



**DIRECTION TERRITORIALE CENTRE-
BOURGOGNE**

**TRAVAUX DE RÉHABILITATION
DU BARRAGE RÉSERVOIR DE
PANTHIER (CANAL DE
BOURGOGNE)**

**LOT 2 – EQUIPEMENTS MÉCANIQUES ET
ÉLECTRIQUES – CONTRÔLE-COMMANDE –
AUTOMATISME – AUSCULTATION**

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Etabli le : 18/03/2025
Rév.C du 30/04/2025

SOMMAIRE

1	DISPOSITIONS GÉNÉRALES	1
1.1	PRÉAMBULE	1
1.2	OBJET DU MARCHÉ	1
1.3	PRÉSENTATION DES OUVRAGES EXISTANTS	3
1.3.1	Localisation du barrage	3
1.3.2	Barrage de Panthier	3
1.3.3	Autres ouvrages	12
1.4	CONDITIONS NATURELLES	13
1.4.1	Contexte géotechnique / géologique du site	13
1.4.2	Conditions climatiques	22
1.4.3	Hydrologie des crues	24
1.4.4	Amiante / plomb sur les parties d'ouvrages	27
1.4.5	Sédiments	28
1.5	DESCRIPTION DES TRAVAUX	28
1.5.1	Études d'exécution {tous lots}	28
1.5.2	Mesures environnementales {tous lots}	29
1.5.3	Travaux préparatoires {tous lots}	29
1.5.4	Contrôle des eaux durant le chantier {lot 1}	31
1.5.5	Travaux de confortement de la digue principale {lot 1}	35
1.5.6	Travaux sur la digue secondaire {lot 1}	39
1.5.7	Réalisation d'un nouvel évacuateur de crues {lot 1 principalement}	40
1.5.8	Remplacement et modernisation des équipements mécaniques et électriques {lot 2 principalement}	42
1.5.9	Travaux de génie civil divers {lot 1 principalement}	46
1.5.10	Dispositif d'auscultation {lot 2}	50
1.6	CONDITIONS D'EXÉCUTION DES TRAVAUX ET ACCÈS AU CHANTIER	52
1.6.1	Gestion de la retenue {tous lots}	52
1.6.2	Accès aux zones de travaux {tous lots}	53
1.6.3	Conditions d'accès / de travail {tous lots}	55
1.6.4	Suivi météo et système d'alerte {tous lots}	56
1.6.5	Protection de la retenue / de l'aval {tous lots}	56
1.6.6	Dispositif d'auscultation {tous lots}	57
1.7	INTERACTIONS DES LOTS	57
1.8	INSTALLATIONS DE CHANTIER	57
1.8.1	Projet des installations de chantier	57
1.8.2	Terrains à utiliser	58
1.8.3	Protection des végétaux existants	59
1.8.4	Déplacements ou condamnations temporaires de réseaux	59
1.8.5	Salle de réunion et bureaux du maître d'œuvre et maître d'ouvrage {lot 1}	59
1.8.6	Sécurité du chantier	59
1.8.7	Règles de fonctionnement	60
1.8.8	Spécifications : travaux à proximité d'une retenue	60
1.8.9	Alimentation en fluides du chantier	61
1.8.10	Installations particulières	61
1.8.11	Panneau d'information de chantier {lot 1}	61
1.8.12	Clôture de chantier {lot 1}	61
1.8.13	Remise en état des lieux, évacuation des déchets	62
1.9	ÉTUDES D'EXÉCUTION	63
1.9.1	Consistance des études d'exécution	63
1.9.2	Particularités des études d'exécution	66
1.9.3	Présentation des études d'exécution	67

1.9.4	Contrôle et visa des études d'exécution	67
1.9.5	Suivi des plans d'exécution et plans conformes à l'exécution.....	68
1.10	PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	68
1.10.1	Généralités	68
1.10.2	Engagement de l'Entrepreneur	68
1.10.3	Responsabilité de l'Entrepreneur.....	69
1.10.4	Constitution du Plan d'Assurance Environnement (PAE).....	69
1.10.5	Moyens de surveillance et d'intervention en cas d'incident ou d'accident	70
1.10.6	Elaboration d'un plan de gestion des déchets de chantier (SOGED)	70
1.10.7	Mesures environnementales à intégrer au titre du dossier Loi sur l'Eau	72
1.11	CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	73
1.11.1	Contenu du Plan d'Assurance de la Qualité	73
1.11.2	Traitement des non-conformités.....	77
1.11.3	Phases d'établissement et d'application du P.A.Q.....	78
1.12	PROGRAMMATION DES TRAVAUX	79
1.12.1	Programme détaillé des travaux	79
1.12.2	Rapports d'avancement des travaux	80
1.13	JOURNAL DE CHANTIER.....	80
1.14	CONTRÔLE EXTERNE À L'ENTREPRENEUR	80
1.14.1	Généralités	80
1.14.2	Contrôle des installations électriques {lot 2}	81
1.15	CONNAISSANCE DES LIEUX ET DE L'ENTREPRENEUR	81
1.16	LEVÉ TOPOGRAPHIQUE	81
1.17	DOCUMENTS APRÈS EXÉCUTION À REMETTRE PAR L'ENTREPRENEUR	81
1.18	PLANNING PRÉVISIONNEL	82
2	NATURE, PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX.....	83
2.1	PRINCIPES GÉNÉRAUX.....	83
2.1.1	Provenance, normes, règles et règlements	83
2.1.2	Vérification quantitative des matériaux, produits et composants de construction.....	83
2.1.3	Vérification qualitative des matériaux, produits et composants de construction	83
2.1.4	Agrément du Maître d'Œuvre	84
2.2	ÉCHAFAUDAGES {TOUS LES LOTS}	85
2.3	MATÉRIAUX POUR LIT DE POSE ET ENROBAGE DES FOURREAUX DES ÉQUIPEMENTS DU BARRAGE {LOT 2}	85
2.3.1	Matériau pour lit de pose des fourreaux et des canalisations.....	85
2.3.2	Matériau d'enrobage des fourreaux.....	85
2.3.3	Fourreaux et grillages avertisseurs.....	85
2.3.4	Chambre de tirage.....	85
2.4	MATÉRIAUX ET PRODUITS POUR LES ÉQUIPEMENTS MÉCANIQUES ET PIÈCES MÉTALLIQUES {LOT 2}..	86
2.4.1	Acier et autres métaux de construction	86
2.4.2	Coussinets autolubrifiants.....	88
2.4.3	Étanchéité.....	88
2.4.4	Boulonnerie	88
2.4.5	Soudure	89
2.4.6	Protection anticorrosion	90
2.4.7	Capotage	91
2.4.8	Caillebotis – Charge piétonne.....	91
2.4.9	Caillebotis – accès petits engins	92
2.4.10	Butte roues	92
2.4.11	Cheilles de fixation	92
2.4.12	Garde-corps	92
2.4.13	Servomoteurs.....	92
2.5	MATÉRIAUX ET PRODUITS POUR L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE {LOT 2}.....	94
2.5.1	Généralités	94
2.5.2	Interchangeabilité	94
2.5.3	Repérage	94

2.5.4	Transformateurs triphasés basse tension	95
2.5.5	Matériels électriques	96
2.5.6	Prescriptions relatives aux enveloppes	100
2.5.7	Câbles et filerie	103
2.5.8	Cheminements et protection mécaniques des câbles	105
2.5.9	Conducteur de prise de terre	106
2.5.10	Eclairage et prises de courant	106
2.5.11	Protection incendie	108
2.5.12	Spécifications relatives aux schémas électriques	108
2.6	MATÉRIAUX ET PRODUITS POUR L'AUTOMATISME ET LA SIGNALISATION {LOT 2}	109
2.6.1	Généralités	109
2.6.2	Instrumentation	110
2.6.3	Automates	115
2.6.4	IHM tactile	117
2.6.5	Matériel informatique	118
2.6.6	Vidéosurveillance	118
3	MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	121
3.1	PRÉAMBULE	121
3.1.1	Conditions générales d'exécution	121
3.1.2	Suivi de Chantier	121
3.2	HYPOTHÈSES DE CALCULS – ETUDES D'EXÉCUTION	122
3.2.1	Préambule – Documents de référence	122
3.2.2	Hypothèses de calculs pour les ouvrages de génie civil / géotechnique	124
3.2.3	Hypothèses géotechniques {lot 1 principalement}	126
3.2.4	Etudes et suivi géotechnique d'exécution (mission G3) {lot 1 principalement}	127
3.2.5	Etudes – Equipements mécaniques {lot 2}	128
3.2.6	Etudes et éléments généraux – Equipements électriques {lot 2}	139
3.3	TRAVAUX PRÉPARATOIRES {TOUS LOTS}	142
3.3.1	Levés nécessaires aux études d'exécution {lot 2}	142
3.3.2	Accès chantiers {lot 1 notamment}	142
3.3.3	Dépose des équipements existants {lot 2}	143
3.4	PROTECTION DES AVOISINANT – OUVRAGES {TOUS LOTS}	144
3.4.1	Préambule {tous lots}	144
3.4.2	Protection des végétaux {tous lots}	144
3.5	SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉQUIPEMENTS MÉCANIQUES ET PIÈCES MÉTALLIQUES {LOT 2}	144
3.5.1	Montage, réglage et maintien des pièces métalliques à sceller	144
3.5.2	Sécurité du personnel	145
3.5.3	Démontabilité	145
3.5.4	Interchangeabilité	145
3.5.5	Graissage	145
3.5.6	Étanchéité	145
3.5.7	Vanne en conduite – Robinetterie	146
3.5.8	Conduite	146
3.5.9	Brides	146
3.5.10	Joints de démontage	146
3.5.11	Coudes	147
3.5.12	Ventouses	147
3.5.13	Boîte à cric	147
3.5.14	Servomoteur	148
3.5.15	Efforts de manœuvre	148
3.5.16	Indication visuelle de position	148
3.5.17	Organe de commande manuelle – Ultime secours	149
3.6	SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES SUR LES ÉQUIPEMENTS MÉCANIQUES {LOT 2}	149
3.6.1	Données générales	149
3.6.2	Circuit de vidange de fond	149
3.6.3	Métallerie du local de vanne aval	159
3.6.4	Passerelle d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de garde vidange	159
3.6.5	Vannes de prise d'eau	160

3.6.6	Plateforme de manœuvre de la vanne de prise inférieure.....	162
3.6.7	Autres équipements / pièces métalliques	163
3.7	DISPOSITIF D'AUSCULTATION {LOT 2}	163
3.8	SPÉCIFICATIONS DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE {LOT 2}	167
3.8.1	Généralités	167
3.8.2	Installation électrique - Barrage	170
3.8.3	Description des armoires et coffrets électrique et de contrôle-commande	174
3.9	SPÉCIFICATIONS DE L'INSTALLATION DE CONTRÔLE-COMMANDE ET D'AUTOMATISME {LOT 2}	182
3.9.1	Télégestion et téléconsultation	182
3.9.2	Téléalarme et intrusion	183
3.9.3	Traitement et acquittement des défauts	183
3.9.4	Modes de fonctionnement	184
3.9.5	Echanges entre les automates	185
3.9.6	IHM	185
3.9.7	Mesures et capteurs.....	187
3.10	CHEMINEMENTS {LOT 2}	190
3.10.1	Généralités	190
3.10.2	Distribution électrique	191
3.10.3	Capteurs, sondes, cellules	192
3.11	AUTRES ÉQUIPEMENTS {LOT 2}	192
3.11.1	Détection et protection incendie.....	192
3.11.2	Vidéosurveillance	192
3.12	ESSAIS DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES {LOT 2}	193
3.12.1	Formalisme des essais.....	193
3.12.2	Essais en usine des équipements électriques.....	194
3.12.3	Essais sur site des équipements électriques	195
3.12.4	Essais des équipements mécaniques.....	196
3.13	GARANTIES {LOT 2}	198
3.13.1	Contrôles et garanties des revêtement protections anticorrosion	198
3.13.2	Contrôles et acceptabilité des soudures	198
3.13.3	Réception des fabrications sur le chantier	198
3.13.4	Coupure du débit.....	199
3.13.5	Fuites.....	199
3.13.6	Vibrations.....	199
3.13.7	Précisions des mouvements	199
3.13.8	Refus.....	199
3.14	ENTRETIEN – MAINTENANCE {LOT 2}	199
3.14.2	Pièces de rechange.....	201

1 DISPOSITIONS GÉNÉRALES

1.1 Préambule

Dans le présent document sont communément utilisés les termes « Entrepreneur », « Entreprise » ou « Titulaire ». L'ensemble de ces termes a la même signification et regroupe indifféremment toutes les entreprises ou une seule, constituant le groupement d'entreprises répondant à la présente consultation.

Dans le présent document et sur les plans de consultation les cotes des ouvrages peuvent être données dans différents repères, mais de façon systématique il faut considérer :

- Repère dit « m RL » : c'est le repère local, les cotes sont relatives et en théorie calées au « 0 » du barrage (seuil de la vanne de fond) ;
- Repère dit « m NGF » : cotes les plus récentes correspondantes au levé topographique de l'ensemble de l'ouvrage réalisé en 2014 (RGF93 – IGN69) ; les plans projet sont fournis dans ce repère.

De plus, un repère ancien est également utilisé dans la majeure partie des études et/ou plans disponibles. Il se peut que le document fasse référence à ces cotes. L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'un calage topographique sera nécessaire dès la période de préparation afin de travailler dans le repère topographique récent, pour cela un levé topographique complet est à réaliser par le lot 1.

Enfin, les dispositions générales, objet du présent chapitre, concernent l'ensemble des lots ; il est identique pour tous les lots. Cependant, sur certains aspects / chapitres / paragraphes les éléments peuvent être à destination d'un seul lot (par exemple la répartition des travaux). Pour plus de clarté, les têtes de chapitres et/ou les paragraphes concernés sont matérialisés par l'annotation « {lot X} », X étant le numéro de lot concerné. Par défaut, quand aucune annotation n'est fournie, les spécifications s'appliquent bien à l'ensemble des lots.

1.2 Objet du marché

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières a pour objet les travaux de réhabilitation du barrage réservoir de Panthier, situé à proximité de Pouilly-en-Auxois (21).

Ce barrage, exploité par Voies Navigables de France, est utilisé principalement pour l'alimentation du canal de Bourgogne.

L'ouvrage, composé de 2 digues en remblai homogène (digue principale et secondaire) protégées par un parement amont, principalement maçonné et de hauteur respective 14,3 m et 5 m, créé une retenue de 8,1 millions de mètres cube à sa cote normale historique d'exploitation (14,03 m RL). Actuellement l'ouvrage est exploité à 13,03 m RL. La digue principale est un barrage de classe B et la digue secondaire est un barrage de classe C au sens de la réglementation relative à la sécurité des ouvrages hydrauliques.

Les différentes études réalisées ont principalement mis en évidence une insuffisance de la capacité d'évacuation des crues de l'ouvrage et une stabilité précaire de la digue principale.

Ces lacunes ont conduit VNF à lancer une consultation pour réhabiliter le barrage mais également pour améliorer son fonctionnement jusqu'à la cote d'exploitation historique (14,03

m RL ; 373,17 m NGF). Les travaux consistent à :

- Conforter la digue principale par mise en œuvre d'une recharge aval drainante en partie centrale de l'ouvrage ainsi que des forages drainants inclinés sur le parement amont ;
- Améliorer l'étanchéité de la crête des digues principale et secondaire par mise en œuvre d'une paroi étanche ;
- Réaliser des forages drainants en pied aval des digues principale et secondaire pour limiter les problématiques d'érosion en fondation ;
- Rehausser la crête de la digue secondaire (y compris muret en gabions) pour limiter les phénomènes de surverse sur l'ouvrage ;
- Réaliser un nouvel évacuateur de crues (seuil libre latéral prolongé d'un coursier en enrochements bétonnés) en rive droite de la digue principale ;
- Fiabiliser la vidange de l'ouvrage par remplacement, modernisation et doublement de la vanne de vidange de fond du barrage (y compris prolongement de la galerie existante vers l'aval) ;
- Améliorer l'exploitation du barrage par remplacement et modernisation de l'ensemble des équipements du barrage (remplacement des vannes de prise d'eau, réalisation d'un local technique de commande, motorisation des équipements, mise en place d'un système de télésurveillance, ...).
- Compléter et améliorer le dispositif d'auscultation du barrage ;
- Restaurer et réhabiliter une partie du barrage : reprises locales des maçonneries, traitement des ouvrages traversant, restaurer les chemins de crête aux ouvrages, réaliser une pêcherie en pied aval du barrage, ...

Pour la réalisation d'une partie de ces travaux l'abaissement de la retenue est obligatoire et nécessite la mise en œuvre de dispositions pour protéger le chantier et contrôler les eaux transitant par la retenue (batardeaux et pompages des eaux notamment). En complément tout au long du chantier, des dispositions environnementales sont à mettre en œuvre pour limiter la nuisance des travaux sur l'écosystème.

Les travaux, objet de la présente consultation, sont effectués suivant l'allotissement technique ci-dessous :

- Lot 1 : Génie civil – Terrassements – Voiries / réseaux – Maçonneries – Travaux spéciaux, il comprend la réalisation des installations de chantier et l'aménagement des accès pour l'ensemble des lots sur le barrage, le contrôle des eaux (et la réalisation des ouvrages pour y parvenir) et tous les travaux de terrassements, voiries / réseaux, de génie civil et travaux dits spéciaux du chantier sur l'ensemble du site y compris les travaux de remise en état et d'espaces verts en fin de chantier.

Il comprend notamment la réalisation des travaux de recharge aval drainante, de rehausse de la digue secondaire, de nouvel évacuateur de crues du barrage, du local technique, des travaux de génie civil nécessaires à la pose de l'ensemble des équipements, des travaux de restauration des ouvrages maçonnés et des travaux géotechniques spéciaux et notamment la réalisation des forages drainants (en pied aval des digues et sur le parement amont de la digue principale) et de la paroi étanche en crête des digues.

- Lot 2 : Equipements mécaniques et électriques – Contrôle-commande – Automatisme – Auscultation, il comprend la dépose, le remplacement et la modernisation de l'ensemble des équipements mécaniques présents sur le barrage. Il comprend également la mise en œuvre de la majeure partie des pièces de serrurerie et structures métalliques (passerelles, plateformes, garde-corps, échelles, etc...).

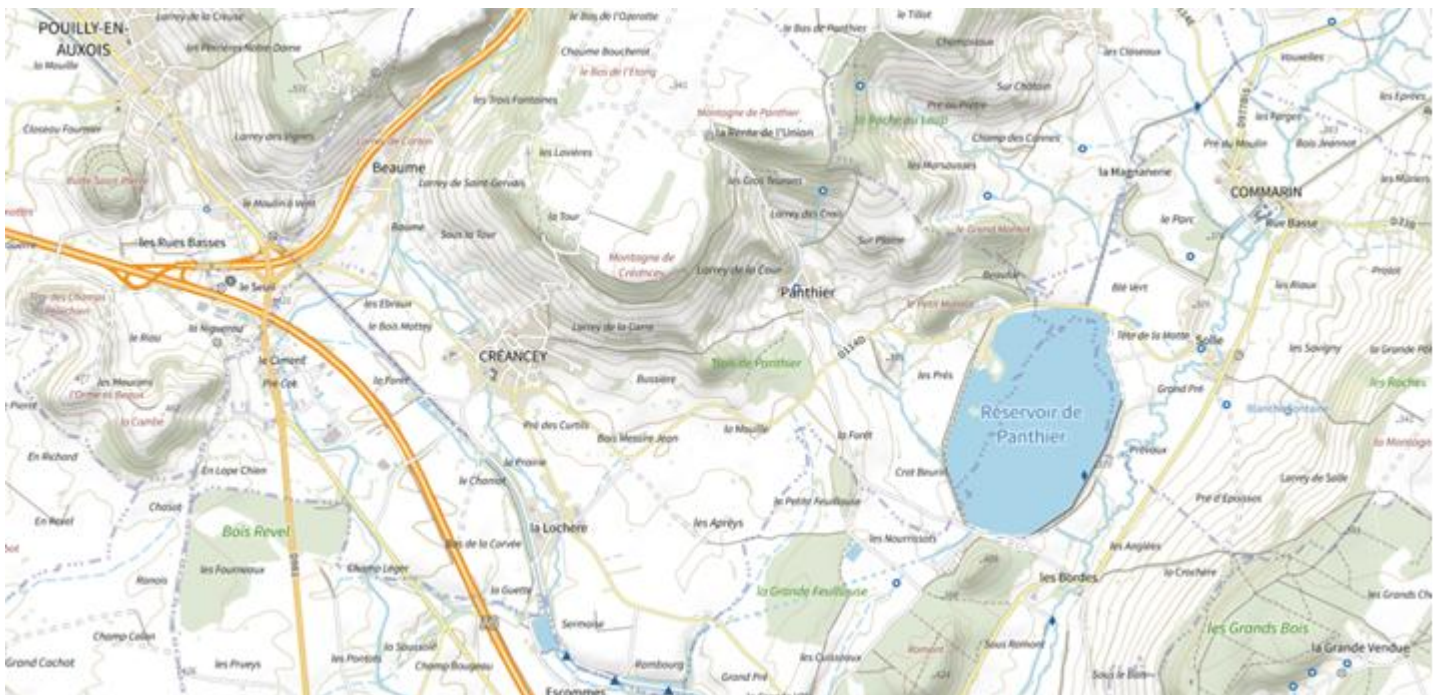
Il comprend également la dépose, le remplacement et la modernisation (automatisation et télégestion) de l'ensemble des équipements électriques présents sur le barrage y compris les appareils d'auscultation. Il comprend également la modernisation des mesures sur le barrage et sur les ouvrages de prise. Il comprend enfin l'ensemble des travaux nécessaires à la mise en service des équipements y compris les travaux de réseaux (tranchées, etc...).

Le présent document concerne le CCTP du lot 2.

1.3 Présentation des ouvrages existants

1.3.1 Localisation du barrage

Le barrage-réservoir de Panthier, mis en service en 1836 et barrant le ru de Panthier, est situé dans le département de la Côte d'Or (21), sur les communes de Créancey, de Commarin et de Vandenesse-en-Auxois.



Localisation du barrage réservoir (Source Géoportail- Échelle 1/25000ème)

1.3.2 Barrage de Panthier

1.3.2.1 Le barrage

Le barrage est propriété de l'Etat et géré par l'établissement Voies Navigables de France. Ce dernier est représenté l'Unité Territoriale d'Itinéraire (UTI) Bourgogne, rattachée à la Direction Territoriale Centre Bourgogne. L'UTI a la charge de l'exploitation, de la surveillance et de l'auscultation de l'ouvrage.

Il fait partie des 6 barrages assurant l'alimentation du canal de Bourgogne, près de son bief de partage, grâce à la rigole des Bordes. Il est lui-même alimenté par des rigoles (la rigole de Montoillot et la rigole d'Escommes) et son bassin versant propre.

Il est composé de 2 digues en remblai homogène (digue principale et secondaire) protégées par un parement amont, principalement maçonné.

La retenue avait une capacité de 8,1 millions de mètres cube à la cote d'exploitation normale d'origine (RN = 14,03 m RL). Cette cote a été régulièrement abaissée :

- A partir de 2012 à 13,53 m RL, représentant une capacité d'environ 7,6 millions de mètres cube ;
- Et désormais (depuis mars 2022) le plan d'eau est abaissé à la cote 13,03 m RL, représentant une capacité d'environ 7 millions de mètres cube.

Les travaux prévoient de revenir à sa capacité d'origine.

1.3.2.2 Ses principales caractéristiques

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques de l'ouvrage recueillies dans les différents documents consultés :

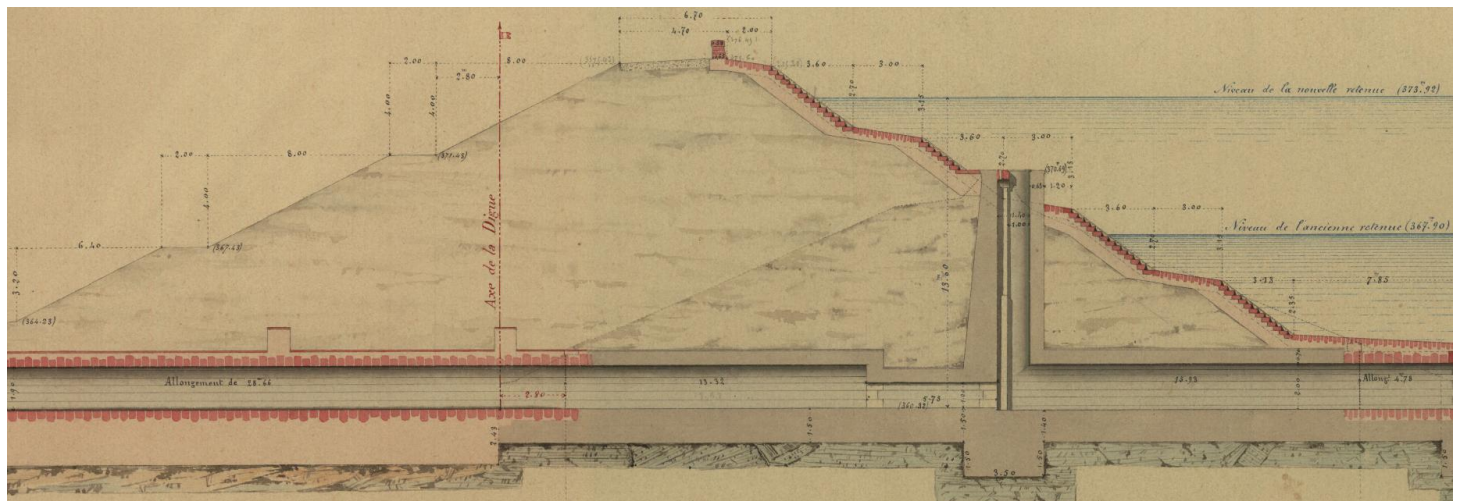
	Digue principale de Panthier	Digue secondaire de Panthier
Construction	1834-1836 puis rehaussement 1866-1873	1866-1873
Composition	Terre homogène (argile)	Terre homogène (argile)
Fondation	Marnes feuilletées du lias	Marnes feuilletées du lias
Longueur	1 130 m	1 210 m
Hauteur au-dessus du TN	14,3 m	5,0 m
Largeur en crête	8,0 m	5,0 m
Cote de la crête	15,11 m RL (374,25 m NGF)	14,81 m RL (373,95 m NGF)
Cote et largeur du seuil du déversoir de crues	Ouvrage unique en digue principale : 13,66 m RL (372,80 m NGF) / largeur de 4 m / restitution par la galerie de la prise d'eau	
Cote de RN historique	14,03 m RL (373,17 m NGF)	
Volume à la RN historique	8,1 hm ³	
Cote du plan d'eau abaissé	13,03 m RL (372,17 m NGF)	
Volume à la cote abaissée	7 hm ³	
Cote de pêche	4,75 m RL (363,89 m NGF)	
Classe du barrage	B (arrêté préfectoral n°21-2017-08-08-013 du 08/08/2017)	C (arrêté préfectoral n°21-2017-08-08-013 du 08/08/2017)
Fruit du parement amont	2,4H/1V	2,2H/1V
Fruit du parement aval	2,9H/1V	2,25H/1V
Ouvrage de vidange de fond	1 pertuis vanné (0,7 m x 1 m) à la cote 0 m RL (359,14 m NGF)	
Ouvrages de prise d'eau	3 pertuis vannés de section 0,7 m x 1 m (2 à la cote 369,70 m NGF et 1 à la cote 365,30 m NGF)	
Dispositif d'auscultation	12 piézomètres ouverts 42 cellules de pression interstitielle 4 jauges de mesures Saugnac (risberme supérieure)	7 piézomètres ouverts 1 bac de jaugeage (tronçon RG)

Fiche synoptique du barrage

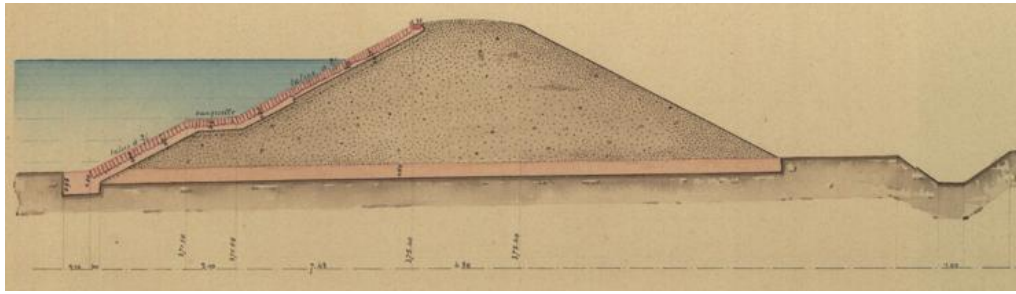


Vue du réservoir de Panthier (Capture d'écran Géoportail)

Les coupes de principe de la digue principale et secondaire sont fournies sur les figures suivantes :



Coupe au droit de la vidange de fond de la digue principale (Source : Plan d'origine)



Coupe type de la digue secondaire (Source : Plan d'origine)



Digue principale



Digue secondaire

1.3.2.3 Description des ouvrages du barrage

1.3.2.3.1 Evacuateur de crues

Le barrage de Panthier est équipé d'un évacuateur à surface libre de type seuil dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Largeur 4 m en forme de fer à cheval ;
- Calé à la cote 372,80 m NGF (13,66 m RL) et rehaussé historiquement par des poutrelles métalliques jusqu'à la cote RN historique 373,17 m NGF (14,03 m RL) ;
- L'eau se déverse ensuite dans une galerie (section en fer à cheval d'une hauteur de 1,5 m, de largeur en pied de 1,3 m et maximale de 1,5 m) qui permet la restitution de l'eau à l'aval du barrage.

Cette galerie récupère également les eaux provenant des prises d'eau de la galerie ainsi que de celles provenant du fossé en pied aval de la digue secondaire via un aqueduc de contournement.

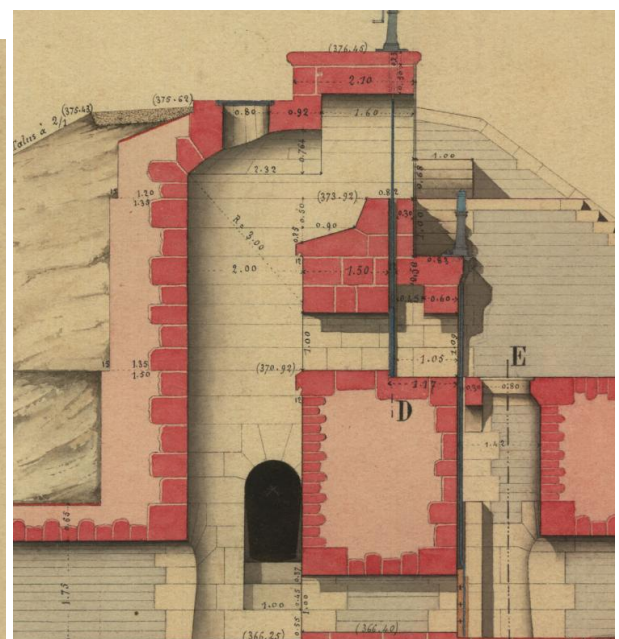
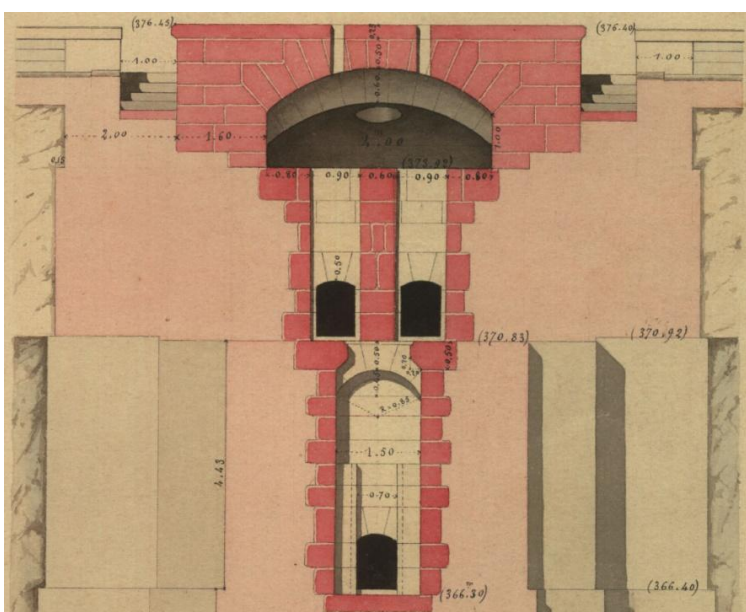
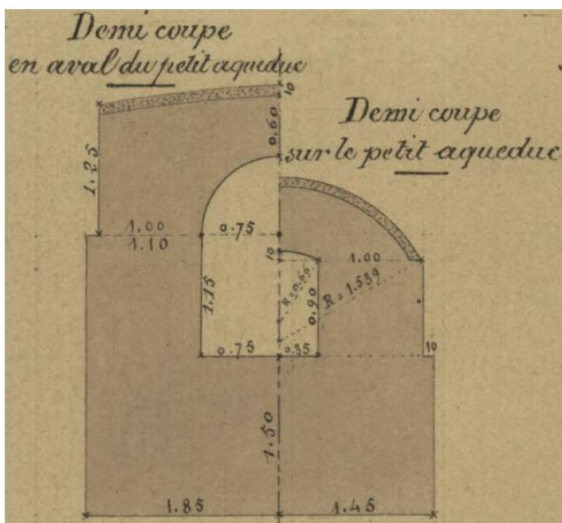


Schéma de principe de l'évacuateur de crues

1.3.2.3.2 Ouvrages vannés

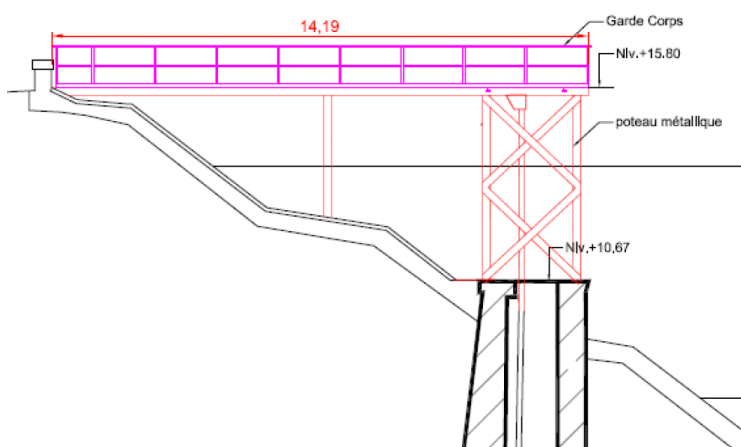
Les ouvrages vannés du barrage comprennent :

- Le circuit de vidange de fond qui intègre :
 - Une galerie maçonnée traversant l'ouvrage sur 70 ml environ de section variable :
 - de 2 m (hauteur en partie voûtée sur 0,75 m) x 1,5 m (largeur) sur la partie amont,
 - de 1 m (hauteur en partie voûtée sur 0,1 m) x 0,7 m (largeur) à l'aval immédiat de la vanne sur 5,75 m de longueur,
 - de 1,9 m (hauteur en partie voûtée sur 0,75 m) x 1,5 m (largeur) sur la partie aval,



Vue en coupe de la vidange de fond (Source : Extrait plan d'archive) / Entrée de la galerie aval

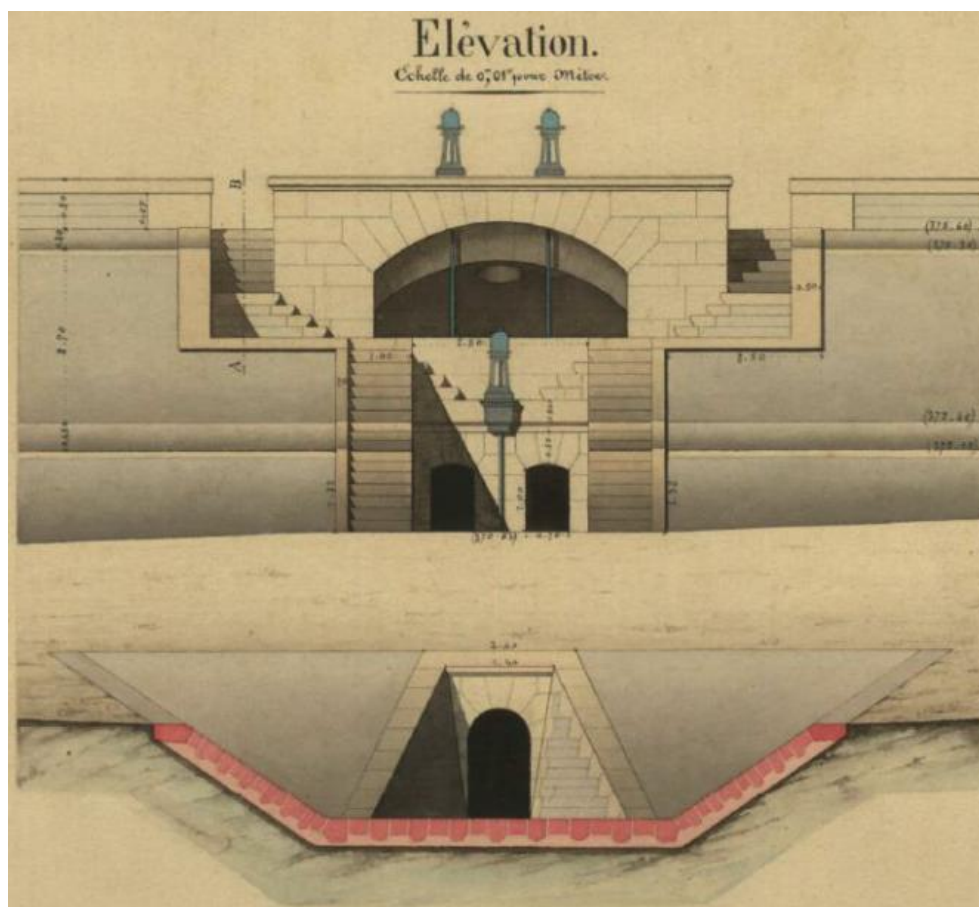
- Une vanne de vidange implantée une vingtaine de mètres après l'entrée de la galerie amont, il s'agit d'une vanne plate à glissement manœuvrée manuellement depuis la passerelle métallique installée en 2011 au niveau local (15,80 m RL) selon les plans DCE de la rehausse :



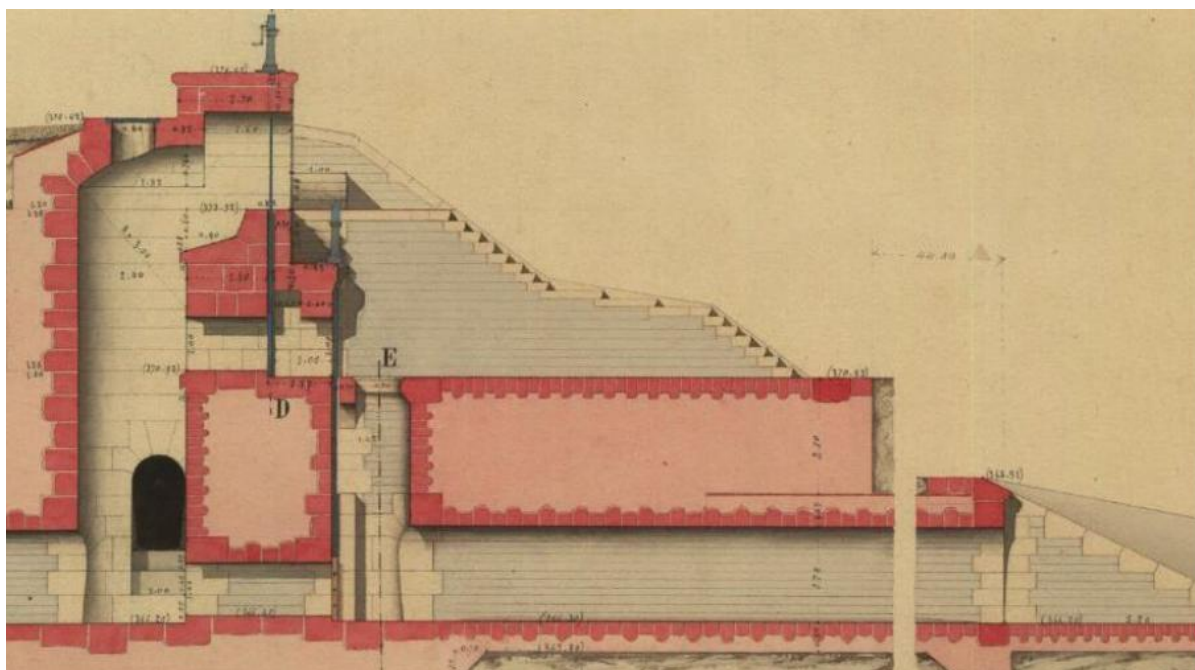
Coupe (Source : Extrait DCE rehausse vidange 2010 – SAFEGE) / Plateforme de manœuvre

- La tour de prise d'eau comprenant :
 - Un puits de prise inférieur de section 1,78 m (hauteur en partie voûtée) x 0,7 m (largeur) calé à la cote 365,30 m NGF (6,16 m RL) et manœuvré depuis la cote 371,80 m NGF.
 - 2 puits de prise supérieure de section 1,09 m (hauteur en partie voûtée) x 0,7 m (largeur) calés à la cote 369,70 m NGF (10,56 m RL environ) et manœuvrés depuis la crête.
- En partie supérieure de la tour de prise d'eau, se trouve un déversoir de crue en arche, devant lequel sont notamment implantés l'organe de manœuvre de la vanne inférieure V1 ainsi que les colonnes de brimbale (tige de commande) des vannes supérieures V2 et V3.

Les vues en élévation et en coupe de la tour de prise d'eau sont données ci-dessous :



Vue en élévation de la tour de prise d'eau (Source : Extrait plan d'archive)



Vue en coupe de la tour de prise d'eau (Source : Extrait plan d'archive)



Prise d'eau et évacuateur de crues existants

1.3.2.4 Dispositif d'auscultation

Le dispositif d'auscultation qui permet de suivre le comportement de l'ouvrage comprend actuellement les équipements suivants :

- Pour la digue principale :
 - 12 piézomètres ouverts localisés :
 - En crête (5) dénommé par la lettre C,
 - Sur le talus (4) dénommé par la lettre T,
 - En pied (3) dénommé par la lettre P.
 - 42 cellules de pression interstitielle dans la partie centrale du barrage, dont 27 cellules sont regroupées sur 3 profils perpendiculaires à l'axe du barrage et 8 ont été réalisées récemment (2021) à proximité du parement amont du barrage. Les cellules sont raccordées à des boîtiers de commutation en crête de barrage.



Piézomètres ouverts de la digue principale (en crête et sur le talus) / Boîtier de commutation des cellules en crête

- 4 jauges de mesures Saugnac installées sur la risberme supérieure en septembre 2020 aux PM 535, 555, 609 et 628.
- Des sondes de mesures de niveau : de la retenue et des restitutions à l'aval au droit de la rigole de prise d'eau.
- Pour la digue secondaire :
 - 7 piézomètres implantés lors des différentes campagnes géotechniques et localisés :
 - en crête de digue (6),
 - en pied de digue (1).
 - 1 bac de jaugeage localisé en rive gauche qui permet de mesurer les débits récoltés en pied de digue.



Piézomètres ouverts de la digue secondaire / Bac de jaugeage

Une grande partie de ces appareils sont soit réhabilités / modernisés dans le cadre des travaux, soit maintenus en l'état. L'attention de l'Entrepreneur est donc d'ores et déjà attirée sur la nécessité de limiter les éventuels dommages sur ces ouvrages lors des travaux.

1.3.3 Autres ouvrages

En complément, l'Entrepreneur est amené à intervenir sur d'autres ouvrages que les digues (et leurs équipements associés) :

- Les rigoles / ruisseau d'amenée et de restitution des débits :
 - Rigole de Montoillot (située au Nord de la retenue) alimentant la retenue ; elle est équipée d'une sonde radar de mesures de niveau ;
 - Le ruisseau de Panthier (à l'Ouest de la retenue) alimentant la retenue au niveau de la digue secondaire ;
 - La rigole d'Escommes (située au Sud-Ouest de la retenue) alimentant la retenue ; elle est équipée d'une sonde radar de mesures de niveau ;
 - La rigole de restitution des débits de la prise d'eau et de l'évacuateur de crues existant, à l'aval immédiat de la digue principale ; elle est équipée d'une sonde radar de mesures de niveau



Sonde existante (rigole de Montoillot) / Coffret et sonde (rigole d'Escommes) / Sonde (rigole de restitution des débits de la prise d'eau et de l'évacuateur existant)

- La pêcheerie située à l'aval immédiat de la digue principale, en partie centrale, au droit de la vanne de fond.



Pêcheerie

1.4 Conditions naturelles

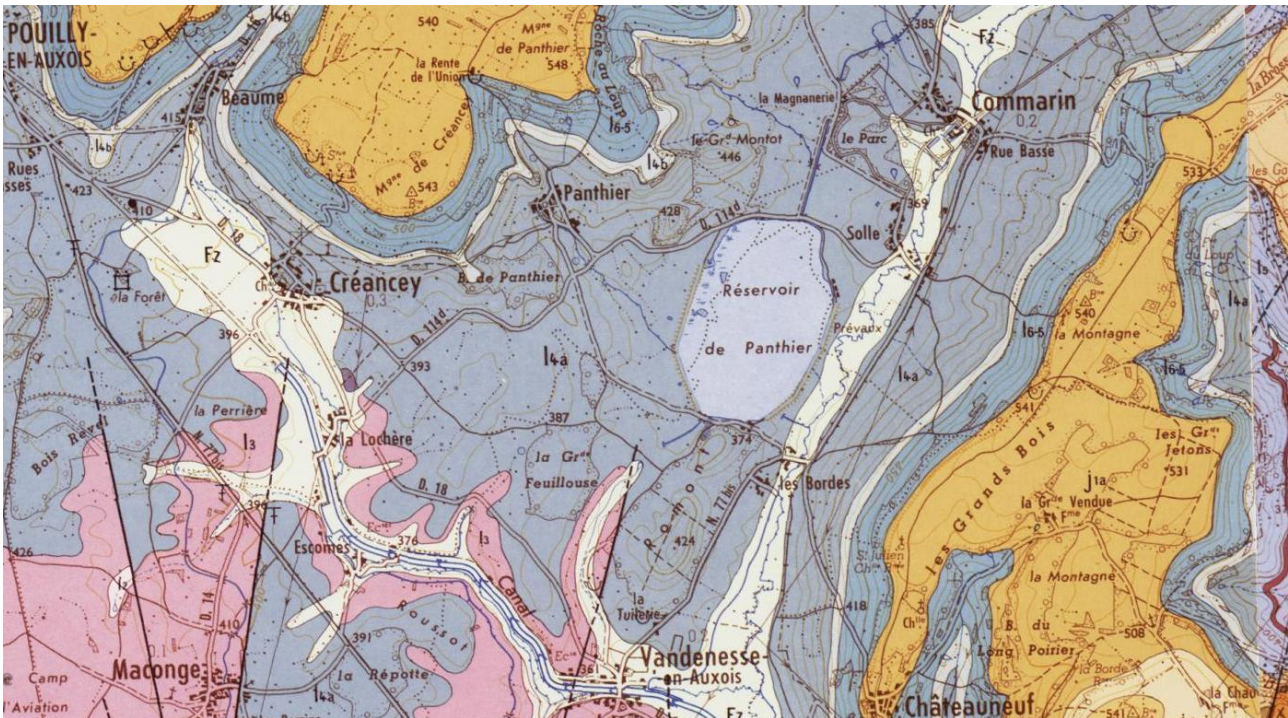
Les données listées ci-dessous sont fournies sur la base des documents disponibles. L'attention de l'Entrepreneur est toutefois fortement attirée sur le fait que les chapitres suivants ne représentent qu'une synthèse indicative et qu'il se doit d'analyser l'ensemble des documents disponibles.

Cela s'applique plus particulièrement pour les reconnaissances géotechniques dont l'ensemble des rapports et résultats d'essais pourront être fournies à l'Entrepreneur sur demande dans le cadre de sa mission G3.

1.4.1 Contexte géotechnique / géologique du site

1.4.1.1 Géologie – géotechnique régionales et locales

La figure ci-dessous présente la carte géologique de Pouilly-en-Auxois :



Carte géologique à l'échelle 1/50 000 – Pouilly-en-Auxois (Source : Guide BRGM)

La retenue de Panthier repose sur les horizons du Domérien moyen et inférieur constitués de marnes grises et micacées (I4a – Domérien moyen et inférieur).

Au sud-est de la retenue, les alluvions modernes (Fz) du cours d'eau de Commarin sont affleurantes.

1.4.1.2 Campagnes disponibles

De nombreuses campagnes de reconnaissances / investigations ont été réalisées sur les 2 ouvrages :

- Des campagnes de reconnaissances géotechniques : 1978, 1990, 2010, 2018, 2021 et 2023 ;
- Des campagnes géophysiques : 2018 (réalisée par Geolithe) et 2023 (réalisée par ABO-INNOGEO).

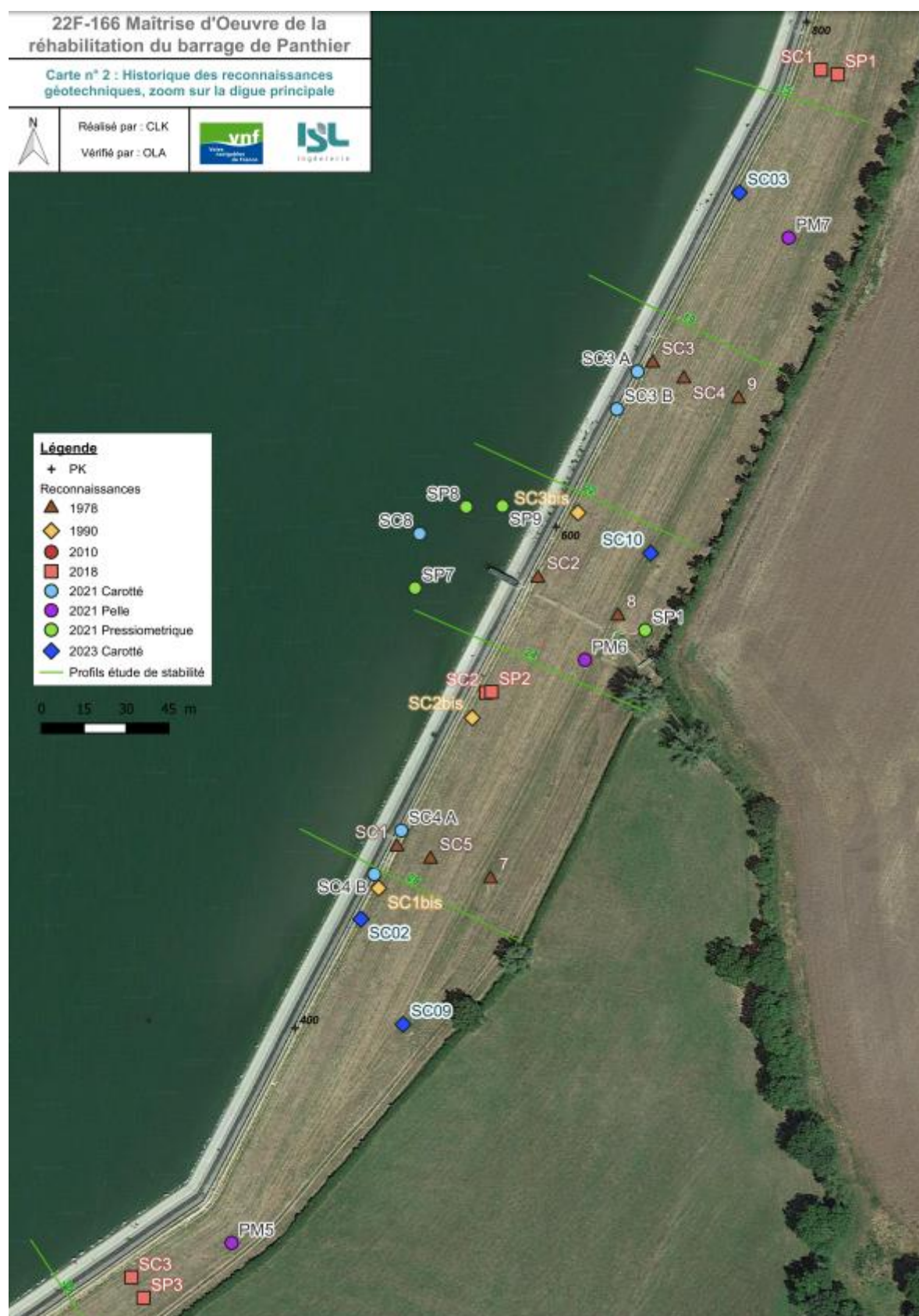
L'ensemble des campagnes de reconnaissances géotechniques sur les digues principale et secondaire de Panthier est positionné sur la vue aérienne suivante :



Reconnaissances géotechniques sur les digues principale et secondaire

Sur la digue principale, les sondages sont globalement concentrés sur la zone de plus grande hauteur en partie centrale. Quelques sondages supplémentaires réalisés en 2018, puis 2020 viennent compléter l'information de part et d'autre de la partie centrale. Aucun sondage n'a été réalisé en rive gauche au-delà du PK 900 (sauf des prélèvements de surface en 2023) et seuls les derniers sondages (2021) semblent avoir investigué le barrage historique.

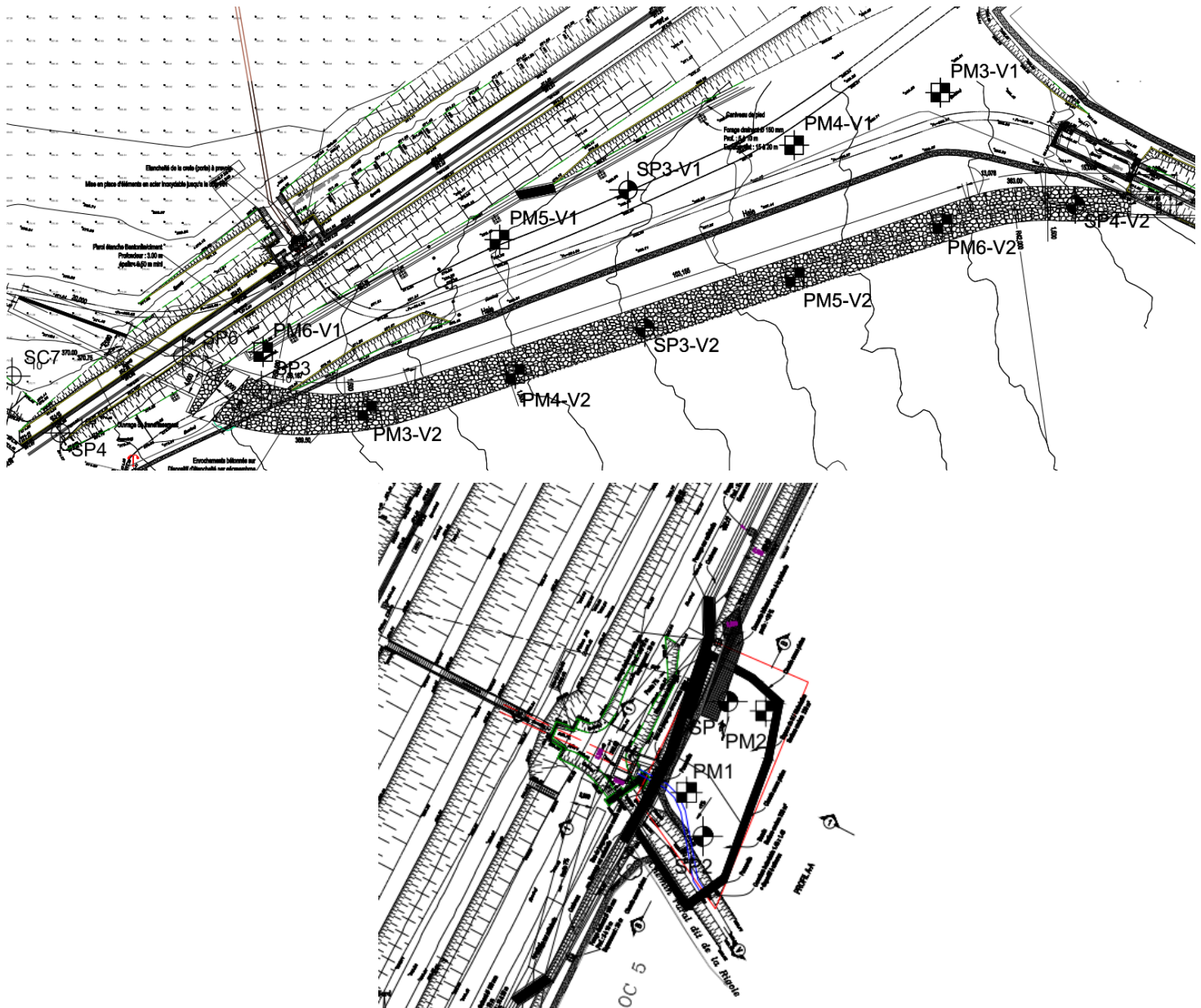
La figure suivante détaille de façon plus précise les nombreux sondages réalisés en partie centrale de la digue principale :



Reconnaissances géotechniques sur la partie centrale de la digue principale

Sur la digue secondaire, les sondages réalisés sont étalés sur le linéaire de digue. Seule une zone en rive droite n'a fait l'objet d'aucune reconnaissance, au-delà du PK 850.

Enfin, une autre campagne a été réalisée en 2024 afin d'investiguer les zones en pied aval de la digue principale ; au droit du futur coursier de l'évacuateur de crues et au droit de la future pêcherie. Le but est également de fournir des éléments sur la nature des matériaux à excaver dans le cadre des travaux, en vue d'une éventuelle réutilisation par l'Entrepreneur.



Campagne en pied aval de l'ouvrage (2024)

1.4.1.3 Lithologie sous l'ouvrage

Les couches sondées par les différentes campagnes de reconnaissances sont les suivantes :

- Corps de digue argileux ;
- Fondation superficielle à dominante argileuse ;
- Fondation profonde marno-calcaire :

- Fondation profonde constituée principalement de marne argileuse ;
- Substratum marno-calcaire rencontré dans plusieurs forages.

La profondeur de la fondation marno-calcaire est indiquée sur certains sondages quand elle a été rencontrée. Les profondeurs approximatives de l'horizon marno-calcaire sont replacées sur des vues en plan pour plus de lisibilité.

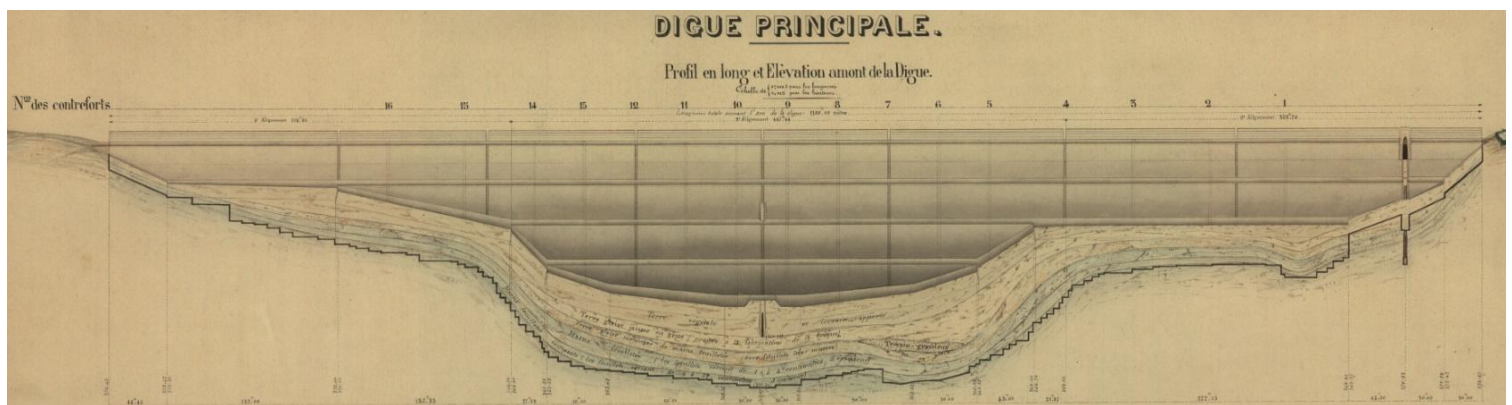


Ainsi, sur le barrage principal, la fondation marno-calcaire est trouvée :

- Entre 13 m et 18 m sous la crête en partie centrale ;
- A 13 m sous la crête en extrémité rive droite, signe d'une possible remontée de l'horizon marneux.

Aucune information ne permet de définir la profondeur de l'horizon marno-calcaire en rive gauche de la digue principale.

En complément, un plan de fouille permet d'apprécier l'épaisseur des terrassements envisagés jusqu'au toit du substratum au droit du mur de garde amont :

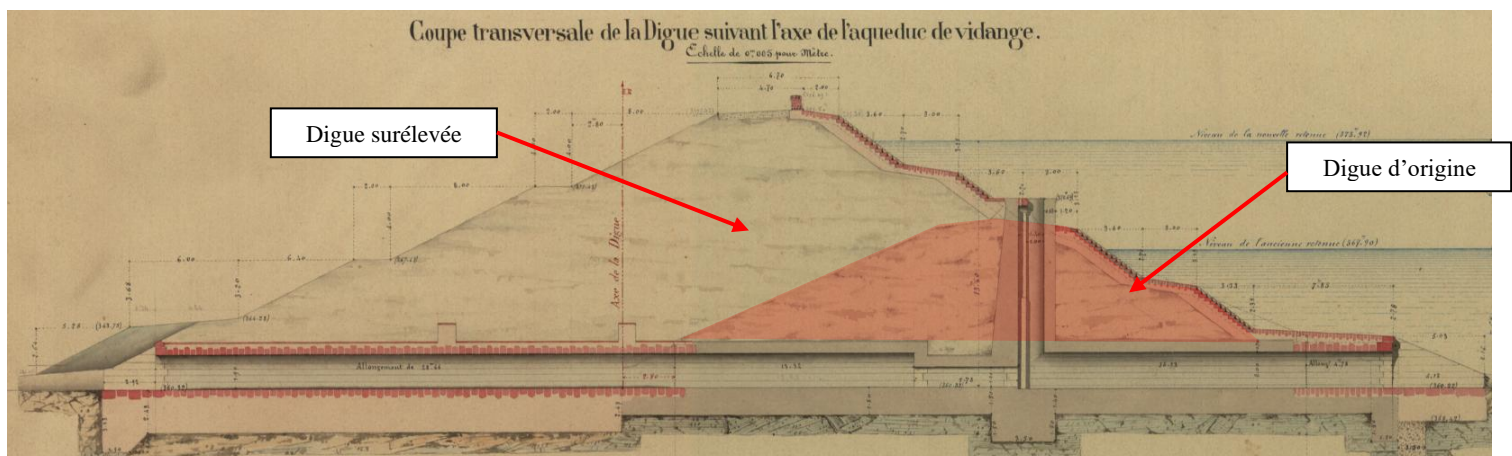


Plan de fouille

Enfin, il convient de rappeler que le barrage a été réalisé en deux phases :

- Une première digue d'origine, constituée vraisemblablement de matériaux argileux, sans doute aux caractéristiques proches de celles constituant les matériaux de la surélévation, même si l'on peut raisonnablement supposer que le compactage ait été un peu moins important (les sondages récents ont confirmé le caractère proche des matériaux de la digue d'origine et de la digue surélevée) ;
- Une digue surélevée, avec des matériaux sans doute proches et un compactage, pour l'époque, soigné. Les sondages dernièrement réalisés pour permettre la pose des cellules de pression à l'amont ont permis de confirmer que les échantillons prélevés étaient de même nature dans la digue d'origine que la digue surélevée ;

La coupe transversale suivante rappelle ces éléments :



Coupe de principe de la digue principale

L'horizon marno-calcaire est retrouvé à des profondeurs comprises entre 5 et 10 m sous la crête de digue secondaire. La fondation semble plus profonde en partie centrale de la digue et remonter en rive droite :



Profondeurs de l'horizon marno-calcaire au niveau de la digue secondaire

1.4.1.4 Caractéristiques intrinsèques des matériaux

Une analyse des résultats des différents essais en laboratoire a conduit à retenir les caractéristiques intrinsèques suivantes pour les différents matériaux rencontrés :

	Poids volumique (kN/m ³)	Cohésion effective c' (kPa)	Angle de frottement ϕ' (°)
Remblai de digue principale	19,0	5	26
Remblai de digue secondaire	19,0	5	26
Fondation superficielle (argiles)	19,9	5	26
Fondation profonde (marne argileuse)	21,0	0	27
Substratum marno-calcaire	21,0	50	27

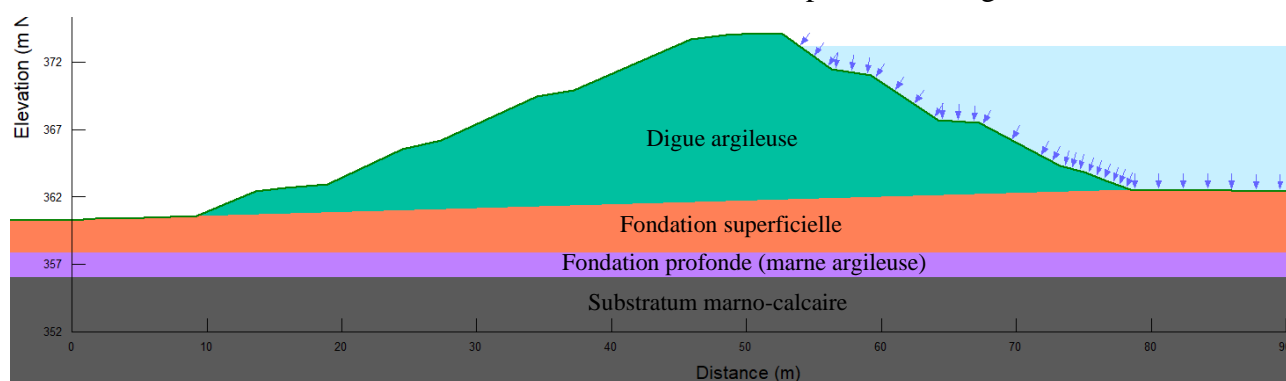
Caractéristiques mécaniques retenues pour l'étude de stabilité des digues

L'interprétation des reconnaissances a montré que des matériaux identiques ont probablement été utilisés pour les remblais de la digue principale et de la digue secondaire.

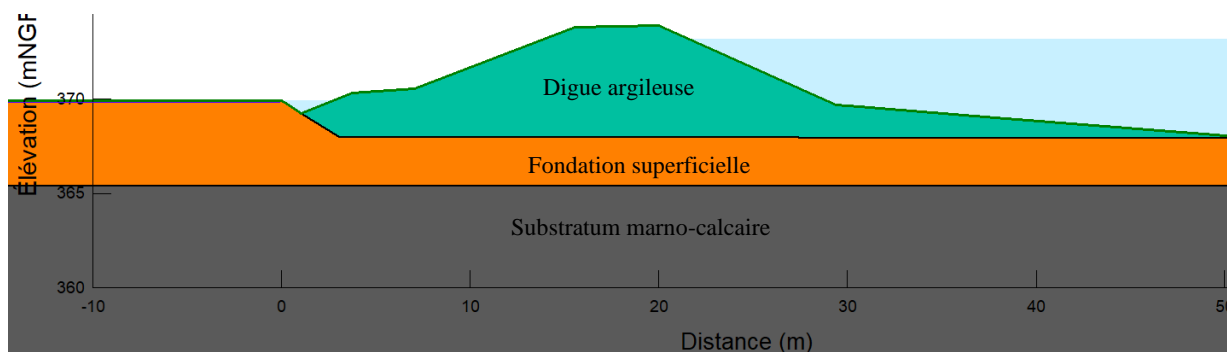
1.4.1.5 Modèles de l'ouvrage

Le modèle géomécanique des digues retenu pour les études de conception est composé de :

- Corps de digue argileux (nota : les derniers sondages géotechniques ayant montré des matériaux de même nature entre la digue d'origine et l'ouvrage surélevé, le corps de digue est modélisé comme un seul matériau) ;
- Fondation superficielle étanche à dominante argileuse et de nature proche des matériaux du corps de digue ;
- Fondation profonde marno-calcaire :
 - Fondation profonde constituée principalement de marne argileuse (pour la digue principale) ;
 - Substratum marno-calcaire rencontré dans plusieurs forages.



Géométrie et lithologie du profil central P24 de plus grande hauteur de la digue principale



Géométrie et lithologie du profil central P67 de plus grande hauteur de la digue secondaire

Les caractéristiques retenues du modèle hydraulique sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Matériau	Type de modèle	Perméabilité horizontale (m/s)	Perméabilité verticale (m/s)
Corps de digue argileux	Saturé / insaturé	10^{-8}	10^{-9}
Fondation superficielle étanche	Saturé	10^{-9}	10^{-11}
Fondation profonde marno-calcaire profonde	Saturé	10^{-7}	10^{-7}

Perméabilités des matériaux

1.4.1.6 Reconnaissances au droit du batardeau

En complément, outre les reconnaissances réalisées au droit des digues permettant de caractériser les matériaux des ouvrages ainsi que leur fondation, des reconnaissances ont été réalisées par FONDASOL (2021) en amont de la digue principale, à proximité du futur batardeau. Les reconnaissances mettent en évidence la lithologie suivante :

- Des vases (argiles vasardes) sur une épaisseur variable (de 2,6 à 4,5 m selon le sondage considéré avec les épaisseurs les plus fortes observées sur les côtés de la vanne de fond, proche du parement et de qualités médiocres ($pl^* < 0,17$ MPa et $EM < 3,7$ MPa) ;
- Une couche d'argile d'épaisseur modérée (de 1,5 à 3 m) avec des caractéristiques intrinsèques de meilleures qualités mais hétérogènes et parfois faibles ($0,35 < pl^* < 4,11$ MPa et $7,9 < EM < 53,1$ MPa) ;
- Des marnes grises de bonnes caractéristiques ($pl^* > 4$ MPa et $EM > 56$ MPa) jusqu'en fin de forages (10,5 à 13,5 m environ depuis le niveau du fond de la retenue).

1.4.1.7 Matériaux – zone aval

Les reconnaissances réalisées en 2021 et 2024 par FONDASOL ont permis de mieux caractériser les terrains en pied aval de la digue principale, là où l'évacuateur de crues, la nouvelle pêcherie et l'abri sont à réaliser dans le présent marché.

Les résultats des sondages sont résumés dans le rapport géotechnique G2 de FONDASOL de 2024 (dossier n°2405663/Dijon – indice 0 du 05/12/2024) concernant la construction des ouvrages aval.

1.4.2 Conditions climatiques

Une station climatique est située à proximité du barrage de Panthier : Pouilly-en-Auxois (412 m d'altitude) ; ses données sont relativement complètes, elles sont présentées ici.

Les statistiques et les records sont calculés sur la période 1991-2020 pour la majeure partie des paramètres. L'éloignement géographique et la différence d'altitude entre les deux sites peut induire un écart entre les données fournies et celle observées au droit du barrage. L'attention de l'Entrepreneur est dès lors attirée sur le fait que ces données sont données uniquement à titre indicatif.

1.4.2.1 Précipitations

Le tableau ci-dessous récapitule les précipitations mensuelles et annuelles moyennes mesurées à la commune Pouilly-en-Auxois (en mm) :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitation moyenne	71,5	55,6	58,6	68,1	84,8	70,7	72,1	66	67,4	80,2	86,2	77,9
Précipitation extrême (24h)	30,6	25,4	53,2	47,8	59,2	46,2	55	52,8	48,4	53,2	51,9	30,4

Précipitations sur la commune de Pouilly-en-Auxois (en mm)

En outre, le tableau ci-dessous donne quelques caractéristiques de la station météorologique de Pouilly-en-Auxois :

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	12.5	10.7	10.8	10.6	11.8	9.8	9.4	9.0	9.3	11.1	12.4	13.6	131.0
Rr >= 5 mm	5.0	4.0	4.3	4.6	5.4	4.9	4.3	4.5	4.1	5.4	5.4	5.7	57.6
Rr >= 10 mm	2.0	1.2	1.4	2.1	2.8	2.2	2.3	2.0	2.2	2.5	2.7	2.0	25.4

Rr : Hauteur quotidienne de précipitations

Nombre de jour de précipitation

La commune de Pouilly-en-Auxois ne dispose pas de moyens de mesure pour différencier les hydrométéores : il n'y a donc aucune donnée concernant la neige.

1.4.2.2 Températures

Le tableau ci-dessous donne les températures les plus élevées et les plus basses, ainsi que les moyennes des températures minimales, moyennes et maximales à la station de Pouilly-en-Auxois en degrés Celsius :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température la plus élevée	18,6	22,8	24	27,2	30,5	37,8	39,1	39,2	34	29,3	21,3	15,7
Température maximale (moy.)	5,6	7,1	11,5	15,1	18,9	22,8	25,2	25,1	20,6	15,5	9,6	6,1
Température moyenne (moy.)	2,6	3,5	6,8	9,9	13,7	17,3	19,4	19,2	15,3	11,2	6,3	3,3
Température minimale (moy.)	-0,3	-0,2	2,2	4,6	8,5	11,8	13,6	13,4	10	7	2,9	0,4
Température la plus basse	-13,7	-14,5	-15,2	-4,8	-0,7	1,3	5,2	4,3	-0,7	-5,8	-10,7	-18,2

Températures sur la commune de Pouilly-en-Auxois (en °C)

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que les températures hivernales sont fréquemment négatives (environ 65 jours par an) :

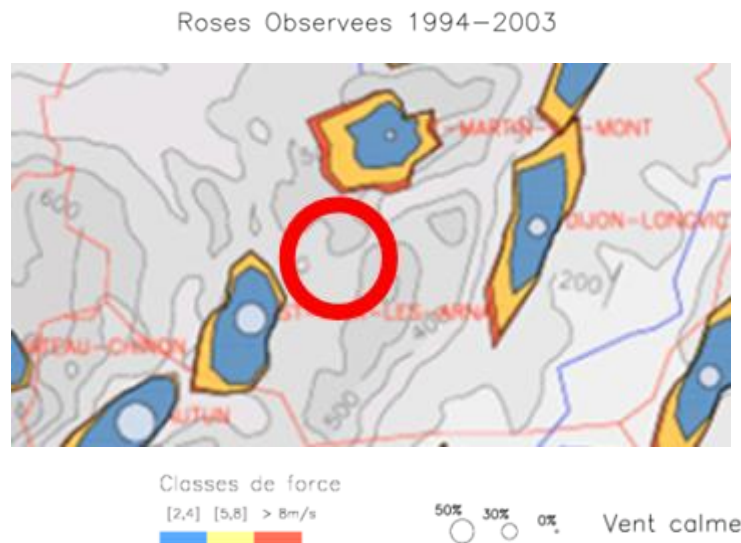
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30 °C	.	.	.	.	0.1	2.2	4.8	5.2	0.4	.	.	.	12.7
Tx >= 25 °C	.	.	.	0.5	3.6	9.9	16.1	14.9	5.0	0.3	.	.	50.3
Tx <= 0 °C	3.1	2.3	0.2	.	.	.	.	.	.	.	0.4	2.5	8.6
Tn <= 0 °C	15.6	14.1	9.1	2.9	0.1	.	.	.	0.1	1.6	7.3	14.1	64.8
Tn <= -5 °C	4.6	3.5	0.7	.	.	.	.	.	.	0.1	0.9	3.1	12.9
Tn <= -10 °C	0.6	0.6	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.4	1.8

Tn : Température minimale, Tx : Température maximale

Nombre de jour moyen de température

1.4.2.3 Vent

Il n'y a pas de données sur les vitesses de vent à la station de Pouilly-en-Auxois. Cependant, l'atlas éolien de la région Bourgogne fournit quelques roses des vents aux abords de la zone de travaux :



Extrait de carte des roses des vents en Bourgogne (Atlas éolien de la région Bourgogne)

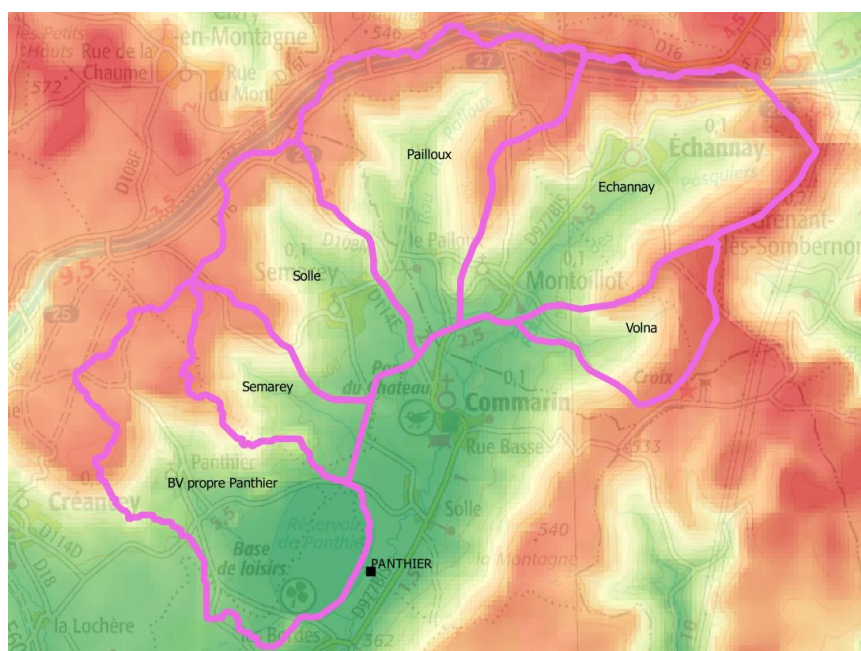
Le réservoir de Panthier se situe dans un triangle s'appuyant sur les stations de Dijon-Longvic, Saint-Prix-les-Arnay et Saint-Martin-du-Mont.

De manière générale, on retrouve deux directions de vents dominants : le quart Sud-Ouest et le quart Nord-Est. Pour les vents les plus forts (supérieurs à 8 m/s), la direction dominante se situe dans le quart Sud-Ouest.

Enfin, les Eurocodes définissent la valeur de base de la vitesse de référence du vent qui est donnée pour une période de retour de 50 ans et pour une durée d'action du vent de 10 minutes. Dans le cas présent, le vent de référence est égal à 24 m/s.

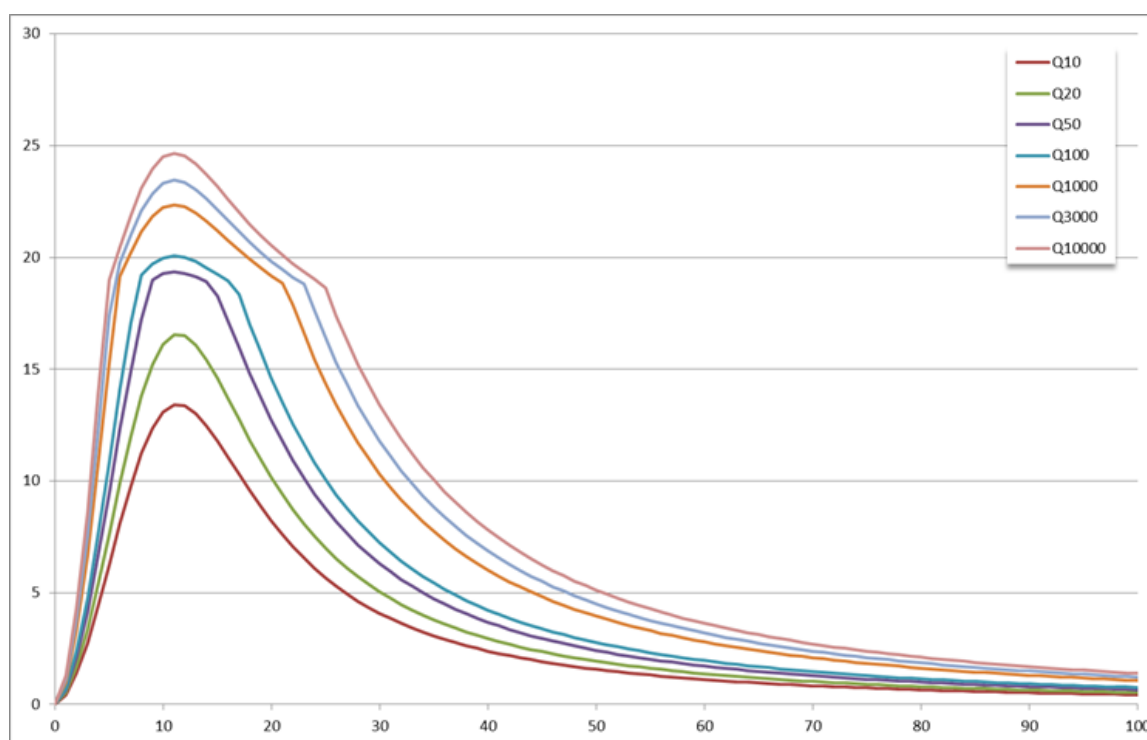
1.4.3 Hydrologie des crues

Les bassins versants du barrage de Panthier sont composés de leur bassin versant propre et des bassins versants rapportés par l'intermédiaire de prises d'eau et rigoles. L'ensemble des sous-bassins versants alimentant le barrage-réservoir de Panthier est présenté sur la figure ci-dessous :



Délimitation du bassin versant de Panthier (Scan25 et RGE ALTI : source IGN)

Les résultats (hydrogramme des crues et volumes correspondants) de l'étude hydrologique sont rappelés ci-dessous ; elles sont fournies à titre indicatif :



Hydrogrammes de référence de Panthier

Les débits de pointe associés aux hydrogrammes de référence sont précisés dans le tableau ci-dessous pour le bassin versant propre et pour l'apport par la rigole d'alimentation :

Q_{pointe} (m ³ /s)	T=10	T=20	T=50	T=100	T=1 000	T = 3 000	T=10 000
Bassin versant propre	2,9	3,6	4,6	5,3	7,6	8,7	9,9
Apport par la rigole d'alimentation	10,49	12,94	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76
Total	13,39	16,54	19,36	20,06	22,36	23,46	24,66

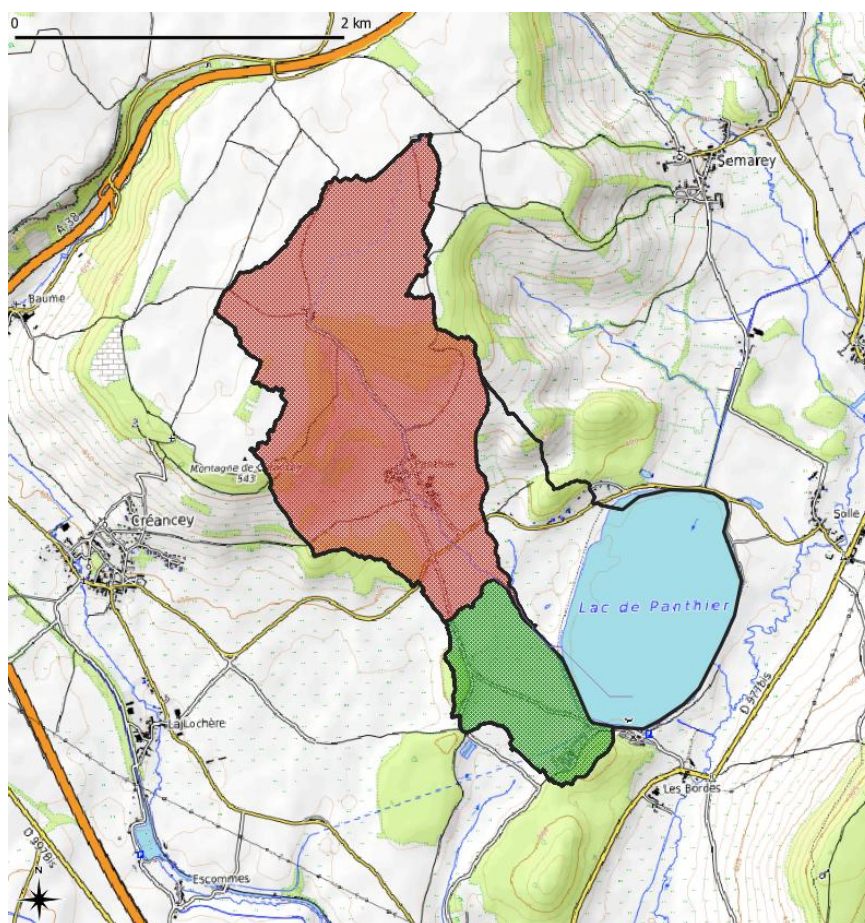
Débits de pointe en fonction de la période de retour pour les apports propres et rapportés par la rigole d'alimentation de Panthier

Les volumes associés sur 100h sont les suivants :

Volume (milliers m ³)	T=10	T=20	T=50	T=100	T=1 000	T = 3 000	T=10 000
Bassin versant propre	246	305	389	449	643	737	838
Apport par la rigole d'alimentation	934	1 150	1 412	1 559	1 943	2 090	2 237
Total	1 180	1 455	1 801	2 008	2 586	2 827	3 075

Volumes des hydrogrammes sur 100h

En complément, une analyse, fournie à titre indicative, visant à déterminer les crues caractéristiques annuelle et saisonnière en fonction de la surface de bassin versant considéré est jointe :



Localisation du barrage-réservoir de Panthier (Source Géoportail – Echelle 1/25 000ème)

Afin d'optimiser et de réduire les débits entrants dans la retenue, il est possible de dévier une partie des eaux du bassin versant propre du barrage par l'intermédiaire de la prise d'eau située en amont de la retenue (les eaux étant déviées vers le ruisseau de Panthier, puis le long de la digue secondaire). Il a été différencié le bassin versant total, le bassin versant avec fermeture au niveau de la prise d'eau dans le Ru de Panthier (bassin versant rouge dévié), et le bassin versant en considérant la seconde rigole déviée, la rigole d'Escommes (bassin versant vert).

Enfin, la rigole de Montoillot sera fermée dans le cadre des travaux par VNF, il n'y aura pas d'apport en crue.

Les résultats pour différentes périodes et occurrences sont présentés ci-dessous :

T (ans)	annuel	saisonnier (juillet/novembre)	saisonnier (juillet/octobre)	saisonnier (juin/octobre)	saisonnier (mai/septembre)
BV Panthier (5,64 km ²)					
10	2,6	1,7	0,7	0,8	1,6
5	2,2	1,2	0,6	0,7	1,2
2	1,5	0,6	0,3	0,5	0,6
BV Panthier dévié par la prise d'eau (2,81 km ²) – sans le bassin rouge					
10	1,5	0,95	0,42	0,47	0,92
5	1,2	0,71	0,33	0,38	0,69
2	0,9	0,36	0,19	0,26	0,35
BV Panthier sans rigole (2,1 km ²) – sans les bassins rouge et vert					
10	1,2	0,76	0,34	0,37	0,74
5	1,0	0,57	0,26	0,31	0,56
2	0,7	0,29	0,16	0,21	0,29

Débits de pointe saisonniers de chantier

Le projet vise à protéger le chantier contre une crue décennale saisonnière en fonction des moyens de contrôle des eaux qui sont prévus dans le présent marché. Les éléments indiqués confirment qu'au-delà de cette période (juin à octobre) les débits saisonniers sont élevés, même en fermant les rigoles.

L'attention de l'Entrepreneur est cependant fortement attirée sur le fait que les éléments fournis restent indicatifs.

1.4.4 Amiante / plomb sur les parties d'ouvrages

Un diagnostic amiante / plomb a été réalisé en 2023 par l'APAVE sur plusieurs zones / ouvrages du site (certains organes et brimballes de manœuvre des vannes sur les zones accessibles, grilles, garde-corps, tampons, joints de maçonnerie, etc...).

Sur les zones investiguées :

- Il n'a pas été repéré de matériaux et produits contenant de l'amiante (sur les équipements et sur les joints de maçonnerie) ;
- Le taux de concentration en plomb est supérieur au seuil défini par le code de la santé publique (1 mg/cm²) sur les peintures de plusieurs zones du barrage, notamment sur les organes de manœuvre des vannes, les grilles et ouvrages de prises. Des dispositions sont à prendre par l'Entrepreneur pour déposer ces équipements (disposition type SS4 notamment).

Toutefois l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que toutes les zones n'ont pas été investiguées, c'est notamment le cas des parties d'ouvrage immergés (vannes / brimballes notamment mais également maçonneries) et/ou des zones peu accessibles. Par défaut, les zones non investiguées sont à considérer comme contenant de l'amiante ou des matières dangereuses.

1.4.5 Sédiments

Des analyses physico-chimiques et granulométriques ont été réalisées à plusieurs périodes sur les sédiments présents dans la retenue.

Ces éléments sont détaillés dans le dossier règlementaire environnemental joint à la consultation. L'Entrepreneur est réputé en avoir tenu compte notamment dans l'étude (mission G3) et la réalisation du batardeau.

A titre informatif, il est précisé cependant que la granulométrie des sédiments témoigne d'une matrice extra-fine composée d'argiles et de limons fins et grossiers. Les teneurs en nutriments et polluants sont en dessous des seuils réglementaires.

1.5 Description des travaux

Les travaux à réaliser sont décrits dans les pièces du marché y compris les plans du dossier de consultation. Les prestations du présent lot comprennent notamment :

- les études,
- la programmation des travaux,
- la fourniture,
- le transport,
- les installations de chantier,
- le montage et les manutentions sur site,
- le contrôle interne par l'Entrepreneur de la qualité,
- les essais,
- la mise en service.

Le tout en collaboration avec les Entrepreneurs responsables des différents lots. Les travaux principaux sont décrits dans les chapitres suivants :

1.5.1 Études d'exécution {tous lots}

L'Entrepreneur doit réaliser et diffuser l'ensemble des études d'exécution des ouvrages provisoires et définitifs propres à son lot y compris la mission géotechnique G3 quand il est concerné par des ouvrages géotechniques (y compris ancrages, etc...).

Les études d'exécution réalisées par l'Entrepreneur sont à soumettre au Maître d'œuvre pour validation.

Les études comprennent tous les relevés à effectuer sur place nécessaires à l'établissement des plans d'exécution puis aux plans de récolement.

1.5.2 Mesures environnementales {tous lots}

L'Entrepreneur est réputé avoir connaissance du dossier réglementaire environnemental fourni lors de la consultation visant à décrire précisément l'ensemble des mesures environnementales retenues qu'il devra impérativement respecter. Les mesures de réduction et d'évitement sont notamment décrites dans la pièce 5 « Incidences et mesures associées » du dossier ; elles seront impérativement à respecter (notamment la réalisation des mesures de la qualité de l'eau et la mise en place des systèmes filtrants à l'aval en paille à la charge du lot 1). L'Entrepreneur est réputé en avoir tenu compte lors de l'établissement de son offre.

1.5.3 Travaux préparatoires {tous lots}

1.5.3.1 Topographie / bathymétrie {tous lots}

Préalablement à ses études d'exécution, l'Entrepreneur réalisera à ses frais l'ensemble des levés topographiques et/ou bathymétriques qu'il jugera nécessaire pour 1) l'établissement de ses plans d'exécution puis ses plans de récolement et 2) permettre la justification des quantités fournies dans ses états d'acompte durant le chantier, et ce, quelles que soient les conditions d'accès et de réalisation des prestations (milieu confiné, moyens acrobatiques et/ou subaquatiques).

1.5.3.2 Aménagement des accès {tous lots}

L'Entrepreneur doit réaliser tous les travaux d'aménagement des accès nécessaires à la réalisation des travaux. Les prestations comprennent :

- Le renforcement préalable des voies / chemins départementaux, communaux, agricoles et/ou privés (y compris chemins de halage) empruntés si nécessaire ;
- La réalisation d'accès complémentaires si nécessaire, après validation du Maître d'œuvre et sous réserve de ne pas endommager les ouvrages existants et la végétation présente (particulièrement les platanes en pied aval de la digue secondaire) ;
- L'entretien des voies / chemins / accès empruntés ;
- La mise en place, l'entretien, le remplacement si nécessaire, de la signalisation appropriée ;
- La remise en état tel qu'avant travaux des voies, chemins et accès empruntés après l'achèvement des travaux.

Un constat d'huissier sera impérativement réalisé avant le démarrage des travaux puis après remise en état.

Outre les travaux traditionnels de préparation des zones utilisées (décapage, débroussaillage, etc...), l'attention de l'Entrepreneur est d'ores et déjà attirée sur les restrictions concernant certaines zones :

- En pied aval de la digue secondaire, les platanes étant impérativement à conserver ;
- Le long des risbermes du parement amont de la digue principale, seule la circulation piétonne est autorisée sauf exception (pour les travaux à réaliser sur le parement, dans la limite du tonnage défini).

1.5.3.3 Installations de chantier {lot 1 principalement}

La zone proposée d'installations de chantier (de l'ordre de 800 m² au total) se situe le long de la retenue à l'amont de la digue principale en rive gauche. La zone est scindée en 2 parties, l'une de l'ordre de 200 m² est située hors de la retenue, l'autre, de l'ordre de 600 m², est localisée en contrebas du chemin d'accès dans la partie haute de la retenue. Dans l'agencement de ses installations l'Entrepreneur utilisera la zone hors retenue en priorité, et notamment elle doit être impérativement utilisée pour le stationnement d'engins, voitures et/ou tout autre matériel pouvant avoir un impact fort en cas de pollution sur le site.

En complément, une autre zone d'installations de chantier (d'environ 650 m²) est envisagée à l'aval immédiat de la digue principale, en rive droite, à proximité du parking existant. Cette zone n'est cependant pas confirmée à ce stade ; elle est indiquée uniquement à titre indicatif.

Dans son chiffrage l'Entrepreneur prévoira les différentes possibilités d'installations ; le choix de la localisation sera fait par le Maître d'ouvrage lors de la notification de la période de préparation.

De plus, l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la nécessité de limiter les emprises utilisées ; ainsi il veille à n'utiliser qu'au maximum la surface définie sauf accord préalable du Maître d'œuvre.

Il réalise les ouvrages provisoires permettant à son personnel et à celui de ses co-traitants et ses sous-traitants éventuels d'intervenir en sécurité en tous points du chantier. Ces ouvrages provisoires comprennent, outre les éléments nécessaires aux accès, notamment en crête et en pieds des digues, au droit des vannes et au droit de l'évacuateur de crues, les ouvrages dits de contrôle des eaux permettant de mettre à sec les différentes zones de travaux du chantier et notamment la zone de la vidange de fond.

Il met en œuvre le matériel permettant de réaliser les remblais, les excavations et démolitions et d'évacuer hors du chantier les déblais et produits de démolition en tenant compte des conditions d'accès et de la nature des matériaux à évacuer. Il met pareillement en œuvre le matériel permettant notamment la réalisation des ouvrages en béton armé, des équipements électriques et mécaniques associés ainsi que l'acheminement jusqu'aux points d'utilisation des différents matériaux.

Compte-tenu de la proximité immédiate de sites accueillant du public (camping, plage, etc...), l'Entrepreneur devra être très vigilant à la propreté du chantier et à la diminution des nuisances.

L'Entrepreneur prépare et restitue en l'état avant travaux les terrains mis à disposition par le Maître d'Ouvrage (y compris décapage, débroussaillage, engazonnement, etc...). Un état des lieux par huissier est établi avant l'occupation des terrains et au moment de leur restitution.

A noter que pour l'ensemble des emprises des travaux (y compris travaux préparatoires), l'abattage d'arbres n'est pas autorisé sauf accord préalable du Maître d'œuvre. L'Entrepreneur est réputé en tenir compte dans l'établissement de ses prix et la planification des moyens qu'il compte mettre en œuvre. C'est particulièrement le cas en pied de la digue secondaire.

1.5.3.4 Nettoyage et inspection {lot 1}

1.5.3.4.1 Généralités

Préalablement aux travaux de réhabilitation, un nettoyage puis des inspections des ouvrages existants sont à prévoir par l'Entrepreneur par tout moyen jugé approprié (y compris moyens spéciaux, aquatiques et/ou milieux confinés) au droit de chaque zone de travaux. Cela concerne principalement (liste non exhaustive) :

- Le parement amont (y compris le parapet) hors d'eau (l'opération est menée après l'abaissement de la retenue) de la digue principale ainsi que dans la zone protégée par le batardeau ;
- La totalité des galeries en maçonnerie de la vidange de fond, de prise d'eau, y compris l'aqueduc de contournement (entre la digue secondaire et la tour de prise) ainsi que l'aqueduc traversant de la digue secondaire ;
- Les fûts verticaux de la prise d'eau et de la vidange de fond ;
- Le parement amont en eau de la digue principale sur les zones en dessous du niveau d'abaissement.

Conformément au dossier réglementaire et aux prescriptions environnementales du présent CCTP, l'Entrepreneur doit prévoir la récupération des eaux de nettoyage et leur décantation / filtration avant rejet dans le milieu. Ce point est réputé inclus dans les prix marchés.

1.5.3.4.2 Curage / enlèvement de débris

En complément des travaux décrits précédemment, un curage des sédiments et un enlèvement de débris potentiellement présents au droit du pertuis de vidange de fond est à prévoir par l'Entrepreneur ; ces prestations sont réputées incluses dans le prix de réalisation de l'enceinte batardée.

1.5.4 Contrôle des eaux durant le chantier {lot 1}

Afin de réaliser certains travaux à sec, des ouvrages de contrôle des eaux sont nécessaires. Ces ouvrages sont à réaliser par l'Entrepreneur dans le cadre du marché et sont calés en fonction de la période propice pour réaliser le chantier (juin à octobre).

1.5.4.1 Contrôle des eaux – vidange de fond

1.5.4.1.1 Préambule - phasage

Les ouvrages de contrôle des eaux doivent permettre de protéger la zone contre une crue décennale saisonnière (sur la période précisée dans le CCTP et pièces du marché : juin à octobre) dont les débits théoriques ont été précisés précédemment.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur les conditions particulières de réalisation des ouvrages de contrôle des eaux, la retenue n'étant pas vidangée mais uniquement abaissée ; des moyens spéciaux / particuliers sont à prévoir par l'Entrepreneur pour certains de ces travaux (moyens d'accès dans la retenue dans le respect des dossiers réglementaires, scaphandriers, moyens nautiques, moyens de manutention depuis la crête, milieu confiné, etc...).

1.5.4.1.2 Enceinte batardée

Au droit de la vidange de fond, la mise à sec est nécessaire pour permettre le remplacement des équipements (vanne de fond). L'ouvrage doit être réalisé en eau et sera à proposer par l'Entrepreneur dès le stade de l'offre. Il est obligatoirement accompagné d'un système de

pompage des eaux d'infiltration dont la capacité est dépendante du niveau d'étanchéité de l'enceinte batardée réalisée par l'Entrepreneur.

Plusieurs solutions sont envisageables pour le batardeau et sont à proposer et concevoir par l'Entrepreneur lors de ses études d'exécution (mission G3 notamment) ; il peut s'agir par exemple (liste non exhaustive) d'un :

- Ouvrage en remblai étanche et résistant, même si la présence de sédiments peut rendre cette solution difficile à réaliser ;
- Ouvrage rigide fiché dans la fondation (type rideaux de palplanches), même si la présence de marnes indurées peu profondes peut rendre cette solution difficile à réaliser ;
- Ouvrage rigide contre le parement amont, même si la géométrie du parement peut rendre cette solution difficile à réaliser.

Dans le cas de la réalisation d'un ouvrage en remblai, c'est cette hypothèse qui a été retenue par le maître d'œuvre durant ses études de conception, les travaux pourraient être par exemple :

- Curage et/ou substitution en eau (à l'aide d'une barge, pelle à grand bras ou tout autre moyen) à l'avancement depuis les berges des sédiments, afin d'améliorer l'assise de l'ouvrage sur une épaisseur définie par l'entreprise (mission G3), mais à minima en partie centrale de la digue. Du fait de l'épaisseur des sédiments il paraît difficile de curer l'intégralité ; ainsi l'Entrepreneur doit prévoir la présence sous l'ouvrage de vase, même après curage / substitution ;
- Mise en œuvre du remblai en tout-venant relativement étanche (proportion de fines nécessaires à déterminer par l'Entrepreneur durant la mission G3), y compris si substitution des sédiments. Le batardeau est en « fer à cheval » et réalisé à l'avancement depuis la risberme inférieure du parement ;
- L'ouvrage est fondé directement sur les argiles ; la présence d'argile, puis de marne grise devrait limiter les infiltrations. Néanmoins durant les études d'exécution (mission G3) la réalisation d'une clé d'ancrage en partie centrale du batardeau pourra être envisagée par l'Entrepreneur pour limiter les infiltrations / érosion à la base de l'ouvrage et limiter les eaux à pomper dans l'enceinte batardée.
- Mise en œuvre si nécessaire (selon la nature des matériaux constituant le remblai et/ou la nature des argiles de fondation) d'enrochements libres de protection (avec un géotextile de filtration) sur le parement amont (protection contre le marnage) et en pied du batardeau (protection contre l'affouillement / érosion interne) sur une hauteur qui sera à confirmer lors des études d'exécution de l'Entrepreneur.

Quelle que soit la solution de batardeau proposée par l'Entrepreneur, les spécifications suivantes sont à minima à respecter (liste non exhaustive) :

- Cote de protection de l'enceinte batardée : 4,75 m RL en intégrant une revanche minimale de 25 cm (soit un ouvrage calé à la cote 364,14 m NGF ; 5 m RL) ;
- Emprise disponible à l'intérieur de l'enceinte : L'espace à sec doit être suffisamment grand pour permettre la mise en œuvre des équipements mécaniques du lot 2 (vanne et entonnement amont à minima) ; une distance de 8 à 8,5 m est à respecter entre le pied amont de la digue et le pied aval de l'ouvrage de protection ;

- Les sédiments présents en pied d'ouvrage, à minima au droit de l'espace à sec créé par le batardeau, sont à déplacer dans la retenue par l'Entrepreneur (ils ne doivent pas être évacués) ;
- Les études d'exécution, et notamment la mission G3, visent à concevoir et dimensionner les ouvrages proposés par l'Entrepreneur dans les règles de l'art ; si des reconnaissances sont nécessaires, elles sont incluses dans le prix de la mission G3 ;
- Si l'Entrepreneur s'oriente vers un remblai, les caractéristiques minimales suivantes sont à retenir (les caractéristiques définitives étant à définir lors des études d'exécution – mission G3) :
 - Largeur minimale : 4 m ;
 - Pente minimale : 2,5H/1V ;
 - Matériaux à adapter en fonction des moyens retenus par l'Entrepreneur et des matériaux d'apport qu'il aura préalablement sélectionnés mais devant être relativement étanches pour limiter les infiltrations d'eau (proportions de fines) tout étant capables d'être mis en œuvre en eau ;
 - Conception de l'ouvrage pour résister aux phénomènes d'érosion interne (matériaux auto-filtrant et/ou filtration à l'aval) ;
 - Portance de l'ouvrage adaptée aux conditions de purge des sédiments retenues par l'Entrepreneur (déplacement en totalité des sédiments, substitution partielle, clé d'ancrage complémentaire, etc...) et aux moyens que l'Entrepreneur aura prévu ;
 - Les talus sont protégés contre l'érosion externe ;
 - La crête n'est pas circulaire durant le chantier ;
- Si l'Entrepreneur s'oriente vers un ouvrage rigide contre le parement amont maçonné, les conditions minimales suivantes sont impérativement à respecter (liste non exhaustive) :
 - Le parement amont ne doit pas être dégradé ; le batardeau ne doit pas endommager la maçonnerie ;
 - L'ouvrage doit être dimensionné pour résister aux pressions hydrauliques (y compris sous-pression) ;
 - Le fond de fouille doit être protégé contre les risques d'érosion interne (chemin hydraulique à analyser) ;
 - L'étanchéité à la jonction avec le parement amont doit être minutieuse au regard des nombreuses irrégularités ;
 - La zone est à remettre en état à l'identique en fin de travaux (réputé inclus dans le prix du batardeau) ;
- Si l'Entrepreneur s'oriente vers un ouvrage rigide fiché dans le terrain, les conditions minimales suivantes sont impérativement à respecter (liste non exhaustive) :
 - L'ouvrage doit être dimensionné pour résister aux pressions hydrauliques notamment ;
 - Si l'ouvrage est butonné, les boutons ou tout autre dispositif ne doivent pas gêner la manutention / déplacement à l'intérieure de l'emprise de l'enceinte

- définie précédemment ; pour y remédier, l'Entrepreneur pourra par exemple prévoir, sans rémunération complémentaire, une enceinte plus grande,
- Le fond de fouille doit être protégé contre les risques d'érosion interne (chemin hydraulique à analyser) ;
 - L'étanchéité à la jonction avec le parement amont (fermeture de l'ouvrage rigide) doit être minutieuse au regard des nombreuses irrégularités ;
 - La zone est à remettre en état à l'identique en fin de travaux (réputé inclus dans le prix du batardeau) ;
- L'Entrepreneur adaptera ses relevés / inspections / nettoyages préalables aux données d'entrée nécessaire pour la conception de l'ouvrage qu'il a retenu (bathymétrie, inspections subaquatiques, etc...) ;
 - Dans tous les cas l'Entrepreneur adaptera ses moyens de pompage des eaux d'infiltration du chantier à son choix de conception de l'ouvrage de protection (batardeau) et à son niveau d'étanchéité. **L'attention de l'Entrepreneur est fortement attirée sur le fait qu'afin de préserver le niveau d'eau dans la retenue, un débit maximum de fuites à travers l'ouvrage de 10 l/s est à prévoir par l'Entrepreneur.** De plus, il devra impérativement prévoir un pompage des eaux de fuite, éventuellement filtrées, qu'il devra restituer dans la retenue sur la durée de l'opération afin de réoxygéner les eaux de la retenue.

1.5.4.1.3 Système de pompage

En complément de l'enceinte batardée un système de pompage est à prévoir durant les phases de travaux d'une capacité minimale 400 l/s (1 440 m³/h) afin d'éviter le remplissage trop rapide de la retenue et la submersion de la zone de chantier. Le dispositif doit permettre d'évacuer les eaux à l'aval par tout moyen jugé approprié (via la galerie de vidange ou tout autre position) ; cependant quelle que soit la solution / zone retenue par l'Entrepreneur, les dispositions retenues ne doivent pas bloquer l'avancement du chantier y compris des autres lots (accès, zones de travail, etc...).

Enfin, l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur l'obligation d'assurer le fonctionnement du dispositif en toute circonstance et sur la période définie en accord avec le Maître d'œuvre. L'Entrepreneur est le seul responsable du dispositif du système de pompage et doit en assurer son fonctionnement en permanence sur les périodes définies. Ainsi l'Entrepreneur doit au minimum intégrer les éléments suivants :

- Mise à disposition sur site d'une pompe de secours ;
- Mise à disposition sur site d'un groupe électrogène de secours ;
- Une astreinte du personnel de l'Entrepreneur les soirs, jours fériés et week-ends afin de garantir la maintenance et le fonctionnement du dispositif à tout moment.

L'attention de l'Entrepreneur est également attirée sur le fait que ces dispositions sont à maintenir sur toute la durée des périodes définies par le Maître d'œuvre, c'est-à-dire même en cas de non-activité de l'Entrepreneur afin de permettre la réalisation des travaux des autres lots ou tout autre nécessité.

Enfin, en cas de défaut de l'Entrepreneur sur ces dispositions, il ne pourra prétendre à bénéficier de l'indemnité de submersion prévue au marché et devra en cas de préjudice supporter les frais d'indemnité de submersion pour ses travaux ainsi que pour ceux des autres lots.

1.5.4.2 Autres ouvrages

En complément des ouvrages de contrôle des eaux au droit de la vidange de fond, des protections complémentaires sont à prévoir :

- Au droit de la prise d'eau et du futur évacuateur de crues afin d'éviter d'éventuelles arrivées d'eau depuis la retenue (soit par ruissellement, soit en cas de montée du niveau de la retenue suite à une crue) particulièrement lors des phases de travaux à l'amont (excavation de la digue, reprise de l'entonnement, démolition de la maçonnerie, calage pièces fixes des vannes, bétonnages, ...) des ouvrages de protection sont à prévoir ;
- Afin d'éviter d'éventuelles arrivées d'eau depuis l'aval : Des ouvrages de protection sont à prévoir par l'Entrepreneur sur l'emprise du chantier, particulièrement lors des phases de démolition et/ou calage des pièces fixes et/ou de bétonnage (pièces fixes des vannes de fond, conduite de vidange, pêcherie, abri de la vanne de vidange aval, bassin de dissipation de l'évacuateur de crues, ...) ;
- Un pompage complémentaire (parfois dénommé épuisement) est à prévoir au droit des différents points bas du chantier indépendamment de la présence d'éventuels ouvrages de contrôle des eaux pour maintenir à sec les zones le nécessitant. Cela peut être (liste non exhaustive) la zone à l'aval du batardeau de la vidange de fond (liés aux écoulements à travers la maçonnerie et/ou le batardeau selon son niveau d'étanchéité), la zone à l'aval de la prise d'eau, de la vidange de fond (y compris dans la galerie) voire les zones le long de l'évacuateur de crues (eaux météoriques voire des terrains de fondation pouvant être saturés). L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'il devra l'épuisement au droit des ouvrages de la vidange de fond et de la prise d'eau durant les travaux du lot 2 même en cas de non-activité du lot 1.
- Les alimentations de la retenue via les rigoles sont coupées durant le chantier (au droit des prises) ; ainsi la prise d'eau dans le Ru de Panthier, la rigole d'Escommes et la rigole de Montoillot sont fermées. Cependant des arrivées résiduelles sont possible, l'Entrepreneur intègre dans ses prestations la mise en place de dispositif complémentaire pour éviter les entrées d'eau par ces ouvrages.

1.5.4.3 Eléments complémentaires

L'attention de l'Entrepreneur est enfin attirée sur :

- Le fait qu'une partie des travaux décrits précédemment sera réalisée sans protection particulière : c'est le cas des travaux préalables à la réalisation de ces ouvrages (inspection, nettoyage, ...) et des travaux mêmes de réalisation des ouvrages de protection ;
- Que l'Entrepreneur devra mettre en œuvre tous les moyens en sa possession pour achever les travaux dans les périodes prévues, le chantier pouvant être submergé plus fréquemment au-delà de cette période (cf. crues saisonnières).

1.5.5 Travaux de confortement de la digue principale {lot 1}

La digue principale est à conforter en réalisant principalement :

- Une recharge aval drainante en partie centrale ;
- Une paroi étanche en crête sur l'ensemble du linéaire ;

- Des forages drainants en pied aval sur l'ensemble du linéaire ;
- Des forages drainants inclinés dans le parement amont sur la partie centrale.

Ces éléments sont décrits ci-dessous :

1.5.5.1 Recharge aval drainante

Les travaux sont les suivants :

- Décapage à l'avancement du talus en partie centrale de la digue principale après l'abaissement de la retenue, avec mise en stock provisoire de la terre végétale pour réutilisation ultérieure ;
- Excavation et remblaiement (avec un géotextile et des matériaux identiques à la recharge) de la bêche d'ancrage à l'avancement par plots successifs de 10 m afin de limiter les ouvertures en pied aval du barrage ;
- Fourniture et pose d'un caniveau de pied en béton armé, étanché entre joints, équipé régulièrement de barbacanes (afin d'évacuer les éventuelles eaux contenues dans la recharge aval), et recouvert d'un caillebotis au droit des zones d'accès et/ou de passage (évacuateur de crues, vidange de fond, ...) ; l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que le caniveau est à réaliser sur l'intégralité de la digue principale ;
- Fourniture et mise en œuvre par couches successives de la recharge aval drainante et du filtre (d'épaisseur minimale 50 cm) probablement en même temps (méthode à adapter lors des planches d'essai) ;
- Fourniture et pose d'appareils d'auscultation en parallèle de la réalisation de la recharge aval drainante ;
- Réalisation d'un engazonnement du talus et de la risberme (pose d'un géotextile de séparation, de terre végétale et ensemencement).

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- La nécessité de réaliser les travaux par plots / zones successifs pour les travaux les plus critiques pour l'ouvrage pouvant engendrer des désordres liés au maintien d'une retenue à l'amont : cela concerne principalement le décapage du talus aval et l'excavation de la bêche d'ancrage. Les prestations de l'Entrepreneur doivent comprendre, et être chiffrées en conséquence :
 - Décapage par zones : la hauteur de la zone de talus à décaper ne doit pas excéder 3 m de hauteur sauf validation préalable du Maître d'œuvre ;
 - Réalisation de l'excavation et du remblaiement de la bêche par plots successifs ;

L'Entrepreneur doit prévoir dans ses prix unitaires la mise en œuvre en urgence d'un géotextile de séparation agrafé au talus en cas d'arrivée significative d'eau sur le talus lors des travaux (suintements, signes d'érosion, etc...). Ce géotextile est impérativement à retirer après accord du Maître d'œuvre avant remblaiement et réalisation de la recharge aval.

- Les conditions d'accès en pied aval du barrage et de réalisation des travaux sont relativement peu contraignantes (accès possibles en rives gauche et droite et un seul cours d'eau à traverser potentiellement au droit de la vidange de fond), mais les moyens de l'Entrepreneur restent à adapter pour ne pas aller au-delà des emprises de

VNF (limites parcellaires à ne pas dépasser hormis localement au droit de la pêche) ;

- Les conditions de stockage des matériaux d'apport et/ou des matériaux stockés provisoirement doivent respecter les mêmes principes que pour les accès : l'Entrepreneur ne peut aller au-delà des limites foncières de VNF et les emprises envisagées sont préalablement soumises à validation du Maître d'œuvre ;
- La présence d'ouvrages à ne pas endommager : cela concerne principalement les appareils d'auscultation existants et ceux à réaliser dans le cadre du présent marché qui sont présents en crête et sur le talus de la digue principale. L'attention est également attirée sur le fait que certaines têtes de piézomètres sont visibles, cependant, des piézomètres (dits fermés) n'ont pas de tête, l'Entrepreneur prendra toutes les dispositions lors du décapage pour ne pas les endommager.

1.5.5.2 Paroi étanche en crête

Sur l'ensemble du linéaire, une paroi étanche en crête de la digue principale est réalisée. Les travaux comprennent :

- La réalisation d'une tranchée de largeur minimale 50 cm et de profondeur de l'ordre de 3 m (cote du fond de la tranchée égale à 371,50 m NGF ; à confirmer lors des levés topographiques et des études d'exécution de l'Entrepreneur) par tout moyen jugé approprié par l'Entrepreneur pour maintenir les parois (plots d'essais à réaliser préalablement) ;
- La mise en œuvre à l'avancement de la réalisation de la tranchée de coulis de ciment ou de bentonite / ciment à l'intérieur de la tranchée ; les méthodes seront définies suite aux planches d'essai.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- Les conditions d'accès et de réalisation des travaux en crête de digue et à la largeur limitée de celle-ci ;
- La surcharge autorisée en crête de façon provisoire durant les travaux qui est au maximum égale à 50 kPa ;
- Le coulis est mis en œuvre par plots successifs de longueur adaptée après le creusement de la tranchée pour maintenir les parois ;
- Les dispositions particulières de fermeture à prendre au droit des ouvrages rigides traversants, notamment la tour de prise existante et le nouvel évacuateur de crues ;
- La présence en crête d'appareils existants (notamment têtes de piézomètres, regard de piézomètres, armoires des appareils d'auscultation) qu'il convient de maintenir en l'état ; des adaptations du tracé de la paroi pourraient être à prévoir lors des études d'exécution, après validation du maître d'œuvre ;
- La nécessité de remettre en état en fin de travaux (mise en œuvre d'une couche de roulement de grave non traitée).

1.5.5.3 Forages drainants en pied aval

Sur l'ensemble du linéaire, des forages drainants en pied aval de la digue sont réalisés (après la recharge aval) le long du caniveau. Les travaux comprennent :

- Réalisation d'un forage de type destructif, au diamètre 150 mm minimum, réalisé sous

tubage provisoire, jusqu'à 2 m dans le substratum marneux (profondeur de 5 à 10 m environ) ;

- Equipement du forage par un tube PVC crépiné de diamètre 70 mm minimum (crépine à adapter au sable proposé) complété sur la partie sommitale par un tube PVC plein de même diamètre ;
- Remplissage au sable (matériau de type « sable pour filtre ») sur toute la hauteur de la partie crépinée, entre tube provisoire et tube définitif ; puis remplissage par du coulis sur le reste du linéaire et bouchon de mortier en tête ;
- Retrait du tube provisoire et réalisation de la tête en béton équipée de dispositifs pour permettre la mesure de débits d'une part et la mesure de pression d'autre part.

Les forages drainants seront disposés régulièrement le long du pied aval de la digue et espacés d'environ 15 m.

L'attention de l'Entrepreneur est également attirée sur les conditions d'accès et de réalisation des travaux, similaires à la réalisation de la recharge aval drainante et à la nécessité de récupérer et traiter (décantation, ...) les eaux de forage avant rejet.

1.5.5.4 Forages drainants dans le parement amont

Les forages drainants sont réalisés depuis les risbermes (2^{ème} et 3^{ème} risbermes depuis la crête du barrage) avec des moyens légers permettant de cheminer sur l'ouvrage tout en limitant les contraintes appliquées. Il est prévu de réaliser deux niveaux de drainage :

- Drain réalisé à partir de la 2e risberme à la cote d'attaque approximative de 369,0 m NGF (en partie centrale, là où la risberme est présente) ;
- Drain réalisé à partir de la 3e risberme à la cote d'attaque approximative de 366,0 m NGF (en partie centrale de la digue entre les contreforts 6 et 13).

Les drains ont une profondeur minimale de 5 m pour un espacement retenu à ce stade de 3 m (les caractéristiques pourront être modifiées par le Maître d'œuvre lors des études d'exécution de l'Entrepreneur).

Les travaux comprennent :

- Réalisation d'un forage destructif tubé (diamètre de forage minimum 120 mm) incliné de 30° par rapport à l'horizontal ;
- Mise en place de sable filtre à l'intérieur du tubage provisoire ;
- Retrait du tube provisoire et équipement avec une tête de drain (tube avec crépine) pour limiter leur colmatage (sédiments liés au marnage de la retenue).

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- Les conditions d'accès et de réalisation des travaux : les risbermes ont des largeurs réduites (< 3 m), en dévers et la stabilité du parement est précaire ; les moyens de l'Entrepreneur pour réaliser les travaux sont impérativement limités en tonnage (< 1,5 tonnes) et ne doivent pas endommager les maçonneries (chenilles caoutchouc, etc...). Le lot 1 doit prévoir dès le démarrage des opérations la mise en place de signalisations temporaires spécifiques, clairement visibles sur site, afin de matérialiser ces restrictions de manière effective sur toute la durée des travaux, cette signalétique est rémunérée dans le prix général d'installations de chantier ;
- Le phasage des travaux, en lien avec l'abaissement de la retenue pour permettre

l'accès aux différentes risbermes concernées ;

- Les pressions d'injection lors du forage et/ou les pressions de poussée sur l'outil sont à limiter pour ne pas endommager le parement maçonné ;
- Les eaux de forage sont impérativement à récupérer et à traiter (bacs de décantation) avant rejet ; il est formellement interdit de restituer directement les eaux dans la retenue ;
- D'éventuels suintements / venues d'eau liés à la présence probable d'eau dans le corps de la digue malgré l'abaissement progressif de la retenue.

1.5.6 Travaux sur la digue secondaire {lot 1}

Le confortement de la digue secondaire concerne principalement 2 zones de l'ouvrage :

- La crête de la digue sur l'ensemble du linéaire : il est prévu son rehaussement et la mise en place d'un muret pare-vague en gabions, ainsi que la réalisation d'une paroi étanche ;
- Le pied aval de la digue sur l'ensemble du linéaire : il est prévu la réalisation de forages drainants selon les mêmes principes que pour la digue principale.

1.5.6.1 Rehaussement de la digue et paroi étanche en crête

Les travaux comprennent :

- Décapage de la crête de digue sur une épaisseur de l'ordre de 30 cm (l'épaisseur est à confirmer lors des travaux en fonction des horizons découverts) et mise en stock provisoire de la terre végétale ;
- Mise en place de murets de gabions le long de la digue (y compris géotextile de séparation) :
 - A l'aval, afin de permettre la rehausse de la crête sur une largeur identique à celle d'origine, la cote est à caler lors des études d'exécution de l'Entrepreneur ;
 - A l'amont, le muret vise à protéger la digue de la surverse par des vagues, le muret est calé à la cote 374,78 m NGF (cote à confirmer lors des études d'exécution de l'Entrepreneur en fonction des levés topographiques du site) ;
- Remblaiement en matériaux étanche de la crête jusqu'à la cote 374,15 m NGF (cote à confirmer lors des études d'exécution de l'Entrepreneur en fonction des levés du site) à l'amont en aménageant une pente transversale de 4% orientée vers l'aval ;
- Mise en place d'une couche GNT surmontant un géotextile de séparation sur une bande de 3 m de largeur pour matérialiser le chemin de circulation ;
- Réalisation de la paroi étanche en crête : les travaux sont similaires à ceux prévus le long de la digue principale ;
- Mise en place de la terre végétale (avec géotextile de séparation) et son engazonnement sur le reste de la crête.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- Les précautions / dispositions constructives à prendre pour assurer la stabilité des murets gabions ;

- La nécessité de ne pas endommager le parement amont de la digue secondaire qui est de plusieurs natures (perré maçonné, empierrement, béton, ...).

1.5.6.2 Forages drainants en pied aval

Les travaux sont similaires à ceux prévus le long de la digue principale.

Outre les attentions mises en exergue pour les travaux de la digue principale qu'il convient de prendre également en compte pour la digue secondaire, les conditions d'accès et de réalisation des travaux en pied de la secondaire sont à intégrer. Les travaux doivent notamment être réalisés avec des moyens légers afin de préserver impérativement les platanes présents. De plus, en cas de réalisation d'une piste provisoire, outre la conservation des platanes, les travaux ne doivent pas faire obstacle à l'écoulement du ruisseau de Panthier (dédié dans le fossé longeant la digue secondaire). L'ensemble de la zone est à remettre en état en fin de prestations.

1.5.7 Réalisation d'un nouvel évacuateur de crues {lot 1 principalement}

L'objectif de réalisation d'un nouvel évacuateur de crues vise à permettre le passage des crues de références à partir de la cote historique d'exploitation 14,03 m RL (373,17 m NGF). L'ouvrage actuel (seuil libre au droit de la prise d'eau) calé plus bas est nettement sous-dimensionné et ne permet le transit que de petites crues.

Les ouvrages à réaliser en rive droite de la digue principale sont :

- Un seuil libre déversant latéral de profil Creager dans la retenue en béton armé ;
- Un passage dans le corps de la digue principale (sous forme de dalot) en béton armé ;
- Un coursier trapézoïdal en enrochements bétonnés en pied d'ouvrage, prolongé par un bassin de dissipation en béton armé raccordé à la rigole de restitution existante en maçonnerie à l'aval du barrage.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Réalisation du seuil libre latéral à l'amont : les travaux comprennent :
 - Réalisation d'un accès provisoire et d'un ouvrage de protection (type batardeau) ;
 - Excavation dans des terrains potentiellement hétérogènes (meubles à indurés) sur l'emprise du seuil et nettoyage / préparation du fond de fouille ;
 - Dépose soignée du parement amont maçonné et du muret (en crête) de la digue principale (voire d'une partie de la rigole de restitution selon l'état de l'ouvrage), mise en stock provisoire des pierres, puis reconstitution des perrés maçonnés et du muret au mortier (y compris lit de pose de mortier et éventuelle fourniture de pierres supplémentaires selon leur état) après remblaiement ;
 - Coffrage, ferrailage et bétonnage du seuil (simple courbure sur le profil Creager déversant), y compris étanchéité entre plots (joints waterstop à intégrer) et/ou ancrages et raccordement au dalot ; à noter que les parements extérieurs des voiles hors zone de déversement, sont inclinés pour faciliter le compactage du remblai ;
 - Remblaiement avec les matériaux du site de part et d'autre de l'ouvrage contre les voiles aux cotes définies sur les plans d'exécution (le remblaiement du

voile déversant est à limiter pour garantir une pelle suffisante et assurer ainsi la débitance attendue) ;

- Réalisation du dalot dans le corps de la digue principale : les travaux comprennent :
 - Excavation soignée dans le corps de la digue et préparation du fond de fouille ;
 - Coffrage, ferrailage et bétonnage du dalot et de l'ouvrage de transition sur la partie aval, y compris étanchéité entre plots si nécessaire (joints waterstop à intégrer) et/ou ancrages ; à noter que les parements extérieurs des voiles sont inclinés pour faciliter le compactage soigné du remblai ;
 - Reconstitution du corps de la digue autour du dalot par :
 - En partie amont : Mise en œuvre soignée d'un remblai étanche autour du dalot ;
 - En partie aval : mise en œuvre soignée d'un filtre (épaisseur minimale 0,5 m) autour et le long du dalot, puis mise en œuvre soignée d'un matériau similaire à la recharge aval drainante ;
 - Au-dessus du dalot, un remblai étanche ou un remblai en béton de tranchée sera réalisé selon l'épaisseur disponible. Un préchargement sera préconisé afin de limiter les éventuels tassements différentiels selon le matériau considéré par l'Entrepreneur ;
- Réalisation du coursier à l'aval de la digue, les travaux comprennent :
 - Décapage avec mise en stock provisoire de la terre végétale pour réutilisation ultérieure ;
 - Excavation dans des terrains meubles ;
 - Fourniture et pose d'un dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG) composé d'une membrane PVC et de 2 géotextiles de protection afin de limiter les infiltrations d'eau dans le terrain de fondation lors de crue ou en cas de niveau de nappe affleurant ;
 - Fourniture et pose soignée d'enrochements bétonnés le long du coursier sur une épaisseur minimale de 60 cm de manière à respecter les profils théoriques du coursier ;
 - Coffrage, ferrailage et bétonnage du bassin de dissipation aval y compris étanchéité entre plots si nécessaire (joints waterstop à intégrer) et/ou ancrages avec la rigole de restitution existante ; à noter que les parements extérieurs des voiles sont inclinés pour faciliter le compactage du remblai ;
 - Fourniture et mise en place d'une passerelle métallique d'accès pour véhicule léger sur le coursier ; les travaux incluent la réalisation des fondations de la passerelle (massifs en béton armé reposant éventuellement sur des micropieux inclinés ; ces éléments sont à confirmer par l'Entrepreneur lors de ses études d'exécution, notamment mission G3) ; Elle sera fondée sur des massifs éventuellement reposant sur des micropieux inclinés. {lot 2}

En complément, des adaptations de l'évacuateur de crues existant sont à réaliser. Des poutres en acier inoxydable sont fixées par boulonnage au niveau du seuil de l'évacuateur existant jusqu'à la cote d'exploitation historique (14,03 m RL soit 373,17 m NGF). {lot 2}

L'attention de l'Entrepreneur est fortement attirée sur les contraintes majeures sur cette partie

du chantier :

- Le phasage de réalisation des travaux du chantier de l'évacuateur de crues est à proposer par l'Entrepreneur considérant les éléments suivants :
 - Obligation de réaliser les travaux du dalot avant la réalisation de la paroi étanche en crête ;
 - Lors de l'ouverture de la digue (pour la réalisation du dalot) une protection amont est à prévoir si le seuil n'est pas déjà réalisé ; en cas de réalisation du seuil, seules des protections au droit des fermetures des voiles et du parement sont à prévoir ;
 - Les fouilles (dalot / coursier aval) sont ouvertes au minimum, en termes d'emprise, mais également de durée afin qu'en cas de crue ou de forte pluie les talus et ouvrages existant ne soient pas ou peu sollicités ;
- Les précautions à prendre lors de la pose des enrochements libres préalablement à leur bétonnage du fait 1) des exigences géométriques précisées dans le présent document à respecter pour assurer la débitance estimée lors des études de conception et 2) de la nécessité de ne pas endommager le DEG ; un agencement bloc par bloc est à prévoir sans déversement direct dans le coursier ;
- Le parement amont maçonné du barrage au droit des travaux est déposé, sa dépose et repose doivent être soignées, le parement constituant une partie de l'étanchéité du barrage ;
- La nécessité de réaliser les formes / dimensions des ouvrages telles que définies dans les pièces du marché ; c'est notamment le cas :
 - Du seuil libre amont dont la courbure est impérativement à respecter pour garantir la débitance de l'ouvrage définie et validée par les services de l'Etat. L'attention de l'Entrepreneur est d'ores et déjà attirée sur l'impossibilité de remplacer ces coffrages spéciaux, par des coffrages à facettes ;
- La présence d'ouvrages / appareils existants, notamment la rigole de restitution à l'aval, à proximité des travaux de terrassement du coursier, qui doit être maintenue en l'état.

1.5.8 Remplacement et modernisation des équipements mécaniques et électriques {lot 2 principalement}

1.5.8.1 Equipements mécaniques {lots 1 et 2}

Les travaux sont les suivants :

- Réalisation d'un nettoyage, d'une inspection et d'un levé topographique des ouvrages maçonnés, y compris de la zone à l'aval pour calage altimétrique de la conduite de vidange de fond ; {lot 1}
- Dépose des équipements, stockage provisoire puis évacuation en décharge agréée (dépendant des résultats des diagnostics réalisés par VNF) en adaptant les moyens, équipements et méthodes aux résultats des diagnostics réalisés par VNF ; {lot 2}
- Démolition et sciage soignés de la maçonnerie au droit des différentes zones de travaux et notamment : la zone de rétrécissement entre la vanne de fond et la galerie existante, les zones permettant le passage des rainures de guidage, ... {lot 1} sur la

base des plans guide fournis préalablement par le lot 2 ;

- Réalisation d'un ou plusieurs forage(s) carotté(s) d'évent de la vanne de garde de vidange de fond depuis la plateforme en maçonnerie existante : en fonction des moyens de l'Entrepreneur un ou plusieurs forage(s) sont à réaliser et équipés d'un tube métallique (acier inoxydable) scellé au-delà de la cote des plus hautes eaux (supérieure à la cote 373,80 m NGF) ; au total la section intérieure doit être au minimum équivalente à un tube de diamètre de 200 mm ; {lot 1}
- Diagnostic structurel de la passerelle de vidange de fond, réalisation d'ancrages supplémentaires dans la maçonnerie si le diagnostic est concluant ou dans le cas contraire, dépose et remplacement de la passerelle de vidange (Tranche optionnelle) y compris ancrages ; {lot 2}
- Fourniture et pose (y compris réglage, calage, fixation / ancrage, constat contradictoire, etc...) des équipements du circuit de vidange de fond, et notamment la vanne de garde amont de type Wagon, et la vanne de service aval de type à glissement sous-carter, y compris organes de manœuvre (réducteur/cric, servomoteur), positionné en crête pour la vanne de garde (brimbales et consoles de guidage, supports métalliques (y compris les pièces particulières de métallerie définies sur les plans et dans le présent document tel que concentrateur de jet, etc...) ainsi que la conduite entre les 2 vannes située à l'intérieur de l'abri, après prolongement de la galerie existante y compris raccords, brides, etc... et sujétions de pose (mise en place de béton propreté pour aplanir le fond de la galerie existante, fourniture et fixation des berceaux et cerclages, etc...) ; {lot 2}
- Fourniture et pose des équipements de sécurité : trappe de maintenance, plateforme d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de service de vidange, ... {lot 2}
- Fourniture et pose (y compris réglage, calage, fixation / ancrage, constat contradictoire, etc...) des vannes de prise d'eau (vannes levantes à glissement) y compris organe de manœuvre (réducteur/cric, servomoteur) positionnés en crête, brimbales et consoles de guidage, supports métalliques ; {lot 2}
- Fourniture et pose de la plateforme métallique d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne inférieure de prise d'eau ; {lot 2}
- Réalisation des travaux de scellement, clavage pour permettre la fixation de l'ensemble des équipements (sous contrôle du lot 2) y compris travaux préalables de reprises éventuelles de la surface au droit des interfaces d'appui (avec mise en place de mortier / mastic si nécessaire) : châssis, pièces fixes des vannes, guidage des brimbales, conduite (y compris bouchon de scellement de l'entonnement amont), concentrateur de jet à l'aval, etc... avec constat contradictoire avant / après des lots 1 et 2 ; {lot 1}
- Mise en place d'une grille à l'amont du puits de vidange ; {lot 2}
- L'ensemble des essais de mise en service permettant de confirmer le bon fonctionnement des équipements. {lot 2}

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- VNF fera réaliser les diagnostics des équipements amiante / métaux (vanne de fond et vanne de prise ainsi que tous les organes associés y compris éléments scellés ; hors zones hors d'eau déjà investiguées) ; {lot 2}

- VNF fera réaliser les diagnostics préalables amiante sur les joints. {lot 1}
- Gestion des déposes des vannes : Compte tenu des conditions d'abaissement et de batardage, les vannes de prise d'eau et leurs équipements peuvent être déposées dès la mise à sec de la zone.

En revanche la vanne de fond doit rester en place jusqu'à son remplacement afin de permettre (si nécessaire) la fermeture du pertuis de fond pour empêcher une vidange / abaissement de la retenue de façon intempestive (fuite / défaut sur le batardeau) notamment lors des travaux en pied aval du barrage. Si l'organe de manœuvre est déposé, l'Entrepreneur doit prévoir un dispositif (palan / treuil par exemple) permettant 1) de laisser la vanne ouverte en situation normale (pour laisser passer les crues) et 2) de fermer la vanne par son poids si besoin et caler les interventions les moins risqués pour l'ouvrage en cette période (travaux amont).

- Les conditions d'accès et de réalisation des travaux et notamment :
 - L'exiguïté des zones de travail sur ce secteur et la nécessité de prévoir des moyens particuliers lors de l'intervention dans les galeries / pertuis (milieu confiné, moyens acrobatiques) et notamment lors de la pose de la conduite (rails, chariots, dispositif de ripage, dispositif de vérinage, etc...) ;
 - La nécessité de prévoir des moyens spécifiques pour amener et mettre en place les équipements amont de la vidange (à minima, vanne de garde, entonnement et grille). En effet l'attention est attirée sur le fait que le batardeau réalisé par le lot 1 n'est pas circulaire et que l'emprise à l'amont (à l'intérieur de l'enceinte batardée) est réduite ; des moyens particuliers sont à prévoir par le lot 2 (par exemple manutention / pose par hélicoptère) d'autant que l'accès par l'aval ne semble pas possible (au regard des dimensions des équipements) ;
 - Malgré la présence de l'enceinte batardée des venues d'eau (de quantité modérée) sont possibles ;
- Le phasage particulier de l'opération sur ces zones en lien avec les autres travaux de l'ensemble des lots :
 - Les travaux doivent être réalisés sous la protection du batardeau et du système de pompage ;
 - La pose de la conduite de vidange de fond doit être coordonnée avec les travaux de prolongement de la galerie et l'abri à l'aval ;
 - Les accès en pied amont sont limités (cf. précisions dans le point précédent) et les accès à l'aval sont partagés avec les travaux de génie civil et de terrassement du lot 1 nécessitant des approvisionnements relativement importants (réalisation de la recharge aval drainante) ;
- La méconnaissance des niveaux topographiques du fond de la galerie : le levé doit permettre de caler précisément les ouvrages lors des études d'exécution de l'Entrepreneur (notamment la cote de la vanne de fond et sa conduite) ;
- L'interconnexion forte entre les lots 1 et 2 pour la réalisation de ces travaux :
 - Le lot 1 réalise les réservations afin de permettre la pose des équipements sur la base des plans guides fournis préalablement par le lot 2 ;
 - Le lot 2 positionne / cale / règle / fixe ses équipements ;

- Le lot 1 réalise le scellement des équipements sous contrôle du lot 2 afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre ;
- Des contrôles conjoints sont réalisés par les lots 1 et 2 avant et après scellement pour vérification du respect des plans et des niveaux de tolérance.
- Les organes précédemment décrits sont pilotés et gérés via les équipements prévus et mis en œuvre par le lot 2 et détaillés dans le chapitre suivant.

1.5.8.2 Equipements électriques, contrôle-commande et automatisme-{lot 2}

Le tableau suivant résume les travaux à réaliser concernant les équipements électriques, de contrôle-commande et d'automatisme :

Sujet	Travaux associés
Alimentation électrique	Permettre le branchement d'un groupe électrogène portatif via l'installation d'un inverseur de source à l'extérieur du local technique
Commande automatisme	Assurer le contrôle local via un IHM au barrage à l'intérieur du local technique de commande. Une armoire principale dans le local permet la gestion/vision globale de l'aménagement et 6 armoires / coffrets extérieurs permettent la manœuvre / contrôle des organes en commande locale (au droit de la tour de prise, de la vanne de fond amont, de la vanne de fond aval, au droit des rigoles d'alimentation)
Manœuvre des vannes	Motoriser les vannes du barrage (cf. § précédent)
Auscultation (suivi des digues)	Automatiser les relevés du système d'auscultation : équiper les piézomètres ouverts et les bacs de jaugeage (débit) de sondes et transmettre les informations, ainsi que celles des CPI (existantes et/ou à poser), sur la centrale d'acquisition au local du barrage.
Auscultation (exploitation)	Automatiser les mesures réalisées des éléments extérieurs (baromètre, pluviomètre), de niveau de la retenue (sécurisation de la mesure du plan d'eau par redondance des appareils) et d'alimentation et de restitution depuis les rigoles par des sondes
Communication	Assurer la transmission des informations des appareils vers la centrale d'acquisition du local via des liaisons en fibre optique et des datalogger
Local technique de commande et local vanne (pied aval)	Equipements électriques à l'intérieur des locaux, y compris système de détection, alarme intrusion, ventilation et chauffage.
Vidéo	Installer des caméras pour vérifier l'état à proximité des vannes de prise, de la vanne de fond, ainsi que l'intérieur du local technique barrage, et les raccorder à l'enregistreur prévu au local technique

Les prestations incluent dans le lot 2 intègre **l'ensemble des travaux nécessaires à la mise en service de ces différents appareils et notamment la réalisation des tranchées préalables (y compris fourreaux, chambres de tirage, etc...), les boîtiers de regroupement, les enregistreurs multivoies, etc...**

1.5.9 Travaux de génie civil divers {lot 1 principalement}

1.5.9.1 Travaux de maçonnerie {lot 1}

Les différents examens et inspections réalisées sur les ouvrages au cours des dernières années font état de maçonneries globalement en bon état, mais avec des zones vieillissantes et/ou dégradées. Les ouvrages potentiellement concernés par les travaux sont principalement :

- Le parement amont hors d'eau (l'opération sera menée après l'abaissement de la retenue ainsi que dans la zone protégée par le batardeau) ;
- Le parapet de la digue principale ;
- La tour de prise (y compris les pertuis et puits) ;
- Les galeries amont et aval (restitution) de la tour de prise ;
- La galerie de vidange de fond (y compris le pertuis amont et le puits) ;
- L'aqueduc de contournement entre la digue principale et la digue secondaire ;
- L'aqueduc de vidange de la digue secondaire.

Des travaux de pérennisation de la maçonnerie sont à réaliser ; ils sont les suivants :

- Préalablement aux différents travaux une campagne de nettoyage (avec enlèvement de végétation), de levés topographiques / bathymétriques et d'inspection (avec relevés des désordres précis) y compris subaquatique est réalisée afin de préciser plus finement les quantités en jeu. De plus, un diagnostic amiante sera réalisé par VNF sur les zones inspectées à chaque fois que l'Entrepreneur le jugera nécessaire. L'ensemble des maçonneries des ouvrages est concerné, y compris les zones immergées et/ou d'accès difficiles.

Les résultats des inspections permettent d'une part de localiser et quantifier précisément les zones dégradées, de définir le mode de travaux (selon présence d'amiante) et de statuer sur les zones à traiter dans le cadre du présent marché. En effet, il n'est pas prévu de traiter l'intégralité des désordres recensés ; une priorisation est définie par le Maître d'œuvre sur la base des levés fournis préalablement par l'Entrepreneur.

- Au droit des zones déjointoyées identifiées et validées préalablement par le Maître d'œuvre, les travaux sont les suivants :
 - Dégarnissage des joints dégradés après nettoyage HP et enlèvement de la végétation si nécessaire ;
 - Rejointoiement au mortier des pierres déjointoyées et des zones de joints dégarnis.

A ce stade de la connaissance des ouvrages (non exhaustive) et à simple titre d'information, les zones pré-identifiées semblent être les galeries (notamment galerie de restitution à l'aval de la prise d'eau), quelques zones du parement amont et localement le long du parapet en crête.

- Les fissures existantes sont traitées après validation du Maître d'œuvre. Les zones sont rejointoyées, et les fissures calfeutrées puis injectées après mise en place d'injecteurs et d'évents. La pression doit rester inférieure à 1 bar avec un objectif double, d'une part de boucher la fissure, d'autre part de pouvoir combler les éventuels vides à l'arrière.

A ce stade de la connaissance des ouvrages (non exhaustive) et à simple titre d'information, les zones pré-identifiées semblent être la galerie de fond et les galeries de la tour de prise et de contournement.

- Au droit des zones où la maçonnerie semble présenter des vides (sonnent « creux ») des injections de maçonnerie sont préconisées après validation des zones par le Maître d'œuvre.

A ce stade de la connaissance des ouvrages (non exhaustive) et à simple titre d'information, la partie aval de la galerie de restitution de la prise d'eau est pré-identifiée.

- Au droit des zones où la maçonnerie est jugée trop dégradée (altération, pierres manquantes, etc...), des travaux de reprise sont préconisés après validation des zones par le Maître d'œuvre. Dans ce cas les travaux consistent à minima à réaliser une purge des maçonneries dégradées, réaliser des ancrages puis un mortier de réparation éventuellement ferrailé et ancré selon l'ampleur des zones à traiter.

A ce stade de la connaissance des ouvrages (non exhaustive) et à simple titre d'information, les galeries de la prise d'eau semblent être les plus dégradées, 2 zones sont d'ores et déjà identifiées :

- Pertuis amont de la tour de prise : une reprise complète de la zone fissurée est prévue : excavation des sédiments, dépose locale de la galerie (sur 5 m environ), réalisation d'un ouvrage en béton armé, puis remblaiement ;
- Partie aval de la galerie de restitution de la tour de prise : des travaux de reprise, voire des injections de maçonnerie sont à réaliser après validation par le Maître d'œuvre.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- Les conditions d'accès et de réalisation des travaux qui pourront être difficiles : des moyens spéciaux sont à prévoir sur plusieurs zones du chantier (moyens acrobatiques et/ou milieu confiné) ;
- Afin de définir les travaux sur les maçonneries, l'ensemble des inspections et les rendus sont à fournir préalablement par l'Entrepreneur pour choix des zones à traiter par le Maître d'œuvre ; ce n'est qu'après fourniture et validation des rapports d'inspection que la définition des travaux sur la maçonnerie est fournie à l'Entrepreneur, il est réputé en avoir tenu compte dans son planning ;
- Les travaux de maçonneries sont à coordonner avec l'ensemble des autres travaux du secteur afin qu'ils ne soient pas dans le chemin critique de déroulement du planning ; l'Entrepreneur doit dès lors prévoir plusieurs interventions afin de s'insérer dans le planning général.

1.5.9.2 Prolongement de la galerie et local de la vanne {lot 1 principalement}

La réalisation de la recharge aval drainante nécessite le prolongement de la galerie de vidange de fond sur un linéaire de l'ordre de 15 m et de section intérieure 1,5 m x 2 m. L'intégration d'une deuxième vanne de vidange (vanne de réglage), implantée en pied aval du barrage, nécessite la réalisation dans le prolongement de cette galerie d'un local pour l'abriter d'une emprise de l'ordre de 15 m² (5 m x 2,5 m et 3,6 m de hauteur ; les dimensions sont à confirmer par le lot 2 après établissement de leurs plans d'exécution des équipements aval et soumis à validation du Maître d'œuvre et de l'exploitant ; ces éléments seront fournis durant

la phase de préparation).

Ces travaux comprennent :

- Excavation soignée dans le corps de la digue afin de dégarnir la galerie maçonnée existante et préparation du fond de fouille de la galerie prolongée et du local ;
- Ancrages dans la maçonnerie de la galerie existante afin d'assurer la liaison et l'étanchéité avec la nouvelle galerie ;
- Coffrage, ferrailage et bétonnage de la galerie, du local (y compris ouvrage de dissipation d'énergie à l'aval de la vanne et réservations pour les équipements à sceller dans une 2^{ème} phase, cf. Travaux de « remplacement et modernisation des équipements mécaniques et électriques ») et de l'ouvrage de restitution en béton armé jusqu'à la pêcherie à l'aval immédiat, y compris étanchéité entre plots si nécessaire (joints waterstop à intégrer) ; à noter que les parements extérieurs des voiles sont inclinés pour faciliter le compactage soigné du remblai ;
- Remblaiement soigné autour de la galerie et contre les voiles du local et de la restitution :
 - Avec mise en place du matériau filtre autour de la galerie sur son linéaire, sur une épaisseur minimale de 50 cm ;
 - Mise en œuvre d'exutoire (drains agricoles par exemple) pour faciliter l'évacuation des eaux drainées à l'arrière du local ;
 - Puis remblaiement avec des matériaux de la recharge ;
- Fourniture et pose de la serrurerie du local (porte, trappe d'accès sur le toit, fenêtre sur le voile aval),

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le phasage de réalisation de ces travaux à caler avec les autres travaux du lot 1, mais également avec la pose de la conduite par le lot 2 : le radier est à réaliser préalablement pour faciliter la pose et le calage de la conduite, les voiles et la dalle de la galerie sont à réaliser par la suite en veillant à ne pas endommager la conduite. Enfin, compte tenu des tassements différentiels de la galerie, le scellement de la conduite sur les ouvrages rigides (local notamment) est à réaliser ultérieurement par le lot 1.

Les travaux d'électricité (éclairage, aération, chauffage, pompage, etc...) sont à la charge du lot 2, le lot 1 doit cependant veiller à mettre à disposition toutes les réservations nécessaires aux installations.

1.5.9.3 Pêcherie {lot 1 principalement}

Une nouvelle pêcherie est à réaliser en pied aval du barrage conforté ; les travaux comprennent :

- Démolition de la pêcherie existante ;
- Excavation dans les terrains meubles et préparation du fond de fouille ;
- Coffrage, ferrailage et bétonnage de la pêcherie dans le prolongement du local de vanne (y compris sujétions de réalisation pour réaliser le chenal central) y compris étanchéité entre plots si nécessaire (joints waterstop à intégrer) et/ou ancrages et pièces fixes sur le seuil aval ;
- Remblaiement avec les matériaux du site ;

- Réalisation d'une rampe d'accès dans la pêcherie en béton rugueux (la pente doit être inférieure à 15%) ;
- Réalisation des chemins d'accès piétons en GNT sur le pourtour de la pêcherie ;
- Mise en œuvre de terre végétale et engazonnement de l'espace de tri / stabulation sur une surface d'environ 230 m² ;
- Fourniture et pose d'une échelle de niveau émaillée à proximité du batardeau ;
- Par le lot 2 : Fourniture d'un support pour la sonde radar dans le bassin ;
- Par le lot 2 : Fourniture et pose des équipements, notamment les passerelles d'accès piétons amont et aval ; ainsi que les éléments de batardeau au droit du seuil (ouverture à batardeau : 1,4 m x 1,4 m) pouvant être manutentionnés par une personne. La fourniture d'une grille et d'un élément hydraulique calibré permettant de mesurer précisément les petits débits installé en lieu et place du batardeau ; ces éléments pourront aussi être manutentionné par une personne.

1.5.9.4 Local de commande {lot 1 principalement}

Un local de commande en béton ou parpaings d'une emprise totale de 15,5 m x 4 m environ (soit environ 60 m²) est à réaliser en rive droite du barrage, à proximité du futur évacuateur de crues, sur le terre-plein existant que l'Entrepreneur doit préalablement modeler (remblaiement à réaliser notamment côté retenue).

Le local est décomposé en 4 parties :

- Un abri extérieur pour la mise en place du groupe électrogène de secours ;
- Un local technique de l'ordre de 15 m² ;
- Un espace dédié aux équipements électriques / contrôle-commande installés par le lot 2 ;
- Un espace de « vie » où sont intégrés le bureau de l'exploitant, un vestiaire, un sanitaire, ...

Sa conception est à la charge de l'Entrepreneur toutefois des dispositions particulières d'isolation sont impérativement à respecter pour assurer une sobriété énergétique. Le local abrite la majeure partie des installations électriques du barrage (qui sont fournies et installés par le lot 2).

En complément au local, une enceinte grillagée avec un portail d'accès est également réalisée afin de sécuriser le site et délimiter la zone de passage piéton tout public à proximité.

Les travaux comprennent le gros œuvre (fondation, murs, charpente et toitures), le second d'œuvre (enduits, revêtements, menuiseries, isolation, réseaux, évacuations, etc... hors travaux électriques à la charge du lot 2) et les aménagements extérieurs (clôture, portail, revêtement, raccordements aux différents réseaux). L'Entrepreneur du lot 1 réalise, en accord avec le lot 2 (sur la base de ses plans guides) tous les travaux d'aménagements / réservations nécessaires à l'installation des éléments électriques (y compris conduit pour la ventilation).

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la nécessité de prendre en compte les interfaces avec le lot 2 qui installe et raccorde ses équipements dans le local technique et qui a la charge la réalisation des installations électriques du local même (éclairage, etc...). Enfin, préalablement à la réalisation des travaux du local, le lot 1 fait son affaire de l'intégration des sujétions de passage des câbles du lot 2 (chambres de tirage sont notamment à prévoir).

1.5.9.5 Travaux divers {lot 1}

En complément, les travaux suivants sont également à réaliser :

- La fermeture de la crête de la digue principale par mise en place de portillons étanches au droit des échancrures d'accès aux escaliers ;
- Massif filtrant autour des ouvrages traversants :
 - Excavation soignée en terrain meuble afin de dégarnir la tête aval de l'ouvrage traversant ;
 - Mise en place soignée de matériau filtre autour de la tête sur une épaisseur minimale de 50 cm complétée par des matériaux de recharge ;
 - Mise en place d'exutoire de chaque côté de la tête par mise en place de tubes crépinés ou drains agricoles ;
 - Mise en œuvre de la terre végétale et engazonnement ;

A minima ces travaux sont à réaliser au droit de l'aqueduc traversant la digue secondaire. Au droit de la galerie de la vidange de fond, les mêmes travaux sont à réaliser et spécifiés dans les précédents chapitres.

Les zones à traiter sont à valider préalablement par le Maître d'œuvre.

- Aménagements des abords et remise en état (chemins, engazonnement) :
 - Les crêtes des digues principale et secondaire ainsi que le pied aval de la digue principale sont aménagés pour être carrossables par des véhicules légers (géotextile de séparation et 20 cm de grave non traitée 0/31,5 mm ; largeur de 3 m) ;
 - Les talus de la recharge principale ainsi que la risberme, et les autres parties ouvrages ayant fait l'objet de travaux sont engazonnés (après mise en œuvre de terre végétale) ;
- Travaux de mise en sécurité pour les usagers des zones à proximité des digues :
 - Réalisation de lignes de bouées lestées par des massifs en béton pour matérialiser des zones de sécurité en amont des prises d'eau ;
 - Réalisation d'aménagements d'accès de la rampe de mise à l'eau afin d'empêcher les véhicules de stationner dans la retenue ;
 - Adaptations ou déplacement si nécessaire de l'aire de stationnement des barques du fait de la réalisation du nouvel évacuateur de crues.

1.5.10 Dispositif d'auscultation {lot 2}

Les travaux sur le dispositif d'auscultation consistent en :

- L'adaptation des dispositifs d'auscultation existants (cellules de pression ; piézomètres ouverts) dont certains sont impactés par la réalisation de la recharge aval drainante ;
- La fourniture et l'installation de seuils de mesures (bac de jaugeage) au niveau du fossé de collecte des eaux en pied de digue principale ;
- La fourniture et la mise en place de dispositifs additionnels pour l'auscultation de la digue principale au droit de la future recharge, mais également en rives peu auscultées ;

- L'équipements d'appareils divers sur le reste du secteur (sondes radar sur les ouvrages de prise, sonde de niveau de retenue, appareils météorologiques, ...).

Les prestations incluent dans le lot 2 intègre **l'ensemble des travaux nécessaires à la mise en service de ces différents appareils et notamment la réalisation des tranchées préalables (y compris fourreaux, chambres de tirage, etc...), les boîtiers de regroupement, les enregistreurs multivoies, etc...**

1.5.10.1 Appareils existants

Les appareils d'auscultation existants des digues (piézomètres ouverts et cellules de pression) sont à moderniser, les travaux comprennent selon le type d'appareil :

- Piézomètres fermés (cellules de pression) dans la digue principale :
 - Préalablement aux interventions sur la digue, un diagnostic complet des appareils est à réaliser par une entreprise spécialisée afin de juger de l'état de l'appareil, vérifier son étalonnage et selon les cas le réétalonner ;
 - Selon les résultats à soumettre au Maître d'œuvre, certains appareils pourront être abandonnés par la suite (notamment ceux à proximité de la recharge aval) ;
 - Pour ceux conservés, les informations sont concentrées dans le coffret à proximité (VF-VG-Ausc), l'Entrepreneur doit également inclure les travaux de raccordement des appareils aux boîtiers y compris les travaux de tranchée ;
- Piézomètres ouverts de la digue principale et de la digue secondaire :
 - Préalablement aux travaux, un nettoyage du piézomètre est réalisé ainsi qu'une inspection par caméra avant et après afin de vérifier l'efficacité du nettoyage ; à la fin du nettoyage le récolement de l'appareil est réalisé par l'Entrepreneur ;
 - Une sonde est mise en place avec sa chambre de mesures ainsi qu'un regard étanche en crête :
 - Au droit de la digue principale : une sonde à corde vibrante est mise en place et les mesures sont concentrées sur le même coffret que les cellules existantes ; un convertisseur permet ensuite la remontée sur la centrale d'acquisition via une liaison fibre optique à réaliser ; le piézomètre sera fermé ;
 - Au droit de la digue secondaire : une sonde à fibre optique est mise en place et les mesures sont concentrées dans des boîtiers concentrateurs et transmises, via la liaison fibre optique à réaliser jusqu'à l'enregistreur multivoie situé dans le local ; le piézomètre sera ouvert ;

Outre les appareils d'auscultation des digues, les autres appareils de fonctionnement / suivi de l'ouvrage et de son exploitation sont modernisés :

- Une sonde à fibre optique permettant d'automatiser la mesure au droit du bac de jaugeage existant dans le fossé de la digue secondaire est à installer (y compris son alimentation) ;
- Un dispositif automatique de mesures météorologiques (baromètre et pluviomètre) est à installer à proximité du local ;
- Des sondes radar sont à installer sur plusieurs zones du site pour automatiser les mesures de niveaux de la retenue, les restitutions à l'aval et au droit des rigoles

d'alimentation ; les sondes sont alimentées par différents procédés selon leur position (datalogger, alimentation existante, nouvelle alimentation au droit du barrage, ...). Des adaptations sont à prévoir pour permettre leur fixation (mâts, adaptation sur l'existant, etc...)

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- Le fait que certaines cellules existantes du corps de la digue principale ou de sa fondation pourraient être abandonnées en fonction du diagnostic ; cependant, ce choix (du Maître d'œuvre) peut ne pas être réalisé au démarrage des travaux de terrassement. L'Entrepreneur doit donc mettre en œuvre tous les moyens pour ne pas endommager les appareils (et/ou leur câble d'alimentation) présents dans le corps de la digue sachant que leur position n'est pas précisément connue ;
- Un plan d'implantation et de récolement des appareils est à fournir en fin de prestation.

1.5.10.2 Nouveaux appareils

En complément du dispositif déjà existant, le dispositif complémentaire suivant est à mettre en place au droit de la digue principale :

- Des piézomètres sont à réaliser en fondation (sous la future recharge) et en rives de la digue principale :
 - 4 profils de 1 cellule en fondation sous la future recharge ;
 - 2 profils de 2 cellules en rives (1 en crête et 1 en fondation) ;
 - Les travaux sont similaires aux appareils déjà mis en place et incluent les travaux de forage, équipements du forage (tubes crépinés, chambre de mesure), installation de la sonde et étalonnage dans les règles de l'art, réalisation du regard étanche si nécessaire, raccordement au dispositif existant en crête, etc... ;

Les piézomètres seront soit fermés, soit ouverts, après validation du Maître d'œuvre.

- Au droit du caniveau de pied, 2 bacs de jaugeages permettant de mesurer le niveau d'eau sont à installer au droit de la vidange de fond : les dimensions seront précisées durant les travaux, en fonction des débits observés dans les forages drainants (lot 1). Ils seront réalisés à proximité de la passerelle d'accès au droit des voiles de la pêcherie (échancrures à prévoir dans le voile) ; ces bacs sont équipés d'une sonde à corde à vibrante.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur :

- La prise en compte du phasage de l'opération pour ne pas endommager les nouveaux appareils lors des travaux à proximité ;
- La nécessité de fournir un plan de récolement des appareils.

1.6 Conditions d'exécution des travaux et accès au chantier

1.6.1 Gestion de la retenue {tous lots}

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la nécessité de maintenir l'écoulement dans les différents ouvrages durant les travaux. Ainsi durant les travaux, les conditions suivantes

doivent être scrupuleusement respectées quels que soient la période, le phasage et les travaux en cours :

- L'Entrepreneur veillera au maintien en toutes circonstances de la capacité de la galerie existante d'évacuation des crues (c'est-à-dire la galerie de la tour de prise), aucune présence d'éventuels matériaux / matériels de chantier n'est autorisée ;
- Un pompage de la retenue vers l'aval est réalisé par l'Entrepreneur sur la durée où le batardeau est mis en œuvre (les conduites peuvent transiter dans la galerie de vidange de fond, jusqu'à la pose de la future conduite). Les moyens retenus par l'Entrepreneur doivent permettre en toutes circonstances de maintenir la capacité d'évacuation des pertuis correspondant aux sections des vannes afin d'éviter une montée dans la retenue trop rapide en cas de submersion du batardeau ;
- Pendant toute la durée des travaux, le principe de manœuvre des vannes (quand celles-ci sont manœuvrables) est le suivant :
 - Avant leur remplacement :
 - La vanne de prise est manœuvrée durant l'abaissement par l'Exploitant, puis est déposée par l'Entrepreneur dès la mise à sec ;
 - La vanne de fond est maintenue ouverte par l'Entrepreneur, et des dispositions sont prises pour pouvoir la fermer par l'Entrepreneur en cas de nécessité déclenchée par l'Exploitant ou le Maître d'œuvre jusqu'à son remplacement ;
 - Après leur remplacement et jusqu'à la réception des travaux, les vannes sont manœuvrées si nécessaire par l'Entrepreneur (lot 2) après demande de l'Exploitant et/ou du Maître d'œuvre ; elles restent sous la responsabilité de l'Entrepreneur jusqu'à la réception (y compris essais en charge) y compris durant le remplissage de la retenue où des manœuvres régulières sont à prévoir tout comme d'éventuelles interventions sur les autres équipements du site afin de les caler / étalonner ;
- Les installations et stockage de matériels dans la retenue sont interdits.

La retenue est progressivement abaissée pour atteindre 4,75 m RL (363,89 m NGF) fin mai si les conditions hydrologiques le permettent ; la vitesse d'abaissement dépendant de l'hydrologie des entrants. L'attention de l'Entrepreneur est donc attirée sur le fait que ces éléments (période et cote) sont fournis à titre indicatif et seront calés précisément durant la période de préparation de l'Entrepreneur.

Les épisodes de crue pourront temporairement conduire à des dépassements de ces cotes parfois de façon substantielle et sur une durée variable. L'Entrepreneur en tiendra compte dans son planning.

1.6.2 Accès aux zones de travaux {tous lots}

1.6.2.1 Généralités

L'aménagement d'accès est nécessaire pour la réalisation des travaux afin d'accéder aux différents secteurs concernés par les travaux au-delà des routes existantes qui peuvent être empruntées (mais impérativement maintenues en état) ; à cet effet l'Entrepreneur veillera obligatoirement à solliciter le Conseil Départemental sur la base de son plan de circulation afin de connaître les modalités d'utilisation des routes et les contraintes de remise en état

préalablement à ces travaux.

L'attention de l'Entrepreneur est également attirée sur la programmation par le Département, de travaux de réfection du pont de franchissement du canal de Bourgogne par la RD977bis à Vandenesse-en-Auxois. Il est prévu une coupure totale de la route ; un itinéraire de déviation sera mis en place par les services départementaux.

Les accès principaux sur le chantier que l'Entrepreneur titulaire du lot 1 doit garantir sont listés ci-dessous, l'Entrepreneur veillera à leur remise en état intégrale conformément à l'état existant validé après la réalisation du constat d'huissier de l'Entrepreneur :

- Les accès principaux au barrage peuvent se faire depuis les 2 rives de la retenue : l'attention est attirée sur l'absence de travaux sur ces secteurs, les accès sont impérativement à remettre en état aux frais de l'Entrepreneur dans le cadre des prestations de remise en état générale ;
- Les crêtes des digues principale et secondaire sont accessibles avec des largeurs d'engins adaptées à la largeur de l'ouvrage circulaire. Cependant l'attention de l'Entrepreneur est de nouveau attirée sur la limitation de la surcharge en crête durant les travaux qui est au maximum égale à 50 kPa ; il doit en tenir compte et adapter ses moyens en conséquence ;
- Le pied aval de la digue principale est également accessible avec des largeurs d'engins adaptées à la largeur de la piste existante. Cependant l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'actuellement la vidange de fond n'est pas franchissable ;
- En pied amont de la digue principale :
 - L'accès en bordure de parement est à réaliser pour permettre la réalisation du batardeau ;
 - L'attention de l'Entrepreneur est attirée une nouvelle fois sur le fait que les risbermes ont des largeurs réduites (< 3 m), en dévers et que la stabilité du parement est précaire : l'accès sur les risbermes est interdit sauf pour les piétons et pour les engins légers permettant la réalisation des forages drainants. Ces engins sont impérativement à limiter en tonnage (< 1,5 tonnes) et ne doivent pas endommager les maçonneries (chenilles caoutchouc, etc...). Une signalétique spécifique est à mettre en place par le lot 1 ;
- En pied aval de la digue secondaire un accès est à réaliser pour permettre la réalisation des forages drainants ; outre la remise en état obligatoire (et à la charge de l'Entrepreneur) qui est à réaliser en fin de travaux, l'attention de l'Entrepreneur est une nouvelle fois attirée sur la nécessité impérative de ne pas endommager les arbres existants (platanes), il prend toutes les dispositions pour y arriver (protections des arbres à installer, limitation des dimensions / tonnage des engins, etc...). De plus, le ruisseau de Panthier étant situé à proximité, il ne devra pas être bouché pour l'accès (il pourra éventuellement être recouvert après validation du Maître d'œuvre).

Enfin, en cas de réalisation d'accès dans des parcelles n'appartenant pas à VNF (DPF), préalablement l'accord du Maître d'ouvrage est nécessaire et une convention est impérativement à établir par l'Entrepreneur avec les propriétaires (elle sera transmise pour information au MOE et au Maître d'Ouvrage). En cas de refus du Maître d'Ouvrage l'Entrepreneur respectera scrupuleusement les accès précisés précédemment sans prétendre à une rémunération complémentaire.

1.6.2.2 Synthèse

L'attention du lot 1 est attirée sur la nécessité de réaliser à minima les accès provisoires dits principaux définis précédemment qu'il soumettra préalablement à leur réalisation (plan d'accès / circulation) au Maître d'œuvre ainsi qu'au lot 2 et cela indépendamment de ses propres besoins. Ces accès principaux pourront être empruntés par tous les lots et sont réputés rémunérés dans le prix forfaitaire de travaux préparatoires et d'accès (y compris le maintien en l'état tout au long du chantier de l'ensemble des lots).

L'attention du lot 2 est attirée sur la nécessité de prévoir ses propres accès en dehors des accès principaux définis précédemment qui sont à la charge du lot 1. C'est notamment le cas de l'accès sur la partie amont de la vidange de fond, le batardeau n'étant pas circulaire par des engins de chantier, des moyens particuliers sont nécessairement à intégrer dans le chiffrage du lot 2.

Les plans de circulation provisoire et d'accès général seront donc à établir conjointement entre les lots 1 et 2 ; ils seront réalisés lors de la période de préparation et seront soumis à validation du Maître d'œuvre et du CSPS.

1.6.3 Conditions d'accès / de travail {tous lots}

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur les conditions d'accès pouvant être difficiles sur certaines zones de travaux. En conséquence il devra prévoir et adapter ses moyens aux conditions rencontrées sur les différentes zones en considérant l'éventualité de rencontrer une ou plusieurs difficultés listées ci-dessous :

- Intervention en milieu confiné ou équivalent (cela vaut notamment pour l'ensemble des galeries et des puits) nécessitant des habilitations (CATEC ou équivalent) et des moyens particuliers du personnel prévu sur le chantier ;
- Intervention en hauteur et/ou accès difficiles (par exemple le long du puits de la vidange de fond ou de la tour de prise ...) nécessitant des habilitations et des moyens particuliers (échafaudages, travaux acrobatiques sur cordes, etc...) ;
- Intervention ponctuelle sur des ouvrages constitués de matériaux dangereux (amiante / métaux lourds) : les diagnostics réalisés sur les parties accessibles des équipements et des maçonneries ont mis en évidence la présence de plomb et l'absence d'amiante. Cependant les équipements et maçonneries immergés n'ont pas été investigués, par prudence, l'Entrepreneur en charge de la dépose des équipements (lot 2) ou des travaux sur la maçonnerie (lot 1) doit être habilité pour les déposer ou les démolir en considérant la présence d'amiante et/ou de métaux lourds ; l'Entrepreneur est donc réputé détenir, dans son groupement, l'ensemble des habilitations / certifications reconnues nécessaires à la réalisation de ces travaux (à minima pour l'amiante, la société en charge de la dépose et l'évacuation des équipements doit être certifiée en sous-section 4) ;
- Intervention dans la retenue en eau nécessitant des moyens particuliers et des méthodes de réalisation particulières notamment lors de certaines inspections, lors de la réalisation du batardeau voire après lors de certains travaux à réaliser en eau (pelles grand bras, barges, scaphandriers, etc...) ;
- Intervention nécessitant la réalisation d'ouvrages de contrôle des eaux et/ou l'épuisement de la zone pour sa mise à sec (par exemple en fond de galeries, sur les zones aval au droit de la pêcherie, etc...).

Les moyens proposés par l'Entrepreneur sont définis sous sa propre responsabilité en fonction de ces différentes contraintes (qui peuvent être cumulées) en plus des conditions et contraintes générales du site. Ces éléments sont réputés inclus dans les prix unitaires de réalisation des prestations.

1.6.4 Suivi météo et système d'alerte {tous lots}

Chaque Entrepreneur est réputé avoir pris connaissance des conditions hydrologiques du site. Il n'y a pas de système d'alerte propre au barrage permettant à l'Entrepreneur d'anticiper voire de se désengager de ses responsabilités en cas de crue et de submersion de chantier. Chaque Entrepreneur est responsable des moyens mis en œuvre en fond de retenue (y compris à l'intérieur des zones batardées) et intègre leur retrait avant le passage de la crue.

L'Entrepreneur a l'obligation de s'abonner aux services météorologiques (abonnement Météo France pour les zones de chantier) ; un ou plusieurs abonnements sont à prévoir.

De plus, afin de faciliter le suivi durant le chantier, le titulaire du lot 1 doit la fourniture, la pose, l'entretien et le relevé journalier des équipements suivants :

- Echelle limnimétrique dans la retenue (parement amont du barrage et au droit du batardeau) ;
- Station météorologique (températures journalières moyenne / minimale / maximale, hauteur de précipitation journalière, etc...).

Le lot 1 se charge d'afficher chaque jour sur le panneau d'information du chantier les prévisions ainsi que celles provenant de la station météorologique.

Néanmoins, il est exigé pour tous les lots le retrait systématique les weekends et les jours fériés de tous les engins et matériaux de chantier présents dans le pertuis de vidange et de prise jusqu'à la base vie de chantier (ou en crête) ainsi que ceux présents dans la zone de l'évacuateur de crues, les engins pouvant être remontés sur la berge (au-dessus de la cote 373,80 m NGF environ).

Chaque lot doit obligatoirement fournir durant la période de préparation un projet de consigne de gestion du chantier en crues intégrant à minima les spécifications listées précédemment. Les consignes doivent également intégrer les moyens de suivi et d'alerte et les temps d'évacuation que l'Entrepreneur justifiera en fonction de différents états de crues retenus (normal, veille, crue, etc...).

1.6.5 Protection de la retenue / de l'aval {tous lots}

Il est rappelé que l'Entrepreneur doit mettre tout en œuvre pour empêcher la laitance du coulis et/ou de béton (voire de cuttings) d'être entraînée par l'écoulement. Pour cela l'Entrepreneur propose dès la période de préparation les dispositions qu'il retient pour protéger le milieu avec notamment la réalisation de bassin de décantation afin de récupérer et traiter les eaux provenant des injections, rejointoiement, bétonnage et forage.

L'Entrepreneur se charge de curer régulièrement les zones de décantation et d'évacuer en décharge agréée les matériaux ainsi récupérés.

Le dispositif et la fréquence des curages sont soumis à l'agrément du Maître d'œuvre.

Ces dispositions sont réputées incluses dans les prix unitaires des différents travaux concernés.

1.6.6 Dispositif d'auscultation {tous lots}

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que le dispositif d'auscultation existant (piézomètres et cellules de pression sur le talus, en pied et en crête des digues ; mesures de déplacement dans la galerie, etc...) doit en permanence être opérationnel durant la durée du chantier afin de permettre à l'exploitant le suivi du barrage.

L'accès au dispositif doit en permanence être assuré par l'Entrepreneur :

- En cas de clôture, l'Entrepreneur fournit une clé à l'exploitant ;
- En cas de travaux, l'Entrepreneur veille à ne pas bloquer l'accès.

En cas d'endommagement des appareils, l'Entrepreneur doit impérativement procéder à leur réparation sous une semaine conformément à l'origine.

Enfin, du début des travaux de modernisation du dispositif d'auscultation (pose des nouveaux appareils (sonde dans les piézomètres ouverts), etc... et raccordement de l'ensemble des appareils) jusqu'à la vérification de leur bon fonctionnement et de leur réception, l'Entrepreneur se charge de réaliser le suivi des mesures d'auscultation du dispositif sauf avis contraire de l'Exploitant (fréquence : 1 fois / semaine). Ces prestations sont réputées rémunérées dans le prix général d'installations de chantier.

1.7 Interactions des lots

Les limites de la fourniture indiquées ne dégagent pas l'Entrepreneur de l'obligation de s'assurer qu'il n'existe pas de discontinuité entre sa fourniture et celle des autres lots et d'en rendre compte au Maître d'œuvre.

Pour les matériels ou ouvrages ne faisant pas partie de la fourniture de l'Entrepreneur, mais qui ont une incidence directe sur son fonctionnement, l'Entrepreneur devra fournir aux responsables des lots concernés tous les renseignements nécessaires à la définition des caractéristiques de ces matériels et ouvrages ; l'Entrepreneur ne prend d'autres responsabilités que celles de l'exactitude des renseignements qu'il doit donner.

L'attention des Entrepreneurs des lots 1 et 2 est attirée sur le fait qu'une coordination est nécessaire particulièrement lors des travaux au droit de la prise d'eau et de la vidange de fond ainsi que sur la partie aval de la digue principale et qu'un point spécifique sera réalisé au minimum lors des réunions de chantier sur ce point.

1.8 Installations de chantier

1.8.1 Projet des installations de chantier

Le projet des installations de chantier est établi conformément aux stipulations de l'article 35 du fascicule 65 du CCTG et de l'article 31 du C.C.A.G. Il doit être soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre dans un délai de 15 jours à compter de la date de début de la période de préparation.

Ce projet précise notamment :

- Le type et le nombre de base-vie que l'Entrepreneur propose de réaliser, en accord avec les éléments précisés dans le PGCSPPS ;
- Les accès au chantier et les circulations de toute nature à l'intérieur du chantier ;
- L'emplacement des ateliers, machines, engins et locaux du personnel ;

- La zone de stockage des matériaux d'excavation ;
- Les moyens d'approvisionnement et de manutention des matériaux et du matériel à installer (particulièrement au niveau des équipements du barrage) ;
- Le cas échéant, les points de raccordement aux réseaux (eau, électricité, assainissement, téléphone) que l'Entrepreneur compte utiliser.

L'Entrepreneur est tenu de visiter les lieux avec la plus grande attention et de s'enquérir auprès des Administrations compétentes de toutes les contraintes relatives au site et à l'environnement. Aucune modification du marché ne pourra intervenir en cas de méprise de l'Entrepreneur sur ces contraintes et sur les règlements locaux.

1.8.2 Terrains à utiliser

Le Maître d'Ouvrage met à disposition de l'Entrepreneur les zones définies sur le plan de consultation (prioritairement option A : zones situées le long de la retenue à l'amont de la digue principale en rive gauche composées de 2 parties pour un total de 800 m² ; cf. dispositions précisées au §1.5.3.3).

Si ces emprises sont insuffisantes, l'Entrepreneur fait son affaire de la recherche de terrains susceptibles d'accueillir ses installations, de l'indemnisation des propriétaires et exploitants de ces terrains ainsi que de la remise en état de ceux-ci.

Cette mise à disposition s'entend avec toutes les réserves indiquées par ailleurs dans ce document, et notamment :

- Les réserves et contraintes liées à la remise en état obligatoire des zones utilisées (un constat d'huissier est réalisé préalablement à l'utilisation de la zone et un autre est réalisé après remise en état à l'identique) ;
- Les réserves et contraintes liées à la protection de l'environnement ;
- Les réserves et contraintes liées au maintien des accès pour les tiers le cas échéant ;
- Les réserves et contraintes liées à l'exploitation de la retenue et à la préservation de la qualité de l'eau ;
- Les réserves et contraintes liées aux conditions hydrologiques générales du site (cours d'eau et retenue) ;
- Les réserves et contraintes liées à la co-activité avec les autres intervenants ;
- Les réserves et contraintes liées à l'absence de raccordement aux réseaux courants à proximité (eau potable, électricité, assainissement ...).

Quand elles sont présentes, les clôtures des terrains mis à disposition (pour un stockage ou le passage) peuvent être déposées suivant les besoins de l'Entrepreneur, étant entendu qu'elles sont à remettre en place de façon à reproduire in fine une situation à l'identique avant travaux. De manière générale, la remise en état des lieux in fine doit rendre les lieux dans un état au moins aussi bon que l'état initial (à l'appui des constats d'huissier). L'attention de l'Entrepreneur est par ailleurs attirée sur la nécessité de préserver les arbres existants, leur abattage ne pouvant être réalisé qu'après validation du Maître d'œuvre.

Pour toute installation de chantier, piste d'accès ou terrain utilisé situé en bordure de retenue, il est nécessaire d'isoler les ruissellements de ces zones et d'orienter les eaux vers l'aval du barrage.

Quelle que soit l'installation retenue, l'Entrepreneur prend à sa charge l'ensemble des travaux induits et notamment :

- Les raccordements aux différents réseaux (électricité, eau potable, assainissement et télécom) ou à défaut l'approvisionnement et l'installation de dispositif provisoire ;
- L'aménagement de la surface ;
- Les frais de remise en état ;
- Les dispositions relatives à la protection de l'environnement.

1.8.3 Protection des végétaux existants

L'Entrepreneur doit réaliser tous les travaux en préservant l'intégrité des végétaux déjà présents notamment en bordure de retenue et en pied aval des digues (particulièrement ceux présents en pied aval de la digue secondaire).

Il peut procéder à la protection des troncs en dressant une palissade tout autour.

Il doit préserver les houppiers et donc adapter ses engins (notamment en cas de terrassement à proximité des végétaux) aux situations.

Il doit prévoir d'apporter un soin particulier aux racines qu'il pourrait rencontrer au cours de terrassement (coupe franche, cicatrisant éventuel, etc....).

L'Entrepreneur prend en compte toutes ces sujétions pour l'établissement de ses prix.

1.8.4 Déplacements ou condamnations temporaires de réseaux

L'Entrepreneur fait son affaire des déplacements ou condamnations temporaires des réseaux existants qui seraient nécessaires à ses installations de chantier. Il prend à cet effet tout contact avec les concessionnaires concernés et en supporte l'intégralité des frais.

1.8.5 Salle de réunion et bureaux du maître d'œuvre et maître d'ouvrage {lot 1}

L'Entrepreneur prévoit dans ses installations de chantier un local meublé (y compris chauffage et climatisation) et éclairé pouvant accueillir les représentants du Maître d'Œuvre et/ou du Maître d'Ouvrage et équipé d'une connexion internet, l'abonnement étant à la charge de l'Entrepreneur.

Il prévoit également une salle de réunion meublée (y compris chauffage et climatisation) et éclairée permettant d'accueillir au moins 20 personnes équipée d'une connexion internet, l'abonnement étant à la charge de l'Entrepreneur.

1.8.6 Sécurité du chantier

L'Entrepreneur prend toutes les mesures d'ordre et de sûreté propres à prévenir tout accident, conformément aux prescriptions du PGCSPPS joint au dossier de consultation. Il assure en particulier la signalisation du chantier.

Il se conforme aux prescriptions du Coordonnateur Sécurité en cours de chantier.

L'Entrepreneur est entièrement responsable des accidents ou dommages causés aux tiers ou à son personnel par l'inobservation des mesures de sécurité ; à cet égard, il ne peut présenter aucun recours au sujet des conséquences éventuelles des accidents pouvant survenir, résultant d'une faute de la part de lui-même ou de ses agents dans l'exécution du travail ou dans la

façon d'appliquer les règlements en vigueur.

Les ordres donnés par le Maître d'Œuvre pour renforcer et améliorer la sécurité publique ne diminuent en rien la responsabilité de l'Entrepreneur.

Enfin, l'Entrepreneur doit veiller à respecter toutes les réglementations en vigueur au regard des conditions du site, étant de nouveau rappelé les conditions particulières d'intervention sur certaines zones nécessitant des habilitations / certifications particulières conformément aux règles en vigueur (milieu confiné, travaux acrobatiques, travaux sur des équipements et maçonneries pouvant contenir de l'amiante et/ou des métaux lourds, ...).

1.8.7 Règles de fonctionnement

L'Entrepreneur veille à ce que :

- Les engins utilisés sur le site soient en parfait état, notamment en ce qui concerne les réservoirs de carburant, de lubrifiant, de fluide hydraulique et en ce qui concerne les canalisations et flexibles hydrauliques ;
- Les produits toxiques soient stockés à l'abri des intempéries, et à l'intérieur d'un bac de rétention de capacité supérieure au volume de produits stockés ;
- Les terrains mis à disposition demeurent nivelés et propres durant toute la durée des travaux ;
- Les eaux usées des installations de chantier soient traitées dans un dispositif d'épuration autonome réglementaire ;
- Les hydrocarbures soient stockés dans des cuves à double étanchéité ;
- Les matériaux et équipements déposés soient stockés sur le chantier dans le respect des règles en vigueur en considérant la présence d'amiante et/ou de métaux lourds jusqu'à l'obtention des résultats.

Les opérations d'entretien des engins sont interdites sur le site et/ou sur les terrains mis à disposition. Seules sont autorisées les opérations de dépannage ne nécessitant pas de démontage de pièces mécaniques ou de vidange d'huile que ce soit de l'huile hydraulique ou de l'huile moteur.

Une procédure de dépollution devra être établie et le matériel et les matériaux nécessaires à la mise en œuvre de cette procédure, maintenus en permanence sur le site.

1.8.8 Spécifications : travaux à proximité d'une retenue

Les prescriptions liées à la présence d'une retenue et à la protection de l'environnement sont obligatoirement à intégrer dans les documents de l'Entrepreneur (PAQ, PPSPS et PAE).

A ce titre l'Entrepreneur doit respecter les prescriptions suivantes :

- Aucun objet ne doit tomber dans la retenue ;
- Tous les produits utilisés pour le chantier ne doivent présenter aucun risque pour l'environnement, les milieux aquatiques et pour la santé (à cet effet, le titulaire devra au minimum fournir les fiches techniques et les fiches données sécurités des produits utilisés devront être communiquées au Maître d'Ouvrage et Maître d'œuvre) ;
- Les engins fluviaux et les moyens qu'ils transportent (pelles, autres) ainsi que les autres engins utilisés ne devront pas avoir de poches d'huile ou de graisse (ou alors

seront parfaitement protégées en cas de rupture pour ne pas polluer la ressource) ;

- Les compresseurs devront être mis dans des bâches de rétention ;
- Tous les déchets devront être récupérés, stockés dans des bennes étanches et éliminés conformément à la réglementation en vigueur ;
- Une attention particulière est à prévoir pour le confinement des zones en travaux (poussières, fibres, ...) notamment en cas de présence avérée de matériaux dangereux (amiante / métaux lourds) dans le respect des règles en vigueur.

Il est interdit de fumer sur le site.

1.8.9 Alimentation en fluides du chantier

L'Entrepreneur fait son affaire de l'alimentation en eau et en électricité du chantier ainsi que du raccordement éventuel au réseau téléphonique et à l'assainissement. Aucune facilité en la matière n'est fournie par le Maître d'Ouvrage.

1.8.10 Installations particulières

L'Entrepreneur a à sa charge l'aménagement d'une fosse de récupération des produits de nettoyage des camions toupies transportant le béton. Cette fosse est garnie d'un géotextile filtre. L'emprise de la fosse sera soumise préalablement à l'accord du Maître d'œuvre.

L'emprise utilisée est préalablement décapée. A la fin des travaux, les fragments de béton et le géotextile de la fosse de récupération des produits de nettoyage des camions toupies sont évacués en décharge. Le terrain est remodelé et la couverture de terre végétale est remise en place.

De même l'Entrepreneur (lot 2) a à sa charge l'aménagement d'une zone de stockage des équipements / matériaux déposés dans l'attente des résultats du diagnostic avant leur évacuation en centre agréé.

1.8.11 Panneau d'information de chantier {lot 1}

L'Entrepreneur doit la fourniture, l'installation, l'entretien durant la durée des travaux et le retrait en fin de travaux d'un panneau d'information.

Le panneau est en contreplaqué. Il a une largeur de 2,00 m et une hauteur de 1,70 m. Il doit respecter scrupuleusement la charte signalétique établie par VNF et jointe en annexe ; la forme / teinte du panneau / champs seront précisés par le Maître d'ouvrage lors de la période de préparation du chantier.

L'ancrage au sol sera réalisé par deux mâts en aluminium laqué type BICHON BECKRYPOL ou POLYDROX incluant un vernis de protection. La structure du mât sera une structure de mobilier en site paysager.

L'Entrepreneur devra justifier la stabilité du panneau et notamment de la fixation des mâts vis-à-vis des efforts dus au vent.

1.8.12 Clôture de chantier {lot 1}

L'Entrepreneur a à sa charge les fournitures, le montage et le démontage d'une clôture et des portails interdisant l'accès du public dans les zones des travaux et des installations de chantier.

La clôture est constituée d'un grillage de 2 m de hauteur au-dessus du terrain naturel du type « vite-clos » ou similaire. Les portails ferment à clé et une clé est confiée au représentant du Maître d'Œuvre ainsi qu'à l'Exploitant dès le démarrage du chantier.

L'Entrepreneur a à sa charge l'installation d'une signalisation prévenant les usagers de l'entrée et de la sortie des camions sur les différentes voies de communication permettant d'y accéder (voies communales, départementales, chemins, etc...). Il a également à sa charge le gardiennage du chantier. A noter enfin que le site est relativement touristique, l'Entrepreneur doit veiller au maintien des dispositions de sécurisation et/ou de signalétiques des différentes zones de travaux de façon régulière.

1.8.13 Remise en état des lieux, évacuation des déchets

L'Entrepreneur doit la remise en état tel qu'avant son intervention des parties de l'ouvrage et de son environnement non directement concernés par les travaux.

Pour ce faire, préalablement à toute installation, à tout dépôt de matériaux et à tous travaux, l'Entrepreneur doit faire réaliser par constat d'huissier un état des lieux de l'existant portant sur :

- Les voies départementales et communales (y compris ouvrages de franchissement, signalétique, zone de stationnement et tout autre aménagement à proximité du site), chemins et accès privés d'accès aux chantiers sur un rayon de 2 km autour du chantier ;
- Les maisons, locaux, etc... à proximité du chantier (rive droite notamment) ;
- Les parties des ouvrages non intéressées par les travaux (notamment les talus de la digue secondaire, les talus en rive de la digue principale, les différentes rigoles d'alimentation et de restitution) ;
- Les appareils d'auscultation (y compris équipements et forages) ;
- Les terrains mis à disposition par le Maître d'Ouvrage pour les installations de chantier ;
- Les arbres à conserver puis protéger (à proximité des installations de chantier, en pied aval de la digue principale et les platanes en pied aval de la digue secondaire) ;
- Les éventuels mobiliers urbains.

Cet état des lieux comporte obligatoirement :

- Une description des lieux mentionnant les divers ouvrages et précisant leur état. Toutes les dégradations préexistantes (épaufrures, fissurations, dégradations des revêtements de chaussée, zones enherbées dégradées, arbres endommagés...) sont localisées sur un plan et décrites qualitativement et quantitativement ;
- Un cahier de photographies montrant des vues générales du site et des ouvrages ainsi que des vues de détail des dégradations préexistantes. Les photographies comportent une légende et sont répertoriées avec leur orientation sur la vue en plan.

L'état des lieux est présenté au Maître d'Œuvre et est signé par les deux parties.

Lors de la remise en état des lieux, l'Entrepreneur doit notamment prévoir :

- D'évacuer en décharge les détritiques de toute nature ;
- De niveler (incluant l'apport de terre végétale) et de re-engazonner les surfaces initialement enherbées ;

- De reconstituer les surfaces gravillonnées, les surfaces en béton ou en bitume ;
- De réparer les dégradations aux voiries par apport et mise en œuvre de matériaux de même nature que la chaussée d'origine ;
- De remettre en place les clôtures ou de les remplacer si leur état après dépose ne permet pas de les remettre en place ;
- La prise en compte de pénalités en cas d'arbres endommagés ;
- De réparer ou remplacer, le cas échéant, les équipements et bâtiments qui auraient été endommagés, c'est également le cas d'éventuels ouvrages de franchissement et/ou de mobiliers urbains.

Ces prestations seront impérativement soumises à validation du Maître d'œuvre et du Maître d'Ouvrage. Un état des lieux par le même huissier sera réalisé en fin de prestation afin de s'assurer de la remise en état des lieux à l'identique.

En ce qui concerne les zones où une convention a été établie, l'Entrepreneur prévoira en sus des éléments listés précédemment les prescriptions et travaux convenus et rappelés dans la dite convention.

Les déchets produits par l'Entrepreneur sont évacués à sa charge vers un centre de traitement agréé. L'Entrepreneur assurera la traçabilité de l'élimination des déchets en remettant au Maître d'Œuvre le bordereau de suivi type.

1.9 Études d'exécution

1.9.1 Consistance des études d'exécution

Les études d'exécution comprennent au moins les tâches suivantes :

- se rendre sur le site pour procéder à tout relevé, mesure et évaluation nécessaires à la bonne compréhension des problèmes à résoudre,
- réaliser les levés nécessaires (topographiques / bathymétrique) à la réalisation des plans d'exécution puis à la justification des quantités lors de la transmission des états d'acompte,
- réaliser les inspections prévues au marché (notamment ensemble des ouvrages maçonnés) et les prises de cotes,
- réaliser une mission géotechnique G3 (y compris analyse géotechnique, reconnaissances, et...), {lot 1}
- Prévoir les éventuelles contraintes liées aux résultats des diagnostics (amiante) des équipements prévus au marché (vannes, systèmes de manœuvre, ...), {lot 2}
- Prévoir les éventuelles contraintes liées aux résultats des diagnostics (amiante) sur les maçonneries non encore diagnostiquées, {lot 1}
- analyser les plans du dossier,
- mettre au point les méthodes de réalisation les plus appropriées,
- réaliser les épreuves de convenue des différents matériaux, notamment bétons, coulis et des mortiers,

- établir les plans et calculs d'exécution pour tous les travaux décrits au présent C.C.T.P. et notamment les documents suivants (liste non exhaustive) :
 - les études d'exécution des ouvrages provisoires et des accès ainsi que les ouvrages et dispositifs nécessaires au contrôle des eaux dans la retenue pour les différentes phases de chantier {lot 1} :
 - note de calcul,
 - plan d'exécution,
 - les études d'exécution des excavations et des remblaiements en intégrant notamment la justification de la stabilité des talus provisoire, {lot 1} :
 - note de calcul,
 - plan d'exécution,
 - les études d'exécution des ancrages à sceller dans la maçonnerie {lot 1 principalement}
 - les études d'exécution de l'ensemble des ouvrages en béton armé (évacuateur de crues, locaux, prolongement de la galerie, pêcherie, etc...), comprenant notamment : {lot 1}
 - les notes de calculs,
 - les plans d'exécution de coffrage, y compris définition du tracé des fourreaux et définition de toutes les réservations y compris inserts pré-scillés,
 - les plans d'exécution de ferrailage, y compris nomenclature,
 - les plans de second œuvre pour les locaux,
 - les plans et études d'exécution de réalisation du coursier en enrochements bétonnés de l'évacuateur de crues (y compris du dispositif d'étanchéité par géomembrane), {lot 1}
 - les plans d'exécution des démolitions et de l'ensemble des sciages, ancrages et scellement des pièces fixes nécessaires au lot 2 (vannes et organes de manœuvre notamment) sur la base de la fourniture préalable des plans d'exécution des ouvrages concernés {lot 1},
 - les études d'exécution des passerelles d'accès (évacuateur de crues et pêcherie), y compris les fondations (superficielles et/ou profondes) et garde-corps, {lot 1} :
 - note de calcul,
 - plan d'exécution,
 - les plans et études d'exécution des travaux de restauration des maçonneries (rejointoiement, injection, dépose / repose du parement amont et du parapet etc...) y compris fourniture préalable des plans d'inspection permettant de valider les quantités avant réalisation des travaux, {lot 1}
 - les plans d'exécution pour le forage et le scellement du ou des tube(s) métallique(s) d'évents de la vanne de garde amont de la vidange de fond, {lot 1}
 - les plans d'exécution de réalisation de la paroi étanche sur les 2 digues, {lot 1}
 - les plans d'exécution de réalisation des forages drainants en pied aval des 2 digues et sur le parement amont de la digue principale, {lot 1}
 - les études d'exécution des travaux de voiries et réseaux (couche de forme, de roulement, espaces verts, ...), {lot 1}
 - les études d'exécution des équipements de la vidange de fond et de la prise d'eau : {lot 2}

- la note de calculs et les plans d'exécution de la grille amont,
- le diagnostic et la note de calculs de la passerelle de manœuvre de la vanne de garde de vidange de fond existante,
- la note de calculs et les plans d'exécution de la passerelle de manœuvre de la vanne de garde de vidange en cas de remplacement (tranche optionnelle 1),
- la note de calculs et les plans d'exécution de la plateforme de manœuvre des vannes de prise,
- la note de calculs et les plans d'exécution de la structure des vannes de vidange et de leurs pièces fixes (y compris pièces de métallerie spécifiques),
- la note de calculs et les plans d'exécution de la conduite de fond et des équipements, raccords, etc... (berceaux, entonnements, etc...),
- la note de calculs et les plans d'exécution de la structure des vanne de prise et de leurs pièces fixes,
- la note de calculs et les plans d'exécution de la conduite de vidange de fond (y compris les brides, pièces particulières, entonnement, berceaux de fixation, etc...),
- la note de calculs du choix et dimensionnement des organes de manœuvre des différentes vannes et leur plan d'exécution,
- la note de calcul de justification des moteurs électriques des vannes de prise et de fond,
- les plans d'exécution des accès (trappe, échelle, plateforme de travaux ...) notamment dans le local de vanne,
- les études d'exécution des installations électriques, contrôle-commande : {lot 2}
 - La note de calcul électrique justifiant des calibres des équipements, les sections de câbles et de l'adéquation de l'installation avec les normes en rigueur y compris conducteur de terre ;
 - Les schémas multifilaires électriques, y compris nomenclature, plan d'implantation (intérieur) et faces avant des enveloppes électriques ;
 - La mise en œuvre d'une prise de terre compatible avec les notes de calcul des liaisons électriques ;
 - Les schémas de contrôle-commande de l'installation ;
 - Les plans de détail des armoires de commande ;
 - Les tableaux des Entrées / Sorties de chaque automate (nomenclature, adressage, type, description) ;
 - Une note contenant tous les réglages des paramètres et mots de passe ;
 - Les nomenclatures des composants utilisés
 - Les plans d'implantation des locaux.
- Les procédures et mode opératoires de pose et montage sur site des équipements, précisant notamment les mesures de sécurité, les moyens humains et matériels, les conditions d'intervention, les opérations de levage-manutention, la gestion des interfaces, les méthodes et contrôles de positionnement-alignement des pièces dans le respect des tolérances normatives et fonctionnelles... ;
- Les cahiers d'essais en atelier et sur site ; {lot 2}
- Les notices, analyse fonctionnelle et plans de maintenance-entretien-exploitation ; {lot 2}

- L'Analyse Fonctionnelle doit permettre de disposer à la fois d'une vision d'ensemble des équipements de l'aménagement, mais également du détail de leurs réglages et fonctionnements. **Tous les équipements doivent être décrits et tous les réglages spécifiés (valeurs de réglages des automatismes le cas échéant, loi de débitances des vannes, étalonnage des sondes, etc).** Pour simplifier la compréhension de certains fonctionnements automatiques, des logigrammes seront également fournis. Si certains fonctionnements ou actions de l'utilisateur peuvent présenter un risque pour la sécurité des biens ou des personnes, ils devront être mis en avant dans le document pour alerter le lecteur.
- Les notices et plans de maintenance-entretien-exploitation doivent être pensés pour être fonctionnels : ces documents doivent atteindre un niveau de détail suffisant pour qu'un personnel exploitant débutant puisse, si nécessaire, réaliser toutes les manœuvres et tous les entretiens (dont remplacement) propres aux équipements uniquement à l'aide de ces documents. Chaque manœuvre et/ou entretien sera décrit avec un déroulé pas-à-pas par des gammes opératoires de maintenance (VNF fournira un modèle). L'attention de l'Entrepreneur est d'ores et déjà attirée sur l'exigence élevée de la qualité du rendu de ces documents qui seront validés par le Maître d'œuvre, le Maître d'Ouvrage et également l'exploitant ; plusieurs révisions seront probablement nécessaires, l'Entrepreneur devra en tenir compte dans son estimation. Des copies des fiches constructeurs seront acceptées si elles sont suffisamment claires mais une suite de copies de fiches constructeurs ne peut être acceptée sans sommaire détaillé.
 - le cahier de paramétrage reprenant l'ensemble des paramétrages des différents équipements du site si nécessaire en complément des précédents éléments. {lot 2}
 - les plans d'exécution de remise en état des lieux, {lot 1}
- préparer tous les travaux décrits au présent C.C.T.P.

Dans le cas où une modification par rapport au projet est prévue par l'Entrepreneur, cette dernière doit, préalablement à son exécution, obtenir l'approbation écrite du Maître d'Œuvre.

Les études d'exécution sont conduites en conformité avec les Eurocodes et les normes et règles en vigueur pour les ouvrages concernés.

1.9.2 Particularités des études d'exécution

Les études d'exécution sont conduites alors que le projet a fait l'objet d'une validation par les services de l'Etat. Dans ce contexte, certaines parties du projet sont exclues du champ d'exercice des études d'exécution.

En particulier :

- Aucun calcul de justification des formes hydrauliques n'est attendu, sauf dans le cas où les dessins d'exécution devraient différer des dessins de projet. C'est notamment le cas du seuil (et ses courbures qui ne peuvent être modifiées) et du coursier de l'évacuateur de crues ;
- Aucun calcul de justification de la stabilité des digues n'est attendu, sauf dans le cas où les dessins d'exécution et/ou les matériaux proposés devraient différer des hypothèses du marché.

1.9.3 Présentation des études d'exécution

Les plans seront réalisés sur support informatique compatible AUTOCAD. Une version .pdf sera également transmise au Maître d'œuvre.

Les plans d'exécution comprennent les plans d'ensemble, les plans de fabrication et les nomenclatures. Ils devront intégrer l'ensemble des détails permettant de confirmer de la bonne exécution des prestations (cotes, longueur, rattachements, etc...).

Les plans devront préciser tous les détails de construction, les épaisseurs des différents cordons de soudure ainsi que leurs conditions d'exécution (en atelier ou sur chantier). {lot 2 notamment}.

Les notes de calculs doivent être claires et structurées, de manière à permettre une consultation ultérieure aisée à toute personne non initiée au projet.

Dans le cas où l'Entrepreneur fait établir, par des moyens de calcul automatique, tout ou partie des calculs, il joint une notice indiquant de façon complète les hypothèses des calculs, leur processus, les formules employées, les notations, un tableau récapitulatif des résultats pouvant être obtenus à l'aide des différents "listings".

Dans le cas où certains calculs seraient réalisés par un programme informatique (calculs aux éléments finis par exemple) une notice est fournie et présente notamment :

- la géométrie et la structure détaillée de la pièce calculée,
- le maillage et les conditions aux limites appliquées,
- les hypothèses de calcul,
- les charges appliquées et les formules employées pour les déterminer,
- le principe de calage du modèle,
- un tableau récapitulatif des charges, contraintes et déformation critères de flambement/voilement/déversement, actions aux appuis, efforts résultants.

Si les programmes employés ne correspondent pas à ces caractéristiques, l'Entrepreneur est tenu, sur demande du Maître d'Œuvre, de fournir toutes les justifications manuelles nécessaires. Au cas où le Maître d'Œuvre jugerait ces justifications insuffisantes, il peut demander à l'Entrepreneur de faire établir à ses frais, une note de calcul conforme aux prescriptions.

Tous les autres justificatifs ou notes des choix ou dimensionnements des composants ou des fonctions de l'installation seront réalisés à l'aide de logiciels compatibles avec Microsoft Office.

1.9.4 Contrôle et visa des études d'exécution

Tous les documents relatifs aux études d'exécution devront être soumis au visa du Maître d'Œuvre préalablement à l'exécution notamment pour le contrôle de la conformité aux principes décrits par les plans du dossier de consultation.

Toutefois, le visa du Maître d'Œuvre n'atténuera en rien la responsabilité de l'Entrepreneur en ce qui concerne les fournitures et les dessins d'exécution. Cette responsabilité ne sera pas non plus déchargée du fait des modifications prescrites par le Maître d'Œuvre, sauf en ce qui concerne les inconvénients résultant de ces modifications qui auront été signalées par écrit par l'Entrepreneur.

Toutes les notes de calculs et plans doivent être soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre dans un délai compatible avec le planning prévisionnel et de calendrier d'exécution mis au point lors de la phase de préparation de chantier par l'Entrepreneur qui sera soumis à validation du Maître d'œuvre, puis actualisé au fur et à mesure de l'avancement des prestations par l'Entrepreneur en accord avec le Maître d'œuvre.

Le Maître d'Œuvre a un délai de 10 jours calendaires pour faire part de ces observations et demandes de modification, à compter de chaque réception d'un ensemble cohérent de documents d'exécution.

Le cas échéant, l'Entrepreneur dispose d'un délai de 10 jours calendaires pour effectuer les modifications demandées et soumettre à nouveau les documents au visa. En cas de nouvelles observations, l'Entrepreneur dispose d'un délai de 5 jours calendaires pour effectuer les modifications et resoumettre les documents au visa.

Une fois toutes les observations du Maître d'Œuvre prises en compte, les plans sont retournés à l'Entrepreneur " Bon Pour Exécution " ou la note d'observation correspondant au visa du plan conclura sur le " Bon Pour Exécution " du plan en question.

L'Entrepreneur sera responsable du retard dans l'exécution des travaux résultant, le cas échéant, de la remise tardive des dessins, des corrections et des compléments d'études nécessités pour leur mise au point.

1.9.5 Suivi des plans d'exécution et plans conformes à l'exécution

Toutes les modifications décidées en cours de travaux doivent être reportées dans les 2 jours calendaires sur un exemplaire des plans d'exécution maintenu sur le chantier.

A l'achèvement des travaux, l'Entrepreneur établit les plans " conformes à l'exécution ", qui tiennent compte de toutes les modifications intervenues pendant les travaux ainsi que des levés de récolement (excavation, remblaiement, etc...).

Les plans " conformes à l'exécution " sont remis par l'Entrepreneur en deux exemplaires (tirages ou photocopies pliés) et sous forme de fichier informatique (y compris fichier source ouvert) dans le cadre de la fourniture du Dossier des Ouvrages Exécutés.

1.10 Protection de l'environnement

1.10.1 Généralités

L'Entrepreneur veillera à respecter scrupuleusement les éléments et mesures décrits dans le Porté à Connaissance joint au présent DCE qui aboutiront à l'émission d'un arrêté d'autorisation des travaux de réhabilitation du barrage de Panthier (l'arrêté d'autorisation des travaux sera fourni au lauréat). L'Entrepreneur est réputé avoir une parfaite connaissance de ces éléments et d'avoir intégré l'ensemble de ces mesures.

1.10.2 Engagement de l'Entrepreneur

Le Titulaire s'engage, à partir des informations présentées au CCTP et dans les pièces annexes de son marché (dossier de Porté à Connaissance), à établir, à respecter et à contrôler l'application des clauses environnementales pendant toute la durée des travaux. Les clauses environnementales seront déclinées par le Titulaire dans son Plan d'Assurance Environnement (PAE) liée aux travaux.

Ce document devra respecter les principes suivants :

- définir des moyens humains et matériels alloués au management environnemental,
- identifier l'ensemble des nuisances potentielles et mesures de protection associées dans les domaines de l'eau, l'air, le bruit, les déchets,
- limiter les déchets à la source,
- favoriser le réemploi et le recyclage des matériaux,
- n'utiliser le stockage que pour des déchets non valorisables, dits ultimes,
- assurer le suivi de la gestion environnementale.

1.10.3 Responsabilité de l'Entrepreneur

Le respect de l'ensemble des règles environnementales est sous la seule responsabilité opérationnelle de l'Entrepreneur.

Un responsable et correspondant environnemental, suffisamment qualifié, devra être nommé qui aura en charge la bonne mise en œuvre des prescriptions environnementales et leur vérification régulière (responsable HSE). Les rythmes et les tâches de contrôle devront être explicités et différencier en fonction des périodes sèches ou pluvieuses.

Une attention particulière devra être portée aux points suivants :

- la gestion des déchets,
- la gestion des effluents de chantier,
- la protection de la ressource et de la retenue (y compris la laitance des ciments et coulis, éléments de poussière / fibres, etc...),
- la gestion de matières dangereuses durant les travaux (poussières, fibres durant les travaux de démolition par exemple, selon diagnostic réalisé préalablement),
- la gestion d'éventuelles matières dangereuses sur les équipements.

1.10.4 Constitution du Plan d'Assurance Environnement (PAE)

Le Plan d'Assurance Environnement liée aux travaux (PAE) devra comporter les points suivants :

- présentation du marché (Maîtrise d'ouvrage, Maîtrise d'œuvre, objet du marché),
- organigramme détaillé du chantier pour la protection de l'environnement,
- liste prévisionnelle des nuisances potentielles et mesures de protection associées,
- liste prévisionnelle des déchets produits et activités génératrices correspondantes,
- gestion spécifique des déchets portant notamment sur la méthode de tri appliquée et la signalétique mise en place sur le site (y compris produits / matériaux dangereux),
- modalités pour assurer le contrôle interne et externe, le suivi et la traçabilité des déchets,
- implantation des centres de stockages, centre de tri, unité de valorisation énergétique vers lesquels seront acheminés les différents types de déchets avec accord du gestionnaire correspondant,
- définition du type de stockage temporaire sur le chantier,

- moyens matériels prévus pour la décantation des eaux d'exhaure avant rejet dans le milieu naturel,
- moyens matériels prévus pour lutter contre les sources de pollution potentielles.

Ce document sera à transmettre pour approbation au Maître d'ouvrage, au maître d'œuvre et au Coordinateur SPS dans un délai de 15 jours à compter de l'ordre de service de démarrage de la période de préparation des travaux.

La liste des exigences environnementales applicables au présent marché n'est pas définie de manière exhaustive dans le présent CCTP. Sur ces bases, l'Entrepreneur établira son Plan de Gestion Environnementale en veillant à respecter scrupuleusement l'ensemble des exigences du marché en fonction des caractéristiques de sa prestation, de la législation en vigueur et des spécificités du site ainsi que les mesures prescrites dans le cadre de l'instruction du dossier d'autorisation environnementale joint au dossier de consultation.

1.10.5 Moyens de surveillance et d'intervention en cas d'incident ou d'accident

L'Entrepreneur assurera à sa charge la présence sur le chantier d'équipements destinés à lutter contre les pollutions accidentelles de toutes origines et à assurer la décantation des eaux d'exhaure avant rejet dans le milieu naturel.

Ces équipements (barrages flottants, décanteurs...), seront maintenus disponibles en permanence sur le site et à proximité immédiate des travaux (dans les galeries et retenue notamment). En tout état de cause il devra prévenir le Maître d'œuvre dans les 24h en cas d'incident ou d'accident.

En outre, l'Entrepreneur prendra à sa charge pendant toute la durée des travaux des opérations de surveillance et d'intervention en cas d'incident ou d'accident :

- En cours de travaux, le Plan d'Assurance Environnement (PAE) sera tenu à jour par l'Entrepreneur, en fonction des problèmes éventuellement rencontrés. Les incidents éventuels intervenant durant le chantier et relatifs à la protection de l'environnement devront être relevés dans le journal de chantier par l'intermédiaire du compte-rendu journalier de l'Entrepreneur, en particulier en ce qui concerne les dispositifs de maîtrise des pollutions des eaux : étanchéité et confinement des zones de stockage des lubrifiants, sécurisation des opérations de remplissage des réservoirs, bassins de rétention pour les aires d'élaboration des bétons, récupération des eaux de ruissellement des aires de chantier dans un bassin de décantation avant rejet ;
- Mise en place d'une procédure spécifique de suivi des alertes de crues, de façon à anticiper les épisodes de hautes eaux sur la zone du chantier.

En cas de pollution accidentelle du chantier, du cours d'eau, des eaux prélevées et dérivées par les infrastructures existantes et des terrains situés à proximité, l'Entrepreneur supportera toutes les conséquences juridiques et financières de ses effets.

L'attention de l'Entrepreneur du lot 1 est enfin attirée sur le fait qu'il procèdera à un suivi environnemental de la qualité de l'eau ; un prix spécifique est dédié dans son marché pour ces prestations.

1.10.6 Elaboration d'un plan de gestion des déchets de chantier (SOGED)

1.10.6.1 Généralités

Il est attendu de l'Entrepreneur la plus grande rigueur à la fois dans la rédaction de son

SOGED (Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets), mais aussi dans son suivi au cours du chantier. En particulier, les déchets générés par l'Entrepreneur devront être triés et, dans la mesure du possible, valorisés. Les déchets dangereux devront être éliminés par des prestataires agréés.

Les lois et réglementations en vigueur durant le chantier devront être appliquées scrupuleusement par l'Entrepreneur. Il devra notamment mettre tout en œuvre pour favoriser et appliquer autant que possible les dispositions de responsabilité élargie des Producteurs « bâtiment » (REP PMCB) pour les filières de traitement.

Le SOGED doit identifier l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits par les travaux, installations et activités et indiquer précisément les dispositifs de collecte, le conditionnement des déchets et surtout les filières d'élimination des déchets qui sont mis en place (prioritairement REP PMCB via les éco-organismes agréés).

Le SOGED précise :

- les méthodes de réalisation, de déconstruction ou de stockage appliquées pour limiter le mélange des matériaux et en faciliter ainsi le réemploi,
- le mode de transport et le lieu d'évacuation,
- les modes de suivi et de contrôle mis en place,
- le plan de réemploi des matériaux in situ ainsi que les modalités de prise en compte des excédentaires et des ultimes.

A ce titre, l'Entrepreneur s'engage sur :

- les centres de stockage et/ou centres de regroupement et/ou unités de recyclage vers lesquels sont acheminés les différents déchets à évacuer (notamment les équipements existants déposés, les débris de démolition, etc...), en fonction de leur typologie et en accord avec le centre de stockage ou de regroupement,
- les dispositions qui sont appliquées pour ne pas mélanger les déchets pendant les différentes phases (dispositions constructives, déconstructives et stockage),
- les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qui sont mis en œuvre pendant les travaux. La filière d'élimination retenue étant soumise à l'agrément du Maître d'œuvre,
- le tri sur le chantier des différents déchets à évacuer (déchets dangereux, déchets non dangereux et déchets non dangereux inertes) et la mise en place de moyens de récupération des déchets non réutilisables en favorisant les filières REP PMCB,
- l'information du maître d'œuvre en phase travaux (composition, quantités, lieux de dépôt envisagés...),
- les dispositions prises en vue d'un réemploi optimal in situ des matériaux,
- les moyens humains et matériels mis en œuvre pour assurer la gestion des déchets.

Le suivi environnemental (qualité des eaux, ...) qui fait l'objet d'une prestation au marché du lot 1 permettra également un suivi de chantier (contrôle de tous les rejets pouvant intervenir sur les masses d'eau) dont les résultats pourront être opposables à l'Entrepreneur concerné (lot 1 ou 2).

L'Entrepreneur prend en outre toutes les dispositions relatives au maintien de l'ensemble du chantier en état de propreté permanent et les fait figurer sur son SOGED :

- sensibilisation du personnel, des sous-traitants, fournisseurs et locatiers à la propreté du chantier,
- lutte contre la dispersion des déchets et les épandages sauvages par l'information du personnel et le nettoyage régulier des abords du chantier,
- maintien des voiries empruntées pour les besoins du chantier en état de propreté,
- limitation des envols de poussières par arrosage,
- récupération des éventuelles boues de forage vers un lieu de stockage adapté,
- évacuation des déchets de démolition vers des dépôts définitifs ou des récupérateurs choisis par l'entrepreneur et agréé par le Maître d'œuvre,
- mise en dépôts des déchets verts,
- mise en place de dispositifs de collecte des déchets (conteneurs, poubelles ...) en différents endroits du chantier,
- nettoyage permanent du chantier et de ses abords (y compris toutes les routes empruntées),
- élimination des déchets par une filière adaptée à leur nature.

En cas de manquement conséquent de l'Entrepreneur, le Maître d'œuvre peut lui demander ou à une entreprise spécialisée, de procéder au nettoyage à ses frais.

1.10.6.2 Particularités

L'attention de l'Entrepreneur est particulièrement attirée sur le fait que certains éléments de déconstruction ou déposés devront faire l'objet d'une évacuation en décharge spécifique. C'est le cas notamment :

- de l'ensemble des organes de manœuvres (vannes de vidange, et de prise) ainsi que l'ensemble de leurs mécaniques et les garde-corps et plateformes d'accès,
- des gravats de béton et des armatures éventuelles,
- des pièces métalliques noyées,
- des enrobés.

VNF fera procéder à un diagnostic amiante / plomb des équipements ou de maçonnerie à retirer ; en fonction L'Entrepreneur adaptera ses moyens (notamment pour la démolition et l'évacuation). Il devra obligatoirement intégrer ces éléments dans ses prix.

1.10.7 Mesures environnementales à intégrer au titre du dossier Loi sur l'Eau

Le dossier de Porté à Connaissance au titre du Dossier Loi sur l'Eau est joint au présent dossier de consultation. L'Entrepreneur est supposé en avoir pris connaissance et établi sa proposition sur cette base et notamment concernant l'ensemble des mesures dites ERC à intégrer dans son marché. Enfin l'arrêté Préfectoral sera communiqué au lauréat.

1.11 Contrôle de la qualité

1.11.1 Contenu du Plan d'Assurance de la Qualité

L'Entrepreneur doit un plan d'Assurance Qualité s'appliquant à l'ensemble de sa prestation. Il est conforme aux fascicules du C.C.T.G. concernés et aux recommandations du fascicule spécial n°82-22 bis du Bulletin Officiel.

Il comporte :

- le Schéma Organisationnel du Plan Qualité définissant tous les éléments d'organisation concourant à l'obtention de la qualité,
- les procédures d'exécution établies par nature de travaux,
- les demandes d'agrément des différents matériaux qu'il souhaite mettre en œuvre,
- les documents de suivi d'exécution des différentes tâches comprenant les fiches de contrôle, les fiches de non-conformité et tous documents annexes ou récapitulatifs.

1.11.1.1 Schéma Organisationnel du Plan Qualité

Le Schéma Organisationnel du Plan Qualité décrit :

- les actions générales de gestion de la qualité de l'Entrepreneur (actions de formation à la gestion de la qualité dans et hors Entrepreneur, fonctionnement des cercles de qualité...),
- l'affectation des tâches des différents intervenants : sous-traitants, fournisseurs, bureau d'études, bureau de contrôle,
- les moyens en matériel et en personnel, avec référence du personnel d'encadrement effectivement affecté au chantier,
- la gestion des documents d'exécution,
- la gestion des interfaces entre les différents intervenants, dans les études et dans les travaux,
- les conditions générales d'exercice du contrôle à la charge de l'Entrepreneur : désignation du responsable de chaque tâche de contrôle, liste des documents de suivi d'exécution et gestion des non-conformités,

et rappelle les conditions du contrôle exercé par le Maître d'Œuvre telles qu'elles sont définies dans le C.C.T.P.

1.11.1.2 Procédures d'exécution

Les procédures d'exécution définissent, pour chaque nature de travaux, tous les éléments d'organisation concourant à l'obtention de la qualité :

- les moyens en matériel et en personnel affectés à la tâche,
- les matériaux, fournitures et composants (qualité, origine, marque),
- les modes opératoires,
- les liaisons entre procédures,
- les conditions d'exercice du contrôle (nature des contrôles, intervenants, documents de suivi d'exécution).

Parmi les procédures d'exécution à fournir, on peut citer celles concernant les travaux suivants (liste non exhaustive) :

- réalisation des aménagements provisoires, des accès, et des dispositifs de protection de l'environnement, {lot 1}
- plans de circulation du chantier, {lot 1}
- réalisation des ouvrages nécessaires au contrôle des eaux (dispositifs de pompage, batardeaux, etc...), {lot 1}
- réalisation des excavations et des remblais (notamment la recharge aval drainante ; y compris en intégrant les phasages par plots / zones) y compris préparation des fonds de fouille, {lot 1}
- réalisation des ouvrages en béton armé, {lot 1}
- réalisation des travaux de pose d'enrochements bétonnés (y compris pose, ancrage, etc... du DEG), {lot 1}
- réalisation des travaux de réhabilitation des maçonneries du parement, des pertuis et galeries (y compris inspection préalable des ouvrages et rapport de restitution), {lot 1}
- réalisation du génie civil pour le remplacement des vannes de vidange de fond et de prise y compris sciage, démolitions soignées, scellements des pièces fixes du lot 2 (sous son contrôle) et remplissage du pertuis autour de la conduite, {lot 1}
- réalisation des parois étanches en crête de digue, {lot 1}
- réalisation des forages drainants (y compris pose de leurs équipements) en pied aval des digues et sur le parement amont de la digue principale, {lot 1}
- réalisation du(des) forage(s) à travers la maçonnerie et scellement du ou des tube(s) d'évent de la vanne de garde de vidange de fond, {lot 1}
- réalisation du local technique de commande (y compris second d'œuvre, dont raccordement aux différents réseaux et isolation thermique) et abords, {lot 1}
- réalisation du local de vanne (y compris second œuvre, et scellement des pièces du lot 2), {lot 1}
- réalisation des travaux de voiries / réseaux / finitions (accès, espaces verts) {lot 1}
- modernisation des appareils d'auscultation existant (y compris raccordement) et mise en œuvre de nouveaux appareils (y compris forages, poses des chambres, réalisation de l'ensemble des tranchées nécessaires aux raccordements), {lot 2}
- dépose et remplacement des vannes de vidange de fond et de prise d'eau et de leur système de manœuvre (y compris toutes les fournitures / équipements associés), {lot 2}
- réalisation de la passerelle métallique d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de garde de vidange, (tranche optionnelle 1) y compris ancrages {lot 2}
- réalisation de la plateforme métallique d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne inférieur de prise d'eau, y compris ancrages {lot 2}
- diagnostic, et éventuels dépose et remplacement (tranche optionnelle) de la plateforme de manœuvre de la vanne de garde de vidange de fond, {lot 2}

- réalisation des équipements électriques / contrôle commande et leurs raccordements y compris l'ensemble des travaux de génie civil nécessaires (tranchées notamment), {lot 2}
- réalisation des essais des équipements sur site, {lot 2}

1.11.1.3 Documents de suivi d'exécution

Les documents de suivi d'exécution permettent de recueillir et de conserver les informations sur les conditions réelles de l'exécution et d'apporter la preuve du contrôle exercée par l'Entrepreneur. Ils sont constitués notamment des fiches de contrôle et des fiches de non-conformités s'il y a lieu.

Au niveau du contrôle exercé par l'Entrepreneur il sera prévu :

- un contrôle interne à la chaîne de production intégré à la conduite du chantier, sous la responsabilité du Directeur des Travaux. Celui-ci comprend notamment (liste non exhaustive) :
 - le contrôle des produits marchands à la réception sur le chantier, {tous les lots}
 - le contrôle topographiques de l'ensemble des ouvrages en fin d'exécution, {tous les lots}
 - le contrôle géométrique des démolitions, {lot 1}
 - le contrôle des excavations et du fond de fouille, {lot 1}
 - le contrôle de l'implantation, {lots 1 et 2}
 - le contrôle des caractéristiques du béton, coulis d'injection, coulis de la paroi, de mortier de rejointoiement et du mortier de scellement, {lot 1}
 - le contrôle de l'implantation et de la géométrie des coffrages, {lot 1}
 - le contrôle du ferrailage et de l'enrobage des armatures, {lot 1}
 - le contrôle des caractéristiques des matériaux provenant des excavations avant réutilisation éventuelle, {lot 1}
 - le contrôle des remblais de toute nature, {lot 1}
 - le contrôle de l'implantation, inclinaison, etc... des forages, {lots 1 et 2}
 - le contrôle de fonctionnement des appareils d'auscultation existants et le contrôle d'implantation et de fonctionnement des nouveaux appareils d'auscultation après leur mise en place, {lot 2}
 - le contrôle géométrique des pièces mécaniques, {lot 2}
 - le contrôle visuel des soudures, {lot 2}
 - le contrôle par montage à blanc en atelier des vannes équipées avant application du revêtement anticorrosion, {lot 2}
 - le contrôle du décapage des pièces métalliques avant galvanisation ou mise en peinture, {lot 2}
 - le contrôle visuel de continuité de la protection anticorrosion des pièces métalliques, {lot 2}
 - le contrôle du positionnement et des dispositifs de maintien en position des pièces scellées en première phase, {lot 2}

- le contrôle des jeux et des alignements après le montage sur site des équipements, {lot 2}
- le contrôle des jeux et de la compression des joints d'étanchéité après le montage sur site des équipements, {lot 2}
- le contrôle des implantations de composants, des désignations des matériels (étiquettes) dans les armoires électriques ou coffrets, {lot 2}
- le contrôle de bonne fin d'exécution de câblage des armoires électriques, coffrets ou pupitres, (repérage filerie et couleur de fil) {lot 2}
- Un contrôle externe à la chaîne de production, assuré soit par du personnel de l'Entrepreneur indépendant du personnel affecté au chantier, soit par du personnel extérieur à l'Entrepreneur, sous la responsabilité du Responsable Qualité, personne différente du Directeur des Travaux. Outre le contrôle par sondages des éléments objets du contrôle interne, le contrôle externe comprend (liste non exhaustive) :
 - le contrôle de la résistance des bétons, mortiers, coulis à 7 et 28 jours {lot 1}
 - le contrôle des matériaux de remblais et de la compacité par sondages (recharge aval drainante, matériaux étanches, filtre, etc...), {lot 1}
 - le contrôle et étalonnage des appareils d'auscultation, {lot 2}
 - le contrôle des soudures par ressuage, {lot 2}
 - le contrôle du décapage des équipements avant la mise en peinture (PV), {lot 2}
 - le contrôle non destructif de l'épaisseur de la protection anticorrosion, {lot 2}
 - le contrôle d'épreuve (corps de vannes, vannes sous-carter, etc...), et d'étanchéité des vannes en conduite selon les normes en vigueur. Les corps sont mis en pression d'eau. La pression d'eau est contrôlée au moyen d'un manomètre. Aucune perte de pression n'est admise. Les conditions de température sont notées sur le PV d'essais et doivent être aussi stables que possible pendant l'essai. Des ouvertures de petit diamètre et judicieusement placées (hors des zones de fortes contraintes) permettent d'assurer la communication entre les divers caissons à tester. Les piquages de mise en pression seront placés hors des zones de fortes contraintes, {lot 2}
 - le contrôle des jeux et des alignements après le montage sur site, {lot 2}
 - le contrôle des jeux et de la compression des joints d'étanchéité, {lot 2}
 - le contrôle sur plate-forme d'essais des programmations de l'automate, de l'interface de télégestion et des IHM ; ceux-ci seront réalisés en présence des représentants du Maître d'Ouvrage conformément à un cahier d'essais établi par l'Entrepreneur. {lot 2}
 - le contrôle sur site des équipements en charge (ou équivalent à la charge de dimensionnement), {lot 2}

Il est rappelé que :

- les opérations de contrôle interne visent essentiellement à fournir des informations systématiques et avec des délais de réponse suffisamment brefs à définir préalablement par le maître d'œuvre :
 - en cours d'exécution pour corriger les dérèglages éventuels en réagissant instantanément sur le processus d'exécution,
 - à l'achèvement d'une phase d'exécution partielle, pour constater le résultat intermédiaire

obtenu et, en cas d'insuffisances ou d'anomalies, adopter ou proposer les remèdes applicables à la phase considérée, avec adaptation du processus et/ou des moyens pour l'exécution des phases ultérieures.

- les opérations de contrôle externe visent à s'assurer du respect du P.A.Q. par l'équipe de chantier et à vérifier par inspections ponctuelles et sondages la conformité aux stipulations du marché. Le contrôle externe exécute en particulier les épreuves et essais de contrôle non systématiques prévus au C.C.T.P. Il établit et rassemble les documents justifiant que la qualité requise a été obtenue.

Le P.A.Q. prévoit au moins les points d'arrêts suivants pour les ouvrages principaux qui seront définis lors de l'établissement PAQ conjointement avec le Maître d'œuvre (un point d'arrêt donne obligatoirement lieu à la production de documents attestant des vérifications et contrôles internes ; la présence impérative du Maître d'œuvre pour lever ces points d'arrêts au fil du chantier sera discutée lors de l'établissement du PAQ) :

- contrôle géométrique des démolitions, {lot 1}
- contrôle géométrique et réception des fouilles (après préparation) et excavation (y compris paroi étanche), {lot 1}
- contrôle géométrie et réception des travaux de remblai, {lot 1}
- vérification des dispositions de ferrailage avant le bétonnage de chaque partie des ouvrages principaux en béton armé, {lot 1}
- contrôle des travaux de restauration des maçonneries (y compris identification préalable des zones à traiter), {lot 1}
- contrôle des soudures et du décapage avant la mise en peinture des équipements, {lot 2}
- contrôle du positionnement de toutes les pièces à sceller avant le début du scellement, {lot 2}
- autorisation d'enlèvement des batardeaux. {lot 1}

Néanmoins, la liste des points d'arrêt sera arrêtée conjointement par l'Entrepreneur et le Maître d'Œuvre.

Le délai de préavis pour chaque point d'arrêt, de l'Entrepreneur envers le Maître d'Œuvre, est de quarante-huit (48) heures sous réserve d'avoir précisé une (1) semaine à l'avance la date prévisionnelle de levée du point d'arrêt ; le délai de levée de ces points d'arrêt par le Maître d'Œuvre est de vingt-quatre (24) heures. Dans le décompte de ces délais, seuls les jours de travail effectif de l'Entrepreneur sont comptabilisés.

La poursuite des travaux ne peut être engagée sans l'accord écrit et explicite du Maître d'Œuvre ; tout retard de réponse du Maître d'Œuvre dans la levée d'un point d'arrêt provoque une prolongation équivalente du délai d'exécution.

Les autres opérations de vérification et de contrôle figurant dans le Plan d'Assurance de la Qualité peuvent être considérées comme des points critiques, le non-respect de ces derniers entraînant cependant un point d'arrêt supplémentaire.

1.11.2 Traitement des non-conformités

Le traitement des non-conformités se fera en distinguant deux niveaux de non-conformité :

- Les non-conformités mineures, auxquelles l'Entrepreneur peut remédier par

application des PAQ et procédures d'exécution, sans altérations des propriétés ou caractéristiques du produit final ;

- Les non-conformités majeures qui correspondent à tous les autres cas.

Les non-conformités mineures ne nécessitent pas d'avis préalable du Maître d'Œuvre mais devront malgré tout faire l'objet d'une fiche transmise du Maître d'Œuvre.

En cas de non-conformité majeure, l'acceptation des mesures correctrices par le Maître d'Œuvre constitue un point d'arrêt du contrôle extérieur, avant toute mise en œuvre de mesure correctrice. En cas de refus des mesures correctives par le Maître d'œuvre, l'Entrepreneur formule de nouvelles propositions de mesures correctives. En dernier recours, si les propositions de l'Entrepreneur demeurent irrecevables par le Maître d'Œuvre, celui-ci impose les mesures correctives qui sont nécessaires pour pouvoir proposer les travaux à la réception par le Maître d'Ouvrage aux frais de l'Entrepreneur.

Le titulaire du marché qui devra détecter et résoudre toutes les non-conformités, y compris celles de ses co-traitants, sous-traitants ou fournisseurs, précisera dans son PAQ les conditions de traitement des non-conformités constatées.

Le PAQ précisera en outre :

- le responsable et l'autorité en matière de non-conformité,
- les moyens de contrôle et d'essais en cas de remise en conformité,
- les modes de marquage et de stockage des produits non conformes mis en œuvre aux fins d'essais.

Les fiches de non-conformité récapituleront au moins :

- les caractéristiques et l'origine de la non-conformité,
- les mesures correctrices adoptées et les résultats des essais de contrôle,
- l'avis du Maître d'Œuvre,
- les résultats de la remise en conformité,
- les visas du contrôle intérieur et extérieur,
- la date de levée du point d'arrêt de l'action correctrice en cas de non-conformité majeure,
- la date de levée de la non-conformité.

Un état des fiches de non-conformité sera transmis au Maître d'Œuvre à chaque réunion de chantier.

Si aucune action ne permet la remise en conformité du lot détecté non conforme, il y aura réfection complète du lot, y compris démolition et évacuation des matériaux déclarés non-conformes. Toutes ces opérations seront réalisées aux frais de l'entrepreneur, sans suspension de délai.

1.11.3 Phases d'établissement et d'application du P.A.Q.

Les documents constituant le P.A.Q. sont établis en plusieurs étapes :

- pendant la période de préparation des travaux :
 - mise au point du document d'organisation générale par complément du SOPAQ,

- établissement des procédures d'exécution,
- préparation des documents de suivi d'exécution.
- pendant l'exécution :
 - réalisation des contrôles internes et externes prévus dans les procédures d'exécution,
 - rédaction/compilation, tenue sur le chantier et transmission au Maître d'Œuvre des documents de suivi d'exécution,
 - regroupement et remise au Maître d'Œuvre de l'ensemble des documents du P.A.Q. en distinguant ceux relatifs au contrôle interne et ceux relatifs au contrôle externe à l'avancement du chantier : au minimum l'Entrepreneur enverra l'ensemble des documents à jour tous les 2 mois,
- à l'achèvement des travaux :
 - finalisation regroupement et remise au Maître d'Œuvre de l'ensemble des documents du P.A.Q. en distinguant ceux relatifs au contrôle interne et ceux relatifs au contrôle externe. Ces documents sont fournis sous format numérique (y compris fichiers sources, modifiables).

1.12 Programmation des travaux

1.12.1 Programme détaillé des travaux

Pendant la période de préparation du marché, l'Entrepreneur fournit au Maître d'Œuvre le programme d'exécution des travaux. Ce programme comprend notamment :

- le calendrier prévisionnel d'exécution en partenariat avec le Maître d'Œuvre, tenant compte des délais d'études, d'approbation des documents, de fourniture, de la levée des points d'arrêt du P.A.Q., des intempéries prévisibles et des différentes phases du contrôle des eaux et des travaux des autres lots. Il fait apparaître l'enchaînement des phases d'exécution, leur durée et s'il y a lieu les délais à respecter entre celles-ci,
- la description précise des phases d'exécution avec les moyens utilisés et les consignes à respecter. Cette description définit notamment précisément tous les travaux préparatoires pouvant être exécutés sur site, notamment les aménagements des accès et surtout de contrôle des eaux avec leur phasage en vue d'optimiser les rendements pendant ces périodes.

Les programmes particuliers exigés par les fascicules du C.C.T.G. doivent compléter le programme d'exécution en temps utile.

Le programme prend en compte notamment (liste non exhaustive) :

- la nécessité de procéder à des essais "à sec" du fonctionnement des équipements (vannes) puis en eau ou à charge équivalente,
- un délai minimum de 72 h entre la mise en place du dernier béton et sa sollicitation (évacuateur, galerie, équipements) et/ou la submersion (des batardeaux) ou le retrait du batardeau ; voire au-delà pour les phases de remblaiement des galeries (durée à caler en fonction des essais de convenance).

1.12.2 Rapports d'avancement des travaux

Pendant la période d'intervention sur le site, l'Entrepreneur est tenu de fournir au Maître d'Œuvre des rapports d'avancement hebdomadaires dans les délais définis ci-après, les documents lui permettant d'effectuer la surveillance du chantier et le contrôle du bon déroulement des travaux.

Le rapport d'avancement hebdomadaire est un rapport de synthèse présenté le premier jour de la semaine suivante. Il indique :

- L'état d'avancement des travaux ;
- Les travaux exécutés au cours de la semaine écoulée ;
- Les conditions météorologiques de la semaine écoulée ;
- Les difficultés rencontrées sur le chantier ;
- Les prévisions d'exécution pour la semaine suivante ;
- Les modifications constatées ou à prévoir par rapport aux prévisions antérieures et une analyse succincte de la cause ayant nécessité la modification.

Le rapport n'est pas contradictoire et ne fait pas l'objet d'un visa du maître d'œuvre.

1.13 Journal de chantier

L'Entrepreneur tient un journal de chantier, maintenu sur site durant toute la durée des travaux. Ce journal consigne :

- L'effectif présent par catégorie de personnel, en distinguant le cas échéant les sous-traitant ;
- Le matériel utilisé ;
- Les tâches en cours ;
- Les quantités de travaux de diverses natures effectuées ;
- Les incidents de chantier ainsi que les durées et les causes des arrêts de chantier ;
- Les incidents, y compris les phénomènes météorologiques.

Ce journal est tenu à la disposition du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre qui peuvent le compléter ; cependant il n'est ni contradictoire ni visé par le Maître d'œuvre.

1.14 Contrôle externe à l'Entrepreneur

1.14.1 Généralités

Le Maître d'Œuvre se réserve la possibilité d'effectuer, par lui-même ou par un organisme de son choix, un contrôle technique externe à l'Entrepreneur sur tout ou partie de ses prestations. Enfin, le Maître d'Ouvrage envisage de mandater une entreprise afin d'effectuer des contrôles extérieurs. Ce point sera confirmé lors de la période de préparation.

L'Entrepreneur s'engage à faciliter l'exécution des contrôles. Il est tenu de fournir les échantillons nécessaires à la réalisation de ces contrôles, sur simple demande du Maître d'Œuvre et/ou du Maître d'Ouvrage. Les frais de personnel et de matériel correspondant à la production de ces échantillons, ainsi que le coût de la gêne sur l'avancement du chantier

occasionnée par les contrôles sont réputés inclus dans le prix “ contrôle de la qualité ”.

1.14.2 Contrôle des installations électriques {lot 2}

L'Entrepreneur du lot 2 prend à sa charge la réalisation sur l'ensemble des équipements électriques objet des travaux (y compris les installations à l'intérieur du local de commande et du local de vanne) par un organisme accrédité par le COFRAC des contrôles suivants :

- Le contrôle CONSUEL conformément aux dispositions réglementaires en vigueur relatives aux attestations de la conformité des installations électriques ;
- Le contrôle de vérification initiale conformément aux dispositions des articles R 4215-2, R 4226-14 et R 4226-15 du code du travail ainsi qu'aux dispositions des arrêtés en vigueur fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications conformément aux réglementations en vigueur.

L'Entrepreneur prendra à sa charge l'ensemble des contrevisites nécessaires à l'obtention d'un rapport de vérification initiale sans réserve pour ses travaux.

1.15 Connaissance des lieux et de l'Entrepreneur

L'Entrepreneur est réputé avoir, dès le début des travaux, une parfaite connaissance des lieux, des conditions du site et des travaux à réaliser. Il vérifiera les éléments mis à sa disposition au moment de l'établissement de sa proposition. En cas d'omission, de divergences ou d'impossibilités techniques de réalisation du projet, il devra, de par ses connaissances techniques et professionnelles, y remédier d'office et en avertir obligatoirement le Maître d'Œuvre au plus tard lors de la remise de son offre. Sans observation de sa part, sa proposition sera considérée comme acceptant l'exécution des travaux dans leur intégralité sans aucune réserve, ni restriction et sans qu'elle puisse demander des suppléments.

1.16 Levé topographique

Des levés topographiques ont été réalisés sur l'ouvrage, à différentes périodes. Ils seront fournis au démarrage des prestations à l'ensemble des intervenants.

Néanmoins dans un souci de cohérence et afin d'éviter des erreurs d'implantation centimétriques (notamment pour les organes de sécurité), en début de chantier, un levé topographie du barrage et des ouvrages annexes est réalisé afin de déterminer les niveaux altimétriques de l'ouvrage projeté. Ce levé est à la charge du lot 1 qui devra néanmoins fournir à l'ensemble des intervenants les points de références et les repères utilisés. Il a également à sa charge l'implantation de repères fixes nécessaires à la bonne réalisation de ces levés ainsi que leur entretien au cours du chantier.

Il devra également fournir l'ensemble des éléments nécessaires au lot 2, pour faciliter l'implantation de ses ouvrages dans le repère du lot 1. **Ce levé topographique est impérativement à communiquer par le lot 1 au plus tard 1 mois après le démarrage de la période de préparation aux différents intervenants.**

1.17 Documents après exécution à remettre par l'Entrepreneur

Conformément à l'Article 40 du CCAG, tous les travaux et ouvrages définitifs devront faire l'objet en fin de travaux d'une remise de documents et plans conformes aux ouvrages

exécutés. Ces documents devront être remis en fin de chantier sous la forme de trois tirages et d'une version numérique et seront intégrés au dossier des ouvrages exécutés réalisé par l'Entrepreneur qui comprendra au minimum (liste non exhaustive) :

A minima (liste non exhaustive), l'Entrepreneur joindra dans le DOE :

- Le PAQ mis à jour avec l'ensemble des agréments et procédures d'exécution visés par le Maître d'œuvre ;
- Une note technique précisant l'ensemble des modifications apportées durant le chantier ;
- L'ensemble des résultats des contrôles à réaliser conformément aux normes, règles de l'Art et spécifications du présent CCTP ;
- Les éventuelles fiches de non-conformité et les actions menées ;
- Les journaux de chantier et les rapports hebdomadaires d'avancement ;
- Les plans (au format .pdf et .dwg) et notes de calculs d'exécution conformes aux ouvrages réalisés, incluant notamment la réalisation des levés topographiques de récolement ;
- Les notices de fonctionnement ;
- Les logiciels nécessaires au paramétrage des équipements ; {lot 2}
- Les logiciels des automates / IHM ; {lot 2}
- Les cahiers d'essais ; {lot 2}
- Etc...

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que les plans sont également à fournir en format modifiable (.dxf ; .dwg ou équivalent) de même que les notices de fonctionnements (format Microsoft office). Son attention est également attirée sur le fait qu'il devra impérativement remettre en cours de chantier (à environ 50% d'avancement du chantier) un sommaire prévisionnel du DOE, et les premiers éléments qui auront été achevés.

1.18 Planning prévisionnel

Le planning prévisionnel de l'opération est joint au dossier de consultation.

2 NATURE, PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX

2.1 Principes généraux

2.1.1 Provenance, normes, règles et règlements

L'Entrepreneur est tenu de soumettre à l'agrément du Maître d'Œuvre la nature, provenance et qualité de chaque matériau, produit et composant de construction au plus tard 30 jours après le début de la période de préparation.

Les matériaux, produits et composants de construction des ouvrages, doivent être conformes aux stipulations du Marché et aux prescriptions des normes françaises homologuées (AFNOR) ainsi qu'aux règles et règlements français en vigueur à la date de base des conditions économiques du Marché.

En l'absence de normes, le Marché peut prescrire des matériaux, produits et composants, en référence à des fabricants ou catalogues spécialisés ; dans ce cas, l'Entrepreneur a toute latitude pour proposer des matériaux, produits et composants garantissant des prestations et une qualité égales ou supérieures - auquel cas l'Entrepreneur ne saurait prétendre à une rémunération complémentaire - en provenance d'un autre fabricant ou relatifs à d'autres catalogues spécialisés.

Le Maître d'œuvre est libre de rejeter les matériaux et fournitures correspondants si la documentation technique ou les essais de convenance ne prouvent pas la conformité au présent CCTP.

Le fait pour le Maître d'Œuvre de n'avoir pas refusé une provenance ne diminue en rien la responsabilité de l'Entrepreneur quant à la qualité des matériaux qui doivent être incorporés aux ouvrages.

Si, en cours de travaux, les matériaux cessent de présenter les qualités requises, l'Entrepreneur devra rechercher d'autres provenances, les dispositions des paragraphes précédents restant applicables.

2.1.2 Vérification quantitative des matériaux, produits et composants de construction

La détermination des quantités de matériaux, produits et composants de construction, est effectuée contradictoirement sur la base des plans d'exécution visés par le Maître d'Œuvre ou de la mesure des quantités réellement utilisées lorsque les plans ne permettent pas cette détermination.

Pour les matériaux, produits et composants de construction faisant l'objet de documents de transport, les indications de masse portées sur ceux-ci sont présumées exactes. Ces documents seront systématiquement fournis au Maître d'œuvre pour toute utilisation éventuelle. Toutefois, le Maître d'œuvre a toujours le droit de faire procéder pour chaque livraison à une vérification contradictoire en un lieu équipé en conséquence.

2.1.3 Vérification qualitative des matériaux, produits et composants de construction

Tous les matériaux feront l'objet d'essais de convenance et d'essais de contrôle dont les résultats feront l'objet d'un procès-verbal signé par les deux parties.

2.1.3.1 Essais de convenance

Les essais de convenance auxquels seront soumis tous les matériaux ont pour objet de vérifier que le matériau est utilisable avant toute exploitation et de vérifier sa préparation éventuelle avant transport à son lieu de mise en œuvre.

L'Entrepreneur est chargé de l'exécution des essais de convenance qu'il effectuera à ses frais, soit dans son propre laboratoire sur le chantier, soit dans un laboratoire extérieur au chantier agréé par le Maître d'Œuvre.

Dans un délai de 10 jours ouvrés après le début de la période de préparation, l'Entrepreneur doit remettre un programme d'essais détaillé au Maître d'Œuvre qui peut le refuser ou l'amender.

L'Entrepreneur doit informer le Maître d'Œuvre au moins 15 jours à l'avance de la réalisation des essais qui lui incombent, afin de lui permettre d'y assister s'il le juge nécessaire. Les résultats doivent être communiqués au Maître d'Œuvre dans les délais les plus courts, de façon que, si les matériaux sont refusés, l'Entrepreneur puisse en réapprovisionner de nouveaux sans que la marche du chantier ne soit perturbée.

2.1.3.2 Essais de contrôle

Les essais de contrôle auxquels seront soumis tous les matériaux ont pour objet de vérifier au cours de l'utilisation et de la mise en place des matériaux, que ceux-ci possèdent bien les caractéristiques requises. Le Maître d'Œuvre, ainsi que les agents qui ont été désignés par lui, devront avoir toutes facilités pour contrôler la provenance, la qualité et la préparation des matériaux. Ils devront avoir libre accès sur les aires de stockage ainsi que dans les locaux et ateliers de préparation.

Le prélèvement et le conditionnement des échantillons nécessaires, ainsi que leur transport au laboratoire de chantier ou extérieur au chantier seront effectués conformément au P.A.Q. Les perturbations (gêne, délai, etc.) éventuelles apportées par ces opérations sur le déroulement du chantier seront également à la charge de l'Entrepreneur.

Les résultats seront communiqués hebdomadairement par écrit au Maître d'Œuvre, accompagnés des observations nécessaires. Toutefois, en cas de résultats négatifs ou douteux, ils devront être portés immédiatement à la connaissance du Maître d'Œuvre.

Les essais de contrôle non systématiques (contrôle externe) seront exécutés conformément aux prescriptions du présent document, aux frais de l'Entrepreneur, par un laboratoire proposé par lui et agréé par le Maître d'Œuvre. Le nombre minimum d'essais à effectuer sur les différents matériaux dans le cadre du P.A.Q. est précisé dans les chapitres suivants.

Le Maître d'Œuvre peut demander à assister à tous les prélèvements effectués pour réaliser ces essais et peut demander à désigner lui-même les emplacements des prélèvements.

Le Maître d'Œuvre est toujours libre de faire effectuer des prélèvements et des essais par un laboratoire de son choix en présence de l'Entrepreneur. Si ces essais se révèlent négatifs, leur coût revient à la charge de l'Entrepreneur et le Maître d'Œuvre fait évacuer du chantier les matériaux correspondants par l'Entrepreneur.

2.1.4 Agrément du Maître d'Œuvre

Le présent CCTP demande, pour un certain nombre de produits ou de méthodes, que l'Entrepreneur sollicite l'agrément du Maître d'œuvre. Lorsqu'aucun délai n'est précisé, il convient de comprendre que ce délai est fixé à 7 jours ouvrables.

2.2 Échafaudages {tous les lots}

Les échafaudages seront conformes aux articles R 4323-69 à R. 4323-80 du code du travail, et à l'arrêté du 21 décembre 2004 relatif aux vérifications des échafaudages.

2.3 Matériaux pour lit de pose et enrobage des fourreaux des équipements du barrage {lot 2}

Ces prestations visent à permettre la pose des différents réseaux propres aux équipements du barrage, notamment ceux liés aux travaux du lot 2 après fourniture des plans d'exécution par le lot 2.

2.3.1 Matériau pour lit de pose des fourreaux et des canalisations

Lorsqu'ils ne sont pas enrobés dans le béton, les câbles, fourreaux et canalisations sont posés sur un lit de sable de 10 cm minimum d'épaisseur, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- 100 % de passant au tamis de 6 mm,
- équivalent de Sable Piston compris entre 40 et 50.

2.3.2 Matériau d'enrobage des fourreaux

Lorsqu'ils ne sont pas enrobés dans le béton, les fourreaux sont enrobés jusqu'à 10 cm au-dessus de leur génératrice supérieure dans le sable utilisé pour le lit de pose.

2.3.3 Fourreaux et grillages avertisseurs

Les fourreaux, fournis et installés par l'Entrepreneur, seront posés en tranchée pour le passage de câbles électriques. Ils sont du type TPC annelé à l'extérieur et lisse à l'intérieur, ou lisse à l'extérieur et lisse à l'intérieur, selon les utilisations. Ils sont conformes à la norme EN 50086-2-4, à savoir :

- résistance à l'écrasement maximum 5% du diamètre intérieur avec $F \geq 450 \text{ N}$,
- résistance aux chocs (mesuré à -5°C) : 40 joules

Seule la classe N est autorisée. Les fourreaux ont un diamètre intérieur de 150 mm ou 200 mm selon leur fonction. Ils sont de couleur rouge.

Les fourreaux destinés à recevoir des fibres optiques sont des fourreaux PEHD de diamètre extérieur 90 mm minimum. Les fourreaux sont noirs à bande verte et présentent une surface intérieure libre. Le grillage avertisseur indiquant la présence de ces fourreaux est de couleur verte.

Les fourreaux sont livrés obligatoirement en barres (et non en couronnes). Les assemblages entre barres sont manchonnés ou thermo-soudés. La solution de couplage des fourreaux sera soumise au Maître d'œuvre pour approbation. Chaque fourreau est équipé d'un tire-fil en acier galvanisé.

Le grillage avertisseur, fourni et installé par l'Entrepreneur, est de type de grillage plastique, de la même couleur que les fourreaux.

2.3.4 Chambre de tirage

Des chambres de tirage sont à prévoir par l'Entrepreneur afin de permettre le tirage des câbles

des réseaux du lot 2 dans les tranchées qui seront réalisées en crête et sur le talus des digues, mais également sur l'ensemble du site (rigoles, locaux, etc...). Elles pourront être des éléments préfabriqués ou être bétonnées avec du béton prêt à l'emploi. Quelle que soit la provenance le béton sera au moins identique aux caractéristiques du béton B2.

Les dimensions et la forme seront confirmées lors des études d'exécution après validation du Maître d'œuvre. Elles devront permettre la mise en place d'un regard en fonte (de classe C250 selon la norme NF EN 124) inclus dans la fourniture et assurer l'étanchéité de l'ensemble.

2.4 Matériaux et produits pour les équipements mécaniques et pièces métalliques {lot 2}

2.4.1 Acier et autres métaux de construction

Les matériaux entrant dans la construction de tout élément de la fourniture sont de qualité appropriée au rôle de chaque élément et exempt de tout défaut de caractère évolutif.

Tous les matériaux utilisés seront conformes aux normes NF EN en vigueur.

La provenance ou les références de l'ensemble des matériaux de construction utilisés par l'Entrepreneur seront indiquées au Maître d'Œuvre au plus tard lors des études d'exécution et seront soumises à l'approbation.

L'Entrepreneur fournira un dossier de fabrication comportant les certificats matières, les PV de contrôle en usine.

Les mesures contre l'apparition de phénomène de corrosion galvanique devront être prises. Ainsi le choix des couples de matières en contact et les montages seront particulièrement étudiés et soignés.

Les aciers laminés utilisés pour la construction satisfont aux prescriptions de l'article II-2 du fascicule 66 du CCTG.

Les aciers destinés à être galvanisés à chaud doivent de plus répondre à la norme NF A 35-503. Ils sont de classe II au sens de cette norme.

Pour tous les aciers des structures porteuses, un CCPU (Certificat de contrôle des Produits par l'Usine) est à fournir, de type 3.1 selon EN10204.

De plus, afin de vérifier la soudabilité des aciers, l'entreprise doit fournir une Qualification du Mode Opérateur de Soudage avant d'entamer toute soudure.

La nature des aciers et autres métaux de construction à utiliser est définie dans le tableau ci-après :

Fourniture	Matériaux	Norme de référence
Acier des structures résistantes	S355J2	NFEN 10025-2
Acier des structures non résistantes sur les équipements périphériques (hors vannes et conduites)	S235	NFEN 10025-2
Galets de roulement (Dureté à justifier par rapport au couple rail/galet et à la maintenabilité)	42CrMo4 Ou équivalent Ou inox	NFEN 10083-3

Fourniture	Matériaux	Norme de référence
Rail de roulement (Dureté à justifier par rapport au couple rail/galet et à la maintenabilité)	Creusabro ou Abramax ou Inox (duplex)	
Axes d'articulation et de liaison	X30Cr13 ou équivalent	NFEN 10088-3
Bagues autolubrifiantes	Bronze avec inserts lubrifiants solides	
Patins et portées de glissement pour la vanne de vidange aval	Bronze (CuSn12) ou équivalent	
Patins et portées de glissement pour les autres vannes levantes à glissement	PEHD ou équivalent	
Portées de joints	Laiton ou inox ou équivalent	
Plats presse-joint	S355J2 Ou inox pour vanne en inox	NFEN 10025-2
Boulonnerie pour la fixation des joints et des portées d'étanchéité	Laiton (type CuZn37) ou équivalent	
Bagues d'étanchéité	Laiton/NBR type bagues BS ou équivalent	
Bagues anti-écrasement (étanchéité)	Matériau composite (type PEHD) ou équivalent	
Boulonnerie à serrage non contrôlé HM Classe 8.8	Acier galvanisé à chaud Vis/goujon : NF EN ISO 898-1 édition mai 2013 Ecrou : NF EN ISO 898-2 édition juin 2012 (peinte après montage-serrage)	
Boulonnerie à serrage contrôlé HR Classe 8.8	Acier galvanisé à chaud EN ISO 14399-3 édition mai 2015 classe k2 Marquage conforme à la norme NF P 070 (peinte après montage-serrage)	
Tige d'ancrage dans le génie civil	Acier galvanisé à chaud – Classe 8.8 Ou Acier inoxydable – A4-80 (uniquement pour la fixation de pièces inox)	

NOTA : Liste de matériaux NON EXHAUSTIVE, elle sera éventuellement complétée après validation par le Maître d'Œuvre lors des études d'exécution de l'Entrepreneur.

NOTA 2 : En cas d'utilisation d'acier inoxydable austénitique, le choix se portera sur de

l'inox 316L plutôt que 304L.

2.4.2 *Coussinets autolubrifiants*

Les articulations, seront équipés de coussinets autolubrifiants munis d'inserts en graphite servant de lubrifiant solide. Ces montages seront rendus étanches, protégés par des dispositifs d'étanchéité garantissant l'absence de pénétration de matériaux solides.

2.4.3 *Etanchéité*

Les joints d'étanchéité seront réalisés en caoutchouc type néoprène 65±5 shore.

Ceux utilisés vis-à-vis des huiles et des graisses sont en nitrile.

Les onglets et le collage sont proscrits. Les angles seront réalisés en bloc usinés ou moulés.

Un soin particulier sera accordé à la continuité d'étanchéité entre les joints de seuils/frontaux et les joints latéraux.

Les matériaux utilisés pour la réalisation de l'étanchéité des ouvrages répondent aux spécifications du titre 1er du fascicule 67 du CCTG.

Les étanchéités latérales et frontales sont principalement constituées de profils en « note de musique », en « cornière » ou « en omega ». L'étanchéité de seuil est de préférence réalisée par un joint plat travaillant sur le champ ou une note de musique mais travaillant alors en compression et bloquée en flexion.

Les organes d'étanchéité sont de formes appropriées à l'écoulement de l'eau, convenablement fixés et facilement démontables. Ils sont conçus de façon à ne pas souffrir de l'usure due à la nature de l'eau et aux propriétés érosives des matériaux solides entraînés.

Les supports d'étanchéité sont réglables, accessibles aisément et présentent des facilités d'adaptation aux déplacements dus aux variations de température et aux défauts de forme des pièces fixes dans la limite des tolérances définies.

Ces dispositifs d'étanchéité doivent tenir compte :

- De la conception des vannes et de leur mode de fonctionnement (charges, fréquence et vitesse de manœuvre),
- De la position relative des vannes, avec la possibilité de présence d'embâcles et flottants à proximité des étanchéités.

Les fixations des joints d'étanchéité des vannes doivent intégrer :

- Des bagues d'étanchéité pour des montages avec perçages débouchants,
- Des bagues anti-écrasement.

2.4.4 *Boulonnerie*

La mise en place des boulons sera conforme aux normes en vigueur.

Le dimensionnement de l'ensemble des boulons fournis sera réalisé par l'Entrepreneur.

Les efforts transversaux sont repris obligatoirement par des taquets soudés ou des pions de cisaillement largement dimensionnés.

Les assemblages structurels doivent être réalisés avec de la boulonnerie HR classe k2 avec marquage NF (suivant NF P 070) avec tête hexagonale (EN 14399-3) ; cette boulonnerie doit

être galvanisée à chaud, puis elle doit recevoir un traitement d'adhérence et le revêtement de peinture des équipements associés.

Les fixations des joints d'étanchéité et des portées d'étanchéité doivent être réalisées par de la boulonnerie en laiton.

Pour tous les autres assemblages, la boulonnerie doit être de qualité 8.8 ou 10.9.

La boulonnerie doit être en acier galvanisé à chaud 50 μm et peinte après montage.

La boulonnerie mixte acier noir/acier mixte est strictement interdite.

La résilience devra être garantie à -20°C .

Toute boulonnerie galvanisée respectera la norme EN ISO 10684.

Dans le cas d'équipement en acier inoxydable, la boulonnerie sera en inox de type A4-80.

Si besoin dans un contexte spécifique, soumis à l'approbation du Maître d'œuvre, la boulonnerie inox peut aussi être utilisée suivant les aciers des pièces à assembler (cas de pièces en acier inoxydable boulonnée). Dans ce cas, les dispositions contre la formation de couple d'oxydation galvanique doivent être mises en œuvre. L'acier de boulonnerie Inox sera du type A4-80.

Toutefois, la conception ne doit pas mettre en contact de la boulonnerie acier avec des pièces en inox, ou inversement de la boulonnerie inox avec des pièces en acier.

2.4.5 Soudure

Les assemblages soudés sont conformes à la norme NF EN 1090-2.

Les faces d'appuis sont exemptes de peinture, mais protégées de l'oxydation par de la graisse.

Les travaux de soudure seront exécutés conformément aux règles en vigueur.

Toutes les soudures sont réalisées par des soudeurs agréés et suivant les recommandations de la norme NF EN 1011. D'une façon générale, les séquences de soudage sont étudiées de façon à limiter le bridage et les déformations des pièces assemblées.

Toutes les soudures concernant des pièces de structure résistantes sont continues et étanches, les structures sont étudiées pour que les différentes pièces puissent être soudées de cette façon, sans déformation excessive.

Le métal d'apport a au moins les caractéristiques mécaniques du métal des pièces assemblées. Dans le cas d'assemblage de matériaux différents, sa composition est étudiée de manière à réduire les risques de corrosion.

Les soudures seront classées en 3 catégories définissant la fréquence minimale des contrôles à effectuer :

Catégorie	Niveau de sollicitation de la soudure	Nature et fréquence des contrôles
1	$s_e > 0.55 R_{0.02}$	Contrôle visuel à 100% Examen de surface à 100%
2	$0.2 R_{0.02} < s_e < 0.55 R_{0.02}$	Contrôle visuel à 100% Examen de surface à 30%
3	$s_e < 0.2 R_{0.02}$	Contrôle visuel à 100% Examen de surface à 10%

où : s_e est la contrainte équivalente de Von Mises du point le plus sollicité lors de

l'application de l'effort maximal

R_{0.02} est la limite d'élasticité conventionnelle du matériau de base mesurée à 20°C.

La classe des soudures devra apparaître sur les plans d'exécution.

Les modalités d'exécution des soudures doivent être décrites dans un cahier de soudage tel que défini dans la réglementation.

L'Entrepreneur devra présenter au Maître d'œuvre les certificats de qualification des soudeurs ainsi que les qualifications des modes opératoires de soudage (QMOS) utilisés avec les descriptions des modes opératoires de soudage correspondants (DMOS).

Les soudures entre acier inoxydable martensitique et acier de construction d'usage général sont proscrites. Les soudures d'aciers inoxydables martensitiques entre eux sont également proscrites.

2.4.6 Protection anticorrosion

L'ensemble des éléments de la fourniture, excepté les parties construites en acier inoxydable ou en aluminium et les pièces métalliques destinées à être en contact avec le béton de scellement et situées à plus de 60 mm du nu du béton, est protégé contre la corrosion. Le type de revêtement appliqué dépendra de la localisation de l'élément de la fourniture.

Les angles vifs, y compris ceux des tôles, sont chanfreinés avant l'application du système de protection contre la corrosion.

La protection contre la corrosion par peinture est réalisée conformément aux normes NF EN ISO 12944-1 à 12944-8.

Les produits et systèmes utilisés sont en conformité avec le référentiel de l'association pour la certification et la qualification en peinture anticorrosion (ACQPA).

Les applicateurs doivent être certifiés par cette même association au niveau 1 ou 2 suivant le type de travaux réalisés.

L'ensemble des éléments de la fourniture doit avoir un aspect et une finition en regard avec sa fonction et sa visibilité.

La couleur finale de chaque partie de la fourniture sera déterminée par le Maître d'ouvrage.

Le conditionnement des produits est fait conformément aux articles 6-2 et 6-4-2 du fascicule 56 du CCTG, en notant que la référence de la marque est : ACQPA suivi de chiffres pour les systèmes certifiés ACQPA.

2.4.6.1 Système de protection pour les équipements immergés, en contact de l'eau ou en zone de marnage

- Décapage SA3 ;
- Colmatage de la surface par un produit bouche pores ;
- Métallisation ;
- Système de peinture appliqué du type Im2VH ZNI selon le référentiel ACQPA.

2.4.6.2 Système de protection pour les autres équipements

Pour les équipements non immergés ou hors zone de marnage, et notamment :

- Les organes de manœuvre et pièces-supports et d'adaptation associées,

Le système de peinture C4VH ZNV, certifié ACQPA sera appliqué.

2.4.6.3 Métallisation

La métallisation sera conforme aux spécifications de la Norme NF EN ISO 2063-2.

Épaisseur minimum de la masse de zinc appliquée au pistolet en atelier : 120 µm.

2.4.6.4 Galvanisation

Pour toutes les pièces de métallerie-serrurerie qui ne sont pas en acier inoxydable ou en aluminium, elles seront protégées par galvanisation à chaud :

- Décapage SA2,5,
- Galvanisation à chaud

La galvanisation sera menée suivant les prescriptions du fascicule 56 du CCTG et normes afférentes.

L'épaisseur sera conforme au fascicule 56 du CCTG soit 85 µm.

La réparation des parties éventuellement endommagées sur le chantier, sera réalisée par projection thermique de zinc selon la norme NF EN ISO 2063-2.

2.4.6.4.1 Passerelle et plateforme métallique

La passerelle d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de garde de vidange et la plateforme d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne inférieure de prise d'eau seront protégées par galvanisation suivi d'une mise en peinture type système ACQPA C4 GNV.

2.4.7 Capotage

L'ensemble des équipements sensibles doit être capoté pour assurer leur protection.

La conception de ces capotages devra être particulièrement élaborée pour en garantir l'efficacité tout en préservant l'accessibilité aux différentes parties nécessitant des interventions de maintenance et tout en préservant l'esthétique de l'ensemble. La finition de ces capotages devra être irréprochable.

Les capots sont conçus en acier peint. Le RAL sera défini par le Maître d'Ouvrage durant les études d'exécution.

Le matériel décrit doit satisfaire aux textes législatifs en vigueur, et notamment les suivants :

- Code du travail.
- Directive machine 2006/42/CE pour les machines actuelles.
- Règlement 2023/1230 pour les nouvelles machines.
- Arrêté du 1 mars 2004 relatif aux vérifications des appareils et accessoires de levage.

2.4.8 Caillebotis – Charge piétonne

Les caillebotis sont en acier galvanisé à chaud en usine. Ils sont aptes à supporter une surcharge de 250 kg/m².

Les caillebotis utilisés sur les plateformes/platelages techniques sont de type mailles crantées.

Ils ont un entraxe de lames de 33 mm maximum.

Les panneaux sont fixés par l'intermédiaire d'accessoires appropriés en acier galvanisé. Des cornières de pose peuvent éventuellement être à prévoir en périphérie.

L'Entrepreneur soumettra à l'approbation du Maître d'œuvre une demande d'Agrément.

2.4.9 Caillebotis – accès petits engins

Certaines passerelles en pied aval du barrage sont destinées aux véhicules utilitaires.

Dans ce cas le platelage sera en caillebotis pressé droit type lourd en acier galvanisé avec une maille adaptée aux charges sur essieu d'un véhicule en fonction de la portée retenue par l'Entrepreneur en considérant l'accès par des petits engins (max 5 t). Il soumettra ces éléments à validation du Maître d'œuvre.

2.4.10 Butte roues

Les passerelles d'accès véhicules légers seront équipées de garde-corps techniques sur les 2 côtés et complétées par la mise en place de buttes roues sur chaque côté.

2.4.11 Chevilles de fixation

Les chevilles utilisées pour fixer les pièces de métallerie sur le génie civil, en particulier les supports de garde-corps, sont des chevilles d'ancrages à tige en acier galvanisé à chaud 50µm.

2.4.12 Garde-corps

Les garde-corps seront du type garde-corps technique, et seront composés de :

- Montants
- Main-courante
- Lisse intermédiaire
- Plinthe basse

Ils auront une hauteur minimale de 1,1 m de haut et respecteront de manière générale la réglementation en vigueur, notamment les normes NF E 85-015 (Eléments d'installations industrielles) et NF EN ISO 14122 (Sécurité des machines).

Ils seront munis d'un revêtement de protection anticorrosion par galvanisation à chaud.

Les montants seront fixés par l'intermédiaire de platines boulonnées dans les structures métalliques ou ancrés (chevillés) dans le génie-civil. Tous les éléments de fixation font partie intégrante de la fourniture

L'Entrepreneur soumettra à l'approbation du Maître d'œuvre une demande d'Agrément.

2.4.13 Servomoteurs

Les servomoteurs sont de fourniture standard du commerce, type AUMA ou équivalent. Ils devront faire l'objet d'une demande d'agrément soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage et du Maître d'œuvre.

Les spécifications des servomoteurs de vannes sont intimement liées aux spécifications et conceptions finales des équipements hydromécaniques. Les servomoteurs devront notamment respecter les spécifications ci-dessous :

- Type de service : 30min pour les vannes de prise, 15min pour les autres vannes ;
- Possibilité d'effectuer une manœuvre d'ouverture complète suivie d'une manœuvre de fermeture complète sans interruption ;
- Réserve de 100% minimum sur le couple maximum du servomoteur par rapport au couple nominal du cric (couple requis) ;
- Temps de manœuvre en mode normal : de l'ordre de 3 min à 5 min maximum pour une manœuvre complète ;
- Commande manuelle de secours de type volant. L'effort au volant de secours ultime n'est pas supérieur à 10 daN. Si nécessaire, un volant de grand diamètre sera proposé ;
 - Secours par outillage électroportatif (de type visseuse).
 - Le Maître d'ouvrage souhaite pouvoir raccorder une visseuse électroportative en lieu et place du volant de secours manuel. Ceci est rendu possible par AUMA, en effet, le volant est déposable, en retirant un circlip, et un adaptateur à embout carré est intégrable sur l'arbre du volant. La visseuse électroportative viendra ensuite se connecter directement sur cet embout carré.
 - NOTA : Il est important de noter que AUMA spécifie une vitesse maximale de la ligne de secours ultime limitée à 300 tour/min lorsqu'un outillage électroportatif est utilisé en lieu et place du volant manuel.
 - L'Entrepreneur étudiera et fournira l'intégralité des pièces composant ce dispositif, qui sera soumis à l'Agrément du Maître d'œuvre.
- Une indication visuelle de position mécanique est présente sur le servomoteur afin d'informer l'exploitant sur la position de la vanne considérée ;
- Possibilité de verrouillage de la commande manuelle par cadenas nativement implantée sur le servomoteur.

Le choix final des gammes de servomoteurs est de la responsabilité de l'Entrepreneur en phase EXE, en fonction notamment de ces choix de conception, dans le respect des spécifications du cahier des charges, des normes et doctrines en vigueur, et soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage et du Maître d'œuvre.

L'Entrepreneur justifie le choix et le dimensionnement des servomoteurs en fournissant un graphique présentant l'évolution du couple en fonction de l'ouverture de la vanne, à l'ouverture et à la fermeture. Ces graphiques prennent en compte :

- La diminution de performance du moteur en fonction du temps de manœuvre le cas échéant ;
- Les efforts de manœuvre définitifs calculés par l'Entrepreneur lors du dimensionnement des équipements hydromécaniques.

Une indication visuelle de position mécanique est présente sur le servomoteur afin d'informer l'Exploitant sur la position de la vanne considérée.

Chaque servomoteur est également équipé de :

- 2 capteurs fin de course pour les positions ouverte et fermée ;
- 1 capteur de position linéaire 4...20 mA ;

- 2 capteurs de surcouple ouverture / fermeture ;
- 1 capteur thermique ;
- 1 résistance chauffante.

Les protections de surcharge doivent être réglées à environ 110% de la valeur maximale des efforts de manœuvre du mouvement concerné.

Cette valeur de réglage devra être vérifiée par essais, afin de garantir la valeur considérée dans les calculs de dimensionnement (cas de blocage – déclenchement sur la protection de surcharge).

Un deuxième capteur de position indépendant du servomoteur sera installé. Il devra permettre d'apporter une précision millimétrique sur la position des éléments de la chaîne cinématique. Cet élément pourra être un capteur angulaire multi tour ou niveau de l'axe ou un système de mesure de position linéaire sur la chaîne cinématique. Il sera compatible avec les équipements et sera soumis préalablement à l'agrément.

A défaut, l'ensemble de la chaîne cinématique devra être justifiée et dimensionnée au regard de la capacité maximale développable par l'organe de manœuvre.

2.5 Matériaux et produits pour l'installation électrique {lot 2}

2.5.1 Généralités

Les équipements électriques sont de type industriel.

Le matériel électrique et de contrôle-commande est produit par des fournisseurs réputés et soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre.

Sauf exception justifiée par l'Entrepreneur et soumise à l'accord du Maître d'Œuvre, le matériel de la fourniture de l'Entrepreneur ne doit pas faire l'objet d'annonce de fin de vie (fin de fabrication, fin de service...) de la part du fabricant.

2.5.2 Interchangeabilité

Dans le cas où la fourniture comporte plusieurs matériels de fonctions identiques, chacun de leurs composants doit pouvoir être interchangeable, sous réserve que les caractéristiques techniques des matériels soient adaptées aux situations considérées.

2.5.3 Repérage

Le repérage et les étiquettes doivent permettre aux personnels d'identifier sans ambiguïté les différents matériels. Le repérage physique des matériels doit correspondre en tout point au repérage inscrit sur les plans et schémas.

Les principes de repérage des équipements électrique et de contrôle commande et de la filerie à appliquer sont indiqués ci-après.

2.5.3.1 Equipements des enveloppes

- Repérage des enveloppes par étiquettes gravées solidement fixées ;
- Repérage des appareils par 2 étiquettes gravées :
 - Une étiquette sur l'appareil solidement fixée ;

- Une étiquette sur la goulotte en vis-à-vis solidement fixée.
- Repérage des couvercles de goulottes par étiquettes gravées solidement fixées ;
- Repérage des borniers et des bornes par étiquettes gravées solidement fixées ;
- Repérage des voyants, commutateurs, par étiquettes gravées 1 ou 2 lignes.

Les étiquettes sont vissées ou rivetées sur l'équipement (jamais collées). Les plaques sont gravées dans la masse, de manière lisible et indélébile.

2.5.3.2 Câblage et filerie

Les couleurs de filerie sont données au tableau suivant.

Conducteur	Couleur	Coloris RAL
Conducteurs de puissance en courant alternatif		
Phase	Noir	RAL 9011
Neutre	Bleu clair	RAL 5024
Conducteurs de commande en courant alternatif		
Phase	Rouge	RAL 3031
Neutre	Bleu clair	RAL 5024
Conducteurs de commande en courant continu		
Borne +	Bleu foncé	RAL 5015
Borne -	Ivoire	RAL 1015
Conducteurs de protection	Vert/jaune	RAL 6029/1012
Conducteurs toujours sous tension (alimentation secourue)	Orange	RAL 2000
Conducteurs de mesure 4-20mA		
Polarité +	Brun	RAL 8024
Polarité – ou neutre	Blanc	RAL 9010

Couleurs des conducteurs

Le repérage des câbles est effectué par le biais de plaques en acier inoxydable fixées à leurs deux extrémités gravées dans la masse.

Le repérage de la filerie est effectué par bagues colorées (type CAB3 ou équivalent) ou par le biais de manchons porte-repères et d'étiquettes.

Les communs des alimentations courant-continu sont identifiés par des embouts doubles avec la lettre A (exemple : 1A, 2A, 3A, ...).

2.5.4 Transformateurs triphasés basse tension

Si applique dans l'architecture de l'Entrepreneur.

Les transformateurs triphasés basse-tension sont utilisés notamment :

- Pour le changement de Schéma des Liaisons à la Terre de l'installation ou d'une partie

d'installation ;

- Pour l'isolation des équipements non fiables de l'installation. Il peut notamment s'agir, si nécessaire, des éclairages ou des équipements à l'aval de grandes longueurs de câbles.

Les spécifications techniques minimales des transformateurs triphasés basse tension sont données dans le tableau suivant :

Désignation	Caractéristique
Tension assignée au primaire	400 Vca
Tension assignée au secondaire	400 Vca
Fréquence	50Hz
Classe d'isolement	H
Classe d'échauffement	F
Indice de protection minimum	IP21
Température ambiante de fonctionnement	-40°C à +50°C

Caractéristiques minimales des transformateurs triphasés basse tension

2.5.5 Matériels électriques

2.5.5.1 Relais

Les relais d'automatisme sont des relais 4RT débrochables sur embase. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Désignation	Caractéristique
Contacts	4RT
Tension	24 Vcc
Contrôle	Bouton de test dé verrouillable et indicateur mécanique
Contacts	AgNi
Capacité de commutation	1500 VA / 168 W
Cycles d'opération	18 000 cycles/h sans charge
Durabilité mécanique	10 000 000 de cycles
Durabilité électrique	100 000 cycles (pour charge résistive)
Temps de commutation	20 ms
Température ambiante de fonctionnement	-40°C à +50°C

Caractéristiques des relais

2.5.5.2 Relais de sécurité

Le traitement des arrêts d'urgence est réalisé par des relais de sécurité respectant les normes NF EN 60204-1 et NF EN 60947-5-1.

2.5.5.3 Boutonnerie et voyants

La boutonnerie et les voyants sont montées sur vis étriers, de type XB4 diamètre 22mm ou équivalent.

Ils doivent se présenter sous la forme d'un ensemble compact et étanche. L'installation sur le support doit être encliquetable et non saillante.

Les couleurs de boutonnerie ou des voyants est conforme à la norme NF EN 60073. La couleur est visible même lorsque le voyant est éteint.

Le nombre de couleurs différentes sur l'installation est limitée au strict minimum. Les couleurs à utiliser sont rappelées dans le tableau suivant :

Voyants et poussoirs	Sécurité	Processus	Etat
Rouge	Danger	Urgence	Défaillance
Jaune	Attention	Anomalie	Anomalie
Vert	Sécurité	Normal	Anomalie
Bleu	Action obligatoire		
Blanc, gris, noir	Indications et informations		

Couleurs des voyants

2.5.5.4 Afficheurs digitaux

Les afficheurs digitaux sont de type Telis de JM Concept ou équivalent.

Ils doivent permettre l'affichage des unités, le paramétrage via menu en façade et la communication numérique via la face arrière.

2.5.5.5 Disjoncteurs basse-tension

Les caractéristiques minimales des disjoncteurs basse-tension sont les suivantes :

- Disjoncteurs de type industriels, conformes à la norme NF EN 60947-2 dans sa dernière version ;
- Coupure de l'arc dans l'air ;
- Fonctionnement manuel indépendant ;
- Conception sans maintenance ;
- Débrochable (le cas échéant) ;
- Construction en boîtier moulé.

Les bornes des disjoncteurs doivent être systématiquement protégées par un cache rendant inaccessible toute pièce nue sous tension. L'ensemble disjoncteur et bornes de raccordement doit présenter un indice de protection IP2X.

Les disjoncteurs sont équipés de contacts auxiliaires signalant leur position et/ou leur déclenchement.

Les critères de sélectivité et de filiation magnétothermique des protections sont à respecter.

2.5.5.6 Disjoncteurs départs moteurs

Le calibre des disjoncteurs moteur est déterminé en appliquant une marge de 15% au courant nominal du récepteur protégé ou à la somme des courants des récepteurs situés à l'aval.

Ils seront en général commandés manuellement avec déclenchement réglable instantané ou temporisé à maximum de courant.

Les disjoncteurs de protection des circuits principaux, moteurs, etc. sont munis de contact de position O/F et de signal de défaut. La tension de service des éventuelles bobines de déclenchement des disjoncteurs est 24 Vcc ou 24 Vca.

Les critères de sélectivité sont à contrôler entre les différentes protections constituant la source d'alimentation.

La filiation des protections peut être utilisée afin d'optimiser les pouvoirs de coupure des disjoncteurs.

Les critères de sélectivité, de filiation, magnétothermique des protections sont à respecter.

Les disjoncteurs pour les départs moteurs disposent d'un relais thermique intégré. Ils sont de type TeSys GV2 ou équivalent.

2.5.5.7 Contacteurs

Le calibre des contacteurs est déterminé en appliquant une marge de 15% au courant nominal du récepteur commandé.

Les contacteurs seront conformes à la recommandation NF EN 60947 et leurs catégories d'emploi choisies en fonction de leurs applications.

Les organes de commande des contacteurs sont adaptés pour fonctionner sous une tension de 24 Vcc ou 24 Vca.

Pour des contacteurs de calibre supérieur à 37 kW, des bobines en 230 Vca pourront être utilisées.

La tension assignée d'isolement est de 660 V.

Leur durée de vie sous tension d'utilisation est de 20.10^6 manœuvres.

Ils sont de gamme TeSys ou équivalent.

2.5.5.8 Alimentations stabilisées

Les alimentations stabilisées sont des équipements industriels à montage sur rail DIN. Elles sont de type Phoenix contact Uno/Trio ou équivalent reconnu.

Elles sont largement dimensionnées par rapport à la charge à alimenter.

Les alimentations stabilisées non-alimentées par une source ondulée dédiée à des équipements d'automatisme sont de type secours (Phoenix Contact QUINT-UPS ou équivalent).

Les alimentations stabilisées répondent aux caractéristiques données dans le tableau suivant.

Désignation	Caractéristique
Température de fonctionnement	-25°C à +70°C
Plage de tension d'entrée	100 Vca à 240 Vca
Protection contre les microcoupures	85 ms à 230 Vca
Tension de sortie	24 Vcc +/- 1%
Protection anti-surtension	< 35 Vcc

Caractéristiques des alimentations stabilisées

2.5.5.9 Transformateurs monophasés

Les transformateurs monophasés permettent de former la ou les polarité(s) 24 Vca à partir du 400 Vca ou du 230 Vca. Les caractéristiques minimales de ces transformateurs sont les suivantes :

- Tension assignée au primaire : 400 Vca ou 230 Vca ;
- Tension assignée au secondaire : 24 Vca ;
- Fréquence : 50 Hz ;
- Classe d'isolement : classe H ;
- Classe d'échauffement : classe F ;
- Température ambiante : 35°C.

2.5.5.10 Borniers

L'assemblage de blocs de jonction (ou bornes) accolés constitue un bornier.

Les caractéristiques des borniers sont les suivantes :

- Dans la mesure du possible, chaque bornier ne contient que des conducteurs de même nature électrique ;
- Les blocs de jonction sont adaptés aux conducteurs qu'ils accueillent ;
- Les blocs de jonction sont montés sur profil support (rail normalisé) métallique ;
- Chaque bornier est bloqué à ses extrémités par une butée d'arrêt ;
- Chaque bornier dispose d'un minimum de 30% de bornes libres ;
- Privilégier les bornes 1 étage, de type ressort ;
- Prévoir le raccordement de l'ensemble des fils des multiconducteurs ;
- Bornes sectionnables sur les circuits analogiques ;
- Bornes à diodes (interverrouillage des modes de marche).

2.5.5.11 Goulottes

Les caractéristiques des goulottes sont les suivantes :

- Hauteur de goulotte : 80 mm ;

- Gaine de protection des fils sur les parties mobiles (porte) ;
- Goulotte sous le bornier bas ;
- Rail de fixation des câbles sous le bornier ;
- Les goulottes situées à l'intérieur des enveloppes sont largement dimensionnées. Leur coefficient de remplissage ne doit pas excéder 70% (ce qui signifie qu'un volume de 30% est libre et utilisable) ;
- La mise en place du couvercle des goulottes doit se faire sans effort et ne doit nécessiter aucun accessoire ou élément complémentaire pour assurer son maintien.

2.5.6 Prescriptions relatives aux enveloppes

2.5.6.1 Généralités

Les spécifications suivantes s'appliquent à tout type d'enveloppe électrique qui abrite et/ou supporte des équipements et appareillages électriques, et notamment les armoires, coffrets ou baies.

Ces enveloppes sont conçues pour :

- Abriter et protéger les équipements et appareillages électriques contre :
 1. La pénétration de corps étrangers solides ;
 2. La pénétration de liquides ;
 3. Les dégâts causés par des impacts.
- Protéger le personnel contre les contacts directs avec des parties sous tension.

2.5.6.2 Constitution des armoires

L'Entrepreneur utilise dans la mesure du possible des châssis standards du commerce adaptés aux matériels à installer. Avant tout lancement en fabrication, il demande accord au Maître d'Œuvre.

Le type du matériau utilisé, son épaisseur, et les méthodes de fixation et de soudure garantissent un assemblage robuste et une parfaite rigidité d'ensemble, quelle que soit la masse de l'appareillage à supporter.

L'Entrepreneur prend toutes les dispositions pour éviter tout enfoncement de la tôle par action sur les boutons poussoirs et arrêts d'urgence.

Les châssis intérieurs sont constitués par un ensemble de profilé en alliage léger.

Des gaines à câbles sont rajoutées si besoin.

Les entrées de câbles sont réalisées de préférence par le bas par l'intermédiaire de presse étoupe laiton ou par plaques passe-câbles équipés de protections anti-rongeurs. En cas de pénétration par le haut, seuls les presse-étoupes laiton sont préconisés.

Chaque cellule accepte une réserve de place suffisante, permettant l'adjonction de 30% de matériel en plus d'une réserve de 10% d'équipements précâblés pour les disjoncteurs des tableaux de puissance.

Les enveloppes comportant des équipements de commande et de puissance disposeront de séparations conformément aux principes de la CEM. Plus généralement, l'Entrepreneur veillera à regrouper les équipements courants forts et les séparer des équipements courants

faibles dans les armoires.

L'ensemble de la filerie sera exécuté en conducteur souples sous goulotte PVC, et soigneusement repéré.

2.5.6.3 Constitution des tableaux de distribution de puissance

L'Entrepreneur utilise des tableaux standards.

Les armoires de type « distribution » seront équipées de plastrons ajourés, où apparaîtra la face avant des disjoncteurs ou autres appareils et porteront le repérage du matériel apparent.

2.5.6.4 Portes

Les portes sont dégondables à charnières verticales.

Le sens d'ouverture est par conception réversible.

L'angle d'ouverture des portes est au minimum de 120°.

Les fermetures se font par poignées rotatives à verrouillage à clef dont le numéro sera précisé en début d'affaire.

Elles reçoivent les équipements amovibles tels que les boutons-poussoirs, commutateurs, indicateurs, voyants et synoptiques de l'installation.

2.5.6.5 Accessoires de manutention

Les enveloppes sont équipées d'accessoires de manutention démontables (crochets, maillons d'attache, anneaux de levage, etc.).

Les dimensions des enveloppes doivent être compatibles avec la géométrie des locaux pour la manutention (ouvertures, dégagements).

2.5.6.6 Mise à la terre

Les masses métalliques ou conductrices sont reliées entre elles par une tresse ou câblette cuivre de 10 mm² minimum et reliées au répartiteur de terre du tableau.

Le répartiteur de terre peut se présenter sous la forme d'un barreau de cuivre nu de 12,5 mm × 2,5 mm de section minimum, pré-percé afin d'accepter la boulonnerie de raccordement des conducteurs de mise à la terre.

Aucune pièce métallique (et notamment les dispositifs de fermeture) ne doit être électriquement isolée de la masse générale.

2.5.6.7 Compatibilité électromagnétique

Les enveloppes doivent protéger les équipements qu'elles abritent des effets de rayonnement par champs électromagnétiques Hautes-Fréquences (supérieures à 1 kHz).

2.5.6.8 Dimensions

Une cohérence dimensionnelle de l'ensemble des enveloppes du projet est recherchée. Les enveloppes sont montées sur une base d'au moins 100 mm de hauteur, y compris pour celles placées dans un local comportant un faux plancher technique.

La hauteur maximale de l'enveloppe (base incluse) ne doit pas excéder 2200 mm. La hauteur des enveloppes placées côte à côte est identique pour toutes enveloppes.

De préférence, la profondeur des enveloppes placées côte à côte est identique pour toutes les

enveloppes. Dans tous les cas, leur face avant est alignée.

Les dimensions des enveloppes tiennent compte des dimensions des ouvertures de passage dans les locaux (pour permettre leur acheminement).

2.5.6.9 Degré de protection

Le degré de protection (au sens de la norme NF EN 60529) appliqué aux enveloppes est fonction des influences externes rencontrées dans les locaux :

- Risque de projection d'eau : IP55 ;
- Risque d'humidité : IP54 ;
- Locaux secs : IP52.

2.5.6.10 Calage des enveloppes

L'Entrepreneur effectue le calage des enveloppes posées au sol de manière à assurer :

- L'absence de toute déformation de ces équipements sous l'effet de leur propre poids, de leurs équipements et appareillage et des irrégularités du génie civil ;
- Un bon raccordement ultérieur avec le sol fini, compte tenu de l'épaisseur de carrelage ou du revêtement du faux plancher prévu par la suite.

Les enveloppes doivent être solidement fixées au sol par un minimum de 4 points de fixation.

Les enveloppes fixées à un mur sont montées sur plaques métalliques.

2.5.6.11 Equipements de Viabilité Interne

L'Entrepreneur détermine les dispositifs de ventilation nécessaires selon le contenu de l'enveloppe et son lieu d'installation.

Il est recommandé que la chaleur dégagée soit évacuée par conduction ou convection naturelle. La circulation de l'air doit être étudiée de façon à éviter les risques éventuels de surchauffe ponctuelle.

Si une ventilation forcée est nécessaire (au moyen d'un ventilateur et par circulation de l'air), étant donné l'énergie dissipée par les composants, les prescriptions externes et le degré de protection recherché, la défaillance du système de ventilation est continuellement surveillée. Si une telle défaillance est susceptible de provoquer un échauffement excessif des composants dans l'enveloppe, une ventilation de secours est installée.

Les bouches de ventilation doivent être situées sur la partie basse de la face avant et la partie haute des enveloppes. Elles doivent être équipées de grilles à mailles fines pour empêcher la pénétration d'insectes. Un filtre anti-poussière est installé lorsque les enveloppes sont installées en milieu pollué.

Les bouches de ventilation sont conçues de façon à ne pas réduire le degré de protection de l'enveloppe.

Un dispositif est installé sur la partie basse des enveloppes afin d'évacuer l'eau de condensation accumulée.

Les enveloppes sont dotées d'un dispositif anti-condensation à faible consommation d'énergie, activé par un système permettant de mesurer l'humidité relative et la température.

Les enveloppes disposent d'Equipements de Viabilité Interne (EVI) :

- Un éclairage (alimenté en 230 Vac) mis en route à l'ouverture de la porte de l'enveloppe ;
- Une ventilation mécanique (les entrées et sorties d'air seront placées judicieusement, conformément aux spécifications précédentes) ;
- Une résistance de chauffe ;
- Un thermostat ;
- Une tablette permettant de poser un ordinateur portable ;
- Une pochette pour les plans électriques.

2.5.6.12 Surenveloppes

Pour assurer la protection contre les agressions extérieures (vandalisme et conditions météorologiques), les armoires et coffrets extérieurs seront équipés d'une surenveloppe blindée cadennassable leur conférant un indice de protection IK08. Cette surenveloppe sera de conception robuste, fermant à clef (jeux de clés à fournir à VNF et similaires aux clés du local) et disposant d'une avancée de toit permettant à l'exploitant de s'abriter des conditions météorologiques défavorables lorsqu'il intervient sur le coffret ou sur l'armoire. Cette surenveloppe, comme toutes les masses métalliques de l'installation, sera mise à la terre.

2.5.7 Câbles et filerie

2.5.7.1 Filerie

La filerie est l'association et la distribution des fils, seuls ou en faisceaux, à l'intérieur des enveloppes.

La filerie est réalisée en conducteur souple à âme en cuivre nu d'au moins 7 brins.

La section de la filerie est déterminée par l'Entrepreneur selon les caractéristiques du circuit et de sa protection.

La section de la filerie n'est pas inférieure à 0,75 mm² mais des exceptions sont tolérées sur accord du Maître d'Œuvre pour :

- Les limandes précâblées (cartes automates, certains capteurs précâblés...) ;
- Pour certaines liaisons équipées de connecteurs dont le diamètre du presse-étoupe est incompatible avec les sections minimales définies.

2.5.7.2 Câbles électriques basse tension de puissance

Tous les câbles sont en cuivre du type sec à isolant au polychlorure de vinyle ou de caractéristiques identiques, tension d'isolement 1000 V.

Les câbles sont de type U 1000 R2V pour les liaisons rigides et H 07 RN-F pour les liaisons souples.

Les câbles soumis à l'immersion justifient une classe AD8 au sens de la norme NF C15-100.

Sauf exception dûment justifiée par l'Entrepreneur, un câble unique ne contiendra que des circuits :

- De même tension ;
- De même type de courant ;

- De même fonction.

Une distinction doit donc être établie entre les câbles suivants :

- Equipements et auxiliaires alimentés en courant alternatif basse tension ;
- Equipements et auxiliaires alimentés en courant continu ;
- Equipements et auxiliaires alimentés en courant ondulé ;
- Instrumentation,
- Système de contrôle-commande ;
- Téléphonie, etc.

2.5.7.3 Câbles de commande et de signalisation

Les câbles sont du type U 1000 R2V télécommande ou H07RNF (câble souple obligatoire pour les liaisons dans les armoires).

Tous les câbles sont blindés. Les sections minimales sont les suivantes :

- 0,75 mm² pour les entrées ;
- 1,5 mm² pour le relaying et la signalisation ;
- 2,5 mm² pour les circuits de commande des contacteurs et disjoncteurs.

2.5.7.4 Protection des communs

Des systèmes anti-retours sont mis en place sur les communs des modes de marche via des bornes à diodes.

2.5.7.5 Câbles de mesure

Les câbles de mesure sont blindés type LiYCY. Leur section minimale est de 0,95 mm². Le blindage sera relié à la terre conformément aux spécifications du constructeur, et au minimum coté armoire.

2.5.7.6 Tirage des câbles

Les opérations de tirage de câbles sont réalisées selon les spécifications du fabricant de câbles, en particulier vis-à-vis des limites de température. Les câbles peuvent être tirés soit manuellement, soit mécaniquement.

Pour servir les objectifs de CEM, les câbles de puissance suivent un cheminement séparé des câbles de contrôle-commande et d'instrumentation. Lorsque cette condition est impossible à appliquer, un écran métallique sera inséré entre eux.

L'effort de traction doit être surveillé d'un bout à l'autre de l'opération de tirage.

Au cours des opérations de tirage, le rayon de courbure des câbles doit respecter les préconisations du constructeur et de manière générale ne doit pas être inférieur à :

- 20 fois le diamètre extérieur pour les câbles de puissance ;
- 16 fois le diamètre extérieur pour les câbles de contrôle et d'instrumentation.

Tout au long du chemin de câbles, et en particulier aux angles, les câbles sont protégés contre les risques de blessure ou déchirure de leur gaine.

Les passages au travers des murs extérieurs des bâtiments sont équipés d'une grille anti-rongeurs. De plus, pour ces passages, une attention particulière est apportée à l'étanchéité à l'eau.

Pour les câbles d'instrumentation, une boucle de surlongueur est ménagée côté capteur. Celle-ci est maintenue par des colliers de serrage adaptés.

2.5.7.7 Pénétration et raccordement des câbles

La pénétration des câbles dans les enveloppes est réalisée avec le plus grand soin. Les câbles sont acheminés avec un mou suffisant pour éviter toute tension/traction sur le câble. Les croisements à l'entrée des enveloppes sont évités autant que possible.

Dans le cas d'une pénétration à travers un presse-étoupe, le diamètre de celui-ci est parfaitement adapté au câble qu'il reçoit, afin qu'il remplisse parfaitement sa fonction.

Les câbles sont correctement maintenus lorsqu'ils pénètrent dans l'enveloppe et leurs conducteurs soigneusement et proprement acheminés jusqu'à leurs bornes en évitant les croisements.

À chaque extrémité où la gaine est exposée, les câbles sont munis d'un manchon thermo-rétractable qui couvre partiellement la gaine.

Les conducteurs de réserve sont raccordés sur les blocs de jonction du bornier de la même façon et selon le même ordre que les conducteurs actifs puis sont connectés au connecteur général de terre par des fils vert/jaune.

Les blindages des câbles sont reliés au collecteur principal de terre, avec des liaisons aussi courtes que possible.

2.5.8 Cheminements et protection mécaniques des câbles

2.5.8.1 Généralités

Tous les câbles de l'installation doivent être supportés, guidés et protégés jusqu'au plus près de leur destination. Les cheminements de câbles sans supportage spécifiquement dédié sont proscrits (par exemple, la fixation d'un câble par colliers est proscrite).

A partir des plans guides, l'Entrepreneur étudie des cheminements optimisés et rationnels à travers les passages et réservations prévus à cet effet ou éventuellement à créer à sa demande, en organisant un cheminement différent pour les liaisons des systèmes redondants.

2.5.8.2 Distribution apparente

Les câbles sont installés dans des chemins de câbles galvanisés avec de 2 couches de câbles maximum par chemin de câbles.

Pour les surfaces non soumises à écoulements, les câbles sont posés sous fourreaux continus fixés par des colliers, dans le but d'offrir une protection mécanique contre le vandalisme et contre les rongeurs.

Pour les surfaces soumises à écoulements, les câbles sont protégés par des profilés métalliques avec capotage en acier inoxydable ou en acier galvanisé. Le type de fixation des profilés au génie civil devra faire l'objet d'une validation par le Maître d'Œuvre avant leur mise en place.

Les chemins de câbles sont équipés d'un capotage métallique galvanisé avec mise à la terre.

Les différentes largeurs des chemins de câbles sont déterminées par l'Entrepreneur en tenant

compte d'un coefficient de remplissage maximum de 70% (section de réserve de 30%).

Les chemins de câbles sont organisés de sorte que les câbles de natures électriques différentes (puissance, contrôle commande, mesures, courant faibles, informatique...) cheminent sur des tablettes distinctes, distantes d'au moins 30 cm. Les cheminements terminaux, au plus près de la destination, peuvent admettre des câbles de natures différentes.

Pour les parties terminales (capteurs, équipements), les câbles sont protégés par des gaines type CAPRILOCK ou équivalent.

Les chemins de câbles placés au-dessus des ouvertures (portes, fenêtres, passages) respectent une distance minimale de 0,50 m entre l'ouverture et le chemin de câbles afin de permettre l'installation d'équipements (signalisations, éclairage, détecteurs...).

2.5.8.3 Distribution encastrée dans les parois

Les conducteurs de la série H07 V-U ou R sont installés sous conduits ICO encastrés dans les cloisons. Un recouvrement de béton ou d'enduit d'au moins 2 cm doit être respecté. Les rayons de courbure et la disposition des angles doivent être suffisants pour tirer les conducteurs avec facilité entre boîtes de jonction.

2.5.8.4 Distribution encastrée dans les voiles et planchers

Les câbles de la série U 1000 R02V sont installés sous conduits ICD ou ICT noyés au moment du coulage du béton. Ces tubes sont impérativement ligaturés aux armatures, tous les 0,50 m de façon à respecter un enrobage de béton de 4 cm minimum.

2.5.8.5 Distribution en fourreaux noyés dans le béton ou en tranchées

Les câbles sont installés en fourreaux de type TPC annelé à l'extérieur et lisse à l'intérieur, ou lisse à l'extérieur et lisse à l'intérieur, selon les utilisations. Les fourreaux sont fournis en barres afin d'éviter la stagnation d'eau dans d'éventuels points bas. Le diamètre des fourreaux est adapté à l'utilisation.

Les câbles électriques et les câbles de communication sont mis en œuvre dans des fourreaux différents distants d'au moins 30 cm afin d'éviter les influences électromagnétiques.

2.5.9 Conducteur de prise de terre

Le conducteur de la prise de terre est un conducteur en cuivre nu de section 25 mm² minimum. La mise à la terre des équipements respecte la norme NF C15-100.

2.5.10 Eclairage et prises de courant

2.5.10.1 Appareillage

L'appareillage comprend les prises de courant et les organes de commande de l'éclairage.

Les appareils de commande de l'éclairage seront conformes aux prescriptions de la norme NF C15-100.

Les interrupteurs comporteront :

- Une commande à touche basculante ;
- Un mécanisme silencieux à fermeture et ouverture totalement indépendantes ;
- Une enveloppe en matière isolante leur conférant le degré de protection minimal

prescrit par la norme NF C15-100 en fonction de la nature, du degré d'humidité et des risques spéciaux des locaux où ils seront placés.

Ils auront un calibre minimum de 10 A sous 230 Vca.

Les appareils de commande de l'éclairage seront fixés à proximité des accès, côté « ouvrant » des portes, à une hauteur respectant la NF C15-100. Leur manœuvre devra toujours se faire dans le plan vertical et l'allumage est obtenu pour la position basse de la bascule. Les commandes d'éclairage des locaux seront réalisées local par local.

Les prises de courant seront conformes aux prescriptions de la norme NF C15-100. Toutes les prises de courant seront prévues avec un contact de terre et sont munies d'obturateurs à éclipse. Les prises de courant seront fixées à une hauteur respectant la NF C15-100. Les prises de courant seront toujours positionnées avec le plot de terre en haut. Des prises extérieures sont également à prévoir, particulièrement au niveau de l'abri du local de commande et au niveau du local de vanne.

Dans tous les locaux, l'appareillage sera du type encastré à fixation par vis.

2.5.10.2 Luminaires

Les luminaires de technologie LED sont privilégiés. D'autres technologies peuvent être proposées sous réserve d'approbation de Maître d'Œuvre pour des applications spécifiques.

Les luminaires dans les différents locaux techniques disposent :

- D'un indice de protection IP54 suivant la norme NF EN 60529 ;
- D'une résistance aux chocs IK08 selon la norme NF EN 62262.

Les luminaires en extérieur disposent :

- D'un indice de protection IP67 suivant la norme NF EN 60529 ;
- D'une résistance aux chocs IK08 selon la norme NF EN 62262.

2.5.10.3 Performance de l'éclairage

Les niveaux de performance attendus de l'éclairage sont conformes à la norme NF C15-100, aux normes associées et à la législation en vigueur, concernant notamment les espaces de travail.

L'éclairage assure un éclairage suffisant pour travailler et circuler d'une manière sûre et confortable dans les locaux qu'il éclaire.

Les niveaux de performance attendus de l'éclairage à mettre en place sont détaillées dans les modes d'exécution des travaux.

2.5.10.4 Mâts d'éclairage

Les mâts d'éclairage sont basculants, afin de permettre la maintenance de leurs équipements de tête à hauteur d'homme. Ils sont équipés d'un système de manœuvre manuel manipulable par un exploitant seul.

L'implantation du mât doit tenir compte :

- De l'accessibilité aux équipements une fois le mât basculé. Dans ce cas, un opérateur doit pouvoir se tenir debout près des équipements sans équipement de protection particulier ;

- De l'accessibilité au système de manœuvre permettant la manœuvre manuelle du mât.

Les mâts seront reliés à la terre par une câblette de cuivre nu de 25mm².

2.5.10.5 Ventilation et chauffage des locaux

Les locaux (local technique de commande en crête et local vanne en pied aval) seront ventilés mécaniquement par l'intermédiaire de bouches d'extraction d'air raccordées à un ventilateur centrifuge de gaine. Les rejets d'air vicié en façade côté extérieur (position soumise préalablement au Maître d'œuvre) par une conduite acier protégée par une grille anti-volatile et un chapeau conique. L'extracteur sera positionné en façade non visible. Les gaines d'extraction seront en tôle d'acier galvanisé. Si nécessaire pour des questions d'encombrement, ces dernières seront des gaines plates.

Les bouches d'extraction sont de type auto-réglable, couleur au choix du maître d'œuvre.

Les débits d'air seront conformes aux règlements sanitaires.

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de la ventilation et du chauffage situé dans les 2 locaux. Son attention est également attirée sur la nécessité de prévoir un dispositif de ventilation entre la galerie de vidange et le local de vanne.

2.5.11 Protection incendie

La protection incendie est conforme à la norme NF S61-940 ainsi qu'aux référentiels APSAD, en particulier le référentiel R4 (Extincteurs portatifs et mobiles – Règle d'installation) et R7 (Détection automatique d'incendie – Règle d'installation) sur l'ensemble du site.

2.5.12 Spécifications relatives aux schémas électriques

Les schémas électriques sont réalisés conformément à la norme NF EN 61082-1.

Les schémas électriques doivent refléter fidèlement les raccordements électriques et permettre la compréhension du fonctionnement de l'installation représentée.

Les schémas électriques détaillés font notamment apparaître :

- Les capteurs ;
- Les accessoires électriques ;
- Les connecteurs et borniers ;
- Les blindages et mises à la terre ;
- Les numéros des bornes d'appareillage ;
- Tous les contacts des relais, commutateurs, capteurs, sélecteurs de position, etc. ;
- Tout schéma de matériel (capteur, appareillage HT/BT, électro-distributeur, actionneur, contact de défaut, sous-système, etc.) ayant une fonction précise dans les automatismes, même s'il n'est pas fourni par l'Entrepreneur.

Les schémas électriques détaillés sont notamment constitués des éléments suivants :

- Une page de garde faisant apparaître un cartouche ainsi que l'ensemble des informations relatives au circuit considéré ;
- Une liste des folios avec grille d'indices ;

- Les synoptiques et schémas fonctionnels d'ensemble ;
- Les schémas unifilaires ;
- Les schémas de raccordement des liaisons de communication ;
- Le corps du dossier faisant apparaître les schémas électriques de détails du relayage et de l'automatisme ainsi que le raccordement à la terre ;
- Une nomenclature faisant apparaître les références de tous les équipements et appareils du circuit (repère, folio, implantation, désignation, référence, fabricant, quantité, caractéristiques techniques, ...) ;
- Les borniers ;
- Le carnet de câbles (repère, type, section, tenant, aboutissant, longueur...) ;
- Le schéma d'implantation des enveloppes, comportant les dimensions générales et l'arrangement des équipements à l'intérieur de l'enveloppe et sur toutes les faces concernées (faces externes et internes des portes, panneaux pivotants, faces avant, arrières et latérales...). Les différents équipements portent le repère fonctionnel du schéma électrique correspondant ;
- Les éléments complémentaires visant à faciliter la compréhension du fonctionnement de l'installation ;
- Les références précises des éventuels plans et schémas connexes (y compris mécaniques et oléohydrauliques).

Les schémas électriques sont regroupés de manière fonctionnelle, en correspondant aux différents équipements et sous-ensembles d'un système. Les fonctions de chaque circuit ou partie de circuit sont clairement indiquées. Lorsque nécessaire, des commentaires accompagnent les schémas pour faciliter leur compréhension.

Des renvois de folio clairs et univoques permettent une lecture aisée des différents folios des schémas. Chaque folio est numéroté de manière unique et fait apparaître les numéros des folios précédents et suivants.

Le repérage physique des matériels doit correspondre en tout point au repérage inscrit sur les plans et schémas.

2.6 Matériaux et produits pour l'automatisme et la signalisation {lot 2}

2.6.1 Généralités

Les équipements de contrôle-commande sont de type industriel.

Le matériel électrique et de contrôle-commande est produit par des fournisseurs réputés et soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre.

Sauf exception justifiée par l'Entrepreneur et soumise à l'accord du Maître d'Œuvre, le matériel de la fourniture de l'Entrepreneur ne doit pas faire l'objet d'annonce de fin de vie (fin de fabrication, fin de service...) de la part du fabricant.

2.6.2 Instrumentation

2.6.2.1 Généralités

Le choix des capteurs suit les règles suivantes :

- Assurer l'homogénéité (fabricants/modèles/gammes) entre les différents capteurs de l'aménagement installés par l'Entrepreneur ;
- Utiliser des matériels ayant prouvé leur endurance par une utilisation prolongée satisfaisante, pour l'application et dans l'environnement industriel considéré.

L'Entrepreneur doit également s'assurer que la valeur obtenue par le système de mesure est bien l'image fidèle de la grandeur mesurée. Le calcul des incertitudes de mesure doit prendre en compte l'ensemble des erreurs de la chaîne de mesure, y compris celles induites par les grandeurs d'influence, ainsi que celles des matériels d'acquisition et d'affichage.

Lorsqu'une redondance est requise, les modes communs sont à éliminer. En particulier et sauf mention contraire, l'usage de technologies différentes est recommandé autant que possible, tout comme la séparation physique des capteurs et de leur câblage (montage dans des zones différentes).

À la mise sous tension des appareils, aucun défaut ne doit être généré.

L'Entrepreneur fournit également les platines de montage permettant le réglage de la position des capteurs. Une attention particulière sera accordée à la nature des matériaux, en particulier pour éviter toute possibilité de corrosion galvanique.

2.6.2.2 Mesure de niveau

Les spécifications minimales des sondes de niveau (retenue et rigoles) sont les suivantes :

- Technologie : radar type VEGAPULS C21 ou équivalent ;
- Gamme de mesure : ≥ 15 m pour la retenue et ≥ 2 m pour les différentes rigoles ;
- Sortie : Modbus ;
- Précision de mesure : ± 2 mm ;
- Température ambiante de fonctionnement : -40°C à $+80^{\circ}\text{C}$;
- Indice de protection : IP66 minimum ;
- Montage : selon les spécifications du constructeur, éloigné des zones d'écoulement et considérant les particularités des différents sites (retenue, rigole avec ou sans présence d'équipements déjà existants).

Toutes les sondes radar sont protégées par un capotage en acier galvanisé, en inox ou peinture époxy (couleur RAL à définir en accord avec le Maître d'Ouvrage).

2.6.2.3 Détection de position

Les détecteurs de position à contact doivent fournir des informations électriques binaires relatives à la position (présence, absence, passage ou fin de course) de pièces mobiles situées sur des assemblages mécaniques.

Les spécifications minimales des détecteurs de position sont les suivantes :

- Signal de mesure : TOR ;
- Exactitude minimale sur la mesure : $\pm 0,4$ cm ;

- Température ambiante de fonctionnement : -40°C à +70°C ;
- Indice de protection : IP67 minimum ;
- Montage : selon les spécifications du constructeur.

2.6.2.4 Mesure de position

La position de chaque vanne est repérée par un capteur de mesure linéaire continue monté sur l'organe de manœuvre ou intégré à la motorisation. Les spécifications minimales des sondes de position sont les suivantes :

- Signal de mesure : 4-20 mA ;
- Système de mesure absolue ;
- Exactitude minimale sur la mesure : ± 1 cm ;
- Résolution < 1% de la course ;
- Température ambiante de fonctionnement : -40°C à +70°C ;
- Indice de protection : IP67 minimum ;
- Montage : selon les spécifications du constructeur.

2.6.2.5 Capteur de position indépendant

En complément, la position de chaque vanne est repérée par un capteur indépendant, ce capteur peut être un codeur linéaire ou un codeur absolu multitour. Il sera monté sur l'organe de manœuvre ou directement sur le renvoi de la position de la vanne. Il sera soumis à l'agrément du Maître d'œuvre après validation du fournisseur.

Les spécifications minimales du capteur sont les suivantes :

- Signal de mesure : 4-20 mA ;
- Résolution totale de 16 bits (65 535) positions
- Exactitude minimale sur la mesure : ≤ 1 mm ;
- Résolution : ≤ 1 mm ;
- Température ambiante de fonctionnement : -10°C à +70°C ;
- Indice de protection : IP65 minimum ;
- Montage : selon les spécifications du constructeur.

2.6.2.6 Mesures de pression / niveau d'eau (piézomètres et bacs de jaugeage)

L'ensemble des piézomètres existants ou à réaliser est automatisé grâce à la pose de sonde ou de cellule selon la configuration. De même, le bac de jaugeage existant (en pied de la digue secondaire) et les bacs à mettre en place sont équipés de sonde de mesure de niveau d'eau.

Outre la fourniture et la pose elles-mêmes des équipements, les prestations à la charge du lot 2 incluront l'intégralité des travaux permettant la réalisation des mesures y compris la réalisation des travaux de nettoyage des piézomètres existants, la réalisation de nouveaux piézomètres (forage, etc... compris), la fourniture et la pose des bacs de jaugeage ainsi que les travaux de raccordement (data-logger, fibre, etc...).

Les éléments de fourniture sont décrits ci-dessous :

2.6.2.6.1 Piézomètre équipé avec une cellule de mesure de pressions interstitielles

Les cellules de mesure de pressions interstitielles seront des capteurs électriques à corde vibrante du type CL1 de Telemac / Roctest ou équivalent, dans laquelle la pression de l'eau provoque la déflexion d'un diaphragme à l'intérieur du capteur, qui modifie la fréquence de vibration du fil de métal auquel il est relié. Les pressions seront mesurées par la mise en vibration d'où l'on déduit la pression.

Une compensation automatique de la température et de la pression atmosphérique sera intégrée au capteur et/ou à l'installation générale (exemple : baromètre à mesures automatiques). Ces adaptations sont réputées rémunérées dans les prix unitaires de la fourniture et pose des cellules.

L'enveloppe devra être à haute résistance mécanique et traitée de sorte qu'elle ne soit pas corrodable. Le capteur est muni d'un filtre d'entrée répondant aux caractéristiques suivantes :

- Perméabilité : $< 10^{-6}$ cm/s dans les matériaux fins et $< 10^{-2}$ cm/s dans matériaux grossiers.
- Pression d'entrée d'air : $> 0,2$ MPa.

L'ensemble de la cellule (mis à part le filtre) ainsi que les connexions électriques doivent être parfaitement étanches.

Les cellules pourront comporter 4 gammes de mesure comprises entre 0 et 3 MPa. Les gammes seront définies sur les plans d'exécution validés par le Maître d'œuvre.

La précision relative des mesures sera de 0,2 % de la gamme de mesure.

La résolution sera de 0,02% et 0,1°C pour la température.

Chaque cellule sera livrée avec sa carte d'identité comportant :

- le numéro de la cellule du Constructeur,
- sa fiche d'étalonnage.

2.6.2.6.2 Sonde à corde vibrante (bac de jaugeage)

Les nouveaux bacs de jaugeage, à fournir et poser par le lot 2, seront également équipés d'une sonde de mesures de niveau d'eau à corde vibrante.

La sonde aura des propriétés identiques à celles mises en œuvre dans les piézomètres et décrites dans le précédent chapitre en considérant cependant les adaptations suivantes rémunérées dans la fourniture et la pose de la sonde :

- Un réservoir contenant une masse cylindrique suspendue au capteur à corde vibrante,
- Les éléments de fixation compatibles avec le bac de jaugeage, après accord avec le fournisseur de la sonde,
- L'étendue de mesures sera comprise entre 100 et 600 mm (et à minima correspondre à la profondeur des bacs de jaugeage), elle sera à adapter aux conditions réellement rencontrées (la plage de débit n'est pas connue à ce jour car dépendant des forages drainants mis en œuvre lors des travaux du lot 1),
- La précision relative des mesures sera de 0,2 % de la gamme de mesure et la résolution sera de 0,02% et 0,1°C pour la température.

2.6.2.6.3 Piézomètre équipé avec une sonde à fibre optique

Certains piézomètres ouverts (notamment digue secondaire) seront équipés d'une sonde à fibre optique du type FOP de Telemac / Roctest ou équivalent, dans laquelle la variation de la pression de l'eau provoque une déviation du diaphragme modifiant la longueur de la cavité Fabry-Pérot qui est mesurée.

La sonde sera de type « absolu » pour les sondes installés sans les forages ou équivalent. Ces capteurs seront sensibles aux variations de pressions atmosphérique, mais ceci restera acceptable dans l'utilisation dans les forages.

L'enveloppe devra être à haute résistance mécanique et traitée de sorte qu'elle ne soit pas corrodable (acier inoxydable 17-4 PH). Le filtre sera en céramique à haute pression d'entrée d'air (1,6 micros).

L'ensemble de la sonde (mis à part le filtre) ainsi que les connexions électriques doivent être parfaitement étanches.

Les sondes pourront comporter 4 gammes de mesure comprises entre 0,2 et 3 MPa. Les gammes seront définies sur les plans d'exécution validés par le Maître d'œuvre.

La précision relative des mesures sera de 0,2 % de la gamme de mesure.

La résolution sera de 0,02% et 0,1°C pour la température.

Chaque sonde sera livrée avec sa carte d'identité comportant :

- le numéro de la sonde du Constructeur,
- sa fiche d'étalonnage.

2.6.2.6.4 Sonde à fibre optique (bac de jaugeage)

Le bac de jaugeage existant en pied aval de la digue secondaire sera également équipé d'une sonde de mesures de niveau d'eau à fibre optique.

La sonde aura des propriétés identiques à celles mises en œuvre dans les piézomètres et décrites dans le précédent chapitre en considérant cependant les adaptations suivantes rémunérées dans la fourniture et la pose de la sonde :

- La sonde sera de type « jauge » ou équivalent permettant de mesurer directement la hauteur d'eau au-dessus du capteur avec compensation de la pression atmosphérique,
- Les éléments de fixation compatibles avec le bac de jaugeage, après accord avec le fournisseur de la sonde,
- L'étendue de mesures sera comprise entre 100 et 750 kPa, elle sera à adapter aux conditions réellement rencontrées et à la profondeur du bac de jaugeage (la plage de débit n'est pas connue à ce jour),
- La précision relative des mesures sera de 0,2 % de la gamme de mesure et la résolution sera de 0,02% et 0,1°C pour la température.

2.6.2.6.5 Bac de jaugeage

Au droit des futurs caniveau, un seuil de mesures en « V » est à installer afin de mesurer les débits pouvant provenant des forages drainants. Le bac est à installer dans le caniveau.

Les débits de fuite sont mesurés au droit d'une lame déversant dans une échancrure interposée en travers d'un écoulement. La plage de mesures est approximativement 0 à 400-500 l/min.

Un canal en béton (uniquement la partie permettant le jaugeage), à réaliser sur site ou préfabriqué est muni à son extrémité aval d'une plaque déversante amovible. Les plaques déversantes peuvent être interchangeables pour couvrir une large plage de débits, elles seront triangulaires. L'Entrepreneur doit apporter un soin particulier au respect des cotes dimensionnelles, pour assurer la précision des mesures effectuées.

Pour le canal, un canal DPA1 permettant de réaliser des mesures jusqu'à 1 000 l/min est préconisé. Le canal de mesures a les dimensions intérieures suivantes :

- Longueur : 1,75 m ;
- Largeur : 0,35 m ;
- Hauteur : 0,45 m.

Si nécessaire à l'amont du canal un aménagement sera réalisé afin de canaliser et collecteur les eaux avant leur arrivée dans le canal.

3 plaques seront à approvisionner par l'Entrepreneur et seront à mettre en place par l'exploitant selon les débits observés :

- Plaque DT0,25 : 2 à 200 l/min (recommandée entre 10 et 200 l/min) ;
- Plaque DT0,5 : 4 à 400 l/min (recommandée entre 200 et 400 l/min) ;
- Plaque DT1 : 8 à 1 200 l/min (recommandée entre 400 et 800 l/min).

La lecture du niveau doit se faire directement sur une échelle intégrée au dispositif. L'abaque de débitance étant à fournir par l'Entrepreneur.

Le dispositif (canal et plaques) doit être soumis à l'agrément du Maître d'œuvre et conforme aux normes en vigueur (norme standard ou norme type EDF ou équivalent).

L'étendue de la fourniture à la charge de l'Entrepreneur comprend :

- Le canal collecteur ;
- Le tranquillisateur si nécessaire ;
- Le canal collecteur amont si nécessaire ;
- Le support de plaque scellé et la visserie inox associée ;
- Le jeu de plaques interchangeables et les joints associés.

2.6.2.6.6 Piézomètre nouveau

Les nouveaux piézomètres à réaliser en fondation et dans le corps de la digue principale seront soit ouverts soit fermés. Le choix sera fait lors des études d'exécution par le Maître d'œuvre.

Selon le cas, la chambre de mesure piézométrique sera ouverte (la sonde pouvant dès lors être retirée) soit fermée (un bouchon étanche est réalisé au-dessus de la sonde mise en place). La hauteur sera définie lors des études d'exécution selon les matériaux rencontrés,

Quel que soit le choix les éléments suivants sont à mettre en place :

- Les tubes PVC sont crépinés en partie basse sur la hauteur de la chambre (pouvant aller jusqu'à 2 m) et plein sur le reste de la hauteur. Ils ont un diamètre de 70 mm minimum. Les fentes de la partie crépinée seront de formes appropriées (section triangulaire ouvrant vers l'intérieur du tube) pour limiter le colmatage, faciliter le "développement" de filtre naturel autour de la crépine, et permettre le nettoyage de la

crépine. L'ouverture sera compatible avec le sable mis en œuvre autour du tube. La fiche technique du tube à mettre en place est soumise à l'agrément du Maître d'œuvre ;

- La chambre de mesures est constituée de sable mis en œuvre autour du tube crépiné ; sa granulométrie, soumise à l'agrément du Maître d'œuvre, devra être compatible avec les crépines du tube. Selon le type de piézomètre, le sable sera également mis en œuvre de la cellule, ses propriétés seront validées par le fournisseur de la sonde ;
- Au dessus et en dessous de la chambre un bouchon de bentonite devra être mis en œuvre afin de permettre l'étanchéité totale de la chambre jusqu'à la crête,
- Un bouchon au mortier de ciment est réalisé en surface avant la réalisation ou la fourniture et la pose du regard (en cas de piézomètre ouvert),
- Regard étanche en crête : Il devra être complètement étanche afin d'éviter l'infiltration d'eau pluviale dans le tube et ne pas être sensible au gel (tampons à adapter). Il sera sécurisé à l'aide d'un cadenas sur le tampon. Le regard sera conçu de façon à faciliter le raccordement de la sonde et son remplacement éventuel. Les éléments seront fournis à l'agrément du Maître d'œuvre lors des études d'exécution.

2.6.3 Automates

2.6.3.1 Automate Programmable Industriel

L'Automate Programme Industriel sera de type Siemens SIMATIC ET 200SP ou équivalent. Il a les caractéristiques suivantes :

- Alimentation : 24 Vcc ;
- Température ambiante de fonctionnement : -20°C à +60°C ;
- Normes de communication : PROFINET IO, PROFIBUS DP, Ethernet/IP, Modbus TCP, ET-Conneciton, AS-Interface, IO-Link, Point à point RS-232 RS-485, DALI, DMX ;
- Degré de protection : IP20.

L'automate devra a minima posséder une certification Achilles II.

Il sera équipé de toutes les cartes et modules nécessaires aux fonctions attendues pour l'installation (alimentation, communication, Entrées/Sorties, ...) et disposera au minimum de 30% de sorties et 30% d'entrées en plus de celles utilisées pour le fonctionnement prévu au marché.

2.6.3.2 Automate de téléalarme

Les automates de téléalarme seront de type SOFREL S4W ou équivalent.

Le boîtier sera alimenté en 24 Vdc et secouru par une batterie externe 12 Vdc dont il assurera la charge.

L'entrée alimentation 24 Vdc est protégée contre les courts-circuits et l'inversion de polarité. Le poste assure la charge d'une batterie externe 12 V permettant un fonctionnement secouru jusqu'à 36 heures. En cas de coupure d'alimentation, l'horloge du système ainsi que la mémoire vive est sauvegardée pendant 1 mois.

Afin d'être conforme aux critères de cyber-sécurité, l'automate de télégestion devra disposer de la certification CSPN de l'ANSSI.

L'automate de téléalarme sera équipé de toutes les cartes et modules nécessaires aux fonctions attendues pour l'installation (alimentation, communication, Entrées/Sorties, ...) et disposeront au minimum de 30% de sorties et 30% d'entrées en plus de celles utilisées pour le fonctionnement prévu au marché.

2.6.3.3 Centrale d'acquisition

La centrale d'acquisition permet la sauvegarde automatique des données. Elle est de type CR1000X ou CR6 de marque Campbell Scientific ou équivalent.

Les caractéristiques principales de la centrale d'acquisition sont les suivantes :

- Alimentation 12 Vcc via une alimentation avec régulateur et batterie ;
- Batterie 7 Ah ;
- 128 MB de mémoire flash + 4 MB de mémoire SRAM secourue (batterie) ;
- Extension de mémoire par carte microSD jusqu'à 16 GB.

La centrale d'acquisition est équipée d'une carte type RF422 ou équivalent permettant la communication en radio avec les dataloggers.

2.6.3.4 Dataloggers

Les dataloggers sont de type CRVW3 de marque Campbell Scientific ou équivalent.

Les dataloggers sont prémontés dans des coffrets adaptés avec communication radio RF422 et piles alcalines, situés dans des regards à proximité des sondes et des piézomètres.

2.6.3.5 Cartes Entrées / Sorties

Les cartes d'Entrées / Sorties (E/S) sont de la même marque que les automates avec lesquels elles communiquent.

Les cartes d'E/S déportées ne sont pas admises.

L'Entrepreneur doit s'assurer de l'adaptation de l'intensité nominale des contacts des relais au type de charge.

Il doit prendre les dispositions suivantes :

- les sorties automates doivent être découplées vers les actionneurs tels que les relais, les contacteurs, les électro distributeurs, ... ;
- afin de protéger les sorties automates, il est conseillé d'installer aux bornes des bobines des actionneurs une diode dite « d'étouffement » ;
- séparer les cheminements des différents types de circuits (alimentation, entrées/sorties TOR, circuits analogiques ou liaisons série) ;
- réduire au minimum la longueur des circuits ;
- dans le cas d'une ligne de transmission exposée aux parasites, installer un découplage galvanique sur le circuit capteur-automate ;
- dans le cas où il est nécessaire d'assurer une séparation des polarités (chien de garde, 24 ou 48 V DAP, etc...) utiliser des cartes à sorties libres de polarités.

En règle générale il est conseillé d'utiliser des cartes d'entrées / sorties numériques qui présentent une moins grande fragilité à l'utilisation.

Les précautions suivantes doivent être prises en compte pour les Entrées / Sorties analogiques :

- utiliser de préférence une transmission en boucle de courant ;
- installer une protection des entrées analogiques contre les surtensions pour les capteurs extérieurs à l'armoire ;
- la continuité de blindage doit être assurée jusqu'à la carte automate ;
- chaque entrée 4-20 mA dispose d'une isolation galvanique réalisée par isolateurs galvaniques 1 voie.

Pour chaque mesure analogique, il est prévu à minima :

- une alimentation dédiée pour conserver l'isolation galvanique ;
- un duplicateur 2 voies type PR electronics 3108 ou équivalent ;
- un afficheur type PR electronics 5714 ou équivalent.

Les E/S de réserve sont raccordées sur les borniers en prévision de leur possible utilisation future.

2.6.4 IHM tactile

2.6.4.1 Interface Homme-Machine

L'IHM est de la gamme Siemens 12 pouces ou équivalent. Les spécifications minimales de l'IHM tactile sont les suivantes :

- Ecran tactile industriel ;
- Tension d'alimentation : 24 Vcc ;
- Montage : encastré ;
- Stockage des données : Carte SD 32 GB ;
- Communication : Ethernet TCP/IP ;
- Format de l'écran : 12 pouces ;
- Résolution de l'écran tactile : 1024 × 1024 ;
- Couleur d'affichage : 262144 couleurs ;
- Indice de protection : IP66 ;
- Température ambiante de fonctionnement : 0°C à +60°C.

L'IHM comprend un port de connexion USB permettant notamment son paramétrage. Le port USB est sorti en façade d'armoire pour faciliter son accès.

L'Entrepreneur veillera en particulier à ce que l'IHM soit compatible avec les différents automates de l'installation.

2.6.4.2 Sécurité

Un dispositif de contrôle d'accès à l'IHM est réalisé par un système de clé codée ID key compatible avec les clés ID SIRIUS ACT de chez Siemens.

2.6.5 Matériel informatique

2.6.5.1 Switch

Les switches Ethernet dans les armoires électriques sont fournis par le maître d'ouvrage préconfigurés : Switch réseau marque Cisco IE3300 – 8 PORTS – y compris 2 modules SFP + 2 jarretières + alim POE.

L'entreprise pourra utiliser un switch réseau montable sur rail DIN de caractéristiques équivalentes pour ses phases de tests avant de réaliser l'intégration des matériels fournis et configurés par le service informatique du maître d'ouvrage. Les paramètres réseaux adressages, ports, Vlan seront préalablement échangés entre l'entreprise et le maître d'ouvrage.

2.6.5.2 Equipements informatiques et de bus de terrain

Les spécifications minimales du Réseau Local sont les suivantes :

- Conforme aux séries de normes NF EN 61850 et NF EN 61158 ;
- Basé sur technologie Ethernet/IP ;
- Structure en étoile à partir du switch Ethernet.

Le protocole de communication est défini par l'Entrepreneur. L'utilisation de protocole « constructeur » est proscrite.

Le brassage des fibres est réalisé dans des coffrets de brassage compacts montés sur rail DIN de type Phoenix contact « splice box » ou équivalent approuvé.

Les capteurs de type fibre optique seront directement reliés à un enregistreur de données multivoie 16 voies situé dans le local technique. Ce boîtier sera un boîtier de ce type FODL de Roctest ou équivalent.

2.6.5.3 Câbles Ethernet

Les spécifications minimales du câblage cuivre pour câblage informatique sont les suivantes :

- Câble CAT6A SF/UTP impédance 100 ohms (Paire torsadée écrantée et blindée) ;
- Connecteur RJ45 CAT 6A blindé à 360° ;
- Cordons de brassage CAT 6A.

L'utilisation des câbles cuivres pour les liaisons de communication n'est admise qu'à l'intérieur des locaux, les liaisons extérieures devant être réalisées par fibre optique.

2.6.5.4 Fibres optiques

Les spécifications minimales des fibres optiques sont les suivantes :

- Fibre monomode OS2 ;
- Connecteur type SC ;
- La tension de rupture d'une fibre optique est au moins de 50N.

2.6.6 Vidéosurveillance

Les caméras seront du type Hanwha ou Axis et compatibles avec la VMS Genetec ou équivalent, afin d'assurer une gestion centralisée, évolutive et sécurisée des caméras. Le

système devra prendre en charge les fonctionnalités suivantes :

- Intégration native ou via ONVIF des caméras et du serveur vidéo ;
- Gestion des flux vidéo en temps réel et en différé ;
- Analyse vidéo basique (détection de mouvement) et avancée (optionnelle selon le projet) ;
- Sécurité des données conforme aux standards en vigueur (chiffrement des communications, protection contre les cyberattaques).

Par souci de conformité aux réglementations et exigences de cybersécurité, les équipements de marque Huawei ou intégrant des composants Huawei sont strictement interdits dans le cadre de ce marché.

Les caméras dômes devront répondre aux spécifications suivantes :

- Visibilité infrarouge ;
- Indices de protection : IP67 et IK08 ou supérieurs (y compris vitre avant) ;
- Aucun phénomène visuel anormal ;
- Résolution : 1920×1080 pixels minimum (Full HD) ;
- Cadences d'images : de 1 à 30 images par seconde ;
- Compression vidéo : respectant la norme ISO/IEC 14496-10 (H.264/H.265) ;
- Alimentation : 24 Vcc, 12 Vcc (alimentation PoE non admise).

Les caméras seront fournies avec leur mât ou système de fixation dont la couleur sera proposée et validée par le Maître d'Œuvre, en harmonie avec le site. Des obturateurs pourront être ajoutés pour limiter le champ de vision des caméras aux ouvrages hydrauliques et éviter de filmer les zones publiques et privées.

Les spécifications minimales du serveur vidéo sont les suivantes :

- Compatibilité avec Genetec Security Center ou équivalent ;
- Prise en charge d'au moins 6 caméras, avec une réserve de 100 % ;
- Alimentation : 230 V ondulé ;
- Pose sur Rack ;
- Température ambiante de fonctionnement : de 0 °C à +40 °C ;
- Connexion au réseau via fibre optique.

Les spécifications minimales du moniteur vidéo sont les suivantes :

- Écran : LCD à rétroéclairage LED, taille de 24" ;
- Résolution : Full HD (1080p) 1920×1080 à 60 Hz ;
- Connecteurs d'entrée : HDMI, VGA, DisplayPort.

Les caméras, le serveur vidéo et le moniteur vidéo devront être alimentés par un réseau ondulé afin d'assurer une continuité de service en cas de coupure de courant. L'ensemble du matériel sera sauvegardé par batteries.

La constitution et le dépôt des dossiers d'autorisation auprès de la Préfecture seront à la

charge de l'Entrepreneur.

3 MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

3.1 Préambule

3.1.1 Conditions générales d'exécution

L'Entrepreneur doit mettre en œuvre les moyens en personnel, matériel et fournitures pour exécuter le marché dans les délais impartis, aux conditions du présent marché.

Les travaux seront exécutés conformément aux conditions techniques, normes et règlements, ainsi qu'à la réglementation en vigueur à la date d'exécution des travaux ; ils seront notamment exécutés suivant les fascicules en vigueur du C.C.T.G. Travaux pour tout ce qui n'est pas contraire au présent C.C.T.P et aux Eurocodes structuraux.

De plus, les travaux et méthodes devront scrupuleusement respecter les mesures de protection et de prévention définies dans le dossier d'Autorisation environnemental (PAC ou équivalent) au titre du Code de l'Environnement et de l'arrêté d'autorisation qui en découle.

Pour les détails et les modifications que l'Entrepreneur jugerait bon d'apporter au cours du chantier, il devra préciser les raisons qui les lui font apporter.

La décision d'opter pour telle ou telle méthode sera actée par le Maître d'œuvre ou son représentant sur la foi d'un constat qui ne peut tolérer aucun délai supplémentaire dans le cadre de l'exécution de l'opération.

L'Entrepreneur devra désigner un responsable compétent présent en permanence pendant toute la durée des travaux. Celui-ci sera son représentant et c'est à lui seul que seront données, à tout moment, par le Maître d'œuvre ou son représentant, les consignes relatives à la conduite des opérations, sous réserves que celles-ci n'entraînent pas de dépenses supplémentaires pour l'Entrepreneur.

3.1.2 Suivi de Chantier

Les réunions de chantier ont lieu suivant un rythme hebdomadaire, sauf exception.

Lors de chaque réunion, l'Entrepreneur présente un document, qui sera annexé au compte-rendu de chantier, précisant :

- L'état d'avancement du chantier ;
- Les travaux exécutés dans la semaine écoulée ;
- Le planning des travaux mis à jour.

Les comptes-rendus des réunions de chantier sont établis par le représentant du Maître d'œuvre.

3.2 Hypothèses de calculs – Etudes d'exécution

3.2.1 Préambule – Documents de référence

L'Entrepreneur se conformera obligatoirement, lors de l'exécution des travaux, aux conditions définies dans les lois, décrets d'applications, arrêtés, circulaires se rapportant aux travaux à réaliser et notamment aux :

- Arrêté du 30 mai 2012 (JO du 08 juin 2012) relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales (CCTG) applicables aux marchés publics de travaux de génie civil (approuvant ou modifiant les divers fascicules) ;
- Prescriptions définies dans les « Cahier des Clauses Techniques Générales » (CCTG) applicables aux marchés publics de travaux de génie civil sauf dérogations mentionnées dans le présent CCTP ;

L'ensemble des matériels et matériaux, ainsi que tous les essais (et notamment les essais de convenance) afférents, devront être en conformité avec les normes en vigueur.

3.2.1.1 CCTG et Eurocodes

Les normes européennes NF EN 1990 à 1998 (Eurocodes), pour lesquelles une annexe nationale a été publiée depuis plus de trois ans, sont appliquées en priorité.

Pour tout ce qui n'est pas contradictoire avec ces normes, les fascicules du CCTG annexés à l'arrêté du 30 mai 2012 (relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil) sont applicables.

Les ouvrages prévus doivent être calculés et les travaux exécutés conformément aux règlements, normes et recommandations françaises ou européennes applicables sur le territoire français en vigueur, et notamment en référence aux documents ci-après, dans leur édition la plus récente :

3.2.1.2 Règlements et critère de dimensionnement

Les ouvrages devront être conformes aux prescriptions et règlements français en vigueur (y compris addenda, révisions et suppléments), en particulier pour les calculs et la définition des matériaux (liste non exhaustive) :

- Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages-poids, CFBR, octobre 2012.
- Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai, CFBR, octobre 2015
- NF EN 1990 Eurocode 0 : Bases de calcul des structures.
- NF EN 1991 Eurocode 1 : Actions sur les structures.
- NF EN 1992 Eurocode 2 : Calcul des structures en béton.
- NF EN 1993 Eurocode 3 : Calcul des structures en acier.
- NF EN 1994 Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton.
- NF EN 1995 Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie.
- NF EN 1997 Eurocode 7 : Calcul géotechnique.
- NF EN 1998 Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes.

- NF EN 206-1\CN : Béton : partie 1 - spécification, performances, production et conformité.
- NF P94-261 : Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles.
- NF P94-262 : Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes.
- NF EN 1337 parties 1 à 3 : Appareils d'appuis structuraux.
- L'ensemble des Cahiers des Clauses Techniques Générales Français qui ne sont pas en contradiction avec les Eurocodes structuraux.
- Les recommandations du ROSA2000 pour le calcul aux états limites des ouvrages en site aquatique.
- Les recommandations liées aux « Risques sismiques et sécurité des ouvrages hydrauliques » de novembre 2010 (édité par MEDDTL/DGPR).
- Guide du SETRA relatif aux « Epreuves de chargement des ponts-routes et passerelles piétonnes » de mars 2004.
- Guide du SETRA/AFGC relatif à « L'évaluation du comportement vibratoire des passerelles piétonnes sous l'action des piétons » de mars 2006.

L'attention de l'Entrepreneur est en outre attirée sur le fait que le présent CCTP constitue le document intitulé « document particulier », « document particulier du marché », « projet individuel » ou encore « projet particulier » dans les normes visées ci-dessus.

3.2.1.3 Les documents réglementaires généraux

- Le Guide Technique du LCPC et du SETRA, fascicules 1 et 2, édité en septembre 1992 en remplacement de la R.T.R. et relatif à la réalisation des remblais et des couches de forme ;
- Le Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG) des marchés publics de travaux, ainsi que le CCAP du présent marché ;
- Le Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) appliqué aux Marchés publics de Travaux ;
- Le décret n° 92.332 du 31 mars 1992 modifiant le code du travail et relatif aux dispositions concernant la sécurité et la santé que doivent observer les Maîtres d'Ouvrage lors de la construction des lieux de travail ou lors de leurs modifications, extensions ou transformations ;
- La loi du 31 décembre 1993 - Modification des dispositions du Code du Travail applicables aux opérations de bâtiment et de génie civil en vue d'assurer la sécurité et de protéger la santé des travailleurs ;
- Le Code du travail.

Cette liste n'a pas pour vocation d'être exhaustive et ne constitue qu'un rappel des principaux documents applicables.

L'Entrepreneur reconnaît qu'il a connaissance de ces documents et s'engage à exécuter les ouvrages selon les clauses y figurant.

3.2.2 Hypothèses de calculs pour les ouvrages de génie civil / géotechnique

3.2.2.1 Enrobage des armatures

Le calcul de l'enrobage des armatures se fait suivant les prescriptions de l'Eurocode 2, pour une durée d'utilisation de projet de 100 ans.

3.2.2.2 Cas de charge

La présente section présente les hypothèses de chargement utilisées pour les calculs de dimensionnement des ouvrages en béton armé et les ouvrages métalliques du lot 1.

3.2.2.2.1 Charge permanente

Les charges permanentes sont calculées conformément à l'Eurocode 1 et ses annexes nationales.

La justification de la stabilité des ouvrages provisoires est à effectuer après propositions des cas de charge au Maître d'œuvre et, pour le ou les batardeaux (selon le choix de conception retenue par l'Entrepreneur), aux Recommandations pour la justification de la stabilité des barrage-poids ou en remblai, documents du CFBR.

Les descentes de charges des ouvrages métalliques prenant appui sur les bétons sont à prendre en compte dans l'évaluation des charges permanentes.

3.2.2.2.2 Charge d'exploitation

Les charges d'exploitation sont calculées conformément à l'Eurocode 1 et ses annexes nationales.

Plus particulièrement :

- Pour le dimensionnement des ouvrages en béton armé avec surcharge de trafic à considérer (prolongement de la galerie de vidange et dalot de l'évacuateur de crue), les éléments suivants sont retenus :
 - Modèle de charge (surcharge trafic) : LM1 présent sur chaque voie de circulation ;
 - Classe de trafic : 1ère classe ;
 - Une poussée due aux surcharges de trafic est également à considérer ;

Les descentes de charges des ouvrages métalliques prenant appui sur les bétons sont à prendre en compte dans l'évaluation des charges d'exploitation.

3.2.2.2.3 Charges thermiques

Les charges thermiques sont calculées conformément à l'Eurocode 1 partie 5 et son annexe nationale.

3.2.2.2.4 Actions dues au vent

Les charges dues au vent sont calculées conformément à l'Eurocode 1 partie 4 et son annexe nationale.

3.2.2.2.5 Actions dues à la neige

Les charges de neige sont calculées conformément à l'Eurocode 1 partie 3 et son annexe nationale.

3.2.2.2.6 Action due au séisme

Le projet étant situé en zone de sismicité 1 (« sismicité très faible ») et la digue principale étant de classe « B » au sens du document « Risques sismiques et sécurité des ouvrages hydrauliques » d'octobre 2014 (édité par MEDDTL/DGPR), il est préconisé une vérification de la conformité aux règles du génie civil. Les spectres proposés par ce même document pourront être utilisés selon le type d'ouvrage à vérifier. Lors de l'établissement de la note d'hypothèses préalable à la réalisation des études d'exécution la prise en compte de ce cas de charge est à soumettre à la validation du Maître d'œuvre.

Le cas échéant, les accélérations de pics proposées sont :

- 0,7 m/s² : accélération de pic horizontale ;
- 0,6 m/s² : accélération de pic verticale.

3.2.2.3 Hypothèses hydrauliques

Plusieurs ouvrages soumis à des contraintes hydrauliques sont à dimensionner :

- Les remblais (provisoires ou définitifs) ;
- Les ouvrages de protection (enceinte batardée notamment) ;
- Les ouvrages en béton armé ;
- Certains équipements.

Outre les pressions hydrostatiques à considérer, l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la nécessité d'intégrer les sous-pressions (y compris hydrodynamiques selon les zones considérées), dont les valeurs et les diagrammes seront discutées lors de l'établissement des notes d'hypothèses.

Les données suivantes sont dès lors précisées :

- Niveaux d'exploitation / niveaux d'eau :
 - Cote retenue normale (RN) : 373,17 m NGF ou 14,03 m RL (quasi-permanent) ;
 - Cote des plus hautes eaux (PHE) : 373,80 m NGF ou 14,66 m RL (rare) ;
 - Cote de crête (à confirmer lors du levé topographique) :
 - Digue principale 374,25 m NGF ou 15,11 m RL (accidentel) ;
 - Digue secondaire : 374,15 m NGF ou 15,01 m RL (accidentel) ;
 - Cote du parapet (à confirmer lors du levé topographique) :
 - Digue principale : 375,29 m NGF ou 16,15 m RL (niveau supposé de la vague déferlant sur le parapet)
 - Digue secondaire : 374,78 m NGF ou 15,64 m RL (niveau supposé de la vague déferlant sur le parapet)
- Les niveaux d'eau dans la retenue pour les ouvrages provisoires (niveaux amont et aval), batardeaux notamment, seront proposés par l'Entrepreneur dans le cadre de sa conception générale. Cependant, tous les ouvrages devront résister à la surverse en crue (absence de dégradation de la structure) et à minima résister aux cotes de protection définies dans le CCTP (notamment l'enceinte batardée principale au droit de la vidange de fond) avec une revanche à proposer en fonction des dispositions que

l'Entrepreneur retiendra pour l'évacuation préalable avant la submersion (temps d'évacuation, etc...). De plus, des cas accidentels seront obligatoirement à considérer par l'Entrepreneur et soumis à validation du Maître d'œuvre.

- Pour tous les ouvrages soumis à la poussée hydrostatique et/ou à la charge verticale de l'eau, la pression sera à considérer jusqu'aux niveaux d'eau à définir. Pour former les combinaisons d'actions, cette action est considérée comme une action permanente, son caractère variable étant pris en compte par l'intermédiaire des différentes situations de projet pour lesquelles les niveaux d'eau sont à définir. Dans les combinaisons de type ELU fondamental, son effet doit être pondéré par 1,20 s'il est défavorable et par 1,00 dans le cas contraire.

3.2.3 Hypothèses géotechniques {lot 1 principalement}

La connaissance géotechnique et géologique du site est incomplète. Néanmoins le chapitre 1.4.1 précise les caractéristiques que l'Entrepreneur pourra retenir lors de ses calculs (études d'exécution G3) notamment en ce qui concerne les terrains et la fondation au droit des sondages réalisés et disponibles pour la présente consultation.

Toutefois son attention est fortement attirée sur le caractère ponctuel des reconnaissances réalisées conduisant à une connaissance partielle du contexte géotechnique en fondation (et corps du barrage) et bien que raisonnablement il pourra être similaire ou proche de celui reconnu au droit des sondages présentés dans le présent marché, des caractéristiques plus médiocres (ou meilleures) ne sont pas à exclure notamment au regard des ouvrages linéaires à considérer dans le présent marché. L'Entrepreneur est réputé en avoir tenu compte après analyse des reconnaissances existantes et notamment :

- Un niveau de fondation marneux variable (en termes de profondeur mais également de caractéristiques à la faveur de son altération pouvant aller jusqu'à des argiles ou a contrario des marnes indurées selon les secteurs) nécessitant des adaptations :
 - Durant l'excavation de l'évacuateur de crues afin d'assurer la stabilité provisoire des talus et s'assurer de la qualité de fondation du seuil ainsi qu'envisager d'éventuelles adaptations du fond de fouille (approfondissement de la bêche par exemple si le terrain est meuble et peu étanche, etc...) ;
 - Durant la réalisation de l'enceinte batardée, selon la solution retenue par l'Entrepreneur les travaux seront à adapter en fonction de la position du toit du substratum et/ou des horizons étanches (réalisation ou non d'une clé d'étanchéité, approfondissement de rideaux de palplanches ou a contrario modification de l'ouvrage pour pallier à la présence d'un toit induré proche, etc...) ;
 - Durant le dimensionnement des fondations superficielles et/ou profondes (des locaux, prolongement de la galerie et des passerelles), les caractéristiques intrinsèques et les profondeurs des horizons traversées sont à adapter aux conditions du site, cela vaut notamment sur les ouvrages sensibles au tassement (par exemple pour la galerie de fond et le local des vannes) ou à ceux soumis à des charges relativement élevées (par exemple les massifs de la passerelle et/ou les dalles du local technique, etc...) ;
 - Les moyens d'excavation de ces différents travaux sont à adapter pour assurer les cadences du planning prévisionnel tout en s'assurant de la qualité des travaux et de la maîtrise des profondeurs et des emprises d'excavation conformes aux plans d'exécution ;

- La nature des matériaux à forer pour la réalisation des forages drainants et des piézomètres :
 - Sur le parement amont : l'épaisseur du parement maçonné n'est pas connue, tout comme la nature à l'arrière immédiat de celui-ci ; un tubage provisoire est à prévoir, mais en complément des venues peuvent être observées (à la faveur de la saturation du corps du remblai) ;
 - En pied aval : la profondeur des forages est à adapter à la rencontre des horizons attendus (forages drainants devant atteindre la fondation et la traverser) et une nappe affleurante peut être à considérer, nécessitant l'adaptation des moyens à prévoir par l'Entrepreneur outre le tubage provisoire à prévoir durant les forages, des éventuelles venues peuvent être à maîtriser durant les travaux ;
- Le toit et l'épaisseur des sédiments dans la retenue restent incertains ; des adaptations de méthodes et moyens sont à prévoir y compris durant les travaux sauf à compléter la connaissance des zones lors des études d'exécution de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur devra intégrer une analyse complémentaire par une mission G3 de ces ouvrages et des autres ouvrages spécifiés au marché, autant que nécessaire (reconnaitances complémentaires, expertise géologique, etc...).

En ce qui concerne les ouvrages provisoires (y compris stabilité provisoire des talus et/ou des ouvrages fichés le cas échéant), les hypothèses retenues seront soumises à validation du Maître d'œuvre. Toutefois, le visa du Maître d'Œuvre n'atténuera en rien la responsabilité de l'Entrepreneur en ce qui concerne le choix des caractéristiques proposées. Cette responsabilité ne sera pas non plus déchargée du fait des modifications prescrites par le Maître d'Œuvre, sauf en ce qui concerne les inconvénients résultant de ces modifications qui auront été signalées par écrit par l'Entrepreneur.

3.2.4 Etudes et suivi géotechnique d'exécution (mission G3) {lot 1 principalement}

Les études normalisées et le suivi des travaux (mission G3) seront réalisés par l'Entrepreneur pour l'ensemble des ouvrages tels que définis dans les pièces du marché et notamment les ouvrages définitifs ainsi que les ouvrages provisoires.

La mission G3 devra inclure au moins les études / analyses / suivis suivants :

- Etude géotechnique d'exécution des excavations, principalement celles de l'évacuateur de crues où :
 - La stabilité provisoire des talus doit être justifiée (définition des paramètres sur la base des reconnaissances existantes et calculs de justification voire réalisation de reconnaissances supplémentaires en vue de caractériser les matériaux en place) ;
- Etude géotechnique d'exécution de l'enceinte batardée (rideaux de palplanches, remblai, etc...) ;
- Caractérisation géotechnique des différents matériaux à utiliser pour les différents remblais du site (analyses granulométriques, etc...) et étude géotechnique d'exécution des remblais notamment la recharge aval (y compris coupure du barrage pour permettre la réalisation de l'évacuateur de crues) et l'enceinte batardée selon le choix retenu par l'Entrepreneur ;

- Reconnaissances au droit des zones de forages / démolition pour identifier la qualité et l'épaisseur des maçonneries (forages drainants du parement amont, forages des événements, démolition des futs notamment, ...) si l'Entrepreneur le juge nécessaire ;
- Etude géotechnique d'exécution de l'ensemble des fondations superficielles et profondes de tous les ouvrages du site ;
- Etude géotechnique d'exécution des ancrages après d'arrachement des ancrages voire de reconnaissances si l'Entrepreneur le juge nécessaire ;
- Etude géotechnique d'exécution des excavations et remblais.

Nota : la justification de la stabilité de la recharge sous réserve que l'Entrepreneur respecte l'ensemble des conditions du marché (notamment phasage, caractéristiques intrinsèques et pente du talus) n'est pas demandée à l'Entrepreneur.

3.2.5 Etudes – Equipements mécaniques {lot 2}

3.2.5.1 Préambule

Les travaux sont exécutés suivant les fascicules en vigueur du CCTG-Travaux pour tout ce qui n'est pas contraire au présent CCTP ni avec les Eurocodes structuraux.

Les prescriptions des normes suivantes sont par ailleurs respectées (liste non exhaustive) :

- Générales :
 - Norme ISO 2768-1 Tolérances générales. Partie 1 : tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles.
 - Norme ISO 22081:2021 Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales
 - Norme NF EN ISO 14122 -1, 2 et 3 relative aux moyens d'accès permanents aux machines ;
 - Norme NF EN ISO 13849-1 relative aux parties des systèmes de commande relative à la sécurité des machines ;
 - Norme NF EN 13306 relative à la terminologie de maintenance ;
 - FD ISO 10005 Lignes directrices pour les plans qualité ;
 - Norme NFX 60-200 relative aux documents techniques à remettre aux utilisateurs de biens durables à usage industriel et professionnel ;
 - Norme FD X60-212 relative aux principes généraux de rédaction et de présentation des instructions de maintenance.
- Constructions hydromécaniques et métalliques :
 - Norme D.I.N. 19704: relative à la conception et au calcul des constructions de matériel hydraulique en acier, NB : Pour les autres normes DIN appelées dans la DIN 19704, des équivalents sont acceptées sur justification ;
 - EUROCODES ;
 - CODETTI ;
 - ROSA2000 ;

- Soudures :
 - Norme NF EN ISO 15607, Octobre 2019 : Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Règles générales ;
 - Norme NF EN ISO 15609-1, octobre 2019 : Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Descriptif d'un mode opératoire de soudage – Partie 1 : soudage à l'arc ;
 - Norme NF EN ISO 9606-1 relative aux épreuves de qualification des soudeurs
 - Normes NF EN ISO 15607 relatives aux épreuves de qualification des soudeurs ;
 - Norme NF EN 3834-1 Avril 2006 relative aux exigences de qualité en soudage ;
 - Norme NF EN 1090-2 relative à l'exécution des structures en acier et des structures en aluminium (exigences techniques) ;
 - Norme NF EN ISO 5817 relative aux niveaux de qualité par rapport aux défauts.
- Revêtements de protection anticorrosion :
 - Référentiel ACQPA ;
 - Normes NF EN ISO 12944-1 à 8 relatives à la protection anticorrosion par peinture des structures en acier ;
 - Normes NF EN ISO 4628 relatives à la dégradation des revêtements de la protection contre la corrosion ;
 - Norme NF EN ISO 2063 mars 2019 relative à la protection par projection de métal à chaud ;
 - Normes NFT 30-124 et NF EN ISO 19840 relative à la mesure des épaisseurs de peinture.

3.2.5.2 Hypothèses de calculs des équipements mécaniques

3.2.5.2.1 Généralités

L'Entrepreneur doit fournir une note de fonctionnement, une note d'hypothèses et une note de calculs justifiant toutes les dimensions des structures et des mécanismes pour l'ensemble des équipements et fournitures.

Dans les conditions pondérées les plus défavorables les contraintes pondérées de Von Mises ne doivent pas dépasser la limite élastique du métal.

Afin de garantir la pérennité des équipements, il convient de prévoir une surépaisseur des pièces afin de tenir compte de leur diminution par usure par corrosion. Cette épaisseur est fixée à un millimètre minimum par face en contact avec l'eau (immergée, marnage).

Une surépaisseur supplémentaire est prévue pour les caissons non étanches et non visitables qui est également de 1 mm ; elle est comptée en plus par rapport à la surépaisseur mentionnée ci-dessus.

La surépaisseur pour corrosion n'est pas prévue :

- Pour les tôles d'une épaisseur supérieure à 25 mm,

- Pour les aciers inoxydables et les aluminiums.

Les calculs sont effectués notamment suivants les règlements suivants (liste non exhaustive) :

- Les règles DIN 19704 pour le calcul des constructions en acier pour ouvrage hydrauliques,
- L'EUROCODE 3 pour les autres constructions en acier,
- Les fascicules de recommandations techniques (FRT) du programme LUBAQUA,
- Les recommandations du ROSA2000 pour le calcul aux états limites des ouvrages en site aquatique,
- Le CODETTI.

3.2.5.2.2 Niveaux d'eau considérés

Pour les vérifications de tenue mécanique, il conviendra de considérer les situations suivantes :

3.2.5.2.2.1 Niveaux normaux

- Niveau amont = PHE (14,66 m RL – 373,80 m NGF)
- Niveau aval = à sec

3.2.5.2.2.2 Niveaux exceptionnels

- Niveau amont = Cote de DANGER (si elle est définie lors des phases EXE ; cela pourra être la cote de crête de la digue principale – 15,11 m RL – 374,25 m NGF)
- Niveau aval = à sec

3.2.5.2.3 Efforts de manœuvre

Les vannes doivent pouvoir être manœuvrées quel que soit le niveau d'eau. Le calcul doit être réalisé en considérant le niveau amont le plus défavorable pour chacun des mouvements, et notamment la cote de DANGER sauf avis contraire du Maître d'œuvre.

Le dimensionnement des organes de manœuvre est fait par le calcul des efforts de manœuvre, qui tiennent compte notamment des chargements suivants :

- La masse des pièces mobiles,
- Les charges hydrostatiques s'opposant au mouvement,
- Les efforts résistants de roulement/glissement/frottement,
- Les efforts résistants de guidage latéral,
- Les effets hydrodynamiques,
- Les effets d'Archimède sur les pièces immergées et les corps creux étanches.

Les efforts résistants issus des chargements hydrauliques seront :

- Minorés de 10% lorsqu'ils sont favorables au mouvement considéré,
- Majorés de 10% lorsqu'ils sont défavorables au mouvement considéré.

De plus, il est exigé une marge de 20% entre la capacité nominale de l'organe de manœuvre et la somme des efforts résistants.

Le dispositif d'ultime secours est assuré, en l'absence de toutes les sources d'énergie

alternatives et continues, par un volant sur les servomoteurs.

Dans le cas des manœuvres manuelles : afin qu'elles puissent être assurées par un seul homme, les commandes manuelles ne doivent pas exiger un effort de plus de 100 N au volant.

L'Entrepreneur fournira également une solution de secours par outillage électroportatif, à accoupler sur un arbre du servomoteur prévu à cet effet (en lieu et place du volant, interchangeable, et après la mise en place d'un adaptateur d'accouplement à fournir). L'ensemble des pièces et composants fera partie des fournitures à la charge de l'Entrepreneur.

3.2.5.2.4 Frottement et glissement

Le coefficient de frottement (décollement) considéré sera la valeur maximale conservative, la plus défavorable, issue des référentiels normatifs.

Couples de matériaux	Coefficient de frottement de glissement μ		Rapport coefficient de frottement statique / coefficient de frottement de glissement μ_0/μ
	Mouillés par l'eau		
	Valeur mini	Valeur maxi	
Acier/acier	0,20	0,35	1,1
Acier/alliage de cuivre	0,18	0,30	1,1
Acier inoxydable/polyamide (PA6G+PE)	0,15	0,25	1,2
Acier inoxydable/polyéthylène (PE-UHMW)	0,10	0,20	1,2
Acier/élastomère (dureté env. 50 à 70 Shore A)	0,80	1,00	1,0
Acier/élastomère avec revêtement en PTFE	0,10	0,10	1,0
Coefficient de frottement par adhérence acier/béton $\mu_0 = 0,4$			

Couples de matériaux	Coefficient de frottement de glissement μ						Rapport coefficient de frottement statique / coefficient de frottement de glissement μ_0 / μ
	secs		mouillés par l'eau		lubrifiés		
	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur minimale	Valeur maximale	
Acier/acier	0,10	0,15	0,10	0,15	0,02	0,05	1,1
Acier/alliage de cuivre	0,10	0,15	0,10	0,15	0,02	0,05	1,1
Acier inoxydable/ alliage de cuivre autolubrifiant	0,12	0,15	0,08	0,10	--		1,0

Tableaux des coefficients de frottements issus de la DIN 19704

3.2.5.2.4.1 Conditions spécifiques liées aux joints d'étanchéité

Les charges de frottement sont :

- Le frottement au niveau des étanchéités :
 - l'effort de précontrainte au montage dépend de la nature du joint compris entre 500 N et 5000 N par mètre linéaire d'étanchéité ; L'Entrepreneur doit préciser et justifier la valeur employée ainsi que sa mise en œuvre sur site.
 - Le coefficient de frottement au décollement = 1.

La largeur de la pression d'eau s'appliquant sur les étanchéités est prise égale à :

- 3 cm pour les étanchéités en note de musique,
- 4 cm pour les étanchéités en de type cornière et omega.

Suivant la DIN 19704, la pression de fermeture pour les joints rapportés (profil plat) découle de la résultante de toutes les forces verticales, en utilisant comme ligne d'étanchéité le côté aval du joint. La pression de fermeture doit s'élever au minimum à 5kN/m le long du joint.

3.2.5.2.5 Roulement

Pour les efforts résistants dus au roulement, sauf valeurs différentes dûment justifiées par le fabricant, il convient de considérer :

- Le coefficient de frottement des coussinets = 0,22 (bronze avec inserts de lubrifiants solides – Source ROSA2000),
- Le bras de levier du frottement de roulement au décollement = 1 mm.

3.2.5.2.6 Guidage latéral

Il convient également de tenir compte des efforts résistants dus aux dispositifs de guidage latéral.

Suivant la DIN19704, on appliquera au minimum 5% de la valeur de dimensionnement des actions permanentes sur l'organe de bouchure, et jamais moins de 10 kN.

3.2.5.2.7 Charge permanente

La charge permanente est le poids propre de la structure et de ses équipements,

- Ce poids issu du modèle (numérique ou autre) doit être majoré pour tenir compte des diverses surcharges mécaniques non modélisées : surépaisseurs des tôles, soudures, boulonnerie, joints... ; cette majoration doit être justifiée et soumise à la validation du Maître d'œuvre ;
- La majoration de 10% mentionnée dans la DIN 19704 vient s'ajouter à la précédente, pour tenir compte des divers revêtements, dépôts adhérents ;

3.2.5.2.8 Charge hydraulique

Il s'agit de la poussée hydrostatique, en considérant une masse volumique de l'eau = 1000 daN/m³ pour l'eau douce.

3.2.5.2.9 Effets hydrodynamiques

Les effets hydrodynamiques sont calculés de la manière la plus conservative :

- Soit par l'application d'une force correspondante à un effort hydrodynamique qui sera déterminé sur la base de publications de référence (par exemple la méthode NAUDASCHER « Hydrodynamic Forces »),
- Soit par une majoration forfaitaire de 25% de la charge hydrostatique prise en compte dans le calcul des efforts résistants de roulement/glisement/frottement.

3.2.5.2.10 Charges non considérées

Les sollicitations suivantes ne sont pas à prendre en compte :

- Le séisme,
- L'effet du vent,

- L'effet de la glace

3.2.5.2.11 Combinaisons de calculs

3.2.5.2.11.1 Etat Limite de Service – ELS

Combinaison

$$1.00 * C_{pp} G + 1.00 \Sigma Q_i$$

Avec :

- G : poids propres
 - C_{pp} : coefficients majorants sur le poids propre (les éléments non modélisés, les dépôts éventuels, ...)
- Q_i : charges d'exploitations

Vérifications

- Flèches/déformées :
 - Vantellerie (tablier, pelle, obturateur) = 1/750^{ème} à minima
 - Métallerie (platelage, trappe) = 1/300^{ème} à minima
 - De manière générale, l'Entrepreneur doit justifier, pour chaque équipement, que les déformations demeurent dans les limites admissibles pour le maintien des étanchéités, des mouvements et du fonctionnement mécanique de la pièce ou l'ensemble concerné.
- Pression de contact patin/portée de glissement
 - P < 4 MPa pour des patins en PEHD,
 - P < 25 MPa pour des plats en bronze à l'étain (suivant ROSA2000)
 - L'Entrepreneur devra justifier cette valeur admissible en fonction des matériaux en contact mis en œuvre, sur la base de fiches techniques fabricant/fournisseur.
- Pression diamétrale sur les coussinets (pression spécifique sur les bagues autolubrifiantes)
 - P < 20 MPa en service normal pour les bagues bronze à inserts de lubrifiant solide équipant les galets de vanne Wagon (suivant ROSA2000)
 - Pour tout autre pression admissible, l'Entrepreneur devra justifier cette valeur sur la base d'une fiche technique fabricant/fournisseur relative au matériau mis en œuvre.
- Effort de manœuvre
- Pression sur le génie-civil :
 - La pression maximale appliquée sur le génie-civil est limitée à 5 MPa en compression et 0,5 MPa en cisaillement

3.2.5.2.11.2 Etat Limite Ultime – ELU

Combinaison

$$1.35 * C_{pp} * G + (\text{pondération DIN19704}) \Sigma Q_i$$

Avec :

- G : poids propres
 - Cpp : coefficients majorants sur le poids propre (les éléments non modélisés, les dépôts éventuels,...)
- Qi : charges d'exploitations

Vérifications

- Contraintes
 - *Profilés et tôles* : suivant EN 1993-1-1
 - $S_m < f_y / \gamma_{M0}$, avec
 S_m : Contrainte équivalente Von Mises
 f_y : limite d'élasticité du matériau (suivant son épaisseur)
 γ_{M0} : 1,1
 - *Mécanisme - Axes (articulation)* : suivant DIN 19704-1 : 2014-11 §9.4
 - $S_m = \min(f_y ; 0.7f_u) / \gamma_M$, avec :
 S_m : Contrainte équivalente Von Mises
 f_y : limite d'élasticité du matériau
 f_u : résistance ultime du matériau
 γ_M : 1,5
 - *Boulons* suivant l'EN 1993-1-8 et la DIN 19704
 - *Platines d'assemblage (brides) associées aux boulons HR* suivant NF EN 1993-1-8 §6.2.4
 - *Soudures* :
 - suivant la formulation de l'Eurocode 3, la contrainte moyenne dans le cordon doit vérifier :

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} < R_m / \beta \cdot \gamma_{M2}$$
- Instabilités :
 - L'instabilité des profilés en I ou H (éléments « poutre-beam ») seront vérifiés par méthode analytique suivant la norme DIN 19704-1 édition 2014 qui renvoie notamment vers la norme NF EN 1993-1-1
 - Le voilement des éléments coque (tôles) sera vérifié par calcul analytique suivant les EUROCODES, ou par éléments finis après validation de la méthode de justification par le Maître d'Œuvre.

3.2.5.2.12 Situations de calcul

L'Entrepreneur soumettra à l'approbation du Maître d'œuvre, pour chacun des équipements, une note d'hypothèses présentant notamment l'ensemble des situations de calculs qui seront vérifiées et les conditions associées, et notamment :

- Les situations normales ou durables,

- Les situations accidentelles ou exceptionnelles, et notamment
 - Blocage de la vanne en phase de manœuvre, avec l'effort de manœuvre associé à ce cas, en fonction notamment du dispositif de sécurité/protection/limitation prévu (valeur de tarage, réglage qui sera mise en œuvre et contrôlée lors des essais) et suivant notamment les coefficients de sécurité défini par la DIN19704,
 - Tenue des vannes en conduite à la pression d'épreuve.
- Les situations transitoires
 - Manutention, levage, transport,
 - Levées de bétonnage pour les pièces scellées,

3.2.5.2.13 Spécificités liées aux conduits

Les vérifications seront réalisées notamment suivant le CODETTI. Elles concerneront l'ensemble des éléments des conduites, et notamment :

- Les entonnements,
- Les transitions,
- Les tronçons rectilignes,
- Les coudes,
- Les brides,
- Les piquages,
- Les pièces d'appui,
- Les ancrages.

Comme pour l'ensemble des équipements hydromécaniques, des calculs numériques seront effectués pour le dimensionnement des différentes pièces et organes, avec des hypothèses conservatrices présentées dans une note d'hypothèses soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

L'Entrepreneur réalise les calculs pour vérifier notamment :

- La tenue mécanique de la conduite (circuit),
- Des efforts transmis aux ouvrages de génie-civil,
- Des déplacements maximaux de la conduite,
- Des pertes de charges maximales.

Les conduites ne doivent présenter ni déformations inacceptables, ni défauts, ni désordres liés au soudage, ni défauts d'alignement, et ce dans toutes les conditions d'exploitation.

Le bon fonctionnement des accessoires et pièces de sécurité (Airvent, ventouse, joints de dilatation,...) est garanti par l'Entrepreneur sur toute la plage de fonctionnement de l'installation.

Les conduites ne transmettent pas d'effort aux vannes.

L'effet de fond généré par la pression exercée sur les obturateurs fermés des vannes en conduite est transmis par la conduite et repris par le génie-civil.

3.2.5.2.13.1 Chargements des conduites

Les charges à considérer sont notamment les suivantes :

- Poids propre de la conduite, vide et pleine,
- Pression intérieure,
 - Pression Maximale de Service = Pression statique maximale augmentée de l'éventuelle surpression,
- Dépression
 - Toutes parties des circuits doivent résister à la pression atmosphérique extérieure et le vide intérieur (notamment en cas de défaillance-dysfonctionnement des événements/soupapes),
 - Absence de flambement/voilement lors du passage au vide.
- Surpression
 - Toutes parties des circuits doivent résister à une éventuelle surpression (coup de bélier) qui fera le cas échéant l'objet d'un calcul par l'Entrepreneur, en fonction des conditions extrêmes pouvant survenir sur chacun des circuits (fermeture rapide accidentelle d'une vanne par exemple),
- Effet dynamique de l'eau
 - Notamment au droit des changements de direction (coudes)
- Effet Poisson
 - Dû à la mise en pression et donnant lieu à une contrainte longitudinale
- Effet de fond
 - Notamment au niveau des obturateurs des vannes, des convergents, des coudes,...
- Effets thermiques
 - En galerie
 - Vide ou pleine
 - Température maximale = +20°C
 - Température minimale = 0°C
 - Aérienne
 - Pleine
 - Température maximale = +20°C
 - Température minimale = -10°C
 - Vide
 - Température maximale = +50°C
 - Température minimale = -20°C
- Charge liée au transport et montage

3.2.5.2.13.2 Pertes de charge

L'Entrepreneur aura en charge le calcul des pertes de charge liées au design et matériel de chacun des circuits, qui constituent la somme des pertes linéaires et singulières.

3.2.5.2.13.3 Event et soupape

L'Entrepreneur justifiera le dimensionnement des dispositifs d'aération en adéquation avec les configurations de chacun des circuits afin de garantir la protection et sûreté des équipements et personnes.

3.2.5.2.14 Spécificités liées aux vannes en conduite

Comme pour l'ensemble des équipements hydromécaniques, l'Entrepreneur devra justifier la tenue mécanique des vannes en conduite.

Dans le cas d'une fourniture normée standard du commerce, l'Entrepreneur transmettra une demande d'agrément comprenant notamment la fiche technique détaillée, les plans et nomenclature associés, ainsi que l'homologation (certification de conformité et marquage CE) suivant la directive Européenne et les normes EN1092-1, et NF EN 19 notamment.

Pour tout autre équipement, l'Entrepreneur réalisera des calculs numériques pour justifier le dimensionnement des différentes pièces et organes, avec des hypothèses conservatrices présentées dans une note d'hypothèses soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

L'ensemble des vannes sera dimensionné pour couper le débit maximal transitant par le circuit respectif, et ouvrir en charge.

Les essais des vannes en conduite seront :

- Contrôler la mise en pression et l'étanchéité du corps de la vanne à 2x la pression nominale au bout de 8 heures de mise en pression,
- Contrôler l'étanchéité de l'obturateur à la pression minimale de 1,5x la pression nominale pendant 30 minutes.

La pression nominale correspondra à la Pression Maximale de Service de la vanne considérée.

Ces essais s'appliqueront également aux vannes de conception normée constituant une fourniture standard du commerce, selon la norme en vigueur, imposés par la réglementation pour garantir leur conformité à la certification.

3.2.5.2.15 Eléments de transmission de l'effort de manœuvre

Le coefficient de sécurité, de l'ensemble des pièces de liaisons et de transmission de l'effort de manœuvre (brimbales, et liaisons/attaches associées notamment), vis-à-vis de la rupture, a une valeur au moins égale à 5.

L'ensemble de ces pièces est donc dimensionné en tenant compte d'une marge ≥ 5 entre leur charge de rupture et l'effort de manœuvre normal auquel ils sont soumis.

3.2.5.3 Grille

Les vérifications doivent à minima porter sur :

- La non-vibration des panneaux de grille,
- Les pertes de charges au travers du plan de grille,
- La résistance aux embâcles qui seront définis par le Maître d'œuvre.

3.2.5.4 Cavitation

L'Entrepreneur étudie et met en œuvre toutes les dispositions de conception permettant d'éviter tout phénomène de cavitation dans les circuits de l'ouvrage.

3.2.5.5 Vibration

En toutes ses parties, la fourniture est prévue de façon que le fonctionnement et les manœuvres n'entraînent pas de vibrations qui soient nuisibles aux divers matériels des circuits et aux génie-civil et maçonnerie.

3.2.5.6 Plateforme, passerelles, plancher, trappe

Les dimensionnements de ces structures porteuses seront justifiés pour :

- Une charge d'exploitation répartie de 250 kg/m²,
- Une charge de neige, pour les structures extérieures soumises aux conditions climatiques,
- L'effet latéral du vent, pour les structures extérieures soumises aux conditions climatiques,
- L'effet latéral linéique appliqué sur une main courante du garde-corps de manière défavorable,
- Et également à une charge ponctuelle de 10kN située au point le plus défavorable ; non cumulable avec les charges surfaciques.

En plus du poids propre de la structure, il sera considéré comme charges permanentes :

- Surcharge permanente du caillebotis métallique
- Surcharge permanente des garde-corps
- Surcharge permanente des équipements, organes de manœuvre et plus généralement toutes pièces associées, en appui sur la structure,
- Surcharge permanente des accessoires (éclairage, chemins de câbles,...)

3.2.5.7 Surcharge platelage passerelle petits engins

Dans le cas des passerelles pour véhicules « petits engins », les dimensionnements du platelage et de sa structure porteuse seront justifiés pour une charge d'exploitation d'un véhicule (en complément d'une charge d'exploitation piétonne) selon les spécifications suivantes :

- Pour Petits engins < 25 tonnes ;
- 1 véhicule maxi sur ouvrage ;
- Effort de freinage à considérer :
 - Vitesse max = 10km/h ;
 - Coefficient d'adhérence longitudinal = 1 ;
 - Décélération = 10m/s².

3.2.5.8 Garde-corps

Effort linéique appliqué sur la main-courante : 1,5 kN/ml horizontal.

3.2.6 Etudes et éléments généraux – Equipements électriques {lot 2}

3.2.6.1 Prescriptions et normes

Les travaux sont exécutés suivant les fascicules en vigueur du CCTG-Travaux pour tout ce qui n'est pas contraire au présent CCTP ni avec les Eurocodes structuraux.

Les prescriptions des normes suivantes sont par ailleurs respectées (liste non exhaustive) :

- Générales :
 - Norme ISO 2768-1 Tolérances générales. Partie 1 : tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles.
 - Norme ISO 22081:2021 Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérancement géométrique - Spécifications géométriques générales et spécifications de taille générales
 - Norme NF EN ISO 14122 -1, 2 et 3 relative aux moyens d'accès permanents aux machines ;
 - Norme NF EN ISO 13849-1 relative aux parties des systèmes de commande relative à la sécurité des machines ;
 - Norme NF EN 13306 relative à la terminologie de maintenance ;
 - FD ISO 10005 Lignes directrices pour les plans qualité ;
 - Norme NFX 60-200 relative aux documents techniques à remettre aux utilisateurs de biens durables à usage industriel et professionnel ;
 - Norme FD X60-212 relative aux principes généraux de rédaction et de présentation des instructions de maintenance.
- Electricité :
 - NF C15-100 : Installations électriques à basse tension ;
 - NF C18-510 : Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique ;
 - NF EN 50522 : Prises de terre des installations électriques à courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV.
 - NF EN 60034 : Machines électriques tournantes ;
 - NF EN 60529 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP) ;
 - NF EN 62262 : Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK) ;
 - NF EN 60947 : Appareillage à basse tension ;
 - NF EN 62040 : Alimentations sans interruption (ASI) ;
 - ISO 8528 : Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne ;
 - NF EN 60076 : Transformateurs de puissance.
- Contrôle-commande et IHM :
 - NF EN 60445 : Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machine, le marquage et l'identification – Identification des bornes de

- matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs ;
- NF EN 61131 : Automates programmables ;
- NF EN 61850 : Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes électriques ;
- NF EN 61158 : Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain ;
- NF EN 60073 : Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification - Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande.
- Eclairage :
 - NF EN 12464 : Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail.
 - Protections des biens et des personnes :
 - NF EN 62305-1 : Protection contre la foudre ;
 - NF EN 61643 : Composants pour parafoudres basse tension ;
 - Directive Européenne 2006/42/CE, dite « Directive Machine » ;
 - NF EN 60204 : Sécurité des machines – Équipement électrique des machines.
- Vidéo-surveillance :
 - ISO/IEC 14496-10 : Technologies de l'information – Codage des objets audiovisuels – Partie 10 : Codage visuel avancé ;
 - NF EN 62471 : Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes.
- Détection incendie :
 - NF S61-940 : Systèmes de Sécurité Incendie (S.S.I) – Alimentations Électriques de Sécurité (A.E.S.) – Règles de conception ;
 - NF S61-970 : Règles d'installation des Systèmes de Détection Incendie (SDI).

3.2.6.2 Documents mis à disposition

Pour le présent Appel d'Offre, les documents suivants sont mis à disposition de l'Entrepreneur afin de d'améliorer sa compréhension de l'installation existante et des travaux à réaliser :

Nom du document	Contenu
Plan DCE : 22F-166 DCE UNI VP 009	Schéma unifilaire du barrage après travaux
Plan DCE : 22F-166 DCE UNI VP 010	Schéma du contrôle-commande après travaux

Documents mis à disposition pour le présent Appel d'Offre

3.2.6.3 Nomenclature

Le tableau suivant détaille les noms donnés aux ouvrages et équipements de la future installation. L'Entrepreneur utilisera et complètera cette liste avec les équipements effectivement installés et/ou conservés (notamment appareils d'auscultation) et s'appuiera sur

cette liste pour la nomenclature des programmes des automates après validation du Maître d'œuvre et de l'exploitant de l'ouvrage :

Nomenclature	Description de l'équipement
Local	Local technique de commande (contenant notamment l'armoire principale) situé en crête, en rive droite
TPE	Tour de prise d'eau : ouvrage contenant les vannes inférieure et supérieures
Local vanne	Local vanne situé en pied aval du barrage, abritant la vanne de service de vidange de fond
VPI	Vanne de prise inférieure située dans la tour de prise du barrage
VPS1 et VPS2	Vannes de prise supérieures situées dans la tour de prise du barrage
VG	Vanne de Garde de Vidange de fond située à l'amont du barrage
VSV	Vanne de Service de Vidange de fond située dans le local vanne
Armoire principale	Armoire de commande située au local et contenant les automates et équipements dédiés à l'auscultation, ainsi que les départs de puissance
Enregistreur multivoie	Coffret contenant l'enregistreur pour les sondes à fibre optique situé au local
Armoire TPE	Armoire de commande locale des vannes de la prise d'eau
Coffret VF-VG-Ausc	Coffret de commande locale de la vanne de garde de la vidange de fond. Contient également le datalogger pour la concentration des mesures des sondes à corde vibrante
Coffret VF-VS	Coffret de commande locale de la vanne de service de la vidange de fond
Coffret Montoillot	Coffret abritant la sonde de mesure de niveau de la rigole et le datalogger
Coffret Escommes	Coffret abritant la sonde de mesure de niveau de la rigole
Coffret Panthier	Coffret abritant la sonde de mesure de niveau du ruisseau et le datalogger
Coffret concentrateur piézomètres 1 à x	Coffret servant à la concentration des sorties des mesures des piézomètres
Centrale d'acquisition	Automate type CR1000X ou équivalent concentrant les mesures d'auscultation
API	Automate ET200SP destiné à la gestion des vannes surfaces
Automate de téléalarme	Automate type SOFREL S4W ou équivalent pour la transmission des alarmes
Dataloggers	Automates type CRVW3 ou équivalent pour les mesures des niveaux (rigoles, appareils d'auscultation, ...)
Enregistreur vidéo	Enregistreur pour les données caméras
IHM tactile	Ecran tactile située en façade de l'armoire principale

Nomenclature	Description de l'équipement
SR Montoillot	Sonde radar pour la mesure de débit de la rigole de Montoillot
SR Escommes	Sonde radar pour la mesure de débit de la rigole d'Escommes
SR Panthier	Sonde radar pour la mesure de débit du ruisseau de Panthier
SR aval TPE	Sonde radar pour la mesure de débit aval des vannes surfaces
SR aval VF	Sonde radar pour la mesure de débit aval des vannes de fond
SR plan d'eau 1 & 2	Sondes radar pour la mesure de la cote de retenue
Caméra local	Caméra située à proximité du local technique de commande
Caméra TPE	Caméra située à proximité des vannes surface
Caméra VF	Caméra située à proximité des vannes de fond

Nomenclature pour les équipements de l'installation

3.3 Travaux préparatoires {tous lots}

3.3.1 Levés nécessaires aux études d'exécution {lot 2}

Préalablement à la réalisation des études d'exécution, l'Entrepreneur réalisera toutes les prises de cote nécessaire à la vérification des dimensions des ouvrages à réaliser (vannes, pièces fixes, brimballes, etc...). L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que le lot 1 fournira le levé topographique général du site, mais que la responsabilité des cotes précises des équipements à réhabiliter nécessaire pour l'établissement de ses plans incombe au lot 2.

3.3.2 Accès chantiers {lot 1 notamment}

Afin d'accéder aux différentes zones des chantiers, la réalisation d'accès provisoires est nécessaire ; c'est particulièrement le cas des accès :

- En crête des digues principales et secondaires (accès réservés aux engins adaptés à la largeur des ouvrages et à la capacité définie) ;
- En pied de la digue principale, accès nécessitant un certain nombre d'aménagements (mise en place de grave tout-venant, ouvrages de franchissement au droit des restitutions, etc...) ;
- Accès en pied amont, le long de la digue principale afin d'accéder à l'enceinte batardée ;
- Accès piéton sur les redans de la digue principale sauf travaux propres sur le parement amont (forages drainants et forages pour les événements, avec des engins de tonnage et de capacité limitée) ;
- Accès pour des engins de petit gabarit en pied aval de la digue secondaire afin de ne pas endommager les arbres présents.

L'Entrepreneur étudiera sous sa propre responsabilité les moyens qu'il compte mettre en œuvre et/ou les protections provisoires des zones pour la réalisation des travaux en fonction des conditions de site rencontrées sur les différentes zones et des limites / contraintes associées, en accord avec le planning d'exécution proposé et les restrictions décrites dans le

présent marché.

Son attention est une nouvelle fois attirée sur la nécessité de prévoir également ces accès pour le lot 2 ; les attentes du lot 2 seront donc à intégrer par l'Entrepreneur lors de l'établissement des plans d'exécution des accès. Il réalisera les accès sur la base de ces considérations et soumettra à l'agrément du Maître d'œuvre et du CSPS le plan général d'accès durant la période de préparation. L'examen du plan par le Maître d'œuvre n'enlèvera en rien la responsabilité de l'Entrepreneur dans la vérification de la faisabilité des solutions qu'il proposera.

3.3.3 Dépose des équipements existants {lot 2}

Ces travaux concernent la dépose des équipements existants :

- Des équipements mécaniques du barrage : vannes de prise et vanne de fond (y compris système de manœuvre, pièces fixes, etc...), les éventuels garde-corps au droit des travaux si cela est nécessaire (validation préalable du Maître d'œuvre) ;
- Des équipements électriques et de contrôle-commande :
 - Du barrage : l'intégralité des équipements électriques et de contrôle-commande du barrage sont déposés ;
 - Des rigoles : les équipements sont également à déposer au droit des rigoles d'Escommes, Montoillot et du ruisseau de Panthier ;

Si certains équipements (type sondes, disjoncteurs, ...) sont jugés en bon états, ils peuvent être conservés sous forme de pièces de rechange supplémentaires à la liste fournie dans le chapitre dédié.

L'Entrepreneur doit assurer la dépose de l'ensemble des équipements existants. Tout équipement qui se situe dans l'emprise des travaux ou bien qui gêne la réalisation de ceux-ci seront déposés. Dans ce dernier cas, la dépose se fait uniquement après obtention de l'accord du Maître d'Œuvre.

Les équipements démontés sont :

- soit évacués du chantier,
- soit remontés s'ils demeurent utiles.

La dépose s'effectue avec les précautions nécessaires pour ne pas endommager les équipements qui doivent être remontés.

Préalablement à la dépose des équipements existants un diagnostic complet sera réalisé par VNF sur l'ensemble des équipements et organes associés afin de vérifier la présence de matériaux dangereux, notamment métaux lourds et amiante.

Aucune intervention ne sera admise sur ces équipements et organes associés sans validation préalable, l'attention de l'Entrepreneur est attirée sur ce point ; il est censé en avoir tenu compte lors de l'établissement de son planning d'intervention.

L'attention de l'Entrepreneur est rappelée qu'en cas de présence avérée de matériaux dangereux, la dépose et l'évacuation en centre agréé doivent être réalisées par du personnel qualifié pour la dépose d'amiante, de métaux lourds ou tout autre produit dangereux. L'Entreprise en charge de cette dépose devra obligatoirement être certifiée par l'AFNOR ou QUALIBAT pour le retrait d'amiante non friable (peinture, joints, etc...), de plomb, etc... pour être autorisée à réaliser les travaux.

L'Entrepreneur proposera une méthodologie de dépose et de démontage des vannes dont il exposera le phasage et les moyens mis en place dans son mémoire technique au regard notamment des conditions d'accès du site et des limitations qu'elles induisent particulièrement en configuration de matériaux dangereux, d'autant que du plomb a été détecté dans certains équipements présents en surface. Cette procédure sera soumise à l'agrément du Maître d'œuvre.

3.4 Protection des avoisinant – ouvrages {tous lots}

3.4.1 Préambule {tous lots}

L'Entrepreneur devra réaliser l'ensemble des travaux en préservant l'intégrité des avoisinants et des ouvrages ; cela peut être (liste non exhaustive) :

- Le barrage en lui-même sur les zones où les travaux n'ont pas lieu (maçonneries, talus aval de la digue secondaire et de la digue principale hors recharge et évacuateur de crues, crête de la digue principale hors zone de l'évacuateur de crues, etc...) ;
- Les ouvrages existants à proximité non déposés et/ou non réhabilités (parement amont de la digue secondaire, réseaux, chaussées, bordure, signalétique, ...) ;
- Les végétaux, notamment les arbres présents au pied de la digue secondaire ;
- Les galeries et puits (vidange de fond, tour de prise, etc...).

Certains éléments sont complétés ci-dessous :

3.4.2 Protection des végétaux {tous lots}

L'Entrepreneur devra réaliser tous les travaux en préservant l'intégrité des végétaux déjà présents.

Il pourra procéder à la protection des troncs en dressant une palissade tout autour.

Il devra préserver les houppiers et donc adapter ses engins (notamment en cas de terrassement à proximité des végétaux) aux situations.

Il devra prévoir d'apporter un soin particulier aux racines qu'il pourrait rencontrer au cours de terrassement (coupe franche, cicatrisant éventuel, ...).

L'Entrepreneur prendra en compte toutes ces sujétions pour l'établissement de ses prix.

3.5 Spécifications générales sur les équipements mécaniques et pièces métalliques {lot 2}

3.5.1 Montage, réglage et maintien des pièces métalliques à sceller

Ces prestations sont à la charge du lot 2 et sont réputées incluses dans les prix forfaitaires de fourniture et de pose des équipements.

Les pièces fixes sont conçues, fournies, implantées et réglées précisément par l'Entrepreneur pour s'adapter aux ouvrages y compris leurs ancrages dans le génie-civil/maçonnerie. Ces pièces seront solidement fixées et bloquées dans leur positionnement définitif après vérification justifiée par un levé topographique de leur position après fixation et avant tout scellement pour éviter tout déplacement pendant le bétonnage. Le contrôle est réalisé conjointement par les lots 1 et 2.

L'Entrepreneur mettra en place tous les étaielements nécessaires à la bonne tenue de la structure. Il est responsable des éventuels dégâts causés par les démolitions qu'il opère, et de leurs conséquences.

Les coffrages, si nécessaire, devront être fixés au béton existant, par tout moyen que l'Entrepreneur du lot 1 jugera suffisant et le cas échéant les trous / forages nécessaires à leur maintien seront rebouchés.

Une nouvelle vérification est effectuée une fois la prise du béton effectuée par les lots 1 et 2 conjointement.

3.5.2 Sécurité du personnel

La circulation du personnel d'exploitation et d'entretien doit être assurée facilement et en toute sécurité. L'ensemble de la fourniture est accessible commodément. Dans les zones de circulation, elle ne doit pas être un risque d'obstacles au sol et doit réserver un gabarit de passage suffisant. Toutes les échelles, trappes, plateformes, etc. doivent être étudiés dans ce sens.

Des garde-corps seront présents et conformes à la réglementation en vigueur.

Les pièces tournantes sont protégées par des capots ou des panneaux grillagés démontables, et plus globalement toutes pièces en mouvement susceptibles d'engendrer un risque pour l'exploitant devront être protégées suivant la réglementation en vigueur.

3.5.3 Démontabilité

Tous les organes sujets à usure sont constitués de parties amovibles afin que leur réparation ou remplacement soit facile et économique.

3.5.4 Interchangeabilité

Dans la mesure du possible, et dans le cas où les équipements comportent plusieurs matériels identiques, chacune de ces pièces homologues doit pouvoir être montée indifféremment sur l'un quelconque d'entre eux.

3.5.5 Graissage

Les articulations à mouvement lent sont montées sur un matériau autolubrifiant.

Tous les mécanismes nécessitant obligatoirement un graissage sont munis de dispositifs graisseurs en des points facilement accessibles.

3.5.6 Étanchéité

L'étanchéité est obtenue par des dispositions constructives appropriées sans utilisation d'artifices de colmatage.

Les organes d'étanchéité sont de formes appropriées à l'écoulement de l'eau, convenablement fixés et facilement démontable.

Les supports d'étanchéité sont réglables et présentent des facilités d'adaptation aux déplacements dus aux variations de températures et aux défauts de forme des pièces fixes dans les limites des tolérances fixées par la norme.

3.5.7 Vanne en conduite – Robinetterie

Ces vannes seront en acier mécanosoudé (S355J2) et/ou en acier inoxydable (pelle, obturateur, pointeau, siège d'étanchéité, axes, arbres, ...).

La fonte à graphite sphéroïdale (GS) pourrait être acceptée pour les corps de vannes constituant une fourniture standard du commerce, sous réserve que l'ensemble des garanties de résistance mécanique et de résilience suffisante soit acceptable au regard des spécifications du présent cahier des charges. Le cas échéant, cela fera l'objet d'une demande de dérogation soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

3.5.8 Conduite

3.5.8.1 Tube normalisé

Les tubes normalisés doivent respecter une des normes suivantes et leurs annexes :

- EN 10217-3 ou 10217-7,

L'utilisation des aciers trempés et revenus n'est pas autorisée.

La résilience est garantie à minima à 47J à -20°C pour les aciers thermomécaniques et 27J à -20°C pour les autres aciers.

Les soudures sans produits d'apport ne sont pas autorisées.

Ces fournitures devront faire l'objet d'une demande d'agrément soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

3.5.8.2 Tôles acier pour conduite soudée

Les tôles en acier sont conformes à la norme EN 10088-3 ou EN 10025-2, avec une résilience garantie de 27J à -20°C (J2).

Dans ce cas, ces pièces seront justifiées par calculs numériques au même titre que l'ensemble des équipements et conduits.

3.5.9 Brides

Il pourra s'agir de fournitures standards du commerce ISO PN.

- EN 1092-1/A1 « brides et leurs assemblages – brides circulaires pour tubes, appareils de robinetterie, raccords et accessoires, désignées PN – Partie 1 : brides en acier »

Ces fournitures devront faire l'objet d'une demande d'agrément soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

Sinon ces éléments seront réalisés avec le même acier que celui de la conduite, avec une résilience garantie au moins égale.

L'étanchéité entre brides sera réalisée par l'intermédiaire de joints toriques montés dans des gorges usinées de dimensions adaptées.

3.5.10 Joints de démontage

Il s'agira des fournitures standards du commerce en acier de résilience 27J à -20°C à minima, respectant notamment la norme :

- NF E 29-200 « Tuyauterie industrielle – Adaptateurs et manchettes ajustables à brides

pour équipements sous pression – Spécifications »

Ces fournitures devront faire l'objet d'une demande d'agrément soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

3.5.11 Coudes

Il pourra s'agir de fournitures standards du commerce ISO PN, respectant notamment la norme :

- NF EN 10253-2 ou 3

Ces fournitures devront faire l'objet d'une demande d'agrément soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

A défaut ces pièces seront justifiées par calculs numériques au même titre que l'ensemble des équipements et conduits.

3.5.12 Ventouses

Il s'agira des fournitures standards du commerce respectant notamment la norme :

- NF EN 1074-4 « Robinetterie pour l'alimentation en eau - Prescriptions d'aptitude à l'emploi et vérifications s'y rapportant - Partie 4 : purgeurs et ventouses à flotteur

Ces fournitures devront faire l'objet d'une demande d'agrément soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

La section utile de la ventouse est au moins supérieure à 1/6^{ème} de la section de la conduite.

L'Entrepreneur est responsable de son dimensionnement garantissant la pérennité de l'installation quelles que soient les conditions d'exploitation.

3.5.13 Boite à cric

Il s'agira de fournitures du commerce.

Le choix des tailles/gammes de boites à cric sera proposé par l'Entrepreneur et soumis à l'approbation du Maître d'œuvre, sur la base notamment des notes de calcul des efforts de manœuvre, et des principes et choix de conception des vannes respectives.

Pour rappel, la capacité nominale de l'organe de manœuvre doit avoir une marge d'au moins 20% par rapport à l'effort de manœuvre maximal.

Les crémaillères seront notamment justifiées au flambement, au regard de l'effort de manœuvre maximal en fermeture en charge, et en tenant compte des coefficients de sécurité tels que spécifiés dans ce présent cahier des charges.

Les boîtiers de cric seront en tôle d'acier.

La denture des crémaillères est durcie par traitement hautes fréquences.

Le taillage des dents est réalisé selon un module normalisé.

Les crics seront fixés par l'intermédiaire de cornières longitudinales sur les traverses des chevêtres-supports prévus à cet effet.

En termes de protection anticorrosion, les boites à cric sont protégées par un revêtement anticorrosion de type :

- Intérieur du boîtier : sablage + métallisation + couche d'apprêt
- Extérieur du boîtier : sablage + métallisation + couche d'apprêt + couches de finition

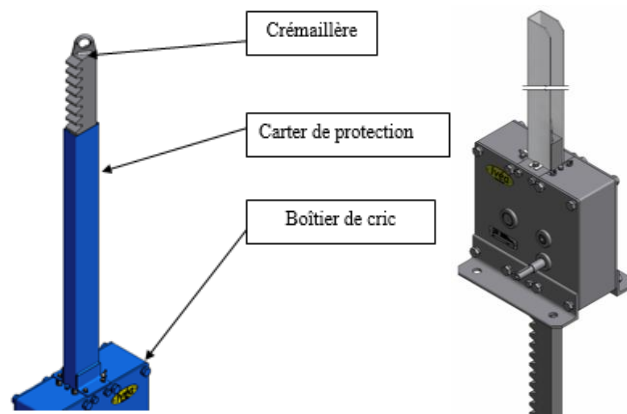
La pignonnerie interne au boîtier de cric est lubrifiée en usine.

La crémaillère est à graisser sur site avant mise en service.

L'Entrepreneur fournira la graisse nécessaire à l'entretien courant durant la période de garantie.

Les boîtes à crics seront équipées des options suivantes :

- Un carter de protection de la crémaillère



Exemple de principe de carter de crémaillère (Source IVEA)

- Un indicateur de position visuel de type règle graduée (fixé sur le carter de protection par exemple)

De plus, afin de respecter la norme relative aux machines et à la protection des personnes, toutes pièces tournantes devra être protégée par capotage.

3.5.14 Servomoteur

Voir les spécifications du paragraphe spécifique dédié aux servomoteurs.

3.5.15 Efforts de manœuvre

Les protections de surcharge doivent être réglées à environ 110% de la valeur maximale des efforts de manœuvre du mouvement concerné.

Cette valeur de réglage devra être vérifiée par essais, afin de garantir la valeur considérée dans les calculs de dimensionnement (cas de blocage – déclenchement sur la protection de surcharge).

3.5.16 Indication visuelle de position

La position des tabliers/pelles/obturateur des vannes est repérée visuellement et graduellement au niveau de l'organe de manœuvre (règle graduée avec indicateur de position), de telle sorte qu'elle soit facilement accessible et visible par l'exploitant.

Ceci s'applique également à toutes les vannes constituant une fourniture standard du commerce qui devront posséder une indication visuelle solidaire du corps de vannes.

3.5.17 Organe de commande manuelle – Ultime secours

Afin que toutes les manœuvres puissent être assurées par un seul homme en mode normal pour les vannes à commande manuelle ou secours ultime pour les vannes motorisées, toutes les vannes de seront équipées au niveau de leur organe de manœuvre d'une commande manuelle, type volant, ne devant pas exiger un effort de plus de 100 N environ.

3.6 Spécifications particulières sur les équipements mécaniques {lot 2}

3.6.1 Données générales

Cote de la crête du barrage	m NGF	374,25
RN	m NGF	373,17
PHE	m NGF	373,80
Cote de DANGER	m NGF	374,25

3.6.2 Circuit de vidange de fond

Seuil radier amont	m NGF	359,14
Diamètre conduite de vidange	DN	700

3.6.2.1 Généralités

Le circuit de vidange est entièrement réhabilité, et sera constitué dans le sens amont-aval des éléments suivants :

- Une grille de protection à pas large,
- Une vanne de garde de type vanne Wagon à galets, à commande motorisée déportée en crête (cric-crémaillère + servomoteur),
- Une conduite en acier inoxydable, faisant le lien entre les pièces fixes de la vanne de garde amont et la vanne de service aval, cheminant à l'intérieur de la galerie existante (galerie qui sera également prolongée par le lot 1), composé notamment de :
 - Un entonnement amont avec transition de type carré/rond,
 - Un tube rectiligne DN700,
 - Des changements de direction pour excentrer la conduite dans la galerie et permettre le cheminement piéton,
 - Un convergent aval avec transition de type rond/carré pour faire la liaison avec la vanne de service aval,
- Une vanne de service aval de type vanne plate sous-carter (levante à glissement), à commande motorisée (réducteur + servomoteur),

A noter que l'interface entre les pièces fixes de la vanne de garde amont et la galerie aval maçonnée devra être fermé étanche, avec la mise en œuvre d'un bouchon en béton sur tout le linéaire de la section de restriction amont, qui scellera donc le tronçon de blindage amont implanté dans cette restriction (entonnement – transition carrée/rond – tronçon rectiligne DN700).

3.6.2.2 Grille de protection amont

Il s'agit d'une grille de protection amont, à pas large (entrefer environ 600mm), à installer en amont du puits de vidange, afin de le protéger contre d'éventuels gros embâcles flottants type troncs d'arbres.

Elle doit être amovible, et son démontage doit constituer une opération relativement aisée en travaux subaquatiques.

Elle est composée de :

- Un cadre métallique, chevillé contre la maçonnerie de la tête amont de l'aqueduc de vidange,
- Des barreaux verticaux,
- Des entretoises horizontales servant de raidisseurs.

L'ensemble sera protégé contre la corrosion par un système de peinture type ACQPA Im2Z.

3.6.2.3 Vanne de garde amont de vidange

Nb de vanne		1
Type de vanne		WAGON
Fonction principale		Vanne de garde amont (isolement)
Vanne déversante		NON
Vanne utilisée en régulation		NON
Fermeture en charge (coupure du débit)		OUI
Ouverture en charge		OUI

Hauteur utile (hauteur du puits)	m	0.90
Largeur utile (largeur du puits)	m	0.70
Hauteur en pression	m	0.95
Largeur en pression	m	0.80
Course utile mini	m	1.00
Altimétrie seuil (à confirmer)	m NGF	359.32
Altimétrie organe de manœuvre (à confirmer)	m NGF	375.75

Nota : Valeurs fournies à titre indicatif, à confirmer par l'Entreprise dans le cadre de ses études d'exécution et levés topographiques, c'est particulièrement le cas des cotes altimétriques.

3.6.2.3.1 Conditions de fonctionnement

En situation normale, cette vanne est ouverte.

Elle doit être capable de couper le débit, et de manœuvrer dans les deux sens, en charge, quel que soit le niveau amont.

Elle est manœuvrée par un ensemble boîte à cric motorisée par un servomoteur, déportée en crête sur la passerelle prévue à cet effet (soit la passerelle existante, soit une nouvelle passerelle en tranche optionnelle), et relié au tablier de vanne par l'intermédiaire d'une brimbale.

3.6.2.3.2 Principe de conception

Guidage		Galets
Guidage latéral		Patins ou galets
Sens étanchéité		Amont > aval
Étanchéités latérales + frontale		Joints note de musique et/ou omega
Étanchéité de seuil		Joint plat
Organe de manœuvre		1 cric-crémaillère + servomoteur AUMA
Instrumentation		2 fdc + 2 surcouples + 4-20mA position
Dispositif d'ultime secours		Volant manuel sur servomoteur Et outillage électroportatif (type visseuse) à raccorder en lieu et place du volant

Brimbale		Profilés (section à justifier)
Longueur brimbale (estimée)	m	15
Nb de guidage (estimé)		5
Entraxe guidage (estimé)	m	2,5

L'ensemble de la vanne (pièces fixes et parties mobiles) sera en acier inoxydable 316L.

La fourniture de cet équipement intègre l'ensemble des pièces et sous-ensemble utiles au bon fonctionnement de la vanne, et notamment :

- Un tablier de vanne :
 - De conception tôle renforcée par des raidisseurs ou tôle épaisse sans raidisseur,
 - Equipé de joints d'étanchéité périphériques, de galets principaux de roulement, de dispositifs de guidage latéral et de contre-guidage amont,
 - Muni d'un couteau (partie inférieure du tablier) profilé et de conception adaptée à la condition de fermeture en charge, afin de ne pas générer de phénomène de perturbations de l'écoulement (cavitation, vibration, ...),
- Les pièces fixes (seuil, glissières latérales, frontale) ancrées dans le génie-civil, de conception et d'inertie suffisante pour permettre la transmission des descentes de charge en adéquation avec les capacités du génie-civil, sur lesquelles sont notamment fixés par boulonnage afin de permettre leur maintenabilité :
 - Les rails de roulement,
 - Les portées d'étanchéité,
 - Les portées de guidage latéral et contre-guidage,
- La colonne de brimbale et ses consoles de guidage,
 - Afin de déporter l'organe de manœuvre en crête (sur la passerelle), hors d'eau.
 - Le nombre et la répartition des consoles de guidage seront justifiés afin de garantir le bon fonctionnement dans le temps, et au regard du dimensionnement de la brimbale, et notamment la tenue au flambement,
- Le chevrete-support de l'organe de manœuvre,
- L'organe de manœuvre,

- Les pièces de raccordement de la brimbale (chapes, axes, liaisons boulonnées, etc...), entre éléments de brimbale, avec le tablier de vanne, et avec l'organe de manœuvre,
- Les pièces d'ancrage et de fixation associées permettant de supporter la structure et les efforts de manœuvre découlant.

Les pièces fixes de la vanne seront liaisonnées (par boulonnage) à l'extrémité amont de la pièce d'entonnement de la conduite de vidange.

Après montage-assemblage et réglage en position, l'ensemble sera scellé dans un béton de seconde phase par le lot 1.

L'Entrepreneur devra concevoir ces vannes en étant particulièrement vigilant sur l'ensemble de ses choix de conception et la qualité de la fabrication, de l'assemblage et du montage.

3.6.2.3.3 Dispositif d'aération – évent (lot 1)

Compte tenu notamment de la présence d'une conduite à écoulement en charge en aval de la vanne de garde, il convient d'intégrer un évent permettant d'aérer le flux en aval immédiat de la vanne afin d'éviter la mise au vide en cas de fermeture rapide accidentelle, mais également de limiter les zones de dépressions favorisées notamment par l'écoulement de fond à haute vitesse qui pourraient engendrer des phénomènes de vibrations et de cavitation.

Il s'agira d'un tube d'aération, en acier inoxydable, de diamètre intérieur minimal 200 mm environ remontant en crête.

Compte tenu des conditions d'accès et de travail difficiles, la réalisation de forage de ce diamètre est difficile. Aussi il sera autorisé la réalisation de plusieurs forages de diamètre plus faible permettant d'atteindre la section minimum totale.

Ces travaux seront réalisés par le lot 1.

L'attention de l'Entrepreneur (lot 2) est donc cependant attirée sur la nécessité d'adapter l'entonnement carré/rond de la conduite de vidange, dans lequel le ou les tube(s) d'évent seront scellés. Le lot 1 informera durant le chantier (lors de la préparation des travaux sur les événements) du nombre et du diamètre des tubes qu'il prévoit. Puis préalablement au scellement des tubes par le lot 1, le lot 2 devra valider l'implantation en considérant un certain degré de tolérance de position (de l'ordre de 0,5% sur le linéaire).

3.6.2.4 Vanne de service aval de vidange

Nb de vanne		1
Type de vanne		PLATE SOUS CARTER Levante à glissement
Fonction principale		Vanne de service aval
Vanne déversante		NON
Vanne utilisée en régulation		OUI
Fermeture en charge (coupure du débit)		OUI

Ouverture en charge		OUI
Hauteur utile (hauteur du pertuis)	m	0.60
Largeur utile (largeur du pertuis)	m	0.60
Hauteur en pression	m	0.675
Largeur en pression	m	0.75
Course utile mini	m	0.70
Altimétrie seuil (à confirmer)	m NGF	359.58
Altimétrie organe de manœuvre (à confirmer)	m NGF	362.08

Nota : Valeurs fournies à titre indicatif, à confirmer par l'Entreprise dans le cadre de ses études d'exécution et levés topographiques, c'est particulièrement le cas des cotes altimétriques.

3.6.2.4.1 Conditions de fonctionnement

En situation normale, cette vanne est fermée.

Elle doit être capable de couper le débit, et de manœuvrer dans les deux sens, en charge, et de réguler (afin de maîtriser les débits relâchés), quel que soit le niveau amont.

Elle est manœuvrée par un ensemble motorisé (réducteur + servomoteur), implanté directement sur le carter de vanne, et accessible par un dispositif d'accès adapté et sécurisé.

Cette vanne travaillera en ouverture partielle notamment durant la période estivale, de juin à octobre, afin de restituer le débit d'alimentation du canal en aval, en mélangeant les eaux avec celles transitant par les prises d'eau, puis seule lorsque le niveau amont sera inférieur au seuil des vannes de prise.

Elle devra pouvoir être maintenue très faiblement ouverte, de l'ordre de 50 mm maximum, sans que cela ne soit préjudiciable pour la pérennité de la vanne et des éléments périphériques. Sa conception devra être prévue pour ce régime de fonctionnement, sans générer de phénomènes locaux de laminage/érosion/abrasion, ni vibratoires, afin de garantir son bon fonctionnement et sa durabilité dans le temps.

A titre indicatif, en période d'étiage, l'exploitant peut restituer par la vidange de fond un débit minimal journalier de l'ordre de 500 m³/jour.

Au-delà de la cote d'ouverture minimale admissible (environ 50 mm maxi), la vanne devra pouvoir être positionnée avec une précision millimétrique, maîtrisée par la chaîne mécanique (cinématique) et électrique de commande et de contrôle/ retranscription de la position.

3.6.2.4.2 Principe de conception

Guidage		Métal/métal (bronze ou inox)
Guidage latéral		Métal/métal (bronze ou inox)
Sens étanchéité		Amont > aval
		Métal/métal (usinés) ou
Etanchéités latérales + frontale		Joints note de musique et/ou omega
Etanchéité de seuil		Métal/métal (usinés)

		ou Joint plat
Organe de manœuvre		1 réducteur + servomoteur AUMA
Instrumentation		2 fdc + 2 surcouples + 4-20mA position
Dispositif d'ultime secours		Volant manuel sur servomoteur Et outillage électroportatif (type visseuse) à raccorder en lieu et place du volant

La fourniture de cet équipement intègre l'ensemble des pièces et sous-ensemble utiles au bon fonctionnement de la vanne, et notamment :

- Une pelle de vanne
 - De conception tôle sans raidisseur, suffisamment épaisse et rigide au regard des critères de dimensionnement garantissant sa tenue mécanique, et suffisamment fine pour limiter son encombrement et les dimensions des glissières latérales,
 - Equipée de patins de glissement en bronze (latéraux et frontal), qui servent également de plan d'étanchéité usiné (métal/métal)
 - Munie d'un couteau (partie inférieure de la pelle) profilé et de conception adaptée à la condition de fermeture en charge, afin de ne pas générer de phénomène de perturbations de l'écoulement (cavitation, vibration, ...)
 - En matériau adapté aux choix de conception de l'Entrepreneur, aux couples matières en contact (pelle, patins, boulonnerie associée, ...), aux sollicitations, aux critères de tenue mécanique, dans le respect du présent cahier des charges, il pourra donc s'agir d'acier S355J2, acier anti-abrasion (type Abramax ou équivalent), acier inoxydable. Ce choix sera soumis à l'approbation du Maître d'œuvre avec l'ensemble des justifications, données et mesures constructives associées
- Un carter, en plusieurs parties, assemblées boulonnées avec joints d'étanchéité intégrés (type joints cordes),
- Une tige de commande faisant le lien entre l'organe de manœuvre et la pelle de vanne
 - Guidée et étanchée au passage du capot de fermeture du carter, par l'intermédiaire :
 - D'un palier de guidage avec bague autolubrifiante
 - D'un ensemble de joints (racleur, torique, à lèvres, ...)
- L'organe de manœuvre et ses pièces de fixation,
- Le support d'appui de la vanne,
- Les pièces d'ancrage et de fixation associées.

S'agissant d'une vanne de fond en conduite, une des contraintes principales de conception est directement liée à la vitesse d'écoulement relativement élevée, >10m/s en situation normale.

Compte tenu de cette condition particulière d'écoulement à haute vitesse à laquelle sera soumise la vanne, et également le fait qu'elle fonctionnera en ouverture partielle (régulation des débits relâchés notamment en période estivale de juin à octobre), des principes constructifs spécifiquement adaptés doivent être mis en œuvre, afin de garantir le bon fonctionnement, sans vibration ni cavitation, et la pérennité de l'équipement dans le temps, et notamment les suivants :

- Limiter les zones de perturbations de l'écoulement
 - Vanne à passage intégral
 - Glissières latérales (rainures) étroites
 - Epaisseur de pelle optimisée (relativement faible)
- Eviter les zones de dépressions (cavitation)
 - Couteau de vanne (inférieur) profilé
 - Ventouse d'aération à l'aval immédiat de section adaptée
- Limiter le débattement (vibration) de la pelle de vanne
 - Jeux limités (quelques mm seulement) dans le sens amont/aval et rive/rive dans les glissières
- Optimiser les conditions de glissement et d'étanchéité
 - Portées usinées,
 - Protection contre l'abrasion, notamment des portées de seuil, et des joints le cas échéant,

Ces principes constructifs se traduiront notamment par :

- Une conception de vanne plate sous-carter relativement simple et robuste, permettant d'optimiser la fiabilité, la pérennité et la maintenabilité de la vanne
 - Etanchéité de la pelle réalisée dans un unique plan vertical usiné, perpendiculaire à l'écoulement, avec ou sans joint,
 - Seuil d'appui du couteau, rectiligne, et usiné
- L'usinage de l'ensemble des surfaces porteuses (côté pelle et côté carter) sur lesquelles sont rapportées boulonnées les pièces en contact (patins et portées en bronze), elles-mêmes usinées, afin de garantir des jeux de fonctionnement réduits et une planéité du plan de glissement/étanchéité avec une tolérance fine
- Une conception et une qualité de fabrication et de montage du palier de guidage et d'étanchéité au niveau de la tige de manœuvre à travers le carter particulièrement soignée
- La qualité des dispositifs d'étanchéité (joints cordes) des éléments de carter assemblés boulonnés : gorges usinées suivant les tolérances dimensionnelles et de montage des joints, ainsi que l'usinage des portées d'étanchéité, les faces d'appui et d'assemblage du carter (état de surface et rugosité en adéquation avec l'étanchéité totale recherchée)

L'Entrepreneur devra donc concevoir la vanne en étant particulièrement vigilant sur l'ensemble de ses choix de conception et la qualité de la fabrication, de l'assemblage et du montage.

3.6.2.5 Conduite de vidange de fond

3.6.2.5.1 Principe de conception

La vanne de garde (Wagon) sera implantée en lieu et place de la vanne de vidange d'origine.

La vanne de service de vidange sera quant à elle implantée en aval de la galerie de vidange à l'intérieur d'un local (réalisé par le lot 1).

Les deux vannes de vidange (garde et service) seront reliées entre elles par l'intermédiaire d'une conduite qui sera installée dans la galerie existante.

Compte tenu de son implantation en galerie exiguë, cette conduite sera de préférence en acier inoxydable 316L, ou en acier revêtu d'un système ACQPA de classe de durabilité très haute (Im2HV ZN) sur ses deux faces. Le choix est laissé libre à l'Entreprise qui devra toutefois prévoir et préciser les moyens et conditions d'entretien du revêtement le cas échéant. A noter que l'ensemble des éventuelles retouches de peinture sur site, suite aux opérations de montage et de raccordement devront être réalisées en respectant l'ensemble des recommandations techniques et des normes en vigueur correspondant au système de protection ACQPA appliqué et ce malgré les conditions d'accès et de travail (milieu exigu / confiné).

La conduite de vidange sera composée sur tout son linéaire dans le sens amont/aval des éléments suivants (dimensions à confirmer suite à la réalisation des levés topographiques par le lot 2) :

- Un blindage de la restriction de section amont, pièce chaudronnée d'environ 6 m, composée notamment de :
 - Entonnement convergent avec transition carré/rond (faisant le lien avec la pièce fixe amont de la vanne de garde),
 - Un tronçon DN700 (épaisseur nominale à justifier en fonction de la matière et des tolérances associées au produit, à titre indicatif l'ordre de grandeur serait ep.8mm environ),
- Un changement de direction, composé de deux coudes inversés, de 12° chacun, afin de décaler l'axe de la conduite, d'environ 150 mm, sur un côté de la galerie, afin de faciliter le cheminement sur le côté opposé,
- Des tronçons de conduite DN700, sur un linéaire d'environ 55 m, jusqu'au local de vanne aval,
- Un joint de démontage autobuté implanté en amont de la vanne de service et permettant son éventuel démontage,
- Un convergent avec transition rond/carré faisant la jonction entre la conduite DN700 et le carter de la vanne de service,
- Un divergent / concentrateur de jet implanté en aval immédiat de la vanne de service, et faisant la transition avec le voile béton aval du local.

Les raccords entre les différents tronçons de conduite, ainsi que les coudes seront réalisés par des liaisons brides à brides boulonnées.

L'ensemble de la conduite sera supporté par des supports d'appui (de type berceau) chevillés dans le radier de la galerie.

3.6.2.5.2 Conditions de montage

L'intégration du nouveau circuit de vidange de fond dans l'ouvrage maçonné existant, et plus particulièrement à l'intérieur de l'aqueduc de vidange d'origine rend les conditions de montage relativement contraignantes (milieu confiné, accès restreint y compris par l'amont où le batardeau réalisé par le lot 1 ne sera pas circulaire).

En effet, les géométries des différentes sections et les dimensions de l'aqueduc constituent des

contraintes pour les opérations d'acheminement, de manutention et de montage sur site des nouvelles pièces constituant la conduite de vidange de fond.

3.6.2.5.2.1 Pièces à acheminer par l'amont

Tout comme la vanne de garde (pièces fixes et tablier de vanne), le blindage de 6ml (entonnement + transition carré/rond + tronçon rectiligne DN700) qui sera intégré et scellé dans la restriction de section amont de l'Aqueduc, sera acheminé par la tête amont de l'Aqueduc de vidange.

En effet, en raison de son encombrement (celui de l'entonnement), cette pièce ne peut être acheminée par l'aval, compte tenu des dimensions de la restriction amont de l'Aqueduc (0.7m x 0.90m).

Nota : A titre indicatif, pour leur approche au niveau de la tête amont de l'aqueduc de vidange, il nous semble que la solution par héliportage serait la plus appropriée d'autant que le batardeau réalisé par le lot 1 n'est pas circulaire.

Elles seront ensuite acheminées à l'intérieur de la galerie amont par l'intermédiaire de moyens de manutention provisoires de chantier (ripage, roulement, treuillage, etc...).

Le blindage sera acheminé en premier pour être inséré dans la section de restriction de l'Aqueduc.

Avant d'être positionné, réglé, et calé dans sa position définitive, il sera assemblé par boulonnage à la pièce fixe de la vanne par l'intermédiaire d'une bride carrée, ceci afin de pouvoir effectuer cette opération avec un dégagement suffisant notamment pour les ouvriers-monteurs et l'encombrement de l'outillage.

Une fois cette opération effectuée, l'ensemble sera positionné définitivement en vue de son clavage/bétonnage après contrôle du respect de l'ensemble des conditions géométriques requise aux différentes interfaces (axe vertical de manœuvre de la vanne, axe horizontal de la conduite de vidange en aval).

3.6.2.5.2.2 Pièces à acheminer par l'aval

L'ensemble du reste des pièces du circuit de vidange sera acheminé par l'aval.

Cela concerne les pièces suivantes :

- Les changements de directions (coudes) DN700,
- Les tronçons linéaires de conduite DN700 (linéaire en galerie existante = 40m environ)

Les tubes seront assemblés par liaisons bride à bride boulonnées. La longueur des tubes sera de la responsabilité de l'entreprise de travaux, en adéquation avec l'ensemble de ses choix de conception-dimensionnement et des contraintes de fournitures, d'acheminement, de montage, etc.

L'acheminement des pièces dans la galerie depuis l'aval sera réalisé par l'intermédiaire d'outillage provisoire de chantier de la responsabilité de l'entreprise de travaux, mais il devra impérativement s'effectuer au niveau du radier afin de ne pas solliciter la voute de la galerie qui supporte le remblai de la digue et dont les caractéristiques ne sont pas connues.

Il pourra par exemple s'agir de la mise en place de voies de glissement/roulement au niveau du sol, sur le principe suivant :

- 2 profilés parallèles,
- Ecartement maintenu par des traverses servant également à cheviller le dispositif au

sol,

- Des patins en téflon ou rouleaux, préalablement montés sur les pièces (tubes) qui glisseront ou rouleront sur les rails pour faciliter les opérations de ripage.

Une fois en place, la conduite reposera sur des supports de type berceaux, supportant uniquement le poids (acier + eau) de la conduite. Ces supports seront conçus afin d'être le plus recentrés possible sous la conduite compte tenu des faibles dégagements de part et d'autre, et particulièrement du côté où la conduite est décalée. La conduite sera ensuite cerclée sur ces berceaux.

L'Entrepreneur en charge des travaux définira et justifiera, dans un mode opératoire de montage, ses moyens d'intervention les plus adaptés au regard de ses choix de conception-dimensionnement et de l'ensemble des contraintes du site.

En adéquation avec son phasage de montage, il pourra notamment s'agir de l'emploi de patins, rouleaux de manutention pour charge lourde, et de dispositifs de vérinage, lui permettant de positionner définitivement les pièces en faisant la transition entre outillage et supportage définitif.

Nota : L'assemblage entre le blindage de la restriction amont (acheminé par l'amont) et le linéaire de la conduite aval (en l'occurrence le changement de direction acheminé par l'aval) devra être réalisé en place. La section aval du blindage ne pourra préalablement pas être équipée d'une bride, afin de pouvoir passer dans l'encombrement de la section de restriction sans nécessiter une démolition sur tout le linéaire de la restriction amont (le diamètre extérieur de la bride = 895 mm, alors que la largeur de la restriction amont = 700 mm).

De fait, la bride d'assemblage devra être soudée sur site, dans la galerie. Une démolition très locale du radier au droit de la bride à souder pourrait être nécessaire pour disposer de suffisamment de dégagement pour réaliser cette opération de soudage et de contrôle associé. Sinon cette liaison pourrait également être assemblée par soudage depuis l'intérieur de la conduite (au lieu d'une liaison par brides), il s'agira alors d'une soudure bout à bout en V sur latte pleinement pénétrée.

L'ensemble des dispositions relatives à la protection anticorrosion devra être mis en œuvre localement après ces opérations sur site, dans le respect des normes en vigueur et des règles de l'art.

3.6.2.5.3 Conversion rond/carrée

La vanne de service aval sera de section carrée 0.6mx0.6m, elle constituera ainsi la section de contrôle du circuit de vidange. La transition entre la conduite DN700 et la vanne sera réalisée par l'intermédiaire d'une pièce chaudronnée de type convergent avec conversion rond/carré, raccordée en amont de la vanne par l'intermédiaire d'une liaison bride à bride boulonnée.

3.6.2.5.4 Joint de démontage autobuté

En amont de cette conversion, et afin de garantir l'ajustement et de permettre les éventuelles opérations de démontage futures, un joint de démontage autobuté sera installé. Il s'agira d'une fourniture standard du commerce normée.

Cet équipement, autobuté, permettra de transmettre les efforts axiaux, s'exerçant sur la vanne aval (notamment la poussée hydrostatique lorsque la vanne est fermée), dans la conduite amont jusqu'aux pièces fixes de la vanne de garde qui seront scellées en appui contre le génie-civil (effort de plaquage).

3.6.2.5.5 Concentrateur de jet

La vanne de service aval est montée à décharge libre (sans tronçon de conduite aval). Afin de maîtriser la diffusion et l'amplitude du jet aval, un concentrateur de jet sera installé, boulonné immédiatement sur le carter de vanne. Il fera la transition à travers le voile de béton aval du local.

Cette pièce scellée sera en acier inoxydable 316L.

3.6.3 Métallerie du local de vanne aval

3.6.3.1 Plateforme d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de service de vidange

S'agissant d'une vanne levante sous-carter, l'organe de manœuvre est implanté au-dessus de la vanne, à une hauteur en adéquation avec la conception et la course de la vanne.

De ce fait, afin de permettre l'accès à l'exploitant en toute sécurité et en toutes conditions, il conviendra d'installer une plateforme technique métallique.

Elle sera composée notamment :

- D'une structure porteuse,
- D'un platelage en caillebotis,
- D'échelle d'accès (y compris pour accéder à la galerie de vidange),
- De garde-corps.

Ces éléments de métallerie seront en acier galvanisé à chaud.

3.6.3.2 Aération-ventilation du local

Un dispositif de ventilation naturelle ou forcée sera installé et justifié afin de garantir l'aération du local et d'éviter l'apparition d'humidité.

3.6.4 Passerelle d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de garde vidange

3.6.4.1 Solution de base

La passerelle existante est dans un état correct et les efforts de manœuvre induits par la nouvelle vanne devrait être inférieurs à ceux de la vanne existante. Il est donc supposé que la passerelle pourrait être conservée moyennant des adaptations à prévoir :

- Un diagnostic structurel de la passerelle existante est à réaliser préalablement, intégrant l'ensemble des reconnaissances, investigations, prises de cotes nécessaires à la vérification dans les règles de l'art ;
- En cas de diagnostic concluant, la passerelle sera remise en état localement pour assurer sa pérennité (remises en peinture, etc...) ;
- Des ancrages complémentaires seront réalisés afin de s'assurer de la reprise des efforts de manœuvre et leur transmission dans la maçonnerie (les caractéristiques des ancrages actuels n'étant pas connus et difficilement investigables). Ils seront à dimensionner et réaliser par le lot 2 mais à ce stade 4 à 6 ancrages de 3 à 4 m minimum, forés et scellés dans la maçonnerie sont à prévoir.

3.6.4.2 Tranche optionnelle n°1

Dans le cas d'un diagnostic non concluant, une tranche optionnelle prévoit la dépose de la passerelle existante et son remplacement à neuf.

La nouvelle passerelle sera conçue afin de reprendre les descentes de charge issues de la nouvelle vanne de garde de vidange, et plus particulièrement les efforts de manœuvre associés qui sont reportés en crêtes sur la structure de la passerelle sur laquelle sera fixé le nouveau support de fixation de l'organe de manœuvre de la vanne de garde.

Il s'agira d'une passerelle technique constituée notamment :

- D'une structure porteuse avec des poutres principales en profilés, des traverses reliant ces poutres, et des éléments de contreventement,
- De garde-corps techniques (plinthe, sous-lisse, main courante),
- D'un platelage en caillebotis.

D'un point de vue anti-intrusion, s'agissant d'une passerelle technique non destinée à recevoir du public, celle-ci sera équipée notamment :

- D'une porte d'accès munie d'une serrure à clé avec barillet classique,
- De panneaux latéraux anti-intrusion installée à la place des garde-corps techniques sur un linéaire de l'ordre de 3ml par côté,

La passerelle aura les caractéristiques suivantes (à confirmer après la réalisation de levés topographiques par le lot 2) :

- Longueur utile = 14 m (à titre indicatif, implantation exacte à définir par l'Entrepreneur)
- Largeur utile = 1.50 m
- Altimétrie sous-face structure = 374.57 m NGF (à titre indicatif, implantation exacte à définir par l'Entrepreneur)

3.6.5 Vannes de prise d'eau

3.6.5.1 Généralités

Il y a 1 vanne inférieure et 2 vannes supérieures.

		Vanne 1 - Inférieure	Vannes 2 et 3
Hauteur utile (hauteur du pertuis)	m	1	1
Largeur utile (largeur du pertuis)	m	0,7	0,7
Hauteur en pression	m	1,2	1,2
Largeur en pression	m	0,8	0,8
Course utile mini	m	1,1	1,1
Altimétrie seuil	m	365,32	369,84
Altimétrie organe de manœuvre	m	376,40	376,40

Nota : Valeurs fournies à titre indicatif, à confirmer par l'Entreprise dans le cadre de ses études d'exécution et levés topographiques, c'est particulièrement le cas des cotes altimétriques.

3.6.5.2 Conditions de fonctionnement

En situation normale une ou plusieurs de ces vannes sont ouvertes ou partiellement ouvertes, en fonction du niveau de la retenue, des apports, et du débit à restituer en aval.

Elles doivent être capables de couper le débit, et de manœuvrer dans les deux sens, en charge, quel que soit le niveau amont.

Elles sont manœuvrées respectivement par un ensemble boîte à cric motorisée par un servomoteur, déportée en crête, et relié au tablier de vanne par l'intermédiaire d'une brimbale.

3.6.5.3 Principes de conception

Il s'agit de vannes levantes à glissement à montage en glissière en lieu et place des vannes existantes.

Nb de vanne		3
Type de vanne		Levante à glissement
Fonction principale		Prise d'eau
Vanne déversante		NON
Vanne utilisée en régulation		OUI
Fermeture en charge (coupure du débit)		OUI
Ouverture en charge		OUI

		Vanne 1 - Inférieure	Vannes 2 et 3
Brimbale		profilés (section à justifier)	
Longueur brimbale (estimée)	m	9	5
Nb de guidage (estimé)		3	1
Entraxe guidage (estimé)	m	2,3	2,3

Les pièces fixes, et plus particulièrement le chevêtre de manœuvre (support de l'organe de manœuvre), permettra la commande à hauteur d'homme depuis le sommet de la prise d'eau.

Les patins de glissement, en PEHD, pourraient également servir de portée d'étanchéité. Le cas échéant leur conception, ainsi que celle des pièces fixes associées, devra être soignée et continue afin d'offrir une performance d'étanchéité satisfaisante, à défaut l'entrepreneur intégrera des joints néoprène.

Guidage		Patins PEHD
Guidage latéral		Patins PEHD
Sens étanchéité		amont > aval
Etanchéités latérales+frontale		PEHD / Acier
Etanchéité de seuil		PEHD / Acier
Organe de manœuvre		1 cric-crémaillère + servomoteur AUMA
Instrumentation		2 fdc
		4-20mA position
		2 surcouples
Dispositif d'ultime secours		Volant manuel sur servomoteur et outillage électroportatif (type visseuse) à raccorder en lieu et place du volant

Les vannes seront en acier peint Im2Z ou en acier inoxydable 316L (au choix de l'Entreprise).

3.6.5.4 Montage de la vanne inférieure

La vanne inférieure sera installée en applique, le cadre fixe sera chevillé contre la maçonnerie dont l'état de surface aura préalablement été redressé/lissé (mortier) par le lot 1 en adéquation avec les tolérances de pose et d'étanchéité requise au niveau de cette interface métal/génie-civil.

Afin de pouvoir réaliser ce type de montage usuel, le lot 1 réalisera une démolition locale de la maçonnerie en amont immédiat du plan d'applique sur une hauteur de 2,30 m environ.

Cela permettra d'intégrer relativement facilement des pièces fixes (inexistantes actuellement).

La manutention de l'ensemble de la vanne (cadre fixe + pelle) pourra se faire depuis le haut par l'orifice existant du puits de visite.

3.6.5.5 Montage des vannes supérieures

En ce qui concerne les vannes supérieures, le design de la maçonnerie est différent et ne permet pas de prévoir un montage identique à la vanne inférieure de type en applique.

Nous prévoyons donc un montage par chevillage latéralement (et non dans le sens amont/aval), afin de disposer de suffisamment de dégagement pour les opérations de pose (et notamment pour l'outillage : perçage pour la mise en œuvre du chevillage).

Préalablement au montage des cadres, des démolitions locales devront être réalisées par le lot 1 afin d'agrandir les rainures existantes et permettent l'acheminement des cadres fixes depuis la crête.

Après calage/fixation/réglage des cadres fixes (par le lot 2), un clavage sera réalisé par le lot 1, y compris au niveau du seuil et de la frontale afin d'assurer l'étanchéité périphérique de l'interface métal/maçonnerie.

3.6.6 Plateforme de manœuvre de la vanne de prise inférieure

Actuellement l'organe de manœuvre de la vanne inférieure n'est pas implanté en crête, mais environ 3,80 m plus bas.

Lors des travaux de rénovation et de remplacement de la vanne, il est prévu de prolonger la colonne de brimbale jusqu'en crête, afin que l'organe de manœuvre motorisé se situe hors d'eau à côté de ceux des vannes supérieures.

Compte tenu du débord vers l'amont de l'axe de manœuvre de la vanne inférieure, dans le cadre des travaux il est prévu d'intégrer une plateforme métallique de manœuvre permettant l'accès à l'organe de manœuvre.

Cette plateforme, de type technique, sera de conception mécanosoudée, équipée de caillebotis, et de garde-corps.

Elle sera maintenue par deux poteaux situés de part et d'autre du pertuis de l'évacuateur de crue, et des consoles d'appui chevillées dans la maçonnerie contre le parement amont.

En termes de descentes de charge, elle sera conçue pour supporter notamment la charge d'exploitation surfacique (250 daN/m²) et les efforts de manœuvre de la vanne (valeurs de déclenchement des protections de l'organe de manœuvre en cas de blocage lors des manœuvres de vanne).

3.6.7 Autres équipements / pièces métalliques

En complément des travaux précédemment décrits, d'autres ouvrages métalliques sont à fournir et poser dans le cadre du présent marché. Il s'agit :

- De portes étanches à fournir et à poser au droit des échancrures présents dans le parapet maçonné en crête de la digue principale ;
- De la fourniture et de la pose de garde-corps métalliques à sceller sur les structures génie civil (réalisées par le lot 1) conformément aux normes en vigueur. Cela concerne notamment (liste non exhaustive) ceux à mettre en œuvre autour de la dalle du local de vanne, sur un des voiles du bassin de dissipation ;
- De la fourniture des équipements de la pêche et notamment :
 - Grille et batardeau amovibles et manutentionnables par une personne ;
 - Passerelles métalliques amont (4,5 m x 1,4 m environ) et aval (8,5 m x 1,4 m environ) permettant l'accès piétons y compris la réalisation de leurs fondations (béton B2) et la fourniture de garde-corps métalliques de chaque côté conformes aux normes en vigueur. A noter que les garde-corps de la passerelle aval seront amovibles et démontables afin de faciliter la mise en place de la grille et/ou du batardeau ;
- De la fourniture et la pose d'une passerelle métallique permettant l'accès des engins de 25 tonnes en enjambant le coursier de l'évacuateur de crues de 3 m de largeur et de longueur 16 m au minimum (largeur à adapter aux dimensions des massifs de fondation à la charge du lot 2) équipées de tous les dispositifs de sécurité nécessaires (garde-corps-, butte trous, etc...).
- De la réalisation des travaux d'adaptation de l'évacuateur de crues existants (fixation et scellement de profilés métalliques et de poutres en acier inoxydable, incluant l'étanchéité entre éléments afin de permettre l'exploitation du barrage à la cote RN de 14,03 m RL).

3.7 Dispositif d'auscultation {lot 2}

Le présent chapitre traite des travaux de modernisation et réalisation de dispositif d'auscultation et notamment :

- Le diagnostic des piézomètres existants (cellules de pression et piézomètres ouverts) ;
- L'équipement des piézomètres existants ouverts ;
- La réalisation de piézomètres nouveaux en fondation et dans le corps de la digue principale.

En complément, une instrumentation complémentaire est à fournir (sondes de niveau, etc...). Ces éléments sont décrits dans les chapitres traitant des spécifications de l'installation de contrôle-commande (cf. §3.9) de même que l'ensemble des raccordements nécessaires à leur bon fonctionnement décrits dans le chapitre traitant de l'ensemble des travaux de cheminements pour l'intégralité des équipements du site (cf. §3.10).

3.7.1.1 Diagnostic des cellules existantes

Les cellules de pression présentes dans le corps de la digue principale et sa fondation font l'objet d'un diagnostic par une entreprise spécialisée dans la fourniture et la pose de ce type

d'appareil. Outre le diagnostic prévu, les prestations prévoiront la réalisation d'un étalonnage et de la fourniture de la fiche correspondante.

Les résultats du diagnostic seront fournis au Maître d'œuvre afin de statuer sur l'éventuel abandon de certains appareils. Le rapport du diagnostic comprendra les résultats, les prestations réalisées et les conclusions sur le fonctionnement et la pérennité des appareils contrôlés.

3.7.1.2 Inspections et nettoyage des piézomètres ouverts

Préalablement à l'installation des sondes automatiques dans les piézomètres ouverts existants de la digue principale et de la digue secondaire, une inspection devra être réalisée afin de déterminer l'état de chaque piézomètre.

L'inspection par caméra devra permettre d'apprécier l'état de l'ouvrage et notamment :

- la présence de dépôts organiques (type dépôts ferriques) et/ou dépôts indurés (calcite par exemple) incrustés autour ou dans la crépine ;
- les caractéristiques de la chambre de mesures (cotes haute et basse de la chambre crépinée, ...) ;
- la longueur totale du piézomètre.

Suite à l'inspection, un nettoyage des piézomètres sera prévu et adapté selon le diamètre du tube à traiter et le type de dépôt observé. Les moyens et méthodes seront proposés par l'Entrepreneur. A minima il sera prévu :

- un brossage de la crépine (un ou plusieurs passages sont à prévoir),
- un nettoyage à l'air lift (la pression sera toute limitée à 2,5 bars),
- un rinçage à l'eau claire.

Suite au nettoyage une deuxième inspection sera à réaliser afin de juger de la qualité et de l'efficacité du nettoyage.

L'Entrepreneur remettra en fin de travaux un dossier comprenant par forage :

- les photos durant les deux inspections sur les mêmes zones, mettant évidence l'état avant et après nettoyage,
- les caractéristiques du piézomètre mesuré accompagné d'un schéma,
- les observations éventuellement faites durant les travaux.

3.7.1.3 Equipement des piézomètres ouverts existants

3.7.1.3.1 Appareil (cellule à corde vibrante ou sonde à fibre optique)

Suite à l'inspection et au nettoyage une cellule de pression à corde vibrante ou une sonde à fibre optique sera mise en place. Elle pourra être préalablement emballée dans du sable saturé (la préparation pouvant se faire à l'usine chez le fabricant).

Pendant toutes ces opérations, l'Entrepreneur veillera à ne pas endommager le câble de mesure. Tout défaut du câble rendant la mesure impossible ou douteuse impliquera la réfection du piézomètre aux frais de l'Entrepreneur.

Les conditions de mise en place de la cellule ou de la sonde seront définies par le fabricant.

L'attention de l'Entrepreneur est enfin attirée sur l'obligation de la présence du fabricant lors

de la pose de la cellule ou de la sonde afin de vérifier son étalonnage, sa bonne mise en œuvre. Enfin, il sera demandé un engagement sur la position précise de la cellule ou de la sonde dans le forage lors de la pose qui sera déterminant dans le suivi ultérieur de la piézométrie des ouvrages.

L'installation initiale de chaque capteur fera l'objet d'une fiche qui viendra compléter la fiche d'étalonnage. Cette fiche devra contenir la mesure avant installation du capteur, une mesure après installation du capteur et une mesure après stabilisation de la mesure.

3.7.1.3.2 Réalisation de la chambre de mesures et équipements complémentaires

Une chambre de mesures est à réaliser, en fonction des dispositions / prescriptions du fournisseur et en fonction des dispositions retenues par le Maître d'œuvre :

- Piézomètre ouvert équipé d'une cellule à corde vibrante : le piézomètre sera à fermer, dans ce cas les travaux suivants sont réalisés :
 - Avec la cellule de pressions, une chambre de mesures en sable sera mise en place avec du sable répondant aux spécifications du fournisseur y compris sur la hauteur de la chambre (à caler en fonction également de la hauteur de la crépine mesurée lors des inspections préalables) ;
 - Le reste du tube est rempli par un bouchon étanche de bentonite et du mortier éventuel en veillant à ne pas endommager le câble de mesure ;
 - En tête un regard avec capot métallique étanche à clé de fermeture pourra être mis en œuvre selon la position de l'appareil par rapport aux boîtiers présents en crête, où l'appareil doit être raccordé ;
- Piézomètre ouvert équipé d'une sonde à fibre optique : le piézomètre sera maintenu ouvert, dans ce cas les travaux suivants sont à réaliser :
 - Avec la sonde, une chambre de mesures en sable sera éventuellement mise en place avec du sable répondant aux spécifications du fournisseur y compris sur la hauteur de la chambre (à caler en fonction également de la hauteur de la crépine mesurée lors des inspections préalables) ;
 - Le reste du tube est laissé libre ;
 - En tête un regard avec capot métallique amovible à clé de fermeture, parfaitement étanche, sera réalisé ; l'appareil en ensuite à raccorder à la fibre.

Quelle que soit la configuration retenue un récolement précis du dispositif mis en œuvre sera à fournir, il comprendra l'implantation de la tête et de la sonde (x, y, z), les différentes dimensions de l'appareils (profondeur, hauteur de la crépine, etc.). Ces éléments seront fournis dans un cahier de détail d'auscultation ainsi qu'implantés sur les plans à fournir par le lot 2.

3.7.1.4 Réalisation de nouveaux piézomètres

3.7.1.4.1 Forage

L'implantation, l'inclinaison et la longueur de chaque piézomètre (y compris de la partie crépinée qui sera de l'ordre de 1,5 m) devront être définies dans les plans d'exécution, elles pourront être ajustées lors de la réalisation des travaux en collaboration avec le Maître d'œuvre.

Le forage est de type destructif avec un diamètre compris entre 76 et 96 mm avec tubage provisoire si nécessaire. Leur profondeur sera adaptée aux conditions rencontrées afin de suivre l'évolution de la piézométrie dans le corps et en fondation. Les paramètres de forage

(avancement, couple, pression d'injection et pression sur outil) devront être enregistrées.

La pression d'injection lors de la réalisation du forage ne doit pas dépasser 2 bars. Le forage sera réalisé à l'eau claire.

En fin de forage les trous seront correctement nettoyés à l'eau claire.

3.7.1.4.2 Mise en place de la cellule

A la fin du forage la cellule de pression devra être déposée en fond de trou. Elle pourra être préalablement emballée dans du sable saturé (la préparation pouvant se faire à l'usine chez le fabricant).

Pendant toutes ces opérations, l'Entrepreneur veillera à ne pas endommager le câble de mesure. Tout défaut du câble rendant la mesure impossible ou douteuse impliquera la réfection du piézomètre aux frais de l'Entrepreneur.

Les conditions de mise en place de la cellule seront définies par le fabricant.

L'attention de l'Entrepreneur est enfin attirée sur l'obligation de la présence du fabricant lors de la pose de la cellule afin de vérifier son étalonnage, sa bonne mise en œuvre. Enfin, il sera demandé un engagement sur la position précise de la cellule dans le forage lors de la pose qui sera déterminant dans le suivi ultérieur de la piézométrie des ouvrages.

L'installation initiale de chaque capteur fera l'objet d'une fiche qui viendra compléter la fiche d'étalonnage. Cette fiche devra contenir la mesure avant installation du capteur, une mesure après installation du capteur et une mesure après stabilisation de la mesure.

3.7.1.4.3 Chambre de mesures et équipements complémentaires

Une chambre de mesures est à réaliser, en fonction des dispositions / prescriptions du fournisseur et en fonction des dispositions retenues par le Maître d'œuvre en fonction du choix de réaliser un piézomètre ouvert ou fermé, les 2 possibilités étant à intégrer dans le cadre du marché :

- Piézomètre ouvert :
 - Sur la longueur de la crépine, du sable est mis en œuvre entre le tube crépiné et le forage (ou tubage provisoire), au-delà de la bentonite (sur au moins 1 m) puis du mortier est mis en œuvre jusqu'à la crête ;
 - La cellule de pression est mise en œuvre en fond de forage (y compris avec une chambre de mesures éventuelles) ;
 - Le reste du tube est laissé libre ;
 - En tête un regard avec capot métallique amovible à clé de fermeture, parfaitement étanche, sera réalisé ; l'appareil en ensuite à raccorder aux boîtiers en crête.
- Piézomètre fermé :
 - Sur la longueur de la crépine, du sable est mis en œuvre entre le tube crépiné et le forage (ou tubage provisoire), au-delà de la bentonite (sur au moins 1 m) puis du mortier est mis en œuvre jusqu'à la crête ;
 - Avec la cellule de pressions, une chambre de mesures en sable sera mise en place avec du sable répondant aux spécifications du fournisseur y compris sur la hauteur de la chambre (à caler en fonction également de la hauteur de la crépine mesurée lors des inspections préalables) ;

- Le reste du tube est rempli par un bouchon étanche de bentonite et du mortier éventuel en veillant à ne pas endommager le câble de mesure ;
- En tête un regard avec capot métallique étanche à clé de fermeture pourra être mis en œuvre selon la position de l'appareil par rapport aux boîtiers présents en crête, où l'appareil doit être raccordé ;

Quelle que soit la configuration retenue un récolement précis du dispositif mis en œuvre sera à fournir, il comprendra l'implantation de la tête et de la cellule (x, y, z), les différentes dimensions de l'appareils (profondeur, hauteur de la crépine, etc.). Ces éléments seront fournis dans un cahier de détail d'auscultation ainsi qu'implantés sur les plans à fournir par le lot 2.

3.8 Spécifications de l'installation électrique {lot 2}

3.8.1 Généralités

3.8.1.1 Hypothèses de calculs des équipements électriques

L'Entrepreneur prends à sa charge le calcul, la fourniture, la pose et le raccordement de toutes les liaisons qu'il doit installer (y compris dispositif d'auscultation).

Les chutes de tensions maximales admises dans les conditions d'alimentation les plus défavorables sont conformes à la NF C15-100 et sont les suivantes :

- 3% pour les circuits terminaux d'éclairage ;
- 5% pour les circuits terminaux de puissance ;
- 10% lors de la phase de démarrage du moteur.

L'Entrepreneur réalise un bilan de puissance de l'installation lors des études d'Exécution. Ce bilan est réalisé conformément à la Méthode de Boucherot (somme vectorielle des puissances active et réactive).

3.8.1.2 Prestations de l'Entrepreneur

Les prestations de l'Entrepreneur comprennent notamment les éléments suivants, conformes aux spécifications et normes du présent CCTP :

- Les études d'Exécution de l'installation électrique et du dispositif d'auscultation ;
- Le raccordement électrique des installations à un coffret ENEDIS implanté dans le futur local technique de commande ;
- La fourniture d'un groupe électrogène mobile 31 kVa qui sera stocké sur site (au niveau de l'abri extérieur du local de commande) et dont les caractéristiques seront préalablement à soumettre au Maître d'œuvre et au Maître d'ouvrage ;
- Les armoires et coffrets électriques et de contrôle-commande ;
- L'Alimentation Sans Interruption et tous ses équipements, et notamment l'onduleur et les batteries ;
- La création du réseau de terre et le raccordement des équipements à ce réseau ;
- Les servomoteurs de vannes du barrage ;
- Les équipements de sécurité ;
- La distribution tertiaire dont l'éclairage (locaux et vannes) ;

- La réalisation de toutes les liaisons électriques et le raccordement électrique de l'ensemble des équipements de sa fourniture, y compris des équipements de contrôle-commande et des équipements divers (y compris les dispositifs d'auscultation) ;
- La protection contre la foudre (y compris les appareils d'auscultation) ;
- Les travaux de jaugeages, de raccordement, d'instrumentation et d'automatisation des sites distants ;
- Les essais et la mise en service de tous les équipements et appareils cités précédemment.

Les équipements électriques et de contrôle-commande étant largement liés à l'exploitation de l'ouvrage, une réunion sera organisée au début de la phase d'Exécution entre l'Entrepreneur et l'équipe d'exploitation du Maître d'Ouvrage pour préciser certains points techniques.

L'exécution des prestations objet du présent marché doit permettre de disposer d'un ensemble fonctionnel sûr, complet et en parfait état de marche et d'exploitation selon les normes et réglementation en vigueur ; les essais / tests doivent permettre de vérifier ces éléments (vérification par exemple d'ordres donnés et non exécutés via l'enregistrement de l'automate, etc...). Toute fourniture ou prestation même non explicitement spécifiée ou décrite dans le présent CCTP mais nécessaire à l'obtention de cet ensemble est réputée partie intégrante des obligations de l'Entrepreneur.

Il est notamment rappelé que la fourniture d'une Attestation de Conformité (visée par CONSUEL) pour l'installation électrique du barrage fait partie de la fourniture de l'Entrepreneur.

3.8.1.3 Installation et raccordement des équipements

L'Entrepreneur est tenu de réaliser l'ensemble des travaux nécessaires au bon fonctionnement des équipements. Cela inclut notamment l'étude, la fourniture, le transport, la pose et les essais de l'ensemble des câbles et liaisons nécessaires, mais également l'ensemble des travaux de génie-civil nécessaires pour les équipements électriques et de contrôle-commande (y compris dispositif d'auscultation), notamment (liste non exhaustive) :

- Les perçages, carottages, saignées dans la maçonnerie ou le béton nécessaires au passage de câbles ou de fourreaux et à l'installation d'équipements, ainsi que leur rebouchage après mise en œuvre des fourreaux ;
- Le scellement d'ancrages pour la fixation des équipements ;
- La réalisation de l'intégralité des tranchées sur l'ensemble du site nécessaires aux raccordements des différents équipements / appareils quelle que soit leur position ;
- La création de tous les massifs nécessaires pour l'installation d'équipements (dont les mâts d'éclairage et des caméras ou les coffrets extérieurs) ;
- La création de tous les supports, platines support ou platine de réglage ou autres pièces qui pourraient s'avérer nécessaires.

3.8.1.4 Sécurités des personnes et des biens

L'Entrepreneur respecte les principes de sécurité et de protection décrits aux paragraphes ci-après, ainsi que les normes, directives et réglementations en vigueur en matière de sécurités

des personnes et des biens.

3.8.1.4.1 Sécurité électrique

L'installation doit être conforme à la norme NF C15-100, et doit permettre les opérations électriques en toute sécurité conformément à la norme NF C18-510.

En particulier, les dispositions suivantes sont adoptées :

- Mise hors de portée des conducteurs actifs, notamment par l'installation d'écrans de protection ;
- Signalisation par plaque indicatrice « Homme foudroyé » de la présence de conducteurs actifs au-delà des écrans démontables ;
- Mise en place de relais différentiels 30 mA au niveau des prises de courant ;
- Interconnexion et mise à la terre des masses de l'installation ;
- Les armoires et coffrets doivent disposer d'un indice de protection IP2X ou supérieur portes ouvertes.

3.8.1.4.2 Protection contre la foudre

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service l'ensemble des équipements de protection contre la foudre.

Le dimensionnement, l'implantation et la mise en œuvre des équipements de protection foudre est conforme à la norme NF EN 62305.

Les parafoudres assurant la protection de l'installation comprennent à minima (liste non exhaustive, finalisée durant les études d'exécution de l'Entrepreneur) :

- 1 parafoudre sur l'arrivée générale Basse Tension ;
- 1 parafoudre sur le jeu de barres tension ondulée ;
- 1 parafoudre sur l'alimentation de l'interface de télégestion ;
- 1 parafoudre sur chaque départ de mesure (sondes de niveau, capteurs de mesure des vannes, appareils d'auscultation le nécessitant) ;
- 1 parafoudre au niveau de l'antenne GSM ;
- 1 parafoudre sur chaque jeu de barres principal de chaque armoire et coffrets ainsi que sur chaque jeu de barres moteur sur l'ensemble du site ;

Il doit être possible de vérifier l'état des parafoudres lors de l'ouverture des armoires et coffrets (visualisation locale).

3.8.1.4.3 Circuit de terre

La création d'une prise de terre est à prévoir à proximité de l'ensemble des équipements. Sa résistance sera inférieure à 5 Ohms.

Seront mis à la terre :

- Les masses métalliques des armoires et coffrets électriques ;
- Les vannes ;
- Les ferrures, châssis et carcasses de tout le matériel installé.

La prise de terre est réalisée par une câblette de cuivre nu de section 25mm² minimum posée en fond de fouille des tranchées. Si nécessaire elle est complétée par des électrodes de cuivre installées dans le sol.

3.8.1.4.4 Arrêt d'urgence

L'arrêt d'urgence permet l'arrêt instantané des manœuvres de vannes par coupure d'énergie. Il permet de protéger ou d'empêcher une aggravation de l'intégrité de l'opérateur en cas d'incident.

Le traitement de l'arrêt d'urgence est réalisé par un relais de sécurité respectant les normes NF EN 60204-1 et NF EN 60947-5-1.

La chaîne d'arrêt d'urgence est composée :

- D'un bouton poussoir d'arrêt d'urgence à accrochage en façade de l'armoire commande locale ;
- D'un relais de sécurité respectant les normes NF EN 60204-1 et NF EN 60947-5-1 pour le traitement de l'arrêt d'urgence (double coupure d'alimentation en puissance des moteurs et coupure des polarités de commande).

L'acquiescement de l'arrêt d'urgence sera réalisé comme suit :

- Déverrouillage du bouton-poussoir d'arrêt d'urgence ;
- Acquiescement du défaut par le bouton poussoir dédié.

L'Arrêt d'Urgence déclenche un contacteur général entraînant la coupure d'énergie (et donc l'arrêt de mouvement) sur l'ensemble des équipements hydromécaniques.

L'état de l'arrêt d'urgence est remonté à l'API.

La perte de l'alimentation n'entraîne ni un arrêt d'urgence ni un acquiescement de celui-ci.

3.8.2 Installation électrique - Barrage

L'installation électrique du barrage est schématisée dans l'unifilaire général joint aux plans DCE.

Ce schéma est uniquement donné à titre informatif. L'Entrepreneur reste entièrement responsable de la conception de l'architecture électrique de l'installation et du respect des prescriptions du présent CCTP.

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de l'ensemble de l'alimentation électrique de l'ensemble des équipements du barrage (y compris dispositif d'auscultation).

3.8.2.1 Alimentation électrique

L'alimentation issue du réseau Enedis est actuellement une alimentation monophasée de puissance souscrite 3 kVA. Pour la nouvelle installation, le barrage sera alimenté par le réseau électrique de distribution via une liaison triphasé, avec un tarif bleu (≤ 36 kVA) avec une puissance souscrite de 9 kVA minimum (elle sera confirmée lors de la période de préparation).

L'arrivée Enedis permettra ainsi l'alimentation de l'armoire principale située dans le futur local technique de commande, qui contiendra notamment les départs pour :

- L'armoire de la tour de prise d'eau ;

- Le coffret de la vanne de fond de garde ;
- Le coffret de la vanne de fond de service ;
- Les coffrets des rigoles quand ils ne sont pas déjà alimentés ;
- L'éclairage extérieur ;
- L'éclairage intérieur des locaux ;
- Les prises de courant des locaux ;
- Le système de ventilation des locaux ;
- Le chauffage des locaux ;
- Les équipements à courant-continu (automatisme et contrôle-commande) ;
- Les équipements alimentés par la polarité 24 Vcc ;
- Les équipements alimentés par la polarité 230 Vca ondulée ;
- Le contrôleur de phase ;
- Le parafoudre.

La liste précédente se veut la plus complète possible, mais n'est pas exhaustive et sera ajustée par l'Entrepreneur en phase de développement des études d'Exécution.

Le régime de neutre retenu est le régime TT.

30% de réserve minimum sera prévu pour pouvoir accueillir de nouveaux départs si nécessaire.

Chaque départ sera protégé par un disjoncteur magnétothermique, ainsi qu'une protection différentielle (300 mA ou 30 mA en fonction des départs) pour assurer la protection des personnes.

3.8.2.2 Alimentation secours

Deux inverseurs de source manuels seront prévus pour permettre le branchement d'un groupe électrogène (GE) triphasé portatif de 31 kVa respectivement sur l'armoire principale et sur le coffret VF-VG-Ausc.

Un espace sera réservé au GE protégé sous la toiture du local technique de commande. Le GE sera dimensionné et fourni par l'Entrepreneur sur la base des installations électriques du marché.

Les prises pour le branchement du groupe seront situées sur le mur du local, en extérieur et directement sur le coffret VF-VG-Ausc.

Le groupe est localisé sur le site de VNF (soit à proximité du local soit sur un autre). Il est néanmoins possible de tracter le groupe électrogène à proximité du coffret des vannes pour alimenter celles-ci en cas de défaillance dans la liaison entre le TGBT et les coffrets vannes.

Le groupe est fourni avec tous ses accessoires et notamment :

- Châssis roulant remorquable type « routier »
- Le système d'échappement des gaz brûlés,
- Le système de refroidissement,

- Le système de lubrification,
- Le système de démarrage électrique,
- La protection électrique intégrée au châssis,
- Le contrôle commande et les protections électriques,
- Le réservoir de carburant,
- Un banc de charge pour essais périodiques,
- Un jeu de rallonges,
- Les procédures de connexion et déconnexions aux différents coffrets au format A4 plastifiées.

Les performances du groupe sont conformes à la norme ISO 8528-G2 et à la Directive émissions sonores : 2000/14/CE.

Le groupe électrogène est fourni par un constructeur réputé (SDMO ou équivalent approuvé). IL est conçu de manière à stationner sur la dalle prévue à cet effet.

Un relais de contrôle de sens de rotation des phases permet d'interdire le fonctionnement du groupe électrogène si deux phases sont inversées. Ce relais est associé à une signalisation en face avant de l'armoire auquel le groupe est raccordé.

L'installation devra être équipée de relais de contrôle de tension et de phases. Il sera également possible de réalimenter le coffret VF-VS à partir du coffret VF-VG-Ausc.

3.8.2.3 Alimentation ondulée et courant continu

Trois niveaux de tensions distincts sont présents sur site :

- 400 Vac : alimentation de puissance ;
 - Ce niveau de tension permet également l'alimentation de petits consommateurs en 230 Vac.
- 230 Vond : alimentation ondulée ;
 - La polarité 230 Vond est réalisée par le biais d'un onduleur et secourue par batteries.
- 24 Vcc : polarité de commande.

Une Alimentation Sans Interruption (ASI) permet la formation d'une polarité ondulée 230 Vond.

L'ASI doit permettre de disposer d'une autonomie de 12h pour l'alimentation des capteurs de niveau de l'installation et du contrôle-commande. L'ASI devra disposer d'une carte permettant la télésurveillance compatible avec le logiciel Schneider Electric.

L'Alimentation Sans Interruption alimente notamment :

- Les caméras de surveillance ;
- Le serveur vidéo ;
- La centrale d'acquisition ;
- Les Prises de Courants Ondulés ;
- L'API barrage ;

- Les automates de téléalarme ;
- Switch et autres éléments actifs du réseau ;
- L'IHM ;
- Les alimentations stabilisées permettant la formation du 24 Vcc.

La liste précédente se veut la plus complète possible mais n'est pas exhaustive et sera ajustée par l'Entrepreneur en phase de développement des études d'Exécution.

Trois polarités sont formées à partir du 24 Vcc :

- Une polarité « commande » :
 - Utilisée notamment pour l'alimentation des commutateurs, des relais et du relais de sécurité de l'armoire ;
- Une polarité « entrées/sorties » :
 - Utilisée notamment pour les entrées et sorties Automates ; il s'agit de la polarité distribuée sur le site pour les différents capteurs et sondes ;
 - Des disjoncteurs supplémentaires seront mis en œuvre pour séparer les réseaux sensibles.
- Une polarité « voyants » :
 - Pour l'alimentation des voyants de l'armoire.

Cette disposition constructive permet d'avoir une plus grande fiabilité de prise d'informations.

3.8.2.4 Servomoteurs des vannes

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service (notamment réglage des capteurs surcouple et fin de course) et réalise les essais de fonctionnement de tous les servomoteurs du barrage de Panthier et des équipements et appareils associés. Il s'assure également que les servomoteurs pourront être commandés en local depuis l'armoire locale et les coffrets locaux et télégérés à distance depuis l'armoire principale dans le local de commande (pour les vannes de prise et la vanne de fond aval). Il a également à sa charge le réglage des capteurs 4...20 mA de retour de position ainsi que ceux du capteur externe.

La protection des vannes est réalisée par :

- Les capteurs de surcouple d'ouverture (respectivement fermeture) :
 - Signaux intégrés dans la boucle de commande par relayage afin d'empêcher la manœuvre d'ouverture (respectivement fermeture) ;
 - Informations remontées à l'API ;
 - Le défaut couple ne nécessite pas d'acquiescement : un défaut couple à l'ouverture (respectivement fermeture) interdit l'ouverture (respectivement fermeture) mais autorise la fermeture (respectivement ouverture).
- Les disjoncteurs moteurs (états remontés à l'API) ;
- Les contrôles de température moteur (thermostats intégrés).

Les défauts liés à ces protections sont affichés sur l'IHM.

3.8.2.5 Eclairages et prises de courant

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de l'ensemble des éclairages et prises de courant du barrage de Panthier (locaux et vannes).

3.8.2.5.1 Eclairage extérieur

L'éclairage des vannes sera assuré par des projecteurs à LED montés sur mâts. Le mât pourra éventuellement être commun aux caméras de vidéosurveillance.

L'interrupteur de commande sera situé sur chaque armoire ou coffret, suivant les mêmes dispositions de celles évoquées dans le paragraphe suivant.

3.8.2.5.2 Eclairage des locaux

L'éclairage intérieur des locaux (local technique de commande en crête et local vanne en pied aval) sera réalisé via des luminaires de technologie LED.

Les interrupteurs seront conformes aux prescriptions de la norme NF C61-110 et comporteront :

- une commande à touche basculante ;
- une enveloppe en matière isolante leur conférant le degré de protection minimal prescrit par la norme NF C15-100.

Les appareils de commande de l'éclairage seront fixés à proximité des accès, côté "ouvrant" des portes, à une hauteur entre 1,10 et 1,15 m du sol fini.

3.8.2.6 Prises de courant

Les prises de courant seront conformes aux prescriptions de la norme NF C61-300.

Toutes les prises de courant seront prévues avec un contact de terre et sont munies d'obturateurs à éclipse. Les prises de courant seront fixées à une hauteur 0,3 m sauf contre-indication sur les plans. Les prises de courant seront toujours positionnées avec le plot de terre en haut.

L'appareillage sera du type encastré à fixation par vis.

Il est prévu l'installation d'au minima 3 prises de courant dans chaque pièce du local technique de commande, et 3 prises de courant dans le local vanne. Il est également prévu l'installation de 3 prises de courant extérieures au droit de l'abri du local technique de commande.

3.8.3 Description des armoires et coffrets électrique et de contrôle-commande

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de l'intégralité des armoires et coffrets contenant les équipements électriques et de contrôle-commande.

3.8.3.1 Armoire principale

L'armoire située dans le local technique de commande permettra de centraliser les départs de puissance, les automates, équipements de contrôle-commande et d'acquisition de l'installation. Elle contiendra ainsi :

- Les composants électriques de puissance pour le sectionnement et l'isolement de l'armoire et le contrôle de la tension d'alimentation ;

- Les équipements de protection contre la foudre ;
- L'inverseur de source manuel ;
- Un relais de contrôle de phases ;
- Les départs vers les différents consommateurs ;
- Les alimentations stabilisées ou transformateurs de tension permettant de générer les différentes tensions de commande nécessaires ;
- Les automates et leurs équipements dédiés :
 - L'API ;
 - La centrale d'acquisition ;
 - L'automate de téléalarme ;
- L'enregistreur vidéo pour les caméras ;
- Le contacteur de coupure d'alimentation pour la maintenance ;
- Le pare-feu et le routeur (selon spécifications à fournir par VNF) ;
- Une résistance chauffante anti-condensation ;
- Deux ventilations ;
- Un éclairage déclenché automatiquement à l'ouverture de la porte ;
- Un porte document ;
- Des borniers de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Des borniers de raccordement ;
- Une barrette de terre.

Sa façade comprendra :

- 1 écran tactile permettant
 - la consultation des informations d'auscultation et d'exploitation ;
 - le paramétrage de l'installation ;
- Des afficheurs digitaux affichant différents niveaux mesurés par les sondes et/ou les appareils (nombre à définir durant les études d'exécution ;
- 1 commutateur à clé « présence personnel » ;
- 1 bouton coup de poing « arrêt d'urgence » ;
- 1 commutateur pour la modification de la source d'alimentation (réseau ou GE) ;
- 1 bouton test lampes ;
- 1 bouton acquittement ;
- 1 voyant présence 400 Vca ;
- 1 voyant présence 24 Vcc ;
- 1 voyant défaut clignotant.

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours

d'études d'exécution.

L'armoire local technique barrage sera verrouillée par une serrure 3 points non-ouvrable par clé universelle.

3.8.3.2 Armoire de la tour de prise

L'armoire sera installée à proximité des vannes, de sorte que l'opérateur puisse avoir un retour visuel et sonore des vannes lorsqu'il effectue des manœuvres en actionnant les boutons en façade du coffret.

L'armoire de commande sera rustique (commande par bouton poussoirs, automatisme à relais). Les défauts et états des moteurs seront affichés sur vérine.

L'armoire comprendra notamment :

- Les relais nécessaires à la commande des moteurs ;
- Les départs moteur (disjoncteurs, contacteurs, ...) ;
- Les équipements dédiés à l'alimentation (notamment pour créer la polarité 24 Vcc) ;
- Le contacteur de coupure d'alimentation pour la maintenance ;
- Une ou deux ventilations ;
- Des borniers de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Les Entrées / Sorties déportées de l'API ;
- Des borniers de raccordement ;
- Un parafoudre sur l'alimentation de l'armoire ;
- Une résistance chauffante anti-condensation ;
- Un éclairage déclenché automatiquement à l'ouverture de la porte ;
- Un porte document.

En façade :

- 1 commutateur à clé « présence personnel » ;
- 1 commutateur à clé « maintenance » ;
- 1 bouton test lampes ;
- 1 bouton acquittement ;
- 1 voyant présence 400 Vca ;
- 1 voyant présence 24 Vcc ;
- 1 bouton coup de poing « arrêt d'urgence » ;
- 5 afficheurs numériques, dont
 - 4 à une entrée :
 - 1 pour chaque vanne (3 en tout) ;
 - 1 pour la sonde radar aval de la tour de prise d'eau.
 - 1 à deux entrées :

- Affichage des mesures de la cote de retenue des deux sondes radar.
- 3 sélecteurs à 3 positions « Ouverture – 0 – Fermeture » avec retour au centre ;
- 1 sélecteur à 3 positions « Manuel – 0 – Distant » pour le choix du mode de fonctionnement ;
- 1 pavé de 9 voyants pour les défauts moteurs (thermique, couple à l'ouverture, couple à la fermeture) ;
- 3 voyants vanne ouverte (1 par vanne, correspondant au fin de course ouvert du moteur) ;
- 3 voyants vanne fermée (1 par vanne, correspondant au fin de course fermé du moteur) ;
- 1 avertisseur sonore et lumineux.

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours d'études d'exécution.

Le commutateur à clé « présence personnel » permettra d'activer ou désactiver la commande locale des servomoteurs.

Le commutateur à clé « maintenance » coupera l'alimentation des moteurs, désactivant de fait la commande locale ainsi que le fonctionnement distant.

L'armoire sera installée dans une enveloppe blindée en acier inoxydable. Elle sera équipée d'une serrure 3 points et d'un porte document. Un contacteur situé au niveau de la porte permet de détecter lorsque la porte est ouverte. Si après une certaine temporisation la clé présence personnelle n'est pas introduite, une alarme est envoyée au personnel d'astreinte via l'automate de téléalarme.

3.8.3.3 Coffret vanne de fond – vanne de garde – Auscultation

Le coffret sera installé à proximité de la vanne, de sorte que l'opérateur puisse avoir un retour visuel et sonore de la vanne lorsqu'il effectue des manœuvres en actionnant les boutons en façade du coffret.

Le coffret de commande sera rustique (commande par bouton poussoirs, automatisme à relais). Les défauts et états des moteurs seront affichés sur vérine.

Le coffret comprendra également une partie dédiée à la centralisation des mesures des piézomètres de la digue principale (équipés d'une cellule à corde vibrante). Le coffret sera compartimenté (2 portes) pour séparer la fonction commande locale des organes de manœuvre de la fonction auscultation.

L'armoire comprendra notamment :

- Un inverseur de source manuel ;
- Les relais nécessaires à la commande du moteur ;
- Le départ moteur (disjoncteur, contacteur, ...) ;
- Les équipements dédiés à l'alimentation (notamment pour créer la polarité 24 Vcc) ;
- Le contacteur de coupure d'alimentation du moteur ;
- Une ou deux ventilations ;

- Des borniers de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Les Entrées / Sorties déportées de l'API ;
- Le datalogger et ses équipements (cartes d'E/S supplémentaires, conversion RS-232 – FO, ...) ;
- Des borniers de raccordement ;
- Un parafoudre sur l'alimentation du coffret ;
- Une résistance chauffante anti-condensation ;
- Un éclairage déclenché automatiquement à l'ouverture de la porte ;
- Un porte document.

En façade :

- 1 commutateur à clé « présence personnel » ;
- 1 bouton test lampes ;
- 1 bouton acquittement ;
- 1 bouton d'allumage de l'éclairage ;
- 1 voyant présence 400 Vca ;
- 1 voyant présence 24 Vcc ;
- 1 bouton coup de poing « arrêt d'urgence » ;
- 3 afficheurs numériques, dont
 - 2 à une entrée :
 - 1 pour la vanne ;
 - 1 pour la sonde radar aval du pertuis des vannes de fond ;
 - 1 à deux entrées :
 - Affichage des mesures de la cote de retenue des deux sondes radar ;
- 1 sélecteurs à 3 positions « Ouverture – 0 – Fermeture » avec retour au centre ;
- 1 pavé de 3 voyants pour les défauts moteur (thermique, couple à l'ouverture, couple à la fermeture) ;
- 2 voyants vanne ouverte (correspondant au fin de course ouvert des moteurs vanne de garde et vanne de service) ;
- 2 voyants vanne fermée (correspondant au fin de course fermé des moteurs vanne de garde et vanne de service) ;
- 1 avertisseur sonore et lumineux.

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours d'études d'exécution.

Le commutateur à clé « présence personnel » permettra d'activer ou désactiver l'alimentation du moteur.

Le coffret sera installé dans une enveloppe blindée en acier inoxydable. Elle sera équipée

d'une serrure 3 points et d'un porte document. Un contacteur situé au niveau de la porte permet de détecter lorsque la porte est ouverte. Si après une certaine temporisation la clé présence personnelle n'est pas introduite, une alarme est envoyée au personnel d'astreinte via l'automate de téléalarme.

3.8.3.4 Coffret vanne de fond – vanne de service

Le coffret sera installé à proximité de la vanne, à l'intérieur du local, de sorte que l'opérateur puisse avoir un retour visuel et sonore de la vanne lorsqu'il effectue des manœuvres en actionnant les boutons en façade du coffret.

Le coffret de commande sera rustique (commande par bouton poussoirs, automatisme à relais). Les défauts et états des moteurs seront affichés sur vérine.

L'armoire comprendra notamment :

- Les relais nécessaires à la commande du moteur ;
- Le départ moteur (disjoncteur, contacteur, ...) ;
- Le contacteur de coupure d'alimentation du moteur ;
- Les équipements dédiés à l'alimentation (notamment pour créer la polarité 24 Vcc) ;
- Une ou deux ventilations ;
- Des borniers de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Les Entrées / Sorties déportées de l'API ;
- Des borniers de raccordement ;
- Un parafoudre sur l'alimentation du coffret ;
- Une résistance chauffante anti-condensation ;
- Un éclairage déclenché automatiquement à l'ouverture de la porte ;
- Un porte document.

En façade :

- 1 commutateur à clé « présence personnel » ;
- 1 bouton test lampes ;
- 1 bouton acquittement ;
- 1 bouton d'allumage de l'éclairage ;
- 1 voyant présence 400 Vca ;
- 1 voyant présence 24 Vcc ;
- 1 bouton coup de poing « arrêt d'urgence » ;
- 3 afficheurs numériques, dont
 - 2 à une entrée :
 - 1 pour la vanne ;
 - 1 pour la sonde radar aval du pertuis des vannes de fond.
 - 1 à deux entrées :

- Affichage des mesures de la cote de retenue des deux sondes radar.
- 1 sélecteurs à 3 positions « Ouverture – 0 – Fermeture » avec retour au centre ;
- 1 pavé de 3 voyants pour les défauts moteur (thermique, couple à l'ouverture, couple à la fermeture) ;
- 2 voyants vanne ouverte (correspondant au fin de course ouvert des moteurs vanne de garde et vanne de service) ;
- 2 voyants vanne fermée (correspondant au fin de course fermé des moteurs vanne de garde et vanne de service) ;
- 1 avertisseur sonore et lumineux.

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours d'études d'exécution.

Le commutateur à clé « présence personnel » permettra d'activer ou désactiver l'alimentation du moteur.

Le coffret sera verrouillé par une serrure 3 points non-ouvrable par clé universelle.

3.8.3.5 Coffrets pour l'auscultation

3.8.3.5.1 Mesure Rigole d'Escommes

Le coffret pour la mesure dans la rigole d'Escommes est remplacé. L'alimentation Enedis est conservée.

Le nouveau coffret comprendra :

- Les équipements dédiés à l'alimentation (disjoncteur, équipements pour créer la polarité 24 Vcc, ...) ;
- Le datalogger et ses équipements (notamment convertisseur RS-232 – FO) ;
- Le bornier de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Un bornier de raccordement ;
- Un parafoudre sur l'alimentation du coffret ;
- Une résistance chauffante anti-condensation.

En façade :

- 1 voyant présence tension ;
- 1 afficheur digital pour la mesure de la sonde radar.

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours d'études d'exécution.

Le coffret sera installé dans une enveloppe blindée en acier inoxydable. Elle sera équipée d'une serrure 3 points et d'un porte document. Un contacteur situé au niveau de la porte permet de détecter lorsque la porte est ouverte. Si après une certaine temporisation la clé présence personnelle n'est pas introduite, une alarme est envoyée au personnel d'astreinte via l'automate de téléalarme.

3.8.3.5.2 Mesure rigole de Montoillot

Le coffret pour la mesure dans la rigole de Montoillot est remplacé. L'alimentation Enedis est

conservée.

Le nouveau coffret comprendra :

- Les équipements dédiés à l'alimentation (disjoncteur, équipements pour créer la polarité 24 Vcc, ...)
- Le datalogger et ses équipements (notamment carte de communication 4G) ;
- Le bornier de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Un bornier de raccordement ;
- Un parafoudre sur l'alimentation du coffret ;
- Une résistance chauffante anti-condensation.

En façade :

- 1 voyant présence tension ;
- 1 afficheur digital pour la mesure de la sonde radar.

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours d'études d'exécution.

Le coffret sera installé dans une enveloppe blindée en acier inoxydable. Elle sera équipée d'une serrure 3 points et d'un porte document. Un contacteur situé au niveau de la porte permet de détecter lorsque la porte est ouverte. Si après une certaine temporisation la clé présence personnelle n'est pas introduite, une alarme est envoyée au personnel d'astreinte via l'automate de téléalarme.

3.8.3.5.3 Mesure ruisseau de Panthier

Un nouveau coffret est implanté pour la mesure de débit du ruisseau de Panthier. L'alimentation Enedis est conservée.

Le nouveau coffret comprendra :

- Les équipements dédiés à l'alimentation (notamment alimentation autonome) ;
- Le datalogger et ses équipements (notamment carte de communication 4G)
- Le bornier de regroupement des différents capteurs et pour la communication ;
- Un parafoudre sur l'alimentation du coffret ;
- Une résistance chauffante anti-condensation.

En façade :

- 1 voyant présence tension ;
- 1 afficheur digital pour la mesure de la sonde radar.

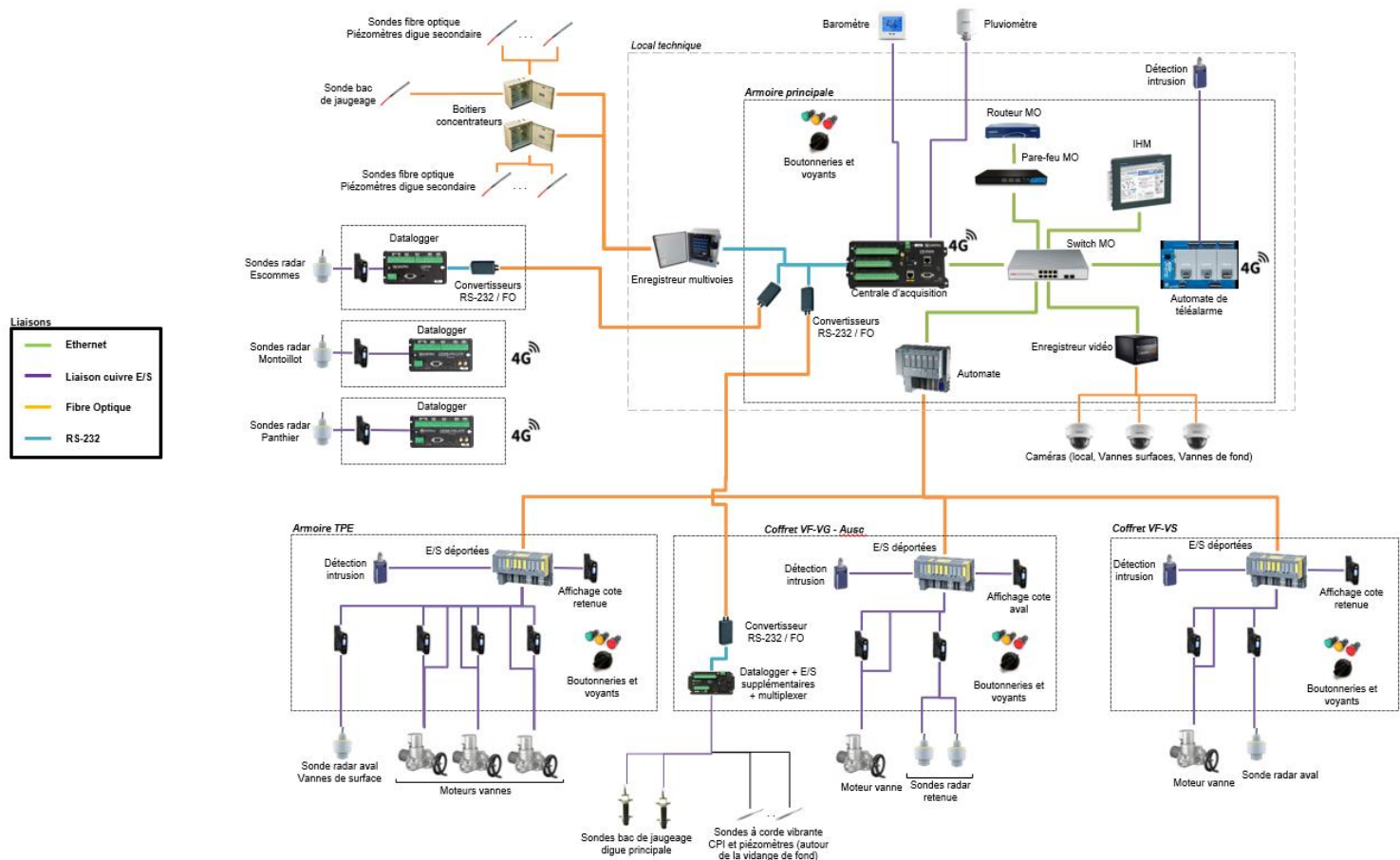
Cette liste se veut la plus exhaustive possible mais devra être complétée en cours d'études d'exécution.

Le coffret sera installé dans une enveloppe blindée en acier inoxydable. Elle sera équipée d'une serrure 3 points et d'un porte document. Un contacteur situé au niveau de la porte permet de détecter lorsque la porte est ouverte. Si après une certaine temporisation la clé présence personnelle n'est pas introduite, une alarme est envoyée au personnel d'astreinte via l'automate de téléalarme.

3.9 Spécifications de l'installation de contrôle-commande et d'automatisme {lot 2}

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de l'intégralité des équipements, du contrôle-commande et des automatismes décrits dans le présent chapitre destinés au fonctionnement du barrage et du clapet.

Le schéma simplifié de l'architecture prévisionnelle du contrôle-commande est présenté dans la figure suivante :



Architecture du contrôle-commande

NOTA : cette architecture vise uniquement à illustrer les travaux à réaliser. Il appartient à l'Entrepreneur de construire l'architecture finale durant les études d'Exécution, en fonction des équipements effectivement installés.

3.9.1 Télégestion et téléconsultation

Aucune commande distante (hors site) des équipements n'est possible.

En revanche, l'intégralité des données mesurées seront remontées à la supervision DTGB et à la supervision nationale via une connexion internet. La connexion sera protégée via l'utilisation d'un pare-feu / VPN qui sera définie par VNF.

A noter :

- Les informations des capteurs d'auscultation seront centralisées sur la centrale d'acquisition ;
- Les informations des capteurs des moteurs, des positions de vannes ainsi que des sondes de mesure de la cote de la retenue des niveaux dans les différentes prises /

rigoles seront pour leur part envoyées sur l'API barrage ;

- Les informations des capteurs de détection intrusion seront enfin gérées par l'automate de téléalarme.

Cette connexion représentant un point d'accès au réseau du maître d'ouvrage, la cybersécurité sera un aspect crucial de l'architecture du réseau ; ainsi :

- Le service informatique du Maître d'Ouvrage assistera l'entreprise en fournissant les switchs préconfigurés (Vlan – adressage) ;
- L'Entrepreneur utilisera des protocoles propriétaires dans les éléments internes au système (pont radio entre dataloggers et station d'acquisition et entre caméras et enregistreur video) ;
- L'Entrepreneur mettra les protocoles de sécurité nécessaires au point de raccordement avec la DTCB (Vlan, filtrage réseau ...).

3.9.2 *Téléalarme et intrusion*

Un report d'alarme sera mis en place via l'automate de téléalarme : en cas de défaut ou alarme, des SMS seront envoyés de façon hiérarchisée. Ils comporteront l'heure d'apparition et la nature du défaut.

Durant les études d'exécution, l'Entrepreneur se rapproche du Maître d'Ouvrage pour disposer de la liste des noms, numéros et adresse mails de contact. L'Entrepreneur propose une 1^{ère} liste d'alarmes à envoyer, qui sera complétée par le Maître d'Ouvrage avant qu'elle ne soit finalement implantée par l'Entrepreneur.

Une détection intrusion sera installée dans le local et sur les différents armoires et coffrets de commande. Elle permettra, après une temporisation :

- Le déclenchement d'une alarme sonore en cas d'intrusion ;
- L'envoi d'une alarme à l'astreinte ;
- La coupure de la commande des moteurs des vannes de fond (pour le local technique et les coffrets VF-VG-Ausc et VF-VS).

La temporisation sera paramétrable pour chacune des détections intrusion installées.

La gestion des alarmes et l'envoi des SMS sera géré par l'automate de téléalarme.

En cas de déclenchement, l'acquiescement sera réalisé en introduisant la clé présence personnel en façade de l'armoire ou coffret concerné, puis en appuyant sur le bouton acquiescement.

3.9.3 *Traitement et acquiescement des défauts*

Les défauts sont signalés par :

- Un voyant lumineux rouge en façade de l'armoire ;
- Un voyant clignotant rouge sur l'IHM.

L'acquiescement des défauts n'est possible qu'après disparition du défaut. Il est réalisé par un appui sur le bouton poussoir lumineux d'acquiescement défaut.

Les défauts signalés par le contrôle commande de l'aménagement comprennent au minimum :

- Les défauts de communication entre les différents équipements du Réseau Local

Industriel ;

- Les défauts API et Automate de téléalarme ;
- Les défauts relatifs à l'ASI ;
- Les défauts d'alimentation (parafoudre, absence tension...) ;
- Les défauts intrusion ;
- Les arrêts d'urgence ;
- Les défauts relatifs aux niveaux d'eau et aux mesures de niveaux ;
- Les défauts vannes.

La liste précédente se veut la plus complète possible mais n'est pas exhaustive et sera ajustée en phase de développement des études d'Exécution par l'Entrepreneur, qui fera valider cette liste de défauts par l'exploitant.

3.9.4 Modes de fonctionnement

De façon générale, les modes de fonctionnement de l'installation actuelle sont reproduits pour la nouvelle installation. L'Entrepreneur aura donc à charge de reproduire le fonctionnement avec les nouveaux équipements de l'installation.

Le fait de reproduire le fonctionnement ne décharge pas l'Entrepreneur de ses responsabilités vis-à-vis du bon fonctionnement des automatismes et de la sécurité associée : par exemple, si durant ses études l'Entrepreneur repère un fonctionnement non-sûr (pour les biens ou les personnes), elle propose une solution palliative, soumise à approbation de la Maitrise d'œuvre et de la Maitrise d'Ouvrage.

Les vannes pourront fonctionner selon plusieurs modes :

- Les vannes de prise pourront fonctionner en mode Distant ou Local ;
- La vanne de fond de service (à l'aval) pourra fonctionner en mode Distant ou Local ;
- La vanne de fond de garde (à l'amont) pourra fonctionner en mode Local uniquement.

En cas d'indisponibilité de l'alimentation électrique, les vannes seront être équipées d'un volant pour commande manuelle.

Pour les vannes de prise et la vanne de service de fond, le mode distant correspond à une commande par l'opérateur depuis l'IHM de l'armoire principale située dans le local technique.

Le mode automatique correspond pour sa part à un fonctionnement piloté par l'API.

Le choix du mode de fonctionnement des vannes de prise sera réalisé :

- Pour le choix entre Local et Distant ou Automatique : via un bouton de sélection 3 positions « Local – 0 – Distant » situé en façade du coffret TPE ;
- Pour le choix entre Local et Distant : via un bouton de sélection 2 positions « Local – Distant » situé en façade du coffret VF-VS ;
- Pour le choix entre Distant ou Automatique : via les pages de l'IHM de l'armoire principale.

Les paramètres des modes de fonctionnement seront accessibles via l'IHM.

Les modes automatiques de la vanne de prise seront précisés par le Maître d'ouvrage.

3.9.5 Echanges entre les automates

Des tables d'échanges seront définies entre les 3 automates (API, centrale d'acquisition et automate de téléalarme).

Les échanges entre l'API et l'automate de téléalarme concerneront notamment :

- Les mesures des sondes radar de la retenue (API => automate de téléalarme) ;
- Les informations issues des capteurs natifs des moteurs (API => automate de téléalarme) ;
- Les informations issues des capteurs intrusions (automate de téléalarme <=> API) ;
- Les défauts / alarmes / événements pouvant faire l'objet d'une alerte à l'exploitant (API => automate de téléalarme).

Les échanges entre la centrale d'acquisition et l'API concerneront :

- Les mesures des différents capteurs (centrale d'acquisition => API) ;

Ces listes se veulent les plus complètes possibles, mais ne sont pas exhaustives et seront complétées durant les études d'exécution par l'Entrepreneur.

3.9.6 IHM

En plus des différents voyants et affichages situés sur les armoires et coffrets, l'IHM sera constituée d'un écran tactile situé en façade avant de l'armoire principale (dans le local technique barrage). L'IHM tactile permettra la consultation de différentes pages, notamment (liste non exhaustive, à définir avec le Maître d'Ouvrage et l'Exploitant lors de la période de préparation) :

- Une vue « Barrage » qui comprendra
 - La valeur de la cote du plan d'eau en m NGF ;
 - La hauteur d'eau de la retenue en m ;
 - Les états des vannes (mm d'ouverture) ;
 - Une estimation du débit transitant dans la tour de prise d'eau (via la mesure de la cote aval) ;
 - Une estimation du débit transitant par les vannes de fond (via la mesure de la cote aval) ;
 - La mesure du pluviomètre en mm/j.
- Une vue « Prise d'eau » qui comprendra
 - La valeur de la cote du plan d'eau en m NGF ;
 - L'état des fins de course des 3 vannes ;
 - La mesure de la position des 3 vannes en mm ;
 - L'estimation du débit transitant par chaque vanne (basée sur la loi de débitance de la vanne considérée en fonction de la cote de retenue et de son degré d'ouverture) ;

- Le choix du mode de fonctionnement (Distant / Automatique) ;
 - Le réglage d'ouverture de chaque vanne (pour le fonctionnement en mode Distant dans le cadre du prix supplémentaire éventuel).
- Une vue « Vidange de fond » qui comprendra
 - L'état des fins de course des 2 vannes ;
 - La mesure de la position des 2 vannes en mm ;
 - L'estimation du débit transitant par chaque vanne en m^3/s ou en l/s (basée sur la loi de débitance de la vanne considérée en fonction de la cote de retenue et de son degré d'ouverture) ;
 - Le réglage d'ouverture de la vanne de service aval (pour le fonctionnement en mode Distant dans le cadre du prix supplémentaire éventuel).
- Une vue « Evacuateur de crue » qui comprendra
 - La hauteur d'eau de la retenue en m ;
 - La hauteur de la lame d'eau sur l'évacuateur de crue en mm ;
 - L'estimation du débit transitant par l'évacuateur de crue en m^3/s .
- Une vue « Auscultation » qui comprendra
 - Les valeurs mesurées pour les piézomètres (sondes fibres et cellules à corde vibrante) en Pa ou en m NGF (à définir lors des études d'exécution) ;
 - La mesure du pluviomètre en mm/j ;
 - Les mesures des sondes radar en m des différents sites (retenue, rigoles aval et amont).
- Une vue « Événements » qui comprendra
 - Les « événements » correspondant aux différents changements d'états (par exemple : marche moteur x, acquittement, ...) ;
 - Les alarmes ;
 - Les défauts.
- Une vue « Supervision » qui comprendra tous les états des entrées et sorties des automates ;
- Une vue « Maintenance » qui comprendra
 - Les temps d'utilisation des moteurs et vannes ;
 - Les temps d'utilisation des dataloggers et/ou leur niveau de charge (batterie).
- Une vue « Paramètres » qui comprendra
 - Le paramétrage pour la position vanne de prise (X) ;
 - Le paramétrage des différents seuils d'alarme (X) ;
 - Le paramétrage du temps de dépassement des différents seuils d'alarme (X) ;
 - Le paramétrage du fonctionnement automatique de la vanne de prise (X) ;
 - Le paramétrage de différentes fonctions et valeurs associées aux automates (X).

- Le choix de l'option de présentation des débits entre des m^3/s ou l/s et m^3/j (lors de la période de préparation, le choix également du niveau de précision de l'affichage sera défini : chiffre à 1 ou plusieurs décimales notamment).
- Des paramètres de lissage numérique de certaines données passe bas (moyenne mobile) permettront d'avoir une vision stabilisée (notamment de l'évolution des débits).

Ces listes se veulent les plus exhaustives possibles mais devront être complétées en cours d'études d'exécution.

Les valeurs pouvant être modifiées par l'utilisateur sont marquées d'un (X).

Plus généralement, la vue « Paramètres » devra permettre le réglage d'un maximum de paramètres pour limiter autant que possible l'utilisation d'un ordinateur : l'objectif est de disposer d'une installation « ultraparamétrable » par l'exploitant. Cette vue « Paramètres » devra en particulier permettre à l'utilisateur de modifier les valeurs des coefficients des formules utilisées pour l'interprétation des mesures et l'automatisme. Il permettra aussi le choix des mesures utilisées pour les mesures redondantes (capteur 1, capteur 2 ou moyenne des deux capteurs).

Les vues « Événements » et « Maintenance » seront présentées sous forme d'un tableau dans lequel l'utilisateur devra pouvoir facilement naviguer. Pour la vue « Événements », chaque ligne correspondra à un événement, une alarme ou un défaut horodaté et facilement identifiable. Des filtres devront être possibles pour isoler certaines informations (par exemple : n'afficher que les défauts ou filtrer pour un équipement en particulier). Différentes couleurs seront utilisées pour faciliter la lecture des tableaux et identifier facilement les informations.

Le paramétrage des seuils d'alarme permettra de définir des seuils sur les différentes mesures d'auscultation pour lesquelles des alarmes pourront être envoyées (par exemple : si la cote du plan d'eau dépasse xxx m NGF, ou si la pression dans le piézomètre y dépasse zz Pa, un SMS est envoyé au personnel d'astreinte).

Différents niveaux d'accès utilisateur seront possibles sur l'IHM via l'utilisation d'un commutateur à clé électronique.

3.9.7 Mesures et capteurs

Les paramètres de traitement des différentes mesures sont réglables via l'IHM. Il s'agit notamment :

- Du pas de temps de l'acquisition ;
- Des seuils de contrôle (dépassement de mesure et gradient) ;
- De la durée de la moyenne glissante pour les capteurs concernés.

L'API procède en permanence à des contrôles internes, et notamment :

- Discordance des fins de courses (« ouvert » et « fermé » en même temps) ;
- Détection défaut de la mesure de position ;
- Mesures de niveaux ou gradients des mesures de niveau hors seuils.

3.9.7.1 Capteurs natifs des moteurs

Les moteurs seront nativement équipés :

- D'un capteur de position linéaire 4-20 mA ;
- De deux capteurs fin de course ouvert et fermé ;
- De deux capteurs de surcouple (à l'ouverture et à la fermeture) ;
- D'un capteur de protection thermique.

Ces informations seront remontées sur l'API.

3.9.7.1 Capteurs indépendants de position de vanne

Chaque vanne sera équipée d'un capteur indépendant de position angulaire ou linéaire. Les supports seront à adapter aux organes de manœuvre, dispositions devant être validées préalablement par le fournisseur des organes.

3.9.7.2 Sonde de mesure de niveau

Les sondes seront de type VEGA C21 ou équivalent. L'installation sera équipée à minima d'un total de 7 sondes radar :

- Rigole de Montoillot : Une sonde est déjà installée et alimentée pour les débits entrants de Montoillot. L'alimentation est conservée, mais la sonde et son système de transmission des données (datalogger) via 4G sont remplacés.
- Ruisseau de Panthier : Une nouvelle sonde sera installée sur le ruisseau de Panthier. Cette sonde et son système de transmission des données via 4G seront alimentés par piles. L'autonomie devra être d'au minima 6 mois.
- Rigole d'Escommes : Une sonde est déjà installée et alimentée pour les débits de la rigole d'Escommes. L'alimentation est conservée, mais la sonde est remplacée. Les données de la sonde seront remontées sur un datalogger et un convertisseur permettra la transmission des données par fibre optique jusqu'à la centrale d'acquisition située au local technique.
- Aval vanne surface : Une sonde est déjà installée et alimentée pour les débits de restitution de la tour de prise d'eau. La sonde et son support sont remplacés : un bras plus long sera installé pour que les mesures de la sonde ne soient pas influencées par les effets de bord de la rigole de restitution. Les mesures de la sonde seront remontées sur les E/S déportées de l'armoire TPE.
- Sondes de mesure cote de retenue : La sonde de mesure existante située au niveau de la vanne de fond de garde est remplacée et doublée. Les mesures sont remontées sur les E/S déportées du coffret VF-VG-Ausc.

L'utilisateur pourra choisir via l'IHM d'utiliser les mesures de la sonde 1, 2 ou une moyenne des deux mesures pour les automatismes. Les mesures des deux sondes pourront être comparées par l'API et une alarme émise en cas de non-concordance entre les deux mesures (différence de plus de 10 cm entre les mesures par exemple, valeur paramétrable par l'utilisateur).

- Sonde aval vannes de fond : Une nouvelle sonde de mesure est installée à l'aval de la vanne de fond de service pour mesurer les débits restitués par les vannes de fond. Les mesures sont remontées sur les E/S déportées du coffret VF-VS. Elle est à installer à proximité de la section de contrôle (au droit du seuil aval de la pêcherie) en intégrant la mise en place d'un bras de fixation limitant les effets de bord sur le niveau d'eau mesuré.

Les dataloggers seront alimentés par piles. L'autonomie sera d'a minima 6 mois pour une mesure par jour.

Les sondes seront montées sur des bras de fixation permettant un éloignement suffisant des sondes vis-à-vis des zones de mesures, afin d'éviter toute interférence. Les bras de fixation seront de conception robuste, pivotables et cadénassable. Ils seront en acier inoxydable et revêtus de la même peinture que les autres pièces métalliques de l'installation.

3.9.7.3 Sondes pour piézomètres

L'aménagement dispose de 42 cellules à corde vibrante le long de la digue principale. Suite au diagnostic, les cellules fonctionnelles seront conservées et les informations des capteurs à corde vibrante seront concentrées dans le coffret VF-VG-Ausc puis remontées sur la centrale d'acquisition.

Des piézomètres existants (sur la digue principale et la digue secondaire) et des nouveaux piézomètres (sur la digue principale) seront également équipés de capteur à corde vibrante ou de sonde à fibre optique selon la configuration. Les mesures des cellules seront concentrée sur le même coffret VF-VG-Ausc.

Un convertisseur permettra ensuite la remontée sur la centrale d'acquisition via une liaison en fibre optique.

Les piézomètres de la digue secondaire seront enfin équipés de sonde à fibre optique. Les mesures seront concentrées dans des boîtiers concentrateurs et transmises, via liaison fibre optique, jusqu'à l'enregistreur multivoie situé au local technique.

3.9.7.4 Pluviomètre et baromètre

Un pluviomètre est actuellement installé sur la passerelle d'accès à l'organe de manœuvre de la vanne de garde de la vidange de fond. Celui-ci sera remplacé et un nouveau pluviomètre sera installé sur le nouveau local technique. Le dispositif sera complété par l'installation d'un baromètre. Ils seront raccordés à la centrale d'acquisition.

3.9.7.5 Détections intrusion

Plusieurs dispositifs de détection seront intégrés à l'installation ; à minima :

- Un dispositif dans le local technique ;
- Un dispositif sur l'armoire TPE ;
- Un dispositif sur le coffret VF-VG ;
- Un dispositif sur le coffret VF-VS.

Cependant des dispositifs similaires pourront être mis en œuvre dans les autres coffrets dits coffret d'auscultation après avis du Maître d'œuvre et de l'exploitation sans rémunération complémentaire.

Les capteurs seront des capteurs de type interrupteur de position, montés respectivement sur la porte des locaux (local technique et local vanne) et la porte de la surenveloppe des différents coffrets / armoire.

Une alarme sera émise :

- Après une temporisation si la porte d'un des locaux est ouverte et que la clé présence personnel n'est pas introduite ;

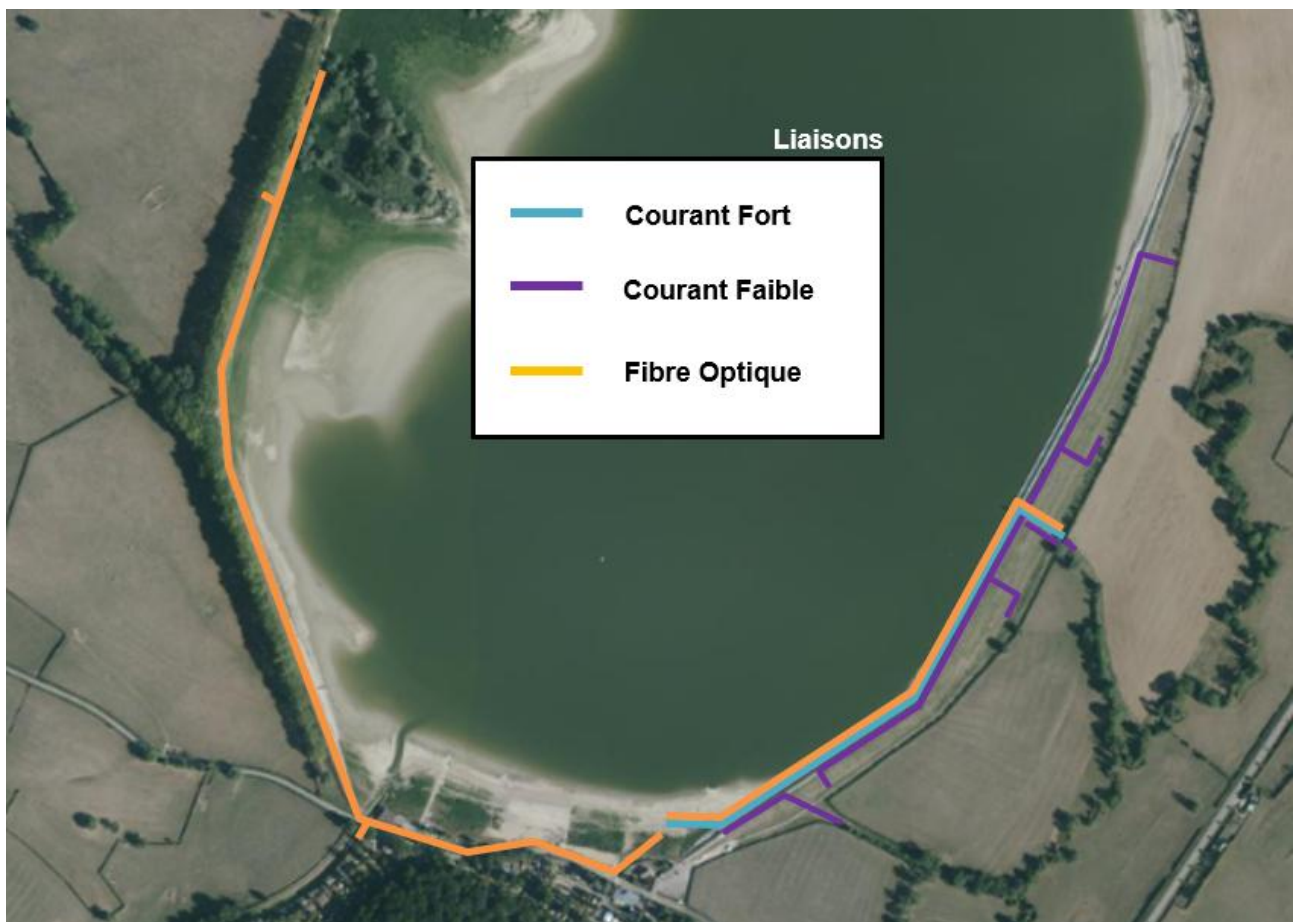
- Si la porte de la surenveloppe du coffret / de l'armoire considérée est ouverte et que la clé présence personnel n'est pas introduite.

La détection intrusion provoquera également la diffusion d'une alarme sonore ; elle sera remontée à l'automate de télégestion.

3.10 Cheminements {lot 2}

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de l'intégralité des cheminements CFO / CFA de la nouvelle installation.

Le schéma de principe est le suivant, mais il sera impérativement à détailler et complété par l'Entrepreneur lors de ses études d'exécution.



Cheminements de principe CFO / CFA

3.10.1 Généralités

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe l'ensemble des cheminements de l'installation (y compris saignées, tranchée, fourniture et pose des fourreaux et remplissage au mortier, au sable ou au béton et pose des chambres de tirage).

Avant leur mise en service, tous les câbles doivent être contrôlés, en particulier en ce qui concerne la mesure des isollements et les repérages.

Autant que possible, une distance de 30 cm sera respectée entre les câbles de puissance et les câbles de commande, mesure et communication (cette distance ne sera pas nécessaire pour les

câbles à fibre optique, non-soumis aux perturbations électromagnétiques).

Les différentes canalisations seront réalisées conformément à la norme NF C 15-100, notamment de la partie 5-52.

Les tranchées seront réalisées dans le respect des normes en vigueur, en particulier des normes NF P98-332 et NF P98-331, vis-à-vis des distances de séparation des réseaux et de profondeur minimale pour le passage d'engin, mais également en fonction du diamètre et du nombre des gaines TPC :

- entre réseaux puissance et contrôle/commande cuivre = 300 mm ;
- de recouvrement : >80 cm dans le cas de remblai simple.

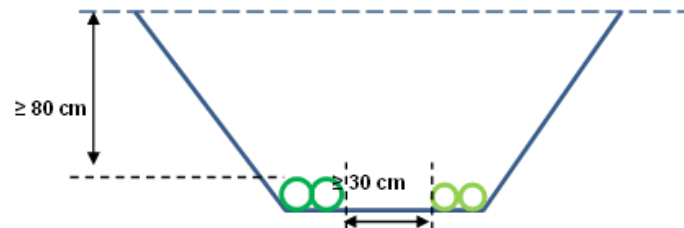


Schéma de principe des tranchées en remblai

Les gaines sont posées en tranchées dans du terrain meuble et elles sont enrobées dans du sable et sont signalées par un grillage avertisseur. Les gaines TPC sont de diamètre 100 mm minimum et une réserve d'au minima 30% sera conservée.

Les chambres de tirages seront judicieusement implantées sur le linéaire afin de faciliter les opérations d'entretien et de maintenance, et notamment :

- Au niveau des équipements :
 - Local technique ;
 - Zone vannage ;
 - A proximité des piézomètres et CPI, caméras.
- Aux changements de direction important, et notamment à proximité de l'évacuateur de crues.

3.10.2 Distribution électrique

L'armoire principale du local technique barrage sera alimentée via le départ issu du compteur Enedis. Le câble circulera en goulotte fixée aux parois dans le local technique.

Les coffrets et l'armoire TPE seront alimentés via un départ issu de l'armoire principale du local technique barrage. Le câble d'alimentation circulera en goulotte à l'intérieur du local, puis traversa le mur et circulera en fourreau TPC enterré jusqu'aux coffrets.

Les câbles courant faible entre l'armoire principale du local technique barrage et les différentes armoires et coffrets circuleront dans un fourreau distinct, éloignés à minima de 30 cm du fourreau contenant les câbles de puissance.

Les fourreaux TPC seront de diamètre 110 mm minimum. A minima une chambre de tirage sera présente au pied du mur du local, ainsi qu'à proximité des différentes armoires et coffret.

3.10.3 Capteurs, sondes, cellules

Les différents câbles chemineront dans des gaines TPC enterrées de diamètre 110 mm minimum. Les tracés et implantations seront à valider préalablement par le Maître d'œuvre lors des études d'exécution de l'Entrepreneur.

3.11 Autres équipements {lot 2}

3.11.1 Détection et protection incendie

Le système de détection dans les locaux est constitué d'un détecteur de flamme et d'un détecteur de fumées permettant l'émission de signalisations visuelles et sonores.

Le local sera également équipé :

- D'un extincteur portatif à eau pulvérisé ;
- D'un extincteur CO2.

3.11.2 Vidéosurveillance

L'Entrepreneur étudie, dimensionne, fournit, installe, met en service et réalise les essais de fonctionnement de l'installation de vidéosurveillance.

Une 1ère caméra sera implantée sur un mât à proximité des vannes de prise, afin de pouvoir observer l'entrée de la tour de prise.

Une 2nde caméra sera installée, également sur mât, à proximité du pertuis des vannes de fond. Elle devra permettre d'observer la passerelle d'accès à la vanne de garde.

La 3ème et dernière caméra sera enfin installée à l'intérieur du local technique et permettra le contrôle des personnes entrant dans le local.

Les caméras devront permettre une visibilité infrarouge et posséderont des indices de protection IP67 et IK08 minimums. Des masques seront prévus pour que les caméras ne puissent filmer que les ouvrages hydrauliques (tour de prise et passerelle d'accès à la vanne de garde) et éviter les zones pouvant recevoir du public.

Les images des caméras seront transmises à un enregistreur vidéo par des liaisons fibres optiques. Le dispositif d'enregistrement permettra l'enregistrement sur 5 jours des images des caméras.

Leur alimentation sera issue respectivement :

- De l'armoire TPE ;
- Du coffret VF-VG ;
- Du 230 Vond de l'armoire principale.

Les informations des caméras seront transmises via une liaison fibre, raccordée à l'enregistreur vidéo. Les images des différentes caméras seront transmises à la DCTB.

3.12 Essais des équipements électriques et mécaniques {lot 2}

3.12.1 Formalisme des essais

3.12.1.1 Généralités

Pour chacun des essais, l'Entrepreneur respecte au minimum les spécifications suivantes, portant sur la désignation, les conditions et le déroulement de l'essai.

3.12.1.2 Désignation de l'essai

La désignation de l'essai comporte :

- Le titre de l'essai ;
- Un texte descriptif de l'essai à réaliser.

3.12.1.3 Conditions de l'essai

Les conditions de l'essai servent à définir :

- La durée estimée de l'essai ;
- L'intervenant chargé d'essai ;
- Les conditions météorologiques dans lesquelles les essais ont lieu ;
- Les prérequis :
 - Essais préalables nécessaires ;
 - Matériels/moyens nécessaires ;
 - Préparation (demande d'autorisation spécifique, disposition particulières).
- Les risques et les mesures compensatoires de prévention associées.

3.12.1.4 Déroulement de l'essai

Le déroulement de l'essai décrit :

- L'enchaînement successif des actions à réaliser durant l'essai ;
- Les différents paramètres devant être validés pour l'essai :
 - Temps de manœuvre ;
 - Efforts (couples, ...) ;
 - Température ;
 - Niveaux ;
 - Niveau de vibrations ;
 - Niveau de fuites ;
 - Test des défauts ;
 - Test des sécurités ;
 - Test des dispositifs de secours ;
 - ...

Pour chaque paramètre doit être indiqué :

- Les résultats attendus ;
- Les résultats obtenus ;
- La conformité du résultat.

Pour chaque paramètre, la conduite à tenir en cas de non-conformité doit être précisée.

Les fiches d'essais doivent permettre l'inscription de commentaires. Des encarts pour la signature de chaque représentant doivent être présents.

3.12.2 Essais en usine des équipements électriques

Les essais en usine comprennent :

- La recette des armoires électriques :
 - Conformité d'exécution par rapport aux plans, nomenclatures, schémas ;
 - Nombre, nature et calibre des appareils ;
 - Contrôle du câblage (section des conducteurs, sertissage et serrage) ;
 - Contrôle du repérage ;
 - Vérification du degré de protection ;
 - Vérification de la documentation :
 - Plaque signalétique ;
 - Présence des plans d'armoire ;
 - ...
 - Fonctionnement électrique (chaines de relayage, mesure, surveillance, verrouillages mécaniques et électriques) ;
 - Contrôle d'isolement ;
 - Contrôle d'aspect ;
 - Vérification des masses (continuité, présence du PE, tresses sur les portes, raccordement des parafoudres...).
- Les essais plateforme du matériel :
 - Contrôle de communication entre les différents équipements :
 - Automate Programmable ;
 - Interface de télégestion ;
 - Switch ;
 - Serveur vidéo ;
 - ...
 - Contrôle du bon fonctionnement des entrées sorties TOR ou ANA ;
 - Contrôle du bon fonctionnement de l'archivage et des fonctions bilan ;
 - Contrôle d'alarmes ;
 - Contrôle des fonctions de sécurité.

3.12.3 Essais sur site des équipements électriques

3.12.3.1 Généralités

Bien que présentés séparément, les essais des prestations à caractère électrique sont à réaliser conjointement avec les essais des prestations à caractère mécanique et à caractère d'automatisme.

Les essais sur site seront réalisés à partir d'un cahier d'essais remis par l'Entrepreneur, qui décrira l'organisation générale des essais et la liste des essais à réaliser, avec les résultats attendus. Ce cahier d'essais sur site permettra de valider l'ensemble du fonctionnement dans l'environnement réel.

Pendant toutes les phases d'essais, un jeu de schémas unique sera utilisé, et les parties contrôlées et correctes seront surlignées par l'Entrepreneur au fur et à mesure sur ces schémas en utilisant une couleur différente selon l'intervenant. De cette façon, on aura toujours une vision temps réel et globale des parties testées.

Au cours de la réalisation des essais, l'Entrepreneur reportera en temps réel toutes les modifications réalisées sur les différents documents, et remplira les documents de validation des essais rédigés par ses soins (fiches d'essais).

3.12.3.2 Essais préalables à la mise sous tension

L'Entrepreneur devra réaliser :

- Le contrôle « fil à fil » des raccordements effectués sur site, permettant de vérifier la conformité du câblage par rapport aux schémas ainsi que la bonne continuité électrique. Au fur et à mesure du contrôle fil à fil, les parties contrôlées et correctes seront surlignées sur les schémas ;
- Le contrôle « fil à fil » des modifications de filerie des châssis existants (le cas échéant) ;
- Le contrôle d'isolement.

Les contrôles « fil à fil » ont pour objet de s'assurer, d'un bout à l'autre de chaque liaison électrique :

- De l'exactitude et de la bonne continuité électrique ;
- Du bon isolement par rapport à la masse et par rapport aux autres liaisons ;
- De l'exactitude du repérage (repère des borniers, des bornes, des fils, des matériels etc.) disposé le long de la liaison électrique.

Dans le cas des fibres optiques, les contrôles d'isolement et de continuité sont remplacés par des essais de réflectométrie.

3.12.3.3 Essais à sec

Les essais à sec des équipements comportent :

- Les essais fonctionnels de chaîne. Ils ont essentiellement pour objectif :
 - De s'assurer du bon fonctionnement de chaque chaîne sous tension dans des conditions les plus proches possibles de la réalité ;
 - De vérifier le bon fonctionnement des interfaces de raccordement des différents équipements ;

- De vérifier le bon fonctionnement des sécurités et protection ;
- De permettre aux représentants des différents fournisseurs de s'assurer du bon fonctionnement des liaisons et des équipements extérieurs à leur fourniture.
- Les essais d'alarme ;
- Les essais d'ensemble validant :
 - Les modes de manœuvre depuis les différents donneurs d'ordre ;
 - Les fonctionnalités de téléconsultation et d'archivage.

3.12.3.4 Essais en eau

Les essais en eau comportent :

- Essais en réel et en pas à pas et validation des fonctionnalités et protections :
 - Essais de manœuvre depuis les différents modes de commande ;
 - Contrôle du paramétrage des capteurs ;
 - Validation du fonctionnement des sécurités et protection en condition réelles ;
- Essais d'ensemble et mise en service de l'installation pour exploitation.

3.12.4 Essais des équipements mécaniques

3.12.4.1 Généralités

Les essais ou épreuves sont à la charge de l'Entrepreneur et comprennent notamment (et de manière non exhaustive) :

- La mise en situation de l'ouvrage ;
- Les mesures ;
- La réalisation des manœuvres des équipements ;
- Le contrôle des équipements pendant, avant, et après l'application des charges ;
- Le contrôle de la position des appuis par rapport aux pièces fixes ;
- Le contrôle de la position des étanchéités par rapport aux pièces fixes ;
- Le contrôle des jeux fonctionnels entre le génie civil et les éléments de vantellerie ;
- L'examen du revêtement anticorrosion.

Les performances devront rester valables pendant la durée de garantie des installations.

La logistique de ces épreuves (personnel et matériel) est à la charge de l'Entrepreneur.

Un programme d'essais progressif des différents équipements et le planning associé sera proposé et soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre. L'ensemble des équipements sera soumis à essais.

Ces essais seront réalisés par l'Entrepreneur sous la direction du Maître d'Œuvre qui y assiste.

Au cours de la réalisation des essais, l'Entrepreneur reporte en temps réel toutes les modifications réalisées sur les différents documents, et remplit les documents de validation des essais rédigés par ses soins (fiches d'essais) et les soumet à l'approbation du Maître d'Œuvre.

Les ouvrages seront soumis à des essais pratiques destinés à vérifier la stabilité, la résistance, la précision des manœuvres et de manière générale, toutes les conditions imposées par le présent CCTP.

Tous les cycles de manœuvres et fonctionnement seront exécutés. La durée des mouvements sera chronométrée.

A l'achèvement de chaque groupe d'essais réalisés par l'Entrepreneur, les résultats obtenus seront enregistrés. Ces enregistrements constitueront le dossier d'essais qui sera soumis au Maître d'Œuvre avant la réception des ouvrages.

Si ceux-ci ne sont pas concluants, l'Entrepreneur devra, dans un délai de 5 jours, faire connaître les modifications qui lui paraîtront nécessaires pour remplir les conditions du marché. Après acceptation du Maître d'Œuvre qui sera notifiée dans un délai maximum de 15 jours, les travaux seront exécutés et les essais recommencés dans les mêmes conditions que les premières.

Si les nouveaux essais ne sont pas satisfaisants, le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de refuser tout ou partie de la fourniture.

L'Entrepreneur aura à supporter la totalité des frais résultant des essais.

A l'issue des épreuves et des essais, l'Entrepreneur établira un dossier « fonctionnement état 0 et réglages » comprenant notamment les courbes de fonctionnement des vannes en ouverture et fermeture telle que réglées en fin de travaux.

Ce dossier comprendra aussi un volet « réglage » qui détaillera la procédure à suivre pour faire évoluer si besoin le fonctionnement des vannes ou qui expliquera comment recalibrer le fonctionnement en cas de dérive constatée par les exploitants.

3.12.4.2 Essais à sec du matériel mécanique

Les essais à sec comprendront :

- PV de montage à blanc des vannes en atelier ;
- Essais de justification de la précontrainte des joints des vannes (en atelier) ;
- PV de test en pression (épreuve) et d'étanchéité des vannes en conduite (en atelier) ;
- PV de réglage des limiteurs d'efforts en usine (exemple surcouples de servomoteur) ;
- PV de bon montage sur site :
 - Le contrôle dimensionnel et de positionnement des principaux organes ;
 - La bonne exécution du montage.
- Essais fonctionnels avec mise sous tension du matériel :
 - La validation des fonctionnalités ;
 - Le fonctionnement des protections ;
 - La sécurité de l'installation.

3.12.4.3 Essais en eau du matériel mécanique

Les caractéristiques et performances garanties seront ensuite vérifiées pendant les essais en charge, où seront notamment contrôlés :

- Les étanchéités ;

- Les manœuvres et fonctionnement en charge, avec les relevés des temps de manœuvre, et des efforts de manœuvre ;
- La vérification de la bonne tenue des matériels en toutes circonstances et l'absence de vibrations, de trépidations et cavitation.

A l'issue des essais, un examen contradictoire permettra de s'assurer que toutes les mises au point de l'installation ont été effectuées.

La mise en service industrielle sera le cas échéant prononcée par le Maître d'Ouvrage et notifiée par un procès-verbal.

Les réserves éventuelles seront consignées dans une liste annexe à ce procès-verbal signé contradictoirement.

La réception sera prononcée à la levée de l'ensemble de ces réserves.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'aucune réception ne pourra être prononcée tant que les équipements n'auront pas été testés à pleine charge. Compte tenu des conditions hydrologiques incertaines de remplissage de la retenue, l'Entrepreneur proposera une méthodologie susceptible de tester l'ensemble des composants en suppléant la charge d'eau par d'autres dispositifs. La méthodologie sera obligatoirement transmise lors de la période de préparation et soumise à l'agrément du Maître d'œuvre.

Tout retard engendré par l'absence de ces essais sera sous l'entière responsabilité de l'Entrepreneur.

3.13 Garanties {lot 2}

3.13.1 Contrôles et garanties des revêtement protections anticorrosion

Il appartient au Titulaire de procéder à tous les essais nécessaires pour garantir la bonne application et la tenue dans le temps des systèmes conformément aux garanties et aux exigences spécifiées dans le référentiel ACQPA, et les normes en vigueur.

Il sera demandé au Titulaire le contrôle de la qualité des peintures conformément à l'article 6-4 du fascicule 56 du CCTG.

3.13.2 Contrôles et acceptabilité des soudures

Les contrôles non destructifs surfaciques des soudures seront réalisés à 100%. Ils seront réalisés soit par ressuage soit par magnétoscopie.

Les critères d'acceptation des soudures seront ceux décrits dans la norme NF EN ISO 5817.

Les contrôles des soudures sont réalisés par du personnel agréé pour chaque type de contrôle.

Les contrôles et résultats seront mentionnés dans les documents de suivi d'exécution du PAQ. Si des sondages mettent en évidence des défauts inacceptables, les contrôles seront étendus à l'ensemble des soudures du même type.

3.13.3 Réception des fabrications sur le chantier

A la réception sur le chantier et en attente du montage, les fabrications sont entreposées sur une aire de stockage spécialement aménagée à l'abri des souillures de toute sorte et de façon à ne pas endommager la protection anticorrosion.

La protection anticorrosion réalisée en usine ne devra pas être altérée sur plus de 2 % de la surface peinte. Les retouches sont effectuées sur le chantier en utilisant les mêmes produits et procédés.

Si les surfaces de retouches représentent plus de 2 % de la surface peinte, le Maître d'Œuvre est libre de demander le renvoi des pièces concernées en usine pour la réfection totale de la protection.

3.13.4 Coupure du débit

La coupure du débit maximal est garantie, et ce quelle que soit la position initiale pour chacune de vannes de la fourniture.

3.13.5 Fuites

Les débits de fuites tolérées à la réception définitive, mesurés sous RN, sont :

- Le taux de fuite moyen toléré est de 0,1 l/s/ml de joint sans utilisation d'artifice de colmatage,
- Aucun jet bâton n'est admis (on définit par jet bâton un jet de diamètre supérieur à 3 mm ou de portée supérieure à 1 m),
- Pour les conduits, dont les raccordement bride à bride : aucune fuite tolérée.
- Pour les joints d'étanchéité de carter des vannes : aucune fuite tolérée.
- Pour les autres étanchéités : aucune fuite tolérée.
- Aucun suintement interne aux structures n'est admis (y compris au niveau des assemblages).

3.13.6 Vibrations

Le Titulaire garantit que sa fourniture n'entraîne pas de vibration qui soit nuisible aux divers matériels de l'installation et aux maçonneries, et ce, quelles que soient les régimes de fonctionnement et les conditions de charge d'eau imposées par l'exploitation.

3.13.7 Précisions des mouvements

Tous les mouvements doivent s'effectuer sans à-coups. Les organes de manœuvre permettent d'exécuter les manœuvres avec la précision que requiert l'accostage des pièces fixes par les éléments mobiles du matériel.

3.13.8 Refus

Le Maître d'œuvre se réserve le droit de refuser un matériel ne répondant pas au présent marché.

3.14 Entretien – maintenance {lot 2}

Chaque manœuvre et/ou entretien à réaliser dans le cadre de l'entretien et/ou de la maintenance des différents équipements du site sera impérativement décrit avec un déroulé pas-à-pas par des gammes opératoires de maintenance (VNF fournira un modèle).

3.14.1.1 Plan de maintenance

Les équipements devront être conçus pour qu'il n'y ait pas d'intervention de maintenance courante d'une périodicité inférieure à 1 mois. Ce principe s'appliquera notamment aux dispositifs de graissage et de filtration.

L'Entrepreneur fournira un « Plan de maintenance », comprenant notamment :

- Les temps d'intervention ;
- Le coût des consommables et des pièces remplacées ;
- Les contrôles périodiques ;
- Les actions de maintenance courante ;
- Les actions de maintenance spécialisée ;
- Les masses des différentes parties à manutentionner.

La liste précédente se veut la plus complète possible mais n'est pas exhaustive et sera ajustée en par l'Entrepreneur, qui complètera le plan de maintenance avec tous les éléments qu'il jugera utiles.

3.14.1.2 Manuels de fonctionnement et de maintenance, formation du personnel exploitant

3.14.1.2.1 Manuels de fonctionnement et de maintenance

L'Entrepreneur doit l'établissement de manuels de fonctionnement et de maintenance de l'installation (mécanique, électrique, contrôle-commande, instrumentation, communication...). Ceux-ci détaillent notamment :

- Les différents modes de fonctionnement de l'installation ;
- La nature et la qualité des principales pièces et produits de rechange ;
- Les opérations de maintenance à réaliser, leurs fréquences, les procédures de réalisation de ces opérations ainsi que les consignes de sécurité à respecter lors de ces opérations ;
- La signification exacte des différents défauts, leur origine probable et le mode opératoire pour les résoudre ;
- La nomenclature du matériel.

La liste précédente se veut la plus complète possible mais n'est pas exhaustive et sera ajustée en par l'Entrepreneur, qui complètera le plan de maintenance avec tous les éléments qu'il jugera utiles.

Les programmes des modules programmables (automate, interfaces, communications...) sont fournis sur clef USB avec le manuel de fonctionnement et de maintenance.

3.14.1.2.2 Formation du personnel exploitant

Une formation de quatre demi-journées sera dispensée par l'Entrepreneur qui aura réalisé les travaux ; ces formations ne seront pas réalisées obligatoirement sur une période continue, l'Entrepreneur prévoira donc bien 4 formations totalement distinctes. La première session de deux demi-journées sera centrée sur l'exploitation et la deuxième session de deux demi-journées sur la maintenance.

Cette formation concernera les personnels d'exploitation et de maintenance.

La formation du personnel à dispenser par l'Entrepreneur s'appuiera sur les notices de fonctionnement (guides de conduites pour le personnel qui manœvrera l'ouvrage) et les documents d'entretien et portera sur tous les aspects du matériel : structure, mécanique, hydraulique, électricité, contrôle-commande et principes de sécurité.

Côté exploitation, la formation portera notamment sur :

- Le pilotage de l'ouvrage et les principes de fonctionnement des vannes ;
- La manœuvre en mode dégradé de l'ouvrage en cas de panne ou de maintenance programmée ;
- La présentation des contrôles périodiques pour s'assurer qu'il n'y a pas de dérive sur le comportement des équipements.

L'Entrepreneur complètera les thèmes de formation en accord avec le MOE/MOA.

Côté maintenance, la formation portera notamment sur :

- Le contrôle, entretien périodique et maintenance des organes mécaniques, électriques, structure ;
- La présentation des modalités pour les gros entretiens prévus ;
- La présentation des entretiens courants ;
- L'entretien et réglage des capteurs de l'ouvrage ;
- Le réglage et contrôle des joints ;
- La présentation des capacités et limites de l'ouvrage.

La formation maintenance comprendra également un essai de chargement des programmes automate et IHM.

L'Entrepreneur complètera les thèmes de formation en accord avec le MOE/MOA. Les formations ont lieu sur le site et/ou, pour partie, dans les locaux de l'Exploitant.

3.14.1.3 Outils de programmation

L'Entrepreneur doit la fourniture des outils (câbles, logiciels spécifiques...) nécessaires à la programmation des modules programmables (automate, interfaces, communications...) et utilisables avec un ordinateur portable courant. La démonstration de l'utilisation de ces outils est faite lors de la formation du personnel de l'exploitant affecté à la maintenance.

La fourniture de l'Entrepreneur inclut notamment :

- Les sauvegardes informatiques du paramétrage et des programmes ;
- Une interface de programmation des sondes de mesure du niveau ;
- Tout matériel et/ou logiciel nécessaire au paramétrage des équipements.

3.14.2 Pièces de rechange

3.14.2.1 Généralités

L'Entrepreneur fournit les pièces de rechanges conformément aux paragraphes suivants.

L'Entrepreneur déterminera les éventuels compléments nécessaires au regard de son analyse

des sous-ensembles critiques et complètera sa fourniture de pièces de rechange qu'elle juge utile pour assurer en toute sécurité l'exploitation des divers matériels (pièces d'usure et pièces de sécurité).

L'Entrepreneur fournira la liste de pièces de rechange en indiquant la nature, le nombre et le prix unitaire dans le bordereau des prix de sa soumission.

Les pièces de rechange seront soigneusement emballées et étiquetées.

Ces listes se veulent les plus complètes possibles mais ne sont pas exhaustives et seront ajustées en phase de développement des études de conception.

3.14.2.2 Pièces de rechanges hydromécaniques

A minima, les pièces de rechange suivantes sont fournies pour les vannes :

- 1 coussinet autolubrifiant de chaque type ;
- 1 jeu de pièces d'usure de chaque type (patins des vannes, patins des guidages brimbale,...)
- 20% de chaque type de boulonnerie et de visserie.

L'Entrepreneur déterminera les éventuels compléments nécessaires au regard de son analyse des sous-ensembles critiques et complètera sa fourniture de pièces de rechange qu'il juge utile pour assurer en toute sécurité l'exploitation des divers matériels (pièces d'usure et pièces de sécurité).

L'Entrepreneur fournira la liste de pièces de rechange en indiquant la nature, le nombre et le prix unitaire dans le bordereau des prix de sa soumission.

La liste précédente se veut la plus complète possible mais n'est pas exhaustive et sera ajustée par l'Entrepreneur en phase de développement des études d'Exécution.

3.14.2.3 Pièces de rechange électriques

A minima, les pièces de rechange suivantes sont fournies pour l'installation électrique et de contrôle-commande :

- 1 API complet ;
- 1 capteur de chaque type installé, y compris électronique de traitement le cas échéant ;
- 1 jeu de cartouche de parafoudre de chaque type (ou 1 parafoudre de chaque type pour les parafoudres n'étant pas à cartouche) ;
- 3 relais de chaque type ;
- 1 contacteur de chaque type ;
- 2 voyants de chaque type ;
- 1 bouton poussoir de chaque type ;
- 1 relais de sécurité ;
- 1 commutateur de chaque type ;
- 1 sectionneur de chaque type ;
- 1 alimentation stabilisée de chaque type.

La liste précédente se veut la plus complète possible mais n'est pas exhaustive et sera ajustée

par l'Entrepreneur en phase de développement des études d'Exécution. L'Entrepreneur détermine les éventuels compléments nécessaires au regard de son analyse des sous-ensembles critiques.