identifié (soudures défectueuses, défaut d'adhérence, perforation) devra faire l'objet :

- d'une réparation immédiate,
- d'un nouveau contrôle après reprise.

Les réparations seront réalisées conformément aux prescriptions du fabricant.

6.5.2 AUTRES GEOSYNTHETIQUES

L'entreprise devra réaliser l'ensemble des contrôles nécessaires à la bonne mise en œuvre des géosynthétiques constituant le complexe de protection du parement amont, comprenant notamment :

- le géotextile anti-poinçonnement (protection de la membrane),
- le géosynthétique d'accrochage et/ou de renforcement.

L'objectif des contrôles est de garantir :

- la continuité des fonctions mécaniques et de protection,
- l'absence de défauts de mise en œuvre,
- la durabilité du dispositif.

Les contrôles seront réalisés conformément aux normes et documents suivants :

- NF EN ISO 10318 : Terminologie des géosynthétiques
- NF EN ISO 10319 : Essais de traction
- NF EN ISO 12236 : Résistance au poinçonnement statique
- NF EN ISO 9862 / 9863-1 : Masse surfacique et épaisseur
- NF EN ISO 13433 : Essai de déchirure dynamique
- Recommandations du CFMS et guides professionnels relatifs à la mise en œuvre des géosynthétiques

6.5.2.1 CONTROLES PREALABLES A LA MISE EN ŒUVRE

Avant pose, l'entreprise devra vérifier :

- la conformité des produits livrés (certificats CE, fiches techniques),
- l'état des rouleaux (absence de déchirure, dégradation, humidité excessive),

- l'adéquation des produits aux prescriptions du CCTP.

Tout produit non conforme sera refusé.

6.5.2.2 CONTROLES EN COURS DE MISE EN ŒUVRE

6.5.2.2.1 Contrôle de la mise en place

Les géosynthétiques devront être posés :

- sur un support propre, plan et exempt d'aspérités,
- sans plis, poches d'air ni tension excessive,
- avec un bon contact avec le support sur toute la surface.

Un contrôle visuel systématique sera réalisé.

6.5.2.2.2 Contrôle des recouvrements (exigence principale)

Les recouvrements entre lés constituent un point critique et feront l'objet d'une vigilance particulière.

6.5.2.2.3 Largeur de recouvrement

Sauf prescription différente du fabricant ou justification spécifique, les valeurs minimales suivantes seront respectées :

- Géotextile anti-poinçonnement : → recouvrement ≥ 50 cm
- Géosynthétique d'accrochage / renforcement : → recouvrement ≥ 50 cm

En zones sensibles (forte pente, raccords, singularités) : → recouvrement ≥ 50 cm

6.5.2.2.4 Orientation des recouvrements

Les recouvrements seront réalisés de manière à :

- éviter toute ouverture sous l'effet du ruissellement,
- être orientés dans le sens de la pente (recouvrement aval sur amont),
- limiter les risques de soulèvement.

6.5.2.2.5 Continuité mécanique

Les recouvrements devront assurer la continuité des fonctions :

- anti-poinçonnement (pas de discontinuité locale),
- renforcement (transfert des efforts entre lés).

Si nécessaire, ils seront :

- lestés provisoirement,
- ou fixés (agrafage, clouage, ancrage léger) pour éviter tout déplacement.

6.5.2.2.6 Contrôle des ancrages

En tête de talus, les géosynthétiques seront ancrés dans une tranchée dimensionnée conformément aux hypothèses de calcul (XP G 38-067).

Les contrôles porteront sur :

- la profondeur et la largeur de la tranchée,
- la mise en place correcte du géosynthétique,
- le remblaiement et le compactage.

6.5.2.2.7 Protection en phase chantier

L'entreprise devra s'assurer que :

- les géosynthétiques ne sont pas exposés inutilement aux UV,
- ils ne sont pas endommagés par la circulation d'engins,
- la mise en œuvre des couches supérieures n'entraîne pas de dégradation (arrachement, glissement, poinçonnement).

6.5.2.2.8 Contrôles après mise en œuvre

Avant recouvrement définitif, un contrôle contradictoire sera réalisé comprenant :

- inspection visuelle complète,
- vérification des recouvrements (largeur, continuité),
- contrôle des zones singulières (raccordements, angles, traversées),
- vérification des ancrages.

Aucun recouvrement ne pourra être réalisé sans validation préalable du maître d'œuvre.

6.5.2.3 REPARATIONS

Tout défaut constaté (déchirure, recouvrement insuffisant, déplacement) devra faire l'objet :

- d'une réparation immédiate par recouvrement complémentaire (≥ 50 cm),
- ou d'un remplacement local du géosynthétique.