

Barrage de Beaulieu

MISSION DE MAITRISE D'OEUVRE

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

ARTICLE 5 – OLÉO-HYDRAULIQUE

FÉVRIER 2025 – VERSION 2.0

ARTELIA

AEI ARCHITECTURE PAYSAGE URBANISME

SPRETEC GROUPE ARTELIA

SUIVI DES MODIFICATIONS

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTRÔLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
0	Version initiale	JAD	PEA	GTP	15/02/2025

ARTELIA - DEPARTEMENT Eau & Génie Urbain
47, avenue de Lugo – 94600 – Choisy le Roi – TEL : 01 77 93 78 99

SOMMAIRE

Suivi des modifications a

1. Préambule 5

1.1. DÉFINITIONS 6

1.2. GÉNÉRALITÉS 6

1.3. OBJET DU MARCHÉ 7

2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE-COMMANDE PRÉVUS AU MARCHÉ 9

2.1. GÉNÉRALITÉS 9

2.1.1. TRANCHE FERME 9

2.1.2. TRANCHE OPTIONNELLE 9

2.2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES NEUFS PRÉVUS AU MARCHÉ 10

2.2.1. ARCHITECTURE HYDRAULIQUE 10

2.2.2. PRESSION DE FONCTIONNEMENT 10

2.2.3. TEMPS DE MANŒUVRE 10

2.2.4. DESCRIPTION DES VÉRINS OLÉO-HYDRAULIQUES DES CLAPETS 11

2.2.5. DESCRIPTION DE LA CENTRALE OLÉO-HYDRAULIQUE DÉFINITIVE 12

2.2.6. DESCRIPTION DE LA CENTRALE OLÉO-HYDRAULIQUE TEMPORAIRE 13

2.2.7. DESCRIPTION DES RACCORDEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES 13

2.2.8. PIÈCES DE RECHANGE ET OUTILLAGES SPÉCIAUX 13

3. DISPOSITIONS PARTICULIERES APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS OLEO-HYDRAULIQUES 15

3.1. HYPOTHÈSES D'ÉTUDE ET DE CALCUL 15

3.1.1. CADRE RÉGLEMENTAIRE 15

3.1.2. HYPOTHÈSES DE CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES 15

3.1.3. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES 16

3.2. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DE CONCEPTION 19

3.2.1. DISPOSITIONS LIÉES À LA SÉCURITÉ 19

3.2.2. DISPOSITIONS LIÉES AUX CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES 19

3.2.3. SURVEILLANCE ET FACILITÉS D'EXPLOITATION 19

3.3. DISPOSITIONS CONCERNANT LA PROTECTION ANTICORROSION 20

3.3.1. DISPOSITIONS APPLICABLES AU CORPS DE VÉRIN 20

3.3.2. DISPOSITIONS APPLICABLES AUX TIGES DE VÉRIN 20

4. QUALITE ET PROVENANCE DES MATERIAUX, COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS 21

4.1. VÉRINS HYDRAULIQUES 21

4.1.1. GÉNÉRALITÉS 21
4.1.2. CONTRÔLE MATIÈRE 21
4.1.3. CONCEPTION ET FABRICATION DES CORPS DE VÉRIN 21
4.1.4. CONCEPTION ET FABRICATION DES TIGES DE VÉRIN 21
4.1.5. FIXATION ET RACCORDEMENTS 22
4.1.6. GUIDAGE ET ÉTANCHÉITÉS 22
4.2. RÉSERVOIRS HYDRAULIQUES 22
4.3. RÉSEAU HYDRAULIQUE 23
4.3.1. GÉNÉRALITÉS 23
4.3.2. TUYAUTERIES HYDRAULIQUES RIGIDES 23
4.3.3. RACCORDEMENTS RIGIDES 24
4.3.4. RACCORDEMENT PAR FLEXIBLES HYDRAULIQUES 24
4.4. FLUIDE HYDRAULIQUE 24
4.5. COMPOSANTS HYDRAULIQUES DIVERS 25
4.5.1. GÉNÉRALITÉS 25
4.5.2. POMPES 25
4.5.3. DISTRIBUTEURS 25
4.5.4. LIMITEURS DE PRESSION 26
4.5.5. GICLEURS 26
4.5.6. FILTRES 26
4.5.7. ROBINETS D'ISOLEMENT 27
4.6. SYSTÈMES DE PEINTURE 27
4.6.1. GÉNÉRALITÉS 27
4.6.2. SYSTÈMES DE PEINTURE RETENUS EN PHASE PROJET 28

5. MODE D'EXECUTION, CONTROLE, EPREUVE ET ESSAIS 29

5.1. GÉNÉRALITÉS 29
5.2. PROGRAMME D'EXÉCUTION 29
5.2.1. PROGRAMME DES ÉTUDES D'EXÉCUTION 29
5.2.2. PROGRAMME DE SOUDAGE 29
5.2.3. PROGRAMME D'EXÉCUTION DE LA PROTECTION ANTICORROSION 30
5.2.4. PROGRAMME DE TRANSPORT 30
5.2.5. PROGRAMME DE MONTAGE 30
5.2.6. PROGRAMME DES ESSAIS 30
5.3. ETUDES D'EXÉCUTION 31
5.3.1. PRÉAMBULE 31
5.3.2. CONTENU DES ÉTUDES D'EXÉCUTION 31
5.3.3. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXÉCUTION 32
5.4. EXÉCUTION DES TUYAUTERIES ET ACCESSOIRES DE MONTAGE 35
5.4.1. PRÉAMBULE 35
5.4.2. PRÉPARATION DES ÉLÉMENTS DE TUYAUTERIE 35
5.4.3. ASSEMBLAGE PAR SOUDURE 35

5.5. EXÉCUTION DE LA PROTECTION ANTI-CORROSION 35
5.5.1. EPREUVE DE CONVENANCE 35
5.5.2. PRÉPARATION DES SURFACES 36
5.5.3. GALVANISATION 36
5.5.4. APPLICATION DES PEINTURES 36
5.5.5. CONTRÔLES 36
5.6. ELÉMENTS PROVISOIRES 37
5.7. TRANSPORT 37
5.8. ESSAIS ET ÉPREUVES EN ATELIER DES COMPOSANTS OLÉO-HYDRAULIQUES 37
5.8.1. OBJET DES ESSAIS ET ÉPREUVES 37
5.8.2. NATURE DES ESSAIS ET ÉPREUVES 38
5.9. MONTAGE SUR CHANTIER 38
5.9.1. PRÉAMBULE 38
5.9.2. ACTIONS PRÉLIMINAIRES AU MONTAGE 38
5.9.3. RÉALISATION DES RACCORDEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES 39
5.10. ESSAIS ET ÉPREUVES DES MATÉRIELS OLÉO-HYDRAULIQUES 40
5.10.1. GÉNÉRALITÉS 40
5.10.2. NATURE DES ESSAIS ET ÉPREUVES 40
5.11. DOSSIER TECHNIQUE 41
5.12. FORMATION 42
5.12.1. GÉNÉRALITÉS 42
5.12.2. FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION 42
5.12.3. FORMATION DU PERSONNEL DE MAINTENANCE 42
5.13. DOSSIER TECHNIQUE 43

Tableaux

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

Figures

FIG. 1. LOCALISATION DU BARRAGE DE BEAULIEU 8

1. PRÉAMBULE

L'entrepreneur est invité à lire attentivement les sections du CCTP, et en particulier l'Article 0.

Cet Article contient des éléments indispensables sur l'organisation et le déroulement des travaux. L'entrepreneur tiendra donc compte de l'ensemble des éléments de cet Article dans sa proposition technique et financière qu'il remet dans le cadre de cet appel d'offre.

Dans le cadre de son offre technique et financière, l'entrepreneur est invité à se rendre sur le site afin d'apprécier les modalités d'intervention (acheminement, grutage, matériels, accès, …) et d'apprécier la nature et l'ampleur des travaux à réaliser en fonction de l'état et des caractéristiques du site.

L'entrepreneur tient compte des contraintes et spécificités des travaux dans sa proposition technique et financière. En effet, l'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait qu'il effectue des travaux sur site ayant des contraintes fortes (d'accès, d'emprise de chantier, de conditions hydrauliques, etc.). Il doit intégrer dans sa proposition financière l'ensemble des sujétions d'exécution nécessaires liées à la prise en considération des différentes contraintes organisationnelles du site ainsi que celles liées aux techniques de réalisation des travaux.

L'entrepreneur est responsable du comportement des ouvrages existants dans la zone des travaux, des ouvrages provisoires et définitifs pendant les phases de construction et ce, jusqu'à la fin de la période de garantie. Il doit prévoir tous les dispositifs, accessoires et toutes les modalités d'exécution nécessaires pour sécuriser les ouvrages et équipements, limiter les sollicitations afin que leur intégrité ne soit pas compromise. L'entrepreneur doit prendre toutes les dispositions utiles pour la protection des ouvrages existants. Il est responsable des détériorations causées de son fait auxdits ouvrages et doit procéder immédiatement à leur remise en état, à ses frais.

Dans le cadre du marché, et par la réponse à l'appel d'offre, l'entrepreneur reconnaît s'être informé :

- De la nature et de la situation géographique des travaux ;
- De la nature et de l'état des sols et des ouvrages existants ;
- Des études géotechniques jointes au DCE ;
- Des conditions et des mesures de sécurité à respecter sur l'ensemble du chantier, aussi bien terrestre que fluvial ;
- Des matériels et équipements nécessaires au début et pendant l'exécution des travaux ;
- De toutes les contraintes d'accès, d'obtention d'autorisation auprès des services concernés, d'occupation des espaces tant terrestres que nautiques, ainsi que des infrastructures existantes (réseaux aériens, pont, etc.) ;
- De l'ensemble des contraintes pouvant affecter le type de matériel choisi et les méthodes de travail employées (étroitesse d'accès, charge limitée sur voirie, réseaux aériens, pont et passerelles, etc.).

Dans le cadre du marché et de ses études d'exécution, l'entrepreneur à la possibilité de pouvoir effectuer des sondages, des relevés et des reconnaissances, etc., s'il juge que des compléments et précisions sont nécessaires à acquérir pour réaliser ses études d'exécution et travaux.

L'entrepreneur fait son affaire de leurs réalisations et les prendra en charge financièrement dans le cadre de son offre. Il identifie clairement dans son mémoire technique de l'offre, les sondages, les relevés et les reconnaissances qu'il a prévu de réaliser et fournira une planification de leur organisation vis-à-vis de son planning des études et des travaux.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur la complexité technique des travaux et des commodités de réalisation. Pour cela, il est invité à étudier finement les pièces techniques du présent dossier de consultation. Par son expérience, dans le cadre de la remise de son offre, il a dans l'obligation de relever toutes les difficultés, travaux complémentaires, et les modifications qu'il serait susceptible d'apporter au projet et aux travaux en cours de marché, de les consigner dans le mémoire technique de son offre et de fournir clairement et distinctement leurs coûts qu'il mentionne également dans son mémoire libellé avec la mention « prix pour mémoire ». En l'absence de ces éléments, l'entrepreneur ne peut prétendre à des réclamations ultérieures sur des travaux modificatifs, supplétifs, et complémentaires qui étaient décelables et anticipables au stade de l'offre.

Enfin, en raison du caractère particulier des travaux, l'entrepreneur est tenu de faire face aux difficultés et à la pénibilité de travaux, aux difficultés d'accès, et aux retards de son fait.

1.1. DÉFINITIONS

Le Titulaire (encore appelé l'Entreprise ou le Constructeur ou l'Entrepreneur) assure les études d'exécution des ouvrages et réalise les travaux définis dans le présent Cahier des Charges.

1.2. GÉNÉRALITÉS

Les présentes Spécifications sont générales et applicables à tous les Travaux. Les différentes descriptions et exigences ne sont pas nécessairement répétées pour chaque partie de Travaux ; elles s'appliquent à l'ensemble du marché, même s'il n'y est pas fait référence. Elles décrivent la réalisation des travaux et ont un caractère récapitulatif et indicatif des exigences minimales à respecter. Elles ne se substituent pas à des exigences plus sévères des règlements, normes et textes officiels.

L'Entreprise est responsable du comportement des ouvrages provisoires et définitifs pendant et après les phases de construction. Elle doit prévoir tous les dispositifs et accessoires et toutes les modalités d'exécution nécessaires pour limiter les sollicitations afin que la stabilité des structures ne soit pas compromise et que les contraintes et déformations restent admissibles. L'Entreprise doit une installation finie en tout point conforme aux descriptions des différentes pièces du Marché, apte à fonctionner dans les règles de l'Art et pour le montant du prix indiqué à l'Acte d'Engagement.

La rédaction du texte au futur simple doit se comprendre comme une description des actions et travaux à réaliser dans le futur pendant la réalisation des travaux. Toutes les prescriptions et spécifications ci-après sont donc applicables au Marché. Sauf stipulation explicite, tous les travaux, prestations, essais, contrôles, approvisionnements, etc., sont compris dans les prix des ouvrages.

Ces travaux sont conformes aux directives et recommandations données dans les fascicules, CCTG et DTU intéressés par les natures de travaux du présent Marché.

Le présent CCTP comprend :

Volume prescriptions techniques :

- Article 0 : Dispositions générales ;
- Article 1 : Génie civil ;

- Article 2 : Vantellerie ;
- Article 3 : Passerelle technique ;
- Article 4 : Electricité et automatisme.
- Article 5 : Oléo-hydraulique ;
- Article 6 : Notice de Respect de l'Environnement (NRE).

Annexes :

- Annexe 1 : Dossier de plans :
  - 1A : Plans techniques
  - 1B : Dossier architectural
- Annexe 2 : Sondages et études géotechniques :
  - 2A : Etude de sol préliminaire G11 n°2008/0286/AUXER, GEOTEC, 11 aout 2008 ;
  - 2B : Etat des lieux de la piézométrie de la Petite Seine (VNF, 2011) ;
  - 2C : Etude de sol AVP G2 n°15/02753/AUXER indice A, GEOTEC, 27 novembre 2015
  - 2D : Rapport d'essais de battage de palplanches - EMCC (VINCI), 2015 ;
  - 2E : Etude géotechnique de conception phase projet (G2-PRO), indice B, 2018
- Annexe 3 : Relevés et analyses
  - 3A : Levés topographiques (plans et profils) du cabinet Techniques TOPO à l'échelle 1/500, datant de 07/2018 ;
  - 3B : Bathymétrie bras d'accès au barrage de Beaulieu RHS_025B (VNF, 2015)
  - 3C : Diagnostics plomb et amiante
  - 3D : DICT
- Annexe 4 : Plan général de coordination sécurité (PGC)
- Annexe 5 : Dossier d'autorisation environnemental unique
- Annexe 6 : Synoptique des reseaux avec implantation des cameras et projecteur
- Annexe 7 : Téléconduite

1.3. OBJET DU MARCHÉ

Les travaux objet du présent marché s'inscrivent dans le cadre de la reconstruction du barrage de Beaulieu.

Les stipulations du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) fixent, en complément du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG), les conditions particulières d'exécution des travaux.

Le barrage de Beaulieu est situé dans le département de l'Aube sur la rivière Seine, non loin de Nogent sur Seine. Il s'agit d'un barrage datant de 1864 permettant de gérer un niveau d'eau amont, en toute période, afin d'assurer un mouillage minimum pour la navigation dans le canal de dérivation de Beaulieu à Villers ainsi que le Port céréalier de Nogent sur Seine.

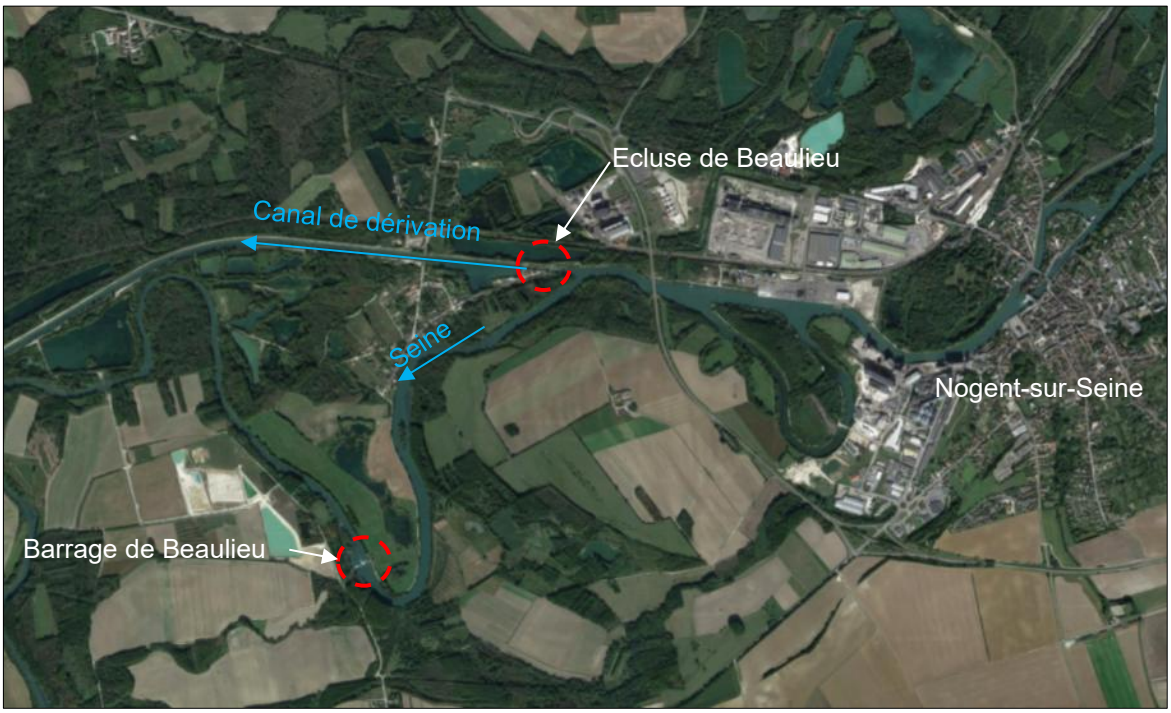


Fig. 1. Localisation du barrage de Beaulieu

La section amont et aval du barrage n'est plus naviguée depuis que le canal de dérivation et l'écluse de Beaulieu sont en service. La distance « fluviale » entre l'écluse et le barrage est d'environ 2.5 km.

2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE-COMMANDE PRÉVUS AU MARCHÉ

2.1. GÉNÉRALITÉS

Le Titre 5 du présent CCTP concerne les études de conception, la fabrication, le transport jusqu'au site, le montage et la mise en service de l'ensemble des équipements oléo-hydrauliques dans le cadre du programme de reconstruction du barrage de BEAULIEU sur la Petite Seine. Cette reconstruction consiste à remplacer le barrage à aiguilles actuels par un barrage muni de 4 passes bordé en rive droite d'une passe à poissons.

Les quantités de matériels indiquées par la suite sont données à titre d'aide pour la préparation de l'offre. Il appartiendra au Titulaire de vérifier celles-ci et de les ajuster le cas échéant pour obtenir le résultat technique spécifié dans le cadre du marché.

De la même façon, tout appareil, équipement ou accessoire nécessaire à la mise en œuvre correcte et à l'obtention des résultats attendus seront considérés inclus dans l'offre du Titulaire.

2.1.1. Tranche ferme

La tranche ferme concerne les études et travaux pour l'ensemble du nouveau barrage, sa passerelle et de sa passe à poissons, hormis les rampes d'accès à la passerelle.

Les études à réaliser, les équipements à fournir et les prestations à effectuer au Titre 5 comprennent principalement :

- les études de l'ensemble des équipements oléo-hydrauliques pour l'installation de la centrale oléo-hydraulique en lien avec l'instrumentation prévues,
- la fourniture, le transport sur site, le montage et les essais de fonctionnement des nouveaux matériels oléo-hydrauliques y-compris la centrale oléo-hydraulique temporaire nécessaire pour la phase d'essais en fin de première saison de travaux,
- la réalisation de l'ensemble des réseaux oléo-hydrauliques reliant principalement la nouvelle centrale aux vérins des nouveaux clapets comprenant la fourniture des tuyauteries, supportage et accessoires de montage, leur pose, et les raccordements,
- les études, la réalisation et la fournitures des blocs forés à implanter sur les vérins assurant les fonctions de sécurité et celle d'ultime secours,
- les études, le déploiement, et les essais de fonctionnement de l'ensemble des circuits dans tous les modes,
- la formation du personnel,
- la fourniture des pièces de rechange et outillages spéciaux.

2.1.2. Tranche optionnelle

Il n'y a pas d'évolution du périmètre ou des matériels pour ce Titre 5 lié à la tranche optionnelle du

projet qui concerne la passe à poissons, les rampes latérales d'accès à la passerelle.

2.2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES NEUFS PRÉVUS AU MARCHÉ

2.2.1. Architecture hydraulique

L'architecture retenue est composée d'une centrale hydraulique unique, commune aux 4 vérins de manœuvre des clapets (1 seul vérin par vanne).

Cette centrale sera installée en rive droite dans le bâtiment existant qui est à aménager.

Le réseau de distribution hydraulique est également commun à l'ensemble des vérins. Il est principalement constitué de deux paires de collecteurs qui cheminent sur la passerelle entre la Rive Gauche et la Rive Droite.

Pour les clapets, des raccordements et une distribution sont réalisés au niveau de chaque pile pour alimenter les vérins à l'aide d'électrovannes (une électrovanne par vérin).

Les vérins des passes sont raccordés deux à deux à une paire de collecteurs différente. Cette disposition est prise afin de pallier à la défaillance d'une ligne d'alimentation (collecteur) et ainsi de garantir la manœuvrabilité des deux des 4 clapets dans ce mode dégradé.

A noter qu'afin de réduire la puissance installée sur la centrale hydraulique, et de maîtriser les éventuelles alarmes de surpression, il ne sera manœuvré qu'une vanne à la fois.

En toute circonstance, et notamment en cas d'une défaillance (perte d'alimentation électrique, défaillance de la centrale hydraulique, etc…), l'architecture hydraulique du système permettra l'abaissement gravitaire des clapets.

Dans ce cas, le remplissage en huile de la chambre sans pression doit être assuré par des mesures appropriées, les deux chambres du vérin devant toujours être remplies d'huile.

Pour une évacuation parfaite de l'air contenu dans les vérins hydrauliques, des points de purge doivent être prévus à des emplacements adéquats. Une procédure particulière sera définie pour le montage et le remplissage des vérins hydrauliques.

A noter enfin que l'architecture hydraulique de l'installation doit permettre l'accostage des clapets sur les verrous de chômage position haute sans détarage de soupape.

Au niveau de la centrale hydraulique, celle-ci est équipée de deux groupes motopompes fonctionnant simultanément capables de fournir le débit nécessaire au respect des temps de manœuvre définis à l'article 1 du présent CCTP.

2.2.2. Pression de fonctionnement

Les niveaux de pression maximums dans l'installation doivent respecter les préconisations de la DIN 19 704 éd.2014 en tenant compte de la gamme de pression des vérins choisie à 160 bars.

2.2.3. Temps de manœuvre

Pour les clapets, la vitesse de manœuvre des vérins en ouverture ou en fermeture est fixée à 120 mm/min. Par conséquent, les temps de manœuvre en ouverture ou en fermeture des clapets seront légèrement inférieurs à 30 minutes.

2.2.4. Description des vérins oléo-hydrauliques des clapets

2.2.4.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Les vérins des clapets ayant de nombreuses interfaces mécaniques, ils ont été décrits au §2.1.2.3 de l'Article 2 du présent CCTP.

2.2.4.2. DESCRIPTION DES BLOCS FORÉS EMBARQUÉS SUR LES VÉRINS

Les vérins sont chacun équipés d'un bloc foré facilement accessible depuis les piles.

La liaison hydraulique entre les chambres du vérin et le bloc foré est réalisée par de la tuyauterie rigide en acier inoxydable.

Ce bloc foré comprend notamment :

- un organe de fermeture étanche piloté, permettant de palier à toute rupture au niveau du circuit hydraulique (rupture flexible notamment), et ses organes de pilotage associés,
- des limiteurs de pression protégeant les chambres du vérin :

  Ces limiteurs de pression permettront notamment d'éviter la déformation du corps du vérin en cas de dilatation de l'huile emprisonnée dans la chambre annulaire sous l'effet du rayonnement solaire.
- une vanne à commande manuelle (verrouillable par cadenas), à débit limité à pleine ouverture, permettant d'assurer à tout moment la descente gravitaire des clapets,
- deux vannes manuelles d'isolement des orifices d'alimentation et de retour côté centrale hydraulique (verrouillables par cadenas),
- des prises de pression type « Minimess » sur chaque chambre du vérin,

  Ces prises de pression sont nécessaires aux essais et réglages en atelier et sur site. Elles seront obligatoirement différentes des prises nécessaires au montage des transmetteurs de pression décrits ci-dessus.
- les orifices de purges,
- des transmetteurs de pression analogique 4-20 mA précision meilleure que 0,5% : 1 transmetteur coté fond et 1 transmetteur côté tige,

  Ces transmetteurs de pression auront pour fonction de signaler l'augmentation anormale de la pression dans le vérin. Ils permettront à l'automate, de calculer en temps réel l'effort de manœuvre du vérin.
- tout autre composant nécessaire pour garantir la sécurité de l'installation et le respect des modes de gestion et temps de manœuvre attendus.

A noter que les blocs forés d'une part, et les composants implantés sur ces blocs d'autre part, sont immergeables.

2.2.4.3. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION DÉPORTÉS

Les équipements hydrauliques de commande déportés se composent essentiellement des électrovannes de commande des vérins (montées sur blocs forés) et des châssis supports associés.

Ces équipements sont placés hors d'eau, en applique sur les piles de la passerelle ou sur les garde-corps.
Chaque bloc de distribution comportera des prises de mesure au moins pour chaque orifice, ainsi que des vannes manuelles d'isolement des orifices d'alimentation permettant de ne pas nuire à la disponibilité des vannes du barrage en cas de maintenance d'une électrovanne, par exemple.

Sera également prévu sous chaque bloc de commande, un dispositif de récupération des fuites d'huiles (pouvant subvenir lors d'opération de dépose d'une électrovanne par exemple) muni d'un

orifice de vidange.

Chaque ensemble de distribution sera installé dans un coffret sécurisé.

2.2.4.4. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS POUR CONTRÔLE DE LA COURSE

Pour le contrôle de leur course, chaque vérin est muni de capteurs et de détecteurs décrits au §2.1.2.3 de l'Article 2 du présent CCTP.

2.2.5. Description de la centrale oléo-hydraulique définitive

La centrale hydraulique est à installer dans le local technique (maison éclusière) à l'altitude de 62.40 m IGN69 (au-dessus des PHEC), au centre de la plateforme technique afin de permettre son contournement. Cette centrale sera principalement composée des éléments suivants :

- Un réservoir en acier inoxydable muni d'un dispositif de remplissage et de vidange, et d'une indication visuelle du niveau d'huile.
- Un bac de récupération des fuites de volume suffisant pour la totalité de l'huile contenue dans la centrale hydraulique et muni d'une vanne de vidange. Ce bac sera construit en acier inoxydable.
- Un indicateur de niveau d'huile gradué, le niveau minimal est signalé par un trait rouge ; le niveau dans le réservoir doit être très facilement lisible.
- Deux détecteurs de seuil de niveau d'huile pour acquisition niveau bas et niveau très bas, sortie par contacts secs.
- Un thermostat (seuil température haute) monté en doigt de gant.
- Un filtre sur le circuit retour avec indication électrique de colmatage.
- Deux moteurs électriques entraînant chacun une pompe à engrenage munie d'une crépine d'aspiration, les groupes motopompes fonctionneront en alternance afin de répartir leur usure. En cas de défaillance d'un groupe, un dispositif automatique à prévoir permet le basculement sur l'autre groupe ;
- Une pompe manuelle ;
- Un limiteur de pression général dont la valeur de calage sera égale à la pression maximale de fonctionnement de l'installation. Il est situé au plus près de la pompe ;
- Un dispositif de limitation de pression additionnel fonctionnant à plusieurs niveaux de pression : limitation de la pression lors de la manœuvre d'un clapet, (en conformité avec le schéma de la norme DIN 19704).
- Un pressostat de sécurité permettant de détecter une pression de fonctionnement anormalement haute.
- Un ensemble d'électrodistributeurs pour la mise en pression des circuits après le démarrage des pompes.
- Un manomètre avec robinet d'isolement.
- Une prise de pression type « minimess® » ou équivalent au départ de chaque conduit hydraulique.
- Une vanne d'isolation sur chaque conduit hydraulique.
- Un orifice de remplissage équipé d'un raccord rapide type push-pull.
- Un robinet de vidange facilement accessible situé au point bas du réservoir,
- Un groupe de remplissage avec le dispositif de filtration adapté.

- Un ensemble de deux raccords rapides de type push-pull pour la connexion d'un groupe hydraulique de secours.
- Une boîte à bornes pour le raccordement des équipements électriques de la centrale hydraulique.
- Les dispositifs nécessaires à la manutention des différents sous-ensembles.
- Tout autre composant nécessaire pour garantir la sécurité de l'installation et le respect des modes de gestion et temps de manœuvre attendus.

2.2.6. Description de la centrale oléo-hydraulique temporaire

Il n'est pas envisagé d'exploiter le demi-barrage rive gauche après la première saison de travaux qui aura lieu sur cette rive car il n'y a pas de liaison étanche entre ce demi-barrage et le barrage actuel.

Il est néanmoins demandé de réaliser des essais de manœuvre des 2 premiers clapets en service. Ces essais seront réalisés à l'aide d'une centrale temporaire sans présence du contrôle-commande.

Les clapets seront manœuvrés :

- à sec dans l'enceinte batardée sur leur course complète (avec arrosage des joints), avec mis en place du verrou,
- puis, à partir de cette position verrouillée, en eau morte avec la charge hydraulique mise en place côté amont par pompage, siphonage ou ouverture d'une vannette à travers le batardeau.

La pression à atteindre dans l'installation sera celle de la configuration vanne bloquée. Pour cela les butées mécaniques hautes des vérins seront atteintes.

Il n'y a pas d'exigence de temps de manœuvre.

La centrale temporaire issue du commerce sera sélectionnée pour sa capacité à atteindre cette pression. Elle sera positionnée sur la rive gauche (ou sur la passerelle) et alimentée électriquement depuis cette même rive. Des flexibles permettront d'alimenter chaque vérin.

Une attention particulière sera portée sur la protection de l'environnement durant cette phase en veillant à l'absence de fuite et à la préparation de parade le cas échéant.

2.2.7. Description des raccordements oléo-hydrauliques

Les raccordements hydrauliques assurent les transferts d'huile entre la centrale hydraulique située sur la culée rive gauche et les vérins de manœuvre situés sur le barrage.

Ces raccordements sont assurés autant que possible par de la tuyauterie rigide en acier inoxydable et localement par des flexibles hydrauliques permettant d'assurer le débattement des vérins lors des manœuvres de vannes.

Pour la traversée des passes du barrage, les réseaux hydrauliques transiteront sur la passerelle en béton, sur sa face amont, en veillant à l'accessibilité.

2.2.8. Pièces de rechange et outillages spéciaux

Un ensemble de pièces de rechange de première urgence sera fourni pour l'entretien des équipements oléo-hydrauliques.

Les pièces seront livrées regroupées dans des caisses et des emballages appropriés permettant de les stocker sur une période de 10 ans minimum.

Les pièces de rechange comprennent : des pièces de sécurité, des pièces sujettes à usure, des pièces spécifiques ou à long délai d'approvisionnement.

Il est précisé que les pièces de rechange dites "de sécurité" sont celles qu'il paraît utile d'avoir à sa disposition dès la mise en service des équipements pour parer, dans les délais les plus courts, à certaines défectuosités du matériel et éviter ainsi, si elles se manifestent, une interruption prolongée du fonctionnement du matériel.

Par opposition, les pièces de rechange dites "d'usure" sont celles qui sont destinées à remplacer les parties de l'installation dont la durée d'utilisation probable en fonctionnement normal, est inférieure à celle de la fourniture elle-même.

La liste minimale des pièces de rechange est établie par le Titulaire et soumise à l'approbation du Maître d'Œuvre. Elle est constituée à minima de :

- 1 jeu complet de cartouches de filtre,
- 1 électro-distributeur de chaque type,
- 1 transmetteur de pression de chaque type,
- 1 vanne manuelle de chaque type,
- 1 flexible hydraulique de chaque type (diamètre, longueur),
- 1 jeu de joints de vérin de chaque type,
- 1 jeu de clapet piloté, limiteur de pression, manomètre, etc… de chaque type.

Le Titulaire fournit, éventuellement et si nécessaire, pour assurer une parfaite interchangeabilité des pièces de rechanges ultérieures, les gabarits de perçage et de montage.

Le Titulaire fournit également tous les matériels et outillages - nécessaires à l'exploitation, aux montages, aux démontages, au graissage et aux visites d'entretien des équipements de sa fourniture - autres que ceux que l'on peut se procurer couramment dans le commerce tels que, élingues, clés courantes, clés à chocs, etc…

Il fournira ainsi tous les équipements de sécurité (échelles d'accès, gardes corps, lignes de vie, etc…) permettant l'accès aux équipements de sa fourniture.

Dans le cas où la fourniture comporte plusieurs matériels identiques destinés au même ouvrage, le Titulaire ne fournit qu'un seul jeu d'outillage spécial.

3. DISPOSITIONS PARTICULIERES APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS OLEO-HYDRAULIQUES

3.1. HYPOTHÈSES D'ÉTUDE ET DE CALCUL

3.1.1. Cadre réglementaire

3.1.1.1. RÈGLES RELATIVES AU DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION OLÉO-HYDRAULIQUE

- Norme DIN 19 704 éd. 2014 : conception et calcul des constructions de matériels hydrauliques en acier.

3.1.1.2. RÈGLES ET RECOMMANDATIONS RELATIVES AU DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES

- Règles du CODAP (Code français de construction des appareils à pression).
- Règles CODETI (Code de construction des tuyauteries industrielles).
- Directive 97/23/CE relative aux équipements sous pression.
- Recommandations du CETOP (Comité Européen des Transmissions Oléo-hydrauliques et Pneumatiques).

3.1.1.3. RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX OUVRAGES FLUVIAUX

- Toutes les notices du CETMEF relatives aux ouvrages maritimes et fluviaux, et en particuliers les fascicules du programme LUBAQUA.

3.1.2. Hypothèses de conception des équipements oléo-hydrauliques

3.1.2.1. DURÉES DE VIE DES ÉQUIPEMENTS OLÉO-HYDRAULIQUES

La durée de vie d'un équipement est considérée comme le temps pendant lequel l'équipement peut remplir sa fonction en considérant une maintenance de routine adaptée et la réfection régulière de la protection anticorrosion.

Dans ce contexte, les durées de vie recherchées sont les suivantes :

- Vérins hydrauliques : durée de vie de 25 ans.
- Centrale et tuyauteries hydrauliques : durée de vie de 25 ans.

3.1.2.2. CONDITIONS CLIMATIQUES

Le Titulaire prendra en compte, pour le bon fonctionnement des équipements les températures extrêmes suivantes : - 10°C à + 40°C.

Le Titulaire prendra en compte le maintien de l'intégrité des équipements jusqu'à - 20°C. Le fonctionnement doit être possible sans intervention spécifique lors d'un retour à une température ≥ -

10°C.

Du fait du rayonnement solaire, les structures métalliques qui ne sont pas en contact avec l'eau peuvent atteindre la température maximale de + 75 °C.

3.1.3. Hypothèses de dimensionnement des équipements oléo-hydrauliques

3.1.3.1. DIMENSIONNEMENT DES PRESSIONS

Pour le dimensionnement des pressions, on se réfère directement à la norme DIN19704 éd. 2014.

La démarche s'appuie sur le schéma de principe présenté ci-après où :

- 1 désigne la chambre du vérin non soumise à la pression de charge,
- 2 désigne la chambre du vérin soumise à la pression de charge,
- 3 désigne l'organe de surveillance de la pression de l'installation,
- P désigne les lignes Pression,
- T désigne les lignes retour réservoir (Tank).

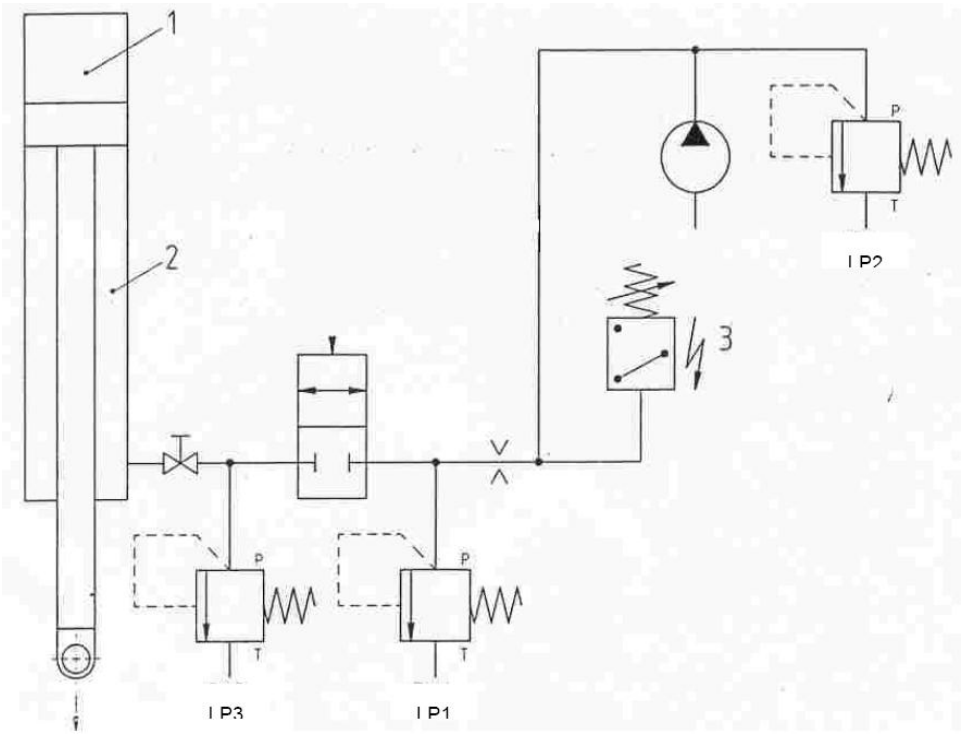


Fig. 2. Schéma de principe de commande oléo-hydraulique (extrait DIN19704)

3.1.3.2. PRESSION DE SERVICE THÉORIQUE

La pression de service théorique dans un vérin résulte des composantes suivantes :

- Composante 1 : C'est la pression d'huile agissant sur la surface active du vérin, et résultant de la valeur nominale (de service) de l'effort requis, le cas échéant corrigé du poids propre du corps

du vérin ou de la tige. Si, dans le cas des vérins double effet, les deux surfaces du piston sont actives, la détermination de la pression de service théorique est à réaliser pour chacune d'entre-elles.

- Composante 2 : C'est, le cas échéant, la pression de gavage appliquée à l'arrière de la surface active du piston ou la pression de maintien qu'on doit appliquer pour contrôler la charge lorsque l'effort change de sens durant le mouvement.
- Composante 3 : Ce sont les pertes de pression du fait des frottements aux étanchéités et aux guidages du vérin.
- Composante 4 : Ce sont les pertes de pression dans les conduites et les blocs d'isolement dues au retour de l'huile vers le réservoir.

La somme des composantes 1 à 4 donne la pression de service théorique pth dans le vérin, ainsi que la valeur de tarage - à choisir majorée de 10% et à sécuriser par plombage - du limiteur de pression LP1 :

$$\text{Tarage LP1} = \text{Max pth} = 1{,}1 \cdot \text{pth}$$

En plus des composantes 1 à 4, il faut également tenir compte des composantes suivantes :

- Composante 5 : Ce sont les pertes de pression dans les conduites côté pression.
- Composante 6 : Ce sont les pertes de pression dans les appareils de distribution et de réglage ainsi que dans les blocs forés.

Les composantes 4, 5 et 6 sont à déterminer avec la viscosité d'huile à la température ambiante la plus basse attendue.

La somme des composantes 1 à 6 donne la pression de service théorique du système pthsys ainsi que la valeur de tarage - à choisir majorée de 10% et à sécuriser par plombage - du limiteur de pression LP2 pour l'installation globale :

$$\text{Tarage LP2} = \text{Max pthsys} = 1{,}1 \cdot \text{pthsys}$$

3.1.3.3. PRESSION STATIQUE

La pression statique dans un vérin **pstat vérin** peut être déterminante en cas de défaillance (arrêt de l'organe de fermeture).

C'est la composante de pression 1 et le cas échéant la composante de pression 2 telles que présentées ci-dessus, déterminées cette fois en considérant la valeur exceptionnelle (et non plus nominale) de l'effort attendu.

Les autres composantes de pression n'interviennent pas.

Toute montée en pression dans le vérin suite à une charge exceptionnelle est à limiter en intégrant au niveau du vérin un limiteur de pression LP3 qui est à tarer à la valeur :

$$\text{Tarage LP3} = \text{Max pstat vérin} = 1{,}1 \cdot \text{pstat vérin}$$

3.1.3.4. VALEURS LIMITES DES PRESSIONS

La commande oléo-hydraulique est à étudier de façon à ce que les valeurs de réglage des limiteurs de pression LP1 et LP2 de dépassent pas la valeur limite de 250 bar.

La pression d'épreuve est d'au moins :

$$\text{Pépreuve} = 1{,}3 \cdot \text{Max pth sys} = 1{,}43 \cdot \text{pth sys}$$

Elle ne doit pas dépasser 325 bars.

La valeur de réglage du limiteur de pression LP3 à monter sur le vérin hydraulique ne doit pas dépasser 300 bars.

3.1.3.5. CONTRÔLE DE LA PRESSION MAXIMALE

Lorsqu'un contrôle de la pression maximale de l'installation est requis, le seuil de détection de l'organe de surveillance de la pression (3) à adopter est :

$$p_{détection} = 0{,}95 \cdot Max\ pth = 1{,}05 \cdot pth$$

Max pth correspond à la valeur de tarage du limiteur de pression LP1.

3.1.3.6. NIVEAU DE PRESSION DES COMPOSANTS

Les composants hydrauliques tels que les appareils de distribution et de réglage, les pompes, les moteurs et les vérins normalisés sont à sélectionner de façon à ce que la pression nominale selon le catalogue constructeur soit au moins 25% supérieure à la pression théorique de service Max pth (réglage de LP1).

3.1.3.7. DIMENSIONNEMENT DES VÉRINS

3.1.3.7.1. **Actions à considérer**

Les actions à considérer pour le calcul des efforts de manœuvre des vérins comprennent notamment :

- les actions prises en compte pour le dimensionnement des bouchures mobiles du barrage (cf. Titre 2 du CCTP),
- les frottements internes aux vérins,
- les actions engendrées par l'exposition des vérins au soleil.

3.1.3.7.2. **Situations de projet**

Les situations à considérer pour le calcul des efforts de manœuvre des vérins sont identiques à celles prises en compte pour le dimensionnement des bouchures mobiles du barrage (cf. CCTP Titre 1 Vantellerie),

3.1.3.7.3. **Effort de manœuvre nominal des vérins**

L'effort de manœuvre nominal des vérins devra être supérieur à :

- l'effort maximal obtenu dans les situations durables, majoré de 20 %,
- l'effort maximal obtenu dans les situations accidentelles, majoré de 10 %.

3.1.3.8. DIMENSIONNEMENT DES VITESSES DANS LES TUYAUTERIES

Le dimensionnement résulte du débit maximum à transiter.

Les vitesses maximales des écoulements dans les canalisations selon leur destination étant les suivantes :

- Conduites sous pression (aller et retour) :
  - DN < 40 : 3,0 m/s,
  - DN > 40 : 5,0 m/s.
- Conduites de retour d'huile de pilotage et de drainage :
  - DN < 40 : 1,0 m/s,

- DN > 40 : 1,5 m/s.

- Conduites d'aspiration de pompe 0,6 m/s

Cette dernière valeur est retenue en l'absence d'étude approfondie prenant en compte les caractéristiques d'aspiration de la pompe.

Le diamètre extérieur des conduites à partir de la centrale oléo-hydraulique ne doit pas être inférieur à 16 mm.

3.2. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DE CONCEPTION

3.2.1. Dispositions liées à la sécurité

3.2.1.1. SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION

En cas de manque de tension au niveau de la commande, les organes de manœuvre des bouchures mobiles doivent rester stables en position.

3.2.1.2. SÉCURITÉ DU PERSONNEL

Afin de permettre au personnel d'intervenir en toute sécurité, la conception des commandes oléo-hydrauliques doit permettre de réaliser une consignation hydraulique.

En particulier, les organes générateurs de pression (accumulateurs, pompes, vérins sous charge) doivent pouvoir être isolés du circuit de commande et consignés mécaniquement par des dispositifs du type vanne d'isolement ¼ de tour, cadenassables dans les deux positions (en prenant garde aux problèmes de dilatation de l'huile emprisonnée).

Une séparation dite « renforcée » (double isolement, avec mise à l'échappement de la portion intermédiaire) peut être exigée dans certains cas.

3.2.2. Dispositions liées aux conditions environnementales

Les commandes oléo-hydrauliques des bouchures mobiles du barrage sont situées en extérieur, à proximité de l'eau. Il convient donc de prendre en compte des précautions particulières :

- éviter tout risque de fuite d'huile dans l'environnement et en diminuer les conséquences :
  - utilisation d'une huile biodégradable,
  - mise en place de bacs de rétention,
  - détection de fuite,
  - étanchéité renforcée des tiges de vérins (huile, eau, particules solides, glace),
- garantir un fonctionnement par grand froid,
- prendre en compte les phénomènes de dilatation thermique (jour/nuit, hiver/été), leur non prise en compte pouvant dans certains cas conduire à des dérives de position, voire à des destructions.

De plus, le réservoir de la centrale doit être isolé afin de minimiser les dépenses énergétiques liées aux chauffages de l'huile en période hivernale.

3.2.3. Surveillance et facilités d'exploitation

La conception de l'installation intègre les sujétions d'une surveillance efficace :

- surveillance permanente,
- détection des défaillances dangereuses,
- conditions des essais périodiques,
- maintenance préventive,
- etc…

Il doit être prévu des purges en points hauts, des vidanges en points bas et des prises Minimess.

Les circuits complexes sont découpés en différentes parties, séparées par des vannes d'isolement.

Pour les vérins, le remplacement des joints de tige est réalisable sans dépose du vérin.

Les connecteurs alimentant les bobines des composants fonctionnant en tout-ou-rien disposent d'une signalisation par voyant de leur alimentation.

3.3. DISPOSITIONS CONCERNANT LA PROTECTION ANTICORROSION

3.3.1. Dispositions applicables au corps de vérin

Ces spécifications sont détaillées dans le présent CCTP Titre 1 Vantellerie.

3.3.2. Dispositions applicables aux tiges de vérin

Ces spécifications sont détaillées dans le présent CCTP Titre 1 Vantellerie.

4. QUALITE ET PROVENANCE DES MATERIAUX, COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS

4.1. VÉRINS HYDRAULIQUES

4.1.1. Généralités

Sauf cas particuliers détaillés ci-après, les vérins hydrauliques respectent les principes édictés dans la norme DIN 19704 éd. 2014.

4.1.2. Contrôle matière

La matière, y compris boulonnerie, fait l'objet d'un contrôle avec fourniture de certificat de contrôle par l'usine (CCPU EN10204 type 3.1.B).

Toute soudure structurelle sur le corps doit donner lieu à l'établissement d'un cahier de soudage, et à des contrôles volumiques.

4.1.3. Conception et fabrication des corps de vérin

Les corps de vérin sont à fabriquer en acier sans soudure, si possible sans jonction, et en règle générale avec un montage bridé des fonds.

Les matériaux des corps de vérins et tourillons présentent une garantie de résilience de 40 J à –20°C.

L'alésage du vérin doit être réalisé avec une rugosité moyenne arithmétique Ra inférieure à 0,4 µm.

Si le corps comprend un ceinturage soudé, l'usinage final de l'alésage s'effectue après le soudage des ceintures.

Pour les vérins hydrauliques poussant, la tige et le corps doivent, en position déployée, se recouvrir d'au moins 1,5 D (D diamètre de l'alésage) pour assurer une longueur minimale de guidage.

4.1.4. Conception et fabrication des tiges de vérin

Les tiges de vérin sont à réaliser :

- soit en acier inoxydable avec une teneur en chrome d'au moins 15,5 % et un chromage dur multicouches (épaisseur totale des couches supérieure à 50 µm) ; la rugosité de surface moyenne arithmétique Ra doit être inférieure à 0,3 µm ;
- soit en acier non allié avec revêtement par projection thermique ; la rugosité de surface moyenne arithmétique Ra doit être inférieure à 0,1 µm ; l'épaisseur du revêtement par projection thermique doit d'au moins 150 µm.

Quel que soit le revêtement de tige retenu, leur dureté en surface doit être comprise entre 800 et 1000 HV.

Les matériaux des tiges et pistons présentent une garantie de résilience de 40 J à –20°C.

Sauf cas particulier des vérins à tiges creuses, les tiges de vérin ne peuvent être réalisées en plusieurs parties.

4.1.5. Fixation et raccordements

Les tiges de vérin sont dotées à leur extrémité d'une articulation, la liaison tige de vérin / articulation étant réalisée par un filetage extérieur sur la tige de vérin.

Les perçages destinés à sécuriser la liaison ne doivent pas être situés au niveau du filetage. Le montage est rendu étanche à l'eau.

Les tenons de fixation des vérins sont à réaliser de préférence monobloc. Les tenons soudés soumis à la traction doivent être réalisés avec des soudures bord à bord.

4.1.6. Guidage et étanchéités

Les guidages de piston et de tige sont réalisés avec des alliages de cuivre ou en matière synthétique.

Pour les vérins devant assurer un positionnement précis, comme sur les vannages, le dispositif d'étanchéité présentera une moindre résistance au mouvement.

Les dérives de position, autres que celles dues à des variations de température, ne doivent pas excéder 1% de la course maximale sur une période de 24h.

Des joints toriques sont à utiliser pour les étanchéités entre pièces fixes, comme par exemple le corps et les fonds de vérin. Les joints toriques d'un diamètre supérieur à 125 mm doivent être équipés de bagues d'appui additionnelles.

La tête de vérin comprend un racleur de tige et un racleur à glace dentelé.

4.2. RÉSERVOIRS HYDRAULIQUES

La conception de la centrale hydraulique respecte à minima le paragraphe 8.2 de la norme ISO 4413 Transmissions hydrauliques – Règles générales relatives aux systèmes.

Le réservoir à huile et le bac de rétention sont réalisés à partir de tôle en acier inoxydable (nuance X2 Cr Ni 19-11 ou équivalent).

Dans la configuration des vannes engendrant le remplissage maximal du réservoir de la centrale, une garde d'air d'au moins 10 cm sera prévue au-dessus du niveau d'huile.

Le fond du réservoir est incliné à 6 %. Au point bas, un robinet de vidange facilement accessible permet de purger l'eau décantée et d'effectuer les vidanges et prélèvements périodiques.

Une cloison soudée partage le réservoir en deux, une zone d'aspiration des pompes et une zone de retour du liquide hydraulique. Cette cloison a une hauteur égale au 2/3 de la hauteur du réservoir, elle permet une communication entre les deux zones par un espace de 2 à 3 cm situé entre le bas de la cloison et le fond du réservoir.

Les retours d'huile au réservoir se prolongent au-dessous du niveau libre (réduction des risques d'aération de l'huile et de formation de mousse). Les éventuelles tuyauteries de retour de fuite ou de drain aboutissent au-dessus du niveau libre (réduction du risque de siphonage).

Les tuyauteries d'aspiration et de retour sont équipées de brides étanches pour empêcher les poussières d'entrer dans le réservoir et faciliter le démontage des filtres d'aspiration.

En partie supérieure du bac, un couvercle étanche reçoit les équipements de pompage de régulation et de distribution.

Des trappes de visite étanches permettent un accès facile pour le nettoyage.

Le supportage des organes de pompage et de distribution sur le réservoir est suffisamment rigide pour limiter les vibrations mécaniques préjudiciables, et les sources sonores.

4.3. RÉSEAU HYDRAULIQUE

4.3.1. Généralités

Le Titulaire approvisionne, fournit et installe toute la robinetterie nécessaire à l'isolement des circuits et au bon fonctionnement des installations. Il prévoit l'ensemble des accessoires de tuyauteries et de raccordement permettant le démontage et l'entretien des matériels.

Les tuyauteries respectent à minima le paragraphe 9 de la norme ISO 4413 Transmissions hydrauliques – Règles générales relatives aux systèmes.

La section de passage du fluide doit être suffisante pour ne pas générer des vitesses trop grandes engendrant pertes de charge et vibrations.

D'une façon générale, la fixation des tuyauteries doit permettre les dilatations longitudinales lors des variations de température. La compensation des variations de longueurs peut être résolue au moyen de lyres de dilatation. Les caractéristiques de ces lyres sont validées par un calcul.

Les composants implantés sur les tuyauteries en acier inoxydable sont réalisés avec des corps en acier inoxydable.

Les fixations des tuyauteries, et les raccords avec les composants de la centrale, sont réalisés en assurant l'isolation électrique entre matériaux conducteurs de natures différentes.

D'une manière générale, toutes les dispositions sont prises pour éviter les phénomènes de corrosion galvanique.

Les canalisations sont à équiper de robinets manuels du type à boisseau sphérique, cadenassables dans le cas de consignation pour l'isolement des différentes parties des circuits, à minima au niveau des raccordements à la station, aux vérins, aux blocs forés déportés, etc…

Lors de l'étude d'implantation des canalisations (liaisons tuyautées et par flexibles), le Titulaire veillera à respecter une bonne accessibilité à tous les composants, notamment la robinetterie.

L'écartement entre conduites doit permettre un montage sans problème des éléments de fixation et des brides de liaisons. Un montage en superposition est à éviter.

Si l'installation des canalisations dans de l'eau en mouvement ou à proximité de celle-ci est inévitable, des dispositifs de protection contre les corps flottants sont à prévoir.

Un soin particulier est à accorder à la purge de l'air des circuits. Des prises de pression doivent être installées à cette fin en partie haute de chaque partie de circuit.

Tous les passages de tuyauteries au travers du génie civil sont obturés par des traversées étanches constituées d'une plaque plane chevillée étanche au béton et qui laisse passer les tuyauteries au moyen de traversées de cloisons étanches par joints ou soudées. Les traversées étanches devront être démontables ; de part et d'autre des traversées, les tuyauteries seront équipées de raccords.

Le codage par couleurs conventionnelles suivant la norme NF X 08-100 Février 1986 « Couleurs - Tuyauteries rigides - Identification des fluides par couleurs conventionnelles » est requis :

- couleur de fond permettant de caractériser les huiles minérales : marron clair (A020),
- couleur d'identification pour un liquide pour transmissions hydrauliques : orangé vif (A130).

4.3.2. Tuyauteries hydrauliques rigides

Les tuyauteries rigides sont en acier inoxydable (nuance X2 Cr Ni Mo 17-12-2 ou équivalent).

Les tubes seront de qualité hydraulique, étirés à froid, sans soudure, calibrés (suivant norme EN 10305-4), et livrés graissés et bouchonnés.

La fixation ou la pose des conduites s'effectue à l'aide de colliers de fixation en matière plastique sur

plaque embase, à une distance minimale de la paroi ou du sol d'environ 2x DN.

Les distances entre les supports de tuyauterie sont données dans le paragraphe 9.3.1 de la norme ISO 4413.

4.3.3. Raccordements rigides

Les tuyauteries seront raccordées entre elles par soudures lorsque cela est possible. Sinon, les raccords utilisés seront en acier inoxydable.

Dans ce cas, les raccordements rigides des conduites seront réalisés de la façon suivante :

- pour les conduite DN < 40 : raccords acier inoxydable à cône, à embouts à souder à joint torique,
- pour les conduite DN > 40 : raccordement acier inoxydable par brides avec collet à souder.

Les changements de direction des conduites sont autant que possible effectués par cintrage.

Le cintrage au sable est interdit.

La forme de la section d'écoulement ne doit pas être modifiée de manière importante.

4.3.4. Raccordement par flexibles hydrauliques

Les flexibles hydrauliques sont conformes à la norme NF EN 856.

Ces flexibles sont d'une marque reconnue, ils sont éprouvés à 1,5 fois la pression de service et équipés de dispositifs anti-fouettement conformément à la réglementation.

Ils sont adaptés aux conditions environnementales du site, notamment en terme de températures, d'exposition aux rayonnements UV, à l'ozone, etc…).

Les embouts sont en acier inoxydable austénitique, ils permettent un montage sans vrillage du flexible, ils sont en accord avec les recommandations CETOP RP 34 H.

La section de passage d'huile n'est pas inférieure à celle de la tuyauterie.

Le rayon de courbure n'est pas inférieur à la valeur préconisée par le fournisseur du flexible pour le nombre de manœuvres considérées ; dans tous les cas, il n'est pas inférieur à 10 diamètres extérieurs.

Les flexibles soumis à des mouvements de grande amplitude sont guidés pour garantie une déformation optimale.

L'implantation du flexible permet son inspection visuelle périodique et son remplacement rapide et facile sans outillage spécifique en moins de ¼ heure.

Son implantation interdit également tout contact avec les matériels voisins au cours du débattement pendant une manœuvre.

L'ouverture du circuit d'huile, pour remplacement du flexible, doit se faire sans rejet d'huile non maîtrisé. Pour cela, le flexible est encadré par deux organes de fermeture du circuit. Ces organes doivent être protégés des manœuvres indésirables par des verrouillages ou capotages avec condamnation par clé ou outillage spécifique fourni à l'exploitant.

4.4. FLUIDE HYDRAULIQUE

Le fluide est une huile biodégradable dont les caractéristiques hydrauliques sont équivalentes à une huile minérale catégorie HM ou HV d'une viscosité permettant une utilisation pour des variations de température entre – 25° + 50°C et de spécifications conformes aux normes :

- NF E 48-602.
- ISO 67434-1962.
- CETOP RP75H et R39H.

Le Titulaire vérifiera que le fonctionnement par températures très froides ne conduit pas à un allongement inacceptable des temps de manœuvre ou à un désamorçage de la pompe.

Le Titulaire fournit l'huile en quantité suffisante pour assurer le remplissage nécessaire aux conditions normales de fonctionnement.

4.5. COMPOSANTS HYDRAULIQUES DIVERS

4.5.1. Généralités

Les divers composants hydrauliques implantés sur la centrale et en extérieur sont choisis chez des constructeurs reconnus pour la qualité de leur matériel.

L'ensemble du matériel hydraulique est soumis à l'accord du maître d'Œuvre.

4.5.2. Pompes

Le choix des pompes doit être justifié par le Titulaire, vis à vis des paramètres suivants :

- débit,
- pression maxi,
- implantation de la pompe (aspiration, pilotage, drainage, maintenance),
- conditions de démarrage (mise à vide au démarrage, prise de charge, y compris aux températures extrêmes),
- viscosité au point nominal de fonctionnement,
- cyclage (nombre de démarrages par heure),
- loi de mouvement (vitesses variables ou fixes).

4.5.3. Distributeurs

Les électrodistributeurs (ou électrovannes) répondent aux spécifications suivantes :

- ils possèdent un dispositif de secours manuel,
- leur courbe caractéristique garantit une réserve d'au moins 30% au-dessus du débit maximal théorique du circuit,
- ils sont protégés par des gicleurs contre les sur-débits susceptibles de bloquer leur commutation,
- ils possèdent une embase normalisée CETOP,
- leur induit baigne dans l'huile,
- leur bobine est facilement remplaçable (à minima sans dépose du distributeur),
- leur bobine offre une fiabilité maximale (à minima prévue pour un facteur de charge de 100%),

- leur degré de protection est au moins supérieur à IP65.

4.5.4. Limiteurs de pression

Pour la sécurité de l'installation, un minimum de limitations de pression est à prévoir, d'amont en aval :

- un limiteur de pression principal de l'installation, situé en règle générale au niveau de la génération de pression,
- des limiteurs de pression additionnels sur certains sous-systèmes critiques (pompes à débit variable, réducteurs de pression, portion de circuit isolable par des vannes…),
- un limiteur de pression exceptionnelle sur chaque actionneur.

Pour les limiteurs de pression LP1 et LP3 (cf. § 3.1.3 - Dimensionnement des pressions), seuls des limiteurs à action directe sont admis.

Tous les limiteurs de pression doivent être plombés à l'issue de la mise en service.

La fiche d'étalonnage du composant doit préciser ses pressions caractéristiques, à savoir : pression de début d'ouverture, pression d'ouverture plein débit, valeur de ce plein débit, et pression de re-fermeture étanche.

4.5.5. Gicleurs

Il est recommandé de ne pas utiliser des gicleurs de diamètre inférieur à 1 mm, à cause des risques de colmatage. Il est toutefois possible de descendre au Ø 0.7mm lorsque la filtration du circuit le permet.

4.5.6. Filtres

4.5.6.1. GÉNÉRALITÉS

La quantité des particules solides polluantes est déterminée en référence à la norme internationale ISO 4406 :1999 « Transmissions hydrauliques- fluides –Méthode de codification du niveau de pollution par particules solides. ».

Le niveau de filtration doit être adapté aux composants présents dans les circuits.

4.5.6.2. SÉLECTION DES FILTRES

Les filtres sont dotés au minimum d'un indicateur visuel de colmatage adapté à la perte de charge de l'élément filtrant, et d'un indicateur électrique de colmatage, du type pressostat à 1 ou 2 seuils, ou capteur de pression différentiel.

Le filtre est doté d'un by-pass, sauf si une ouverture intempestive risque de polluer le circuit.

Les corps de filtre présentent une faible perte de charge et doivent pouvoir travailler en continu à la pression maximale de l'installation, en supportant les pulsations de pression.

Le filtre est dimensionné pour un débit nominal au moins égal à quatre fois le débit maximal de l'installation.

Une crépine est installée à l'aspiration des pompes ; elle doit avoir une finesse de maille de 125 à 250 µm.

La crépine ne doit pas générer une perte de charge incompatible avec les caractéristiques d'aspiration de la pompe, même à la température de fonctionnement la plus basse. A défaut de calcul, elle est dimensionnée pour 2 à 3 fois le débit nominal.

Un reniflard est installé avec un degré de filtration correspondant au plus petit degré de filtration des éléments filtrants montés dans le système hydraulique. Son couvercle doit assurer une protection contre les projections d'eau.

Le reniflard est préférentiellement du type assécheur. Cette configuration est impérative s'il y a risque d'entrée d'air humide dans le réservoir.

Le reniflard ne doit pas servir au remplissage, qui est à effectuer en se servant d'un groupe de filtration mobile.

4.5.7. Robinets d'isolement

Les robinets d'isolement sont du type : Robinet à boisseau sphérique 3 pièces à passage intégral à souder.

4.6. SYSTÈMES DE PEINTURE

4.6.1. Généralités

Les différentes peintures utilisées doivent être certifiées selon le référentiel de l'ACQPA tel que défini à l'article 2.2 du fascicule 56 du CCTG.

Les peintures doivent être intégrées dans des systèmes en conformité avec le référentiel de l'Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion (ACQPA).

Ces systèmes font l'objet d'une homologation par l'OHGPI (Organisme d'Homologation des Garanties de Peintures Industrielles).

Le classement des parties Vues et Non Vues est soumis à l'accord du Maître d'Œuvre. D'une façon générale, sont considérés comme Non Vus les éléments immergés en permanence. Tous les autres éléments sont classés comme Vus.

Les teintes finales doivent recevoir l'accord du Maître d'Œuvre sur la base de la gamme RAL étendue, y compris teintes métallisées.

Des garanties et références démontrant la tenue dans le temps de cette couche de finition doivent être prises par le Titulaire et présentées au Maître d'Œuvre en préalable à toute commande de système de peinture.

Le choix du système et des produits doit être compatible avec la fabrication du matériel protégé. En particulier pour les équipements de grandes dimensions que le Titulaire pourrait être amenée à terminer sur site, la durée de protection temporaire des couches primaires ne doit pas être dépassée.

Toutes les précautions de protection devront être prises en ce qui concerne la manutention, le calage, le transport, la mise en œuvre des équipements. Ces modalités seront proposées pour accord au maître d'Œuvre.

Si une finition ou une reprise sur site est nécessaire, elle doit être considérée comme une finition sur matériel neuf au sens de l'ACQPA. Les moyens logistiques adaptés à cette mise en œuvre sont nécessaires.

Le conditionnement des produits est fait conformément à l'article 2.2 du fascicule 56 du CCTG.

Le contrôle de la qualité des produits est effectué en usine et sur chantier, comme défini à l'article 2.2 du fascicule 56 du CCTG.

L'application est réalisée conformément au fascicule 56 du CCTG.

Aucune application ne peut commencer sans la levée des préalables.

4.6.2. Systèmes de peinture retenus en phase projet

Les composants en acier au carbone (corps de vérins notamment, …) sont protégés de la corrosion par un système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2.

5. MODE D'EXECUTION, CONTROLE, EPREUVE ET ESSAIS

5.1. GÉNÉRALITÉS

Nonobstant l'acceptation par le Maître d'Œuvre des propositions qu'il aura présentées, nonobstant le visa sans réserve des plans, notes de calculs, schémas d'exécution par le Maître d'Œuvre et la surveillance exercée par lui sur la construction par ses préposés, nonobstant les essais effectués tant aux ateliers ou usines du Titulaire, de ses sous-traitants, co-traitants ou fournisseurs, que sur le chantier même reconnus satisfaisants, le Titulaire reste seul responsable vis-à-vis du Maître d'Œuvre de la réalisation complète des conditions du marché.

Le Titulaire est entièrement responsable :

- de la conception des équipements et de leur bon fonctionnement ultérieur sur lequel il engage sa responsabilité, l'ensemble des principes constructifs décrits étant fournis afin de permettre au Titulaire d'apprécier et d'évaluer l'importance et la complexité des équipements à réaliser,
- du choix du mode de réalisation et d'exécution des travaux,
- du bon déroulement de toutes les opérations de fabrication, de transport et de montage sur chantier,
- de l'organisation, de l'ordonnancement et du bon ordre, ainsi que de la conservation des biens et des personnes quant à la sécurité, l'hygiène et la surveillance sur le chantier,
- de la conservation des terrains et des installations mis gracieusement à sa disposition,
- des nuisances concernant les transports terrestres.

Il est d'autre part tenu comme entièrement responsable de tous les accidents et dommages survenus du fait ou à l'occasion des travaux, tant sur le site que partout ailleurs sur le territoire durant le transport ou toutes opérations ayant un lien quelconque avec les travaux.

Les pièces dessinées jointes au présent CCTP permettent d'éclairer le Titulaire sur certains points précis mentionnés dans le texte.

Les prescriptions générales relatives aux programmes d'exécution des travaux et Plan d'Assurance de la Qualité, ainsi que la présentation du projet des installations de chantier, sa signalisation, l'écoulement des eaux, la remise en état des lieux et autres sujétions sont mentionnées au Titre 0 du présent CCTP.

5.2. PROGRAMME D'EXÉCUTION

5.2.1. Programme des études d'exécution

Le programme des études, rédigé par le Titulaire, est soumis à l'accord du Maître d'Œuvre dans les délais prévus au CCAP.

5.2.2. Programme de soudage

Dans un délai de huit (8) jours à compter de l'approbation des plans d'exécution, le Titulaire fournit au Maître d'Œuvre le programme de soudage défini à l'article III.1.5.3 du fascicule 66 du CCTG et conformément à la norme EN 1090-2.

Ce programme fait apparaître les préalables nécessaires à l'assemblage et au soudage ainsi que les opérations nécessitant un accord du maître d'Œuvre. Les opérations de retrait des éléments provisoires nécessaires au soudage font partie de ces opérations.

5.2.3. Programme d'exécution de la protection anticorrosion

Il est établi conformément à l'article 1.6 du fascicule 56 du CCTG et est fourni au Maître d'Œuvre dans un détail de huit (8) jours à compter du visa des plans demandés au marché.

Il désigne précisément les travaux exécutés en atelier et ceux sur chantier.

Il précise les durées et moyens d'applications, en accord avec les fournisseurs des produits et la réglementation du travail.

Il précise l'évacuation des déchets et rejets (solides, liquides, gazeux).

Il précise également les procédures de retouche en fonction des systèmes utilisés et des agressions et défauts constatés.

Ce programme est validé par le Maître d'Œuvre.

5.2.4. Programme de transport

Simultanément au programme de soudage, le Titulaire fournit au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre le programme de transport des ensembles et sous-ensembles prévus à l'article III.1.5.5 du CCTG.

Ce programme concerne les transports depuis l'usine jusqu'à l'aire de mise en place sur le site en passant éventuellement par l'aire de stockage.

5.2.5. Programme de montage

Dans un délai de huit (8) jours à compter de l'approbation des plans, le Titulaire fournit au Maître d'Ouvrage le programme de montage sur le site prévu à l'article III.1.5.6 du fascicule 66 du CCTG :

- description et phasage des opérations de montage,
- vérification de la résistance et de la stabilité des ossatures métalliques assemblées sur le site,
- justification des moyens de manutention,
- récapitulation des efforts développés par les matériels assurant la manutention des composants.

Pour le matériel monté en atelier, un programme est également fourni par le Titulaire au Maître d'Ouvrage. Le Titulaire accorde au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre toutes les facilités d'accès et de visite nécessaires à l'exécution de son contrôle extérieur, pour les montages tant provisoires que définitifs.

5.2.6. Programme des essais

Simultanément au programme de montage, le Titulaire fournit au Maître d'Ouvrage le programme des essais des ensembles et sous-ensembles.

Ces essais sont réalisés en atelier ou sur site.

Le Titulaire assure la cohérence des essais usine et site.

5.3. ETUDES D'EXÉCUTION

5.3.1. Préambule

Les études d'exécution sont basées sur les solutions exposées sur les plans directeurs joints au DCE, sans dénaturer l'architecture du projet.

Dans ses choix et sa conception, le Titulaire doit avoir en permanence la volonté de faciliter les opérations futures de contrôle et de maintenance de la partie d'ouvrage concernée et de les justifier dans ses notes ou propositions (bilan de maintenance à 5 et 10 ans).

Dans le cadre de la maintenance, le Titulaire prévoit notamment :

- Les outillages nécessaires au montage, au remplacement ou à la requalification des composants (outillages de manutention, de calage, de référencement pour mesures in situ, de gabarits, et les dispositions associées liées à la sécurité, aux accès, à la fourniture éventuelle d'énergie etc.).
- Les dispositions nécessaires pour les points de manutention d'ancrage et d'appuis de montage, de maintenance ou d'essais du matériel et des outillages.

Tous les outillages spécifiques (hors catalogues fournisseurs) destinés aux opérations de maintenance et d'essais, restent la propriété du Maître d'Ouvrage. Ils sont conçus pour avoir une durée de vie compatible avec leur utilisation prévisible.

Les outillages de maintenance font l'objet d'essai de réception démontrant leur aptitude à l'emploi.

Les outillages de maintenance destinés à la manutention lourde font l'objet d'une note de calcul, de plans, et d'essais réglementaires si requis.

5.3.2. Contenu des études d'exécution

Le programme d'exécution des études comprend notamment :

- La liste prévisionnelle des notes de calcul.
- La liste prévisionnelle des plans.
- La proposition technique éventuellement nécessaire pour compléter les indications des documents contractuels du marché.
- La liste des hypothèses de calcul que le Titulaire a retenu pour le dimensionnement, tel que, par exemple :
  - les niveaux d'eau,
  - les caractéristiques des matériaux,
  - etc…
- La présentation des codes de calculs utilisés.
- Les programmes de réalisation des composants principaux.
- Une note de définition et de justification des jeux de fonctionnement, de réglage, de fabrication avec les tolérances qui en découlent.
- Un tableau de maintenance précisant à minima :
  - le sous-ensemble concerné,
  - sa durée de vie estimée,

- le type d'intervention (inspection, maintenance),
- la fréquence d'intervention,
- la procédure associée d'intervention,
- les ensembles impactés et consignations nécessaires,
- les conditions d'intervention,
- les outillages concernés (fournis dans le cadre du présent marché, sur catalogues fournisseurs ou à louer),
- les moyens d'accès,
- la durée estimée de l'intervention.

- Des procédures de maintenance décrivant la méthodologie avec plans et schémas et précisant les points et contrôle pour s'assurer du bon montage et du bon réglage des matériels.

  Ces procédures concernent à minima les sous-ensembles suivants (liste non exhaustive) :

  - remplacement des composants de la centrale hydraulique,
  - remplacement des composants hydrauliques déportés,
  - remplacement d'un vérin,
  - remplacement des dispositifs d'étanchéité et racleurs des vérins,
  - remplacement de l'instrumentation des vérins (détecteurs de fin de course, transmetteurs analogiques de position, capteurs de pression, etc…),
  - etc…

- Une liste des pièces prévisionnelles de rechange est établie pour assurer un fonctionnement continu de l'ouvrage.

Tous les accessoires ou organes accessoires, destinés à des fonctions complémentaires (telles que la manutention) sont intégrés sur les plans et dans les études de dimensionnement où ils sont justifiés comme partie intégrante de la structure.

5.3.3. Présentation des documents d'exécution

5.3.3.1. PRÉSENTATION DES NOTES DE CALCUL

L'ensemble des notes de calculs doit être lisible et structuré, de manière à permettre une consultation ultérieure aisée à toute personne non initiée au projet.

Les notes de calculs sont à présentées très clairement en faisant apparaître :

- les caractéristiques des matériaux utilisés,
- les caractéristiques géométriques des équipements,
- les actions et leurs combinaisons ainsi que les sollicitations correspondantes,
- les modes et méthodes de calculs utilisés,
- les résultats et les conclusions, et ceci dans l'ordre indiqué.

Le programme et les bases des études d'exécution sont soumis aux prescriptions du chapitre III du fascicule 65-B et du fascicule 61 (titre V) du CCTG.

Dans le cas où le Titulaire 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 ».

Les « sorties » de tout programme de calcul utilisé doivent être suffisamment nombreuses et comporter :

- les données numériques introduites dans le calcul,
- des résultats intermédiaires permettant de suivre le cheminement du calcul et mettre en évidence les différentes hypothèses de base et les résultats qui en découlent.

Les calculs des déformations et des contraintes dans l'équipement sont effectués par un programme automatique aux éléments finis. Ce programme doit fournir les valeurs de ces déformations et contraintes dans toutes les sections correspondant au découpage physique de la structure conformément à son mode de construction. Le découpage doit apparaître clairement et être soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre.

Si les programmes employés ne correspondent pas à ces caractéristiques, le Titulaire 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 au Titulaire d'établir à ses frais, une note de calcul conforme aux prescriptions.

Les notes de calculs respecteront le sommaire suivant :

- objet de la note de calcul,

Et pour chaque calcul réalisé :

- référence des normes ou codes de calcul appliqués,
- schéma présentant le système avec indication des dimensions et des charges appliquées, des hypothèses de base prises en compte,
- matériaux constitutifs, leurs caractéristiques mécaniques et les valeurs limites des contraintes admissibles,
- calcul littéral,
- application numérique et vérification par rapport aux valeurs limites admissibles.

Dans le cas où certains calculs seraient réalisés par un programme informatique (calculs aux éléments finis par exemple) une notice sera fournie qui présentera notamment :

- la géométrie et la structure détaillée de la pièce calculée,
- les hypothèses de calcul et les conditions aux limites,
- les charges appliquées et les formules employées pour les déterminer,
- une vue tridimensionnelle indiquant les contraintes et les déformations en utilisant un code de couleur.

5.3.3.2. PRÉSENTATION DES PLANS D'INTERFACES NÉCESSAIRES AU GÉNIE CIVILISTE

Ces plans d'interface indiqueront notamment :

- les interfaces pour la pose de la centrale hydraulique (avec indication des descentes de charge associées),
- les caractéristiques des réseaux hydrauliques à faire cheminer dans le bâtiment, sur la passerelle, en rive et sur les piles.

5.3.3.3. PRÉSENTATION DES PLANS D'EXÉCUTION ET DE FABRICATION DES ÉQUIPEMENTS

Pour les constructions soudées, les plans d'exécution font apparaître de façon claire :

- la répartition des tôles par nuances, qualité, épaisseur en mentionnant les pièces fixées temporairement pour les opérations d'accostage et de bridage,
- les définitions complètes et les caractéristiques particulières des soudures (classe de qualité, type de soudures, dimensions, spécificités, etc.),
- les tolérances générales,
- les traitements thermiques éventuels,
- les traitements de surface.

Les composants mécaniques sont clairement repérés sur les plans d'ensemble.

Les nuances des matériaux sont clairement précisées ainsi que les traitements thermiques et de surface lorsqu'ils sont requis.

Les masses et les tolérances générales sont données en plus des définitions particulières de chaque pièce.

5.3.3.4. FICHES DE CONTRÔLE ET PV D'ESSAIS

Les fiches de contrôle et les PV des essais de contrôles prévus dans le présent CCTP devront tous être présentés suivant le même modèle, numérotés et contenant les informations minimales suivantes :

- le nom et l'adresse du Titulaire avec son logo,
- le nom du projet,
- le nombre total de page,
- le titre du document incluant la nature de l'essai et/ou du contrôle réalisé,
- l'équipement concerné par l'essai ou le contrôle, un schéma de repérage éventuel de l'équipement concerné,
- la date de l'essai ou du contrôle,
- les normes de référence des essais et contrôles et/ou les références au CCTP pour les spécifications imposées,
- le nom et qualité du personnel ayant réalisé l'essai ou le contrôle,
- le nom et qualité du vérificateur des essais et des résultats,
- les intervalles admissibles des résultats,
- les résultats des essais et contrôles réalisés,
- les commentaires éventuels sur les conditions de réalisation et sur les résultats de ces essais et de ces contrôles,
- la signature des personnels ayant réalisé et vérifié les essais et contrôles.

Les fiches de contrôles et les PV des essais de contrôles devront être fournis dactylographiés. Le modèle de fiche devra être soumis à l'agrément préalable du Maître d'Œuvre.

5.4. EXÉCUTION DES TUYAUTERIES ET ACCESSOIRES DE MONTAGE

5.4.1. Préambule

Les éléments de tuyauteries sont préfabriqués en usine afin de limiter au maximum les opérations de formage et soudage sur site ; pour cela le nombre de raccords union est optimisé.

Les éventuelles traversées de parois étanches sont également réalisées en atelier, le Titulaire prend les dispositions pour permettre le remplacement des joints et la remise en ordre de l'étanchéité (remontage, accès, …).

Si des outillages spécifiques sont nécessaires, le Titulaire les fournit. Ces outillages restent la propriété de l'exploitant.

Les éléments préfabriqués sont livrés sur le chantier avec des obturations provisoires.

Les soudures sont décapées et passivées.

5.4.2. Préparation des éléments de tuyauterie

Une préparation des éléments de tuyauterie intervient avant (pré)fabrication.

En préalable, les défauts d'aspect inacceptables sont traités.

Dans tous les cas, il convient d'éliminer les enduits de protection et les divers vernis ainsi que, si les matériels ont été protégés par huilage ou similaire, de procéder à un dégraissage.

Le sablage est interdit. La destruction des vernis au chalumeau est fortement déconseillée, car outre le risque de détériorer le matériel, des zones mal brûlées peuvent subsister ; les vernis ou graisse cuite se décollant très difficilement sous l'effet d'un écoulement turbulent, même avec une élévation de la température, et les produits chimiques adaptés pour ces vernis étant dangereux, une destruction par circulation n'est pas efficace.

5.4.3. Assemblage par soudure

Un dossier de soudage est constitué et soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre.

Les soudures sont faites par procédé TIG.

La soudure bout à bout « BW » est préférée à l'emmanchement « SW ».

Les tubes sont chanfreinés extérieurement pour réaliser les soudures bout à bout, puis ils sont ébavurés intérieurement.

5.5. EXÉCUTION DE LA PROTECTION ANTI-CORROSION

5.5.1. Epreuve de convenance

Un essai de convenance de mise en application des peintures est réalisés pour chaque système de peinture utilisé sur une surface d'environ un demi mètre carré (0,5 m²).

Cette épreuve de convenance porte, outre sur l'application des produits et la qualité du film sec, sur la couleur de finition et la définition de celle-ci à l'aide de plaques témoins qui feront foi lors de la réception et pourront être utilisées pour le contrôle de garantie.

5.5.2. Préparation des surfaces

Elle est réalisée selon les prescriptions de l'article 3.2.5 du fascicule 56 CCTG, ainsi que les contrôles s'y rapportant.

5.5.3. Galvanisation

Dans le cas d'une galvanisation avant peinture, le Titulaire se conforme aux prescriptions du chapitre 2.1 du fascicule 56.

5.5.4. Application des peintures

5.5.4.1. APPLICATION DES PEINTURES EN ATELIER

L'application des peintures est obligatoirement effectuée en atelier usine ou en atelier site.

L'application des peintures est effectuée en fonction d'une part, des caractéristiques d'emploi définies par les fiches d'homologation, et d'autre part, en fonction des essais de convenance.

En tout état de cause, elle est conforme à l'article 3.2.6 du fascicule 56 du CCTG.

Le Titulaire est tenu de signaler le fournisseur qu'il choisit, et se conformer ensuite, strictement à la méthode de mise en œuvre du produit correspondant, définie par la décision du 03 mars 1995, accordant l'homologation à des systèmes de peinture de type A pour la protection des ouvrages métalliques contre la corrosion, conformément aux recommandations de l'ACQPA.

Si l'application des peintures est reconnue défectueuse sur certains éléments ou parties d'ouvrage, ou si des détériorations sont dues au personnel ou au matériel du Titulaire, celle-ci doit procéder à ses frais à la réparation des surfaces correspondantes, étendu à l'ensemble des panneaux concernés laquelle peut aller jusqu'à un décapage et à la réfection de la totalité du système.

5.5.4.2. RETOUCHES DE PEINTURES SUR SITE

Seules les retouches sont autorisées.

Le respect des procédures de retouches fait l'objet des mêmes contrôles que les contrôles réalisés en atelier.

Dans l'hypothèse où le Titulaire envisage une finition sur site, le Titulaire justifie de procédures applicables sur site.

Une épreuve de convenance sur site peut être exigée du Maître d'Œuvre.

Tous les moyens de contrôle doivent être disponibles sur site au moment de l'application.

5.5.5. Contrôles

Les contrôles s'exercent en atelier et sur le site des travaux.

Les contrôles faisant partie de la procédure du contrôle interne du Titulaire décrite au P.A.Q. sont reportés quotidiennement dans le journal de chantier.

Dans le cadre du contrôle externe, le Maître d'Œuvre se réserve le droit des prélèvements des peintures, quel que soit le degré d'avancement des travaux, pour contrôler notamment la conformité du matériel utilisé (date limite d'utilisation). Au cas où l'analyse fait apparaître que les peintures ont été modifiées, celles-ci sont rebutées et les travaux sont suspendus puis le Titulaire est mis en demeure, par ordre de service, d'enlever à ses frais les peintures défectueuses et de recommencer l'application.

Le contrôle des épaisseurs est réalisé selon les dispositions de l'article 3.2.7 du fascicule 56 du CCTP, il comprend en outre, le contrôle de l'épaisseur des couches inhibitrices de corrosion (couche

primaire et de renforcement).

Le Titulaire est tenu de fournir aux agents agrées chargés du contrôle, de manière permanente, la possibilité d'accès dans des conditions offrant toute sécurité, à toutes les surfaces de tous les éléments.

Dans le cadre du contrôle externe, des contrôles de couleur pour l'aspect du revêtement (uniformité et conformité de l 'échantillon) sont également effectués par mesure de coordonnées trichromatiques, à raison de deux essais pour chaque ouvrage.

Le Maître d'Œuvre se réserve en outre, le droit de procéder à des contrôles d'adhérence dont le nombre et la distribution sont laissés à son appréciation.

Pour les structures très ouvragées (angles rentrants, orifices, soudures, …) un contrôle très précis doit être mis en œuvre par l'applicateur.

Une traçabilité de ces contrôles est réalisée.

5.6. ELÉMENTS PROVISOIRES

Les éléments provisoires mis en place sont compatibles avec les matériaux de base qui les reçoivent. Il en est de même pour les matériaux d'apport. La structure finie ne doit pas être modifiée pour cela éviter toutes dégradations des caractéristiques mécaniques et métallurgiques.

Les éléments provisoires sont retirés en prenant toutes dispositions pour ne pas dégrader les parties adjacentes. La zone de liaison est ragréée si besoin pour ne pas avoir de défauts sur la structure (épaisseur, profils de raccordement, etc.).

Tous les éléments provisoires sont retirés avant les opérations de finition (grenaillage, peinture, …).

5.7. TRANSPORT

Le Titulaire met en œuvre les moyens de calage, arrimage de manutention et de transport nécessaires pour éviter toute dégradation de matériel et de leur protection anticorrosion tels que prévu dans le programme de transport. Ces moyens sont soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre.

Le Titulaire prend toutes dispositions de transport pour obtenir les autorisations de circulation nécessaires et les vérifications éventuelles des ouvrages franchis.

Le Titulaire est responsable des retards éventuels dus à ces opérations.

5.8. ESSAIS ET ÉPREUVES EN ATELIER DES COMPOSANTS OLÉO-HYDRAULIQUES

5.8.1. Objet des essais et épreuves

Les composants oléo-hydrauliques prévus au marché feront l'objet d'essais et d'épreuves de réception en atelier, destinées à s'assurer de leur conformité réglementaire et de leur bon fonctionnement.

Cette réception en atelier constitue un point d'arrêt avant acheminement des équipements sur site.

Le Titulaire assure :

- l'organisation générale des essais et épreuves,
- l'établissement du programme des essais et épreuves, qu'il soumet au Visa du Maître d'Œuvre au moins un mois avant la date prévue pour ceux-ci ;

- la réalisation des épreuves et des essais,
- l'interprétation des résultats.

Les essais et épreuves donnent lieu à un procès-verbal détaillé, soumis au Visa du Maître d'Œuvre.

Le Titulaire approvisionne à ses frais tous les matériels nécessaires aux essais et épreuves, et fournit des opérateurs qualifiés.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'effectuer ou de faire effectuer des essais et contrôles en sus de ceux définis par le marché, après accord du Maître d'Ouvrage.

5.8.2. Nature des essais et épreuves

5.8.2.1. VÉRINS

En l'absence d'une procédure spécifique, le fabricant réalisera les essais de fonctionnement et de réception des vérins conformément à la norme NF ISO 10100 de février 2002 – Transmissions hydrauliques – Vérins – Essais de réception.

Par dérogation, la pression d'épreuve est de 1,5 fois la pression maximale en service (y compris surpressions éventuelles), et la durée de l'essai est d'au moins ¼ d'heure dans chaque chambre du vérin.

Si le corps est réalisé en acier moulé, cette pression d'épreuve est de 2 fois la pression maximale en service.

Le Titulaire fournira un rapport d'essai comportant l'ensemble des points mentionnés par la norme : identification, conditions d'essai, essai de fuite à basse pression d'essai, essai d'étanchéité du piston et essai à la pression d'épreuve.

5.8.2.2. CENTRALE HYDRAULIQUE

La centrale hydraulique fera l'objet d'une série d'essais et d'épreuves en pression permettant de valider la conformité, la tenue et le fonctionnement de l'ensemble de ses composants. Ces essais sont réalisés en présence du Maitre d'œuvre.

5.9. MONTAGE SUR CHANTIER

5.9.1. Préambule

Les opérations de montage des vérins hydrauliques doivent respectées les préconisations du Titre 2 du présent CCTP.

Les paragraphes suivants concernent essentiellement les opérations de mise en œuvre des circuits hydrauliques.

5.9.2. Actions préliminaires au montage

La désignation du responsable des opérations de montage est soumise à l'acceptation du Maître d'Œuvre.

Pour cela, le Titulaire précise les références professionnelles de l'intéressé et sa situation dans le Titulaire ou vis-à-vis de celle-ci.

5.9.3. Réalisation des raccordements oléo-hydrauliques

5.9.3.1. MONTAGE À BLANC

Avant mise en propreté finale de l'installation, le Titulaire procède à un montage à blanc sur site de l'ensemble des tuyauteries.

5.9.3.2. MISE EN PROPRETÉ DE L'INSTALLATION

5.9.3.2.1. **Décapage**

Cette opération a pour but d'éliminer toute trace d'oxydation et de calamine dans les circuits.

Le traitement est généralement effectué par circulation d'un liquide acide (acide phosphorique ou produits spécifiques du commerce) dans le circuit monté, soudé.

Dans cette situation, l'effet dynamique (vitesse d'écoulement supérieure à 1 m/s) renforce l'effet chimique.

Les parties sensibles des réseaux, qui comportent des composants, sont pontées.

Avant réalisation du traitement, un essai d'étanchéité à l'eau intervient en utilisant le matériel servant au décapage.

Le temps de traitement est déterminé en fonction de la température ambiante et de l'état des tuyauteries (échantillonnage).

5.9.3.2.2. **Passivation**

Cette opération a pour but d'éliminer les traces d'acide pouvant subsister après décapage.

Un produit basique circule au moins durant deux heures. Les circuits sont ensuite vidangés et séchés à l'azote.

La bonne préparation des circuits à traiter est essentielle. En particulier, il est très important que l'installation puisse être totalement remplie et vidangée, et dispose de points de purge.

Les réseaux sont momentanément protégés après la passivation. Il convient de les conserver sous azote et d'effectuer la mise en huile dans les 12 heures.

5.9.3.2.3. **Rinçage**

Les circuits sont systématiquement rincés à l'huile, qui est identique au fluide définitif ou bien une huile de rinçage conforme aux exigences du constructeur. Sauf indication contraire, l'huile de rinçage n'est pas conservée.

La vitesse d'écoulement est au minimum de 6 m/s dans les lignes pression et de 1,5 fois la vitesse nominale dans les tuyauteries d'aspiration et de retour.

La température du fluide est de l'ordre de 40 à 50 °C.

Les soudures sont martelées pendant la circulation.

La durée du rinçage est déterminée par le niveau de propreté des éléments filtrants, dont la finesse est adaptée à la classe de propreté recherchée.

La quantité des particules solides polluantes est déterminée en référence à la norme internationale ISO 4406 :1999 « Transmissions hydrauliques- fluides –Méthode de codification du niveau de pollution par particules solides. » : la classe de pollution 19/17/14 est adoptée pour les installations neuves.

La présence d'une technique proportionnelle conduit à relever la classe à 17/15/12.

Un comptage de particules garantit l'obtention de la classe souhaitée.

Une fois le réseau rincé intervient un super rinçage de l'installation, qui prend en compte le maximum possible de matériels. La validation finale intervient par comptage des particules.

5.9.3.2.4. Montage et nettoyage final

Lors du remontage définitif, toute l'attention doit être portée pour ouvrir au minimum le réseau.

L'introduction de poussières nécessiterait la reprise de la procédure de mise en propreté pour l'ensemble du circuit concerné.

L'ensemble des éléments filtrants est renouvelé.

Au cours du montage définitif, l'entreprise assure la mise en places des isolants de protection anticorrosion galvanique.

5.10. ESSAIS ET ÉPREUVES DES MATÉRIELS OLÉO-HYDRAULIQUES

5.10.1. Généralités

Les composants oléo-hydrauliques prévus au marché feront l'objet d'essais et d'épreuves sur site.

Ces essais et épreuves constituent un point d'arrêt avant lancement des essais de manœuvre des vannes, décrits au Titre 2 du présent CCTP.

Le Titulaire assure :

- l'organisation générale des essais et épreuves,
- l'établissement du programme des essais et épreuves, qu'il soumet au Visa du Maître d'Œuvre au moins un mois avant la date prévue pour ceux-ci ;
- la réalisation des épreuves et des essais,
- l'interprétation des résultats.

Les essais et épreuves donnent lieu à un procès-verbal détaillé, soumis au Visa du Maître d'Œuvre.

Le Titulaire approvisionne à ses frais tous les matériels nécessaires aux essais et épreuves, et fournit des opérateurs qualifiés.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit d'effectuer ou de faire effectuer des essais et contrôles en sus de ceux définis par le marché, après accord du Maître d'Ouvrage.

5.10.2. Nature des essais et épreuves

5.10.2.1. ESSAIS DE RÉSISTANCE

Ils concernent principalement les épreuves de résistance à 1,5 fois la pression de service.

Les tuyauteries sont équipées de tapes permettant d'isoler les matériels ne pouvant supporter la pression d'essais (instrumentation, etc.).

Ces essais donnent lieu à un procès-verbal détaillé, soumis au Visa du Maître d'Œuvre.

5.10.2.2. ESSAIS HYDRAULIQUES

Ils sont réalisés conformément au programme d'essais et suivant les recommandations CETOP et la norme NF ISO 4413.

Ces essais donnent lieu à un procès-verbal détaillé, soumis au Visa du Maître d'Œuvre.

5.11. DOSSIER TECHNIQUE

Avant la réception, le Titulaire fournit au Maître d'Ouvrage un dossier technique comprenant à minima :

- Le programme des travaux et calendrier réel d'exécution.
- Le plan d'assurance de la qualité (P.A.Q) accompagné de tous les résultats du contrôle interne rassemblés dans un dossier constructeur. Ce dossier comprendra notamment :
  - le cahier de soudage des soudures réalisées en atelier,
  - les certificats matière des différents éléments,
  - les PV de peinture,
  - les PV des différents contrôles (visuels, non destructifs, etc…),
  - les PV de conformité des appareils sous pression,
  - les PV d'épreuve suivant spécifications,
  - les certificats d'étalonnage (capteurs, soupapes…),
  - les PV d'analyse d'huile à l'issue des mises en route,
  - les relevés de cote (avant montage, après montage, etc…),
  - les compte-rendus d'essais.

Ce dossier présente également les comptes rendus d'incidents, traitements d'anomalies en cours de fabrication, montage et essais.

- Les plans et dessins conformes à exécution (ensembles généraux, ensembles partiels, plans de fabrication, nomenclatures).
- Schéma hydraulique avec repérage des composants et nomenclature associée.
- La note de calcul d'exécution des vérins, faisant apparaître clairement l'état estimé final des contraintes sous charges permanentes et des flèches.
- Une note technique justifiant le dimensionnement ou le choix des composants, des circuits, des températures.
- Les notices d'exploitation (établissement des procédures de fonctionnement normal, de fonctionnement dégradé, de fonctionnement accidentel, etc…).
- Ces procédures, établies sous forme de fiches, seront suivies par l'exploitant afin de lui permettre d'éviter toute détérioration des équipements et de définir la conduite à tenir devant toutes situations accidentelles (en mode automatique, en mode dégradé, en mode manuel, etc.).
- Les notices de maintenance pour chaque matériel définissant :
  - la périodicité et le degré de précision des visites et des inspections détaillées,
  - les procédures de démontage / montage / remplacement des matériels avec indication de la durée prévisionnelle des opérations,
  - les procédures de vidange et de remplissage de l'installation.
- Les fiches techniques de chaque composant.

- La liste des pièces de rechange.

Ce dossier devra être validé par le service maintenance du Maître d'Ouvrage. Des séances de travail sont à prévoir avec ce service pour élaborer le dossier.

5.12. FORMATION

5.12.1. Généralités

Le Titulaire assurera la formation des agents d'exploitation et de maintenance.

A noter qu'une formation à l'exploitation temporaire est également à prévoir par le Titulaire à la fin de la première saison de travaux, pour permettre la prise en main des équipements de la passe rive gauche par le personnel exploitant (exploitation du clapet en mode manuel).

5.12.2. Formation du personnel d'exploitation

Cette formation est destinée au personnel d'exploitation. L'objectif est la familiarisation à la conduite des installations.

Le Titulaire doit proposer une formation dont le contenu et la durée permettent la bonne compréhension et l'exploitation de l'installation par le personnel. Le nombre et la qualité des personnes à former seront précisés par le Maître d'Ouvrage.

Chaque participant se verra remettre un support de formation.

Points abordés :

- marche / arrêt de l'installation ;
- conduite de l'installation dans les différents modes ;
- utilisation superviseur et des pupitres de commande locale ;
- analyse de dysfonctionnement et localisation de pannes sur la base des remontées d'informations délivrées par l'automatisme ;

5.12.3. Formation du personnel de maintenance

Cette formation est destinée au personnel de maintenance et vient en complément de la formation d'exploitation. L'objectif est le l'entretien courant, el diagnostic des pannes et leur traitement.

Le Titulaire doit proposer une formation dont le contenu et la durée permettent la bonne compréhension de l'installation et un degré d'autonomie suffisant pour diagnostiquer et résoudre les dysfonctionnements de l'installation.

La formation comprend notamment une participation en observateur lors du montage et de la mise en service des équipements, et de la formation théorique sur la base du DOE.

Chaque participant se verra remettre un support de formation.

Points abordés :

- analyse du dossier de l'installation ;
- description des alarmes remontées sur le terminal opérateur et des causes potentielles des défaillances ;
- procédures d'intervention ;

- procédures de démontage / remontage des différents constituants ;
- utilisation avancée du superviseur et des organes de commande ;
- exploitation des outils logiciels à des fins de maintenance ;

5.13. DOSSIER TECHNIQUE

Avant la réception, le Titulaire fournit au Maître d'Ouvrage un dossier technique comprenant à minima :

- Le programme des travaux et calendrier réel d'exécution ;
- Le plan d'assurance de la qualité (P.A.Q) accompagné de tous les résultats du contrôle interne rassemblés dans un dossier constructeur. Ce dossier comprendra notamment :
  - les compte-rendu d'essais ;
  - les certificats d'étalonnage ;
  - etc…
- Ce dossier présente également les comptes rendus d'incidents, traitements d'anomalies en cours de fabrication, montage et essais ;
- Les notes de dimensionnement des matériels (câbles, filerie, disjoncteurs, fusibles, etc…) ;
- Les notes de calculs nécessaires à la bonne réalisation des installations, justifiant notamment :
  - le dimensionnement des circuits électriques ;
  - le calibrage des protections ;
  - le dimensionnement des transformateurs et autres alimentations ;
  - les niveaux d'éclairage, dimensionnement des ventilateurs, etc…
- L'ensemble des documents électriques (schémas, plans, carnets de câbles, etc…) conformes à exécution ;
- Les notices d'exploitation (établissement des procédures de fonctionnement normal, de fonctionnement dégradé, de fonctionnement accidentel, etc…) ;
  Ces procédures, établies sous forme de fiches, seront suivies par l'exploitant afin de lui permettre d'éviter toute détérioration des équipements du barrage et de définir la conduite à tenir devant toutes situations accidentelles (en mode automatique, en mode dégradé, en mode manuel, etc.) ;
- Les notices de maintenance pour chaque matériel définissant :
  - la périodicité et le degré de précision des visites et des inspections détaillées ;
  - les procédures de démontage / montage / remplacement des matériels avec indication de la durée prévisionnelle des opérations ;
  - les procédures de test ;
- La documentation technique des matériels (regroupant tous les documents d'installation, d'utilisation, d'entretien, les procès-verbaux d'étalonnage, etc…) ; le mode de classement de ces documents est soumis à l'approbation du Maître d'œuvre ;

oOo