

Barrage de Beaulieu

MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

ARTICLE 4 – ELECTRICITÉ ET CONTRÔLE-COMMANDE

FÉVRIER 2025 – VERSION 1

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
– TEL :

SOMMAIRE

Suivi des modifications a

1. Préambule 6

1.1. DÉFINITIONS 7
1.2. GÉNÉRALITÉS 7
1.3. OBJET DU MARCHÉ 8

2. DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES DE CONTROLE-COMMANDE PREVUS AU MARCHE 10

2.1. GÉNÉRALITÉS 10
2.2. PRINCIPES D'AUTOMATISATION DU BARRAGE ET DE LA PASSE À POISSONS 10
2.2.1. PRINCIPE DE RÉGULATION DU BARRAGE MOBILE 10
2.2.2. PRISE EN COMPTE DE LA PASSE À POISSON DANS LA RÉGULATION DU BARRAGE 11
2.2.3. DÉTAIL DE LA RÉGULATION (HORS CRUE) 12
2.2.4. GESTION DES PÉRIODES DE FORTE CRUE 13
2.2.5. FONCTIONNEMENT DE LA PASSE À POISSONS (TRANCHE OPTIONNELLE) 13
2.2.6. MODES D'EXPLOITATION RETENUS POUR LES CLAPETS DU BARRAGE 13
2.2.7. MODES D'EXPLOITATION DE LA VANNE AVAL DE LA PASSE À POISSONS (TRANCHE OPTIONNELLE) 15
2.2.8. GESTION À DISTANCE 15
2.2.9. SURVEILLANCE 16
2.2.10. DÉTAIL DE L'ASTREINTE 16
2.3. ARCHITECTURE ÉLECTRIQUE DU CONTRÔLE-COMMANDE 16
2.4. DESCRIPTION DE L'ARMOIRE DE CONTRÔLE-COMMANDE PRINCIPALE 17
2.4.1. GÉNÉRALITÉS 17
2.4.2. CONSTITUTION MINIMALE DE L'ARMOIRE ÉLECTRIQUE 18
2.4.3. DÉTAILS DU TERMINAL DE DIALOGUE 21
2.5. DESCRIPTION DES AUTRES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU LOCAL ÉLECTRIQUE 23
2.6. DESCRIPTION DE L'INSTRUMENTATION 24
2.6.1. SONDES DE NIVEAUX 24
2.6.2. AUTRES INSTRUMENTATIONS 24
2.7. DESCRIPTION DU BOÎTIER DE COMMANDE PORTATIF ET DES PRISES DÉPORTÉES 25
2.8. ALIMENTATION EN ÉNERGIE 25
2.8.1. BILAN DE PUISSANCE ET LIMITE SOUSCRITE 25
2.8.2. DESCRIPTION DU GROUPE ÉLECTROGÈNE DE SECOURS 26
2.9. DESCRIPTION DE L'ÉCLAIRAGE DES PASSES ET DE LA PASSERELLE 26
2.10. DESCRIPTION DES RACCORDEMENTS (HORS TÉLÉCONDUITE) 27
2.10.1. RACCORDEMENTS AUX RÉSEAUX ENEDIS 27

2.10.2. DESCRIPTION DES CHEMINEMENTS ÉLECTRIQUES 27
2.10.3. DESCRIPTION DU CIRCUIT DE MISE À LA TERRE 28
2.11. RACCORDEMENT À LA TÉLÉCONDUITE DE LA PETITE SEINE 29
2.11.1. PRÉAMBULE 29
2.11.2. PRÉSENTATION SUCCINCTE DU RÉSEAU DE TÉLÉCONDUITE EXISTANT SUR LA PETITE SEINE 29
2.11.3. INTÉGRATION DU BARRAGE DE BEAULIEU 29
2.11.4. SUPPORT POUR LE RACCORDEMENT AU RÉSEAU VNF DE TÉLÉCONDUITE 31
2.11.5. MODIFICATION DU NOUVEAU POSTE DE CONDUITE CENTRALISÉ (PCC) 32
2.11.6. RÉSEAUX DIVERS INTÉGRÉS À LA TÉLÉCONDUITE (TRANCHE FERME) 32
2.12. PIÈCES DE RECHANGE ET OUTILLAGE SPÉCIAL 33

3. DISPOSITIONS PARTICULIERES APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS ELECTRIQUES DE CONTROLE-COMMANDE 35
3.1. HYPOTHÈSES D'ÉTUDE ET DE CALCUL 35
3.1.1. CADRE RÉGLEMENTAIRE 35
3.1.2. CONDITIONS D'UTILISATION DU MATÉRIEL 36
3.2. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DE CONCEPTION 36
3.2.1. GÉNÉRALITÉS 36
3.2.2. DISPOSITIONS LIÉES À LA SÉCURITÉ 37
3.2.3. DÉMONTABILITÉ 37
3.2.4. INTERCHANGEABILITÉ - STANDARDISATION 37
3.2.5. REPÉRAGES 37
3.3. DISPOSITIONS CONCERNANT LES PROTECTIONS 38
3.3.1. DISPOSITIF DE SECTIONNEMENT DE L'ALIMENTATION 38
3.3.2. PROTECTIONS MOTEURS 39
3.3.3. PROTECTION ANTI-FOUDRE 39
3.3.4. DEGRÉ DE PROTECTION DES MATÉRIELS 39
3.4. DISPOSITIONS CONCERNANT L'INSTALLATION DES CÂBLES 40
3.4.1. GÉNÉRALITÉS 40
3.4.2. INSTALLATION SUR CHEMINS DE CÂBLES 40
3.4.3. CÂBLES UNIPOLAIRES 41
3.4.4. PROTECTION CONTRE LES CHOCS, LE SOLEIL OU AUTRES AGRESSIONS 41
3.4.5. CÂBLES POSÉS EN CANIVEAUX BÉTON 41
3.4.6. JONCTIONS 41
3.4.7. TRAVERSÉES DE PAROIS 41
3.4.8. RACCORDEMENTS 41
3.5. DISPOSITIONS CONCERNANT LA PROTECTION ANTI-CORROSION 42
3.6. DISPOSITIONS CONCERNANT LE CIRCUIT DE MISE À LA TERRE 42
3.7. DISPOSITIONS LIÉES AU PHASAGE DES TRAVAUX DE MISE EN ŒUVRE DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE-COMMANDE 42

4. QUALITE ET PROVENANCE DES MATERIAUX, COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS 43
4.1. PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIELS 43
4.1.1. PRÉAMBULE 43
4.1.2. AUTOMATES 43
4.1.3. TERMINAUX DE DIALOGUE 44
4.1.4. ALIMENTATIONS BASSE TENSION 44
4.1.5. CONTACTEURS 44
4.1.6. RELAIS 44
4.1.7. ARMOIRES ET COFFRETS DE COMMANDE 44
4.1.8. ONDULEUR 45
4.2. CÂBLES ET CHEMINEMENT 45
4.2.1. TYPES DE CÂBLES 45
5. MODE D'EXECUTION, CONTROLE, EPREUVE ET ESSAIS 47
5.1. GÉNÉRALITÉS 47
5.2. PROGRAMMES D'EXÉCUTION 47
5.2.1. PROGRAMME DES ÉTUDES D'EXÉCUTION 47
5.2.2. PROGRAMME DE MONTAGE 47
5.2.3. PROGRAMME DES ESSAIS 48
5.3. ETUDES D'EXÉCUTION 48
5.3.1. PRÉAMBULE 48
5.3.2. CONTENU DES ÉTUDES D'EXÉCUTION 48
5.3.3. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS D'EXÉCUTION 49
5.4. MONTAGE EN ATELIER ET SUR SITE 52
5.4.1. MONTAGE EN ATELIER 52
5.4.2. MONTAGE SUR SITE 52
5.5. CONTRÔLES DE CONFORMITÉ ÉLECTRIQUE 53
5.6. ESSAIS DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE-COMMANDE 53
5.6.1. GÉNÉRALITÉS 53
5.6.2. ESSAIS EN ATELIER 54
5.6.3. ESSAIS À BLANC SUR SITE 54
5.6.4. ESSAIS DE MISE EN SERVICE SUR SITE 54
5.7. DOSSIER TECHNIQUE 54
5.8. FORMATION 55
5.8.1. FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION 55
5.8.2. FORMATION DU PERSONNEL DE MAINTENANCE 56

Tableaux

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

Figures

FIG. 1. LOCALISATION DU BARRAGE DE BEAULIEU ____ 9
FIG. 2. EXEMPLE DE LOI Z/Q EN AMONT D'UN BARRAGE DE NAVIGATION ____ 11
FIG. 3. SCHÉMATISATION DE LA GESTION DES CLAPETS TENANT COMPTE DE LA PROXIMITÉ DE LA PASSE À POISSONS ____ 12
FIG. 4. SÉLECTION DES MODES DE MARCHE (EXTRAIT ANALYSE FONCTIONNELLE BARRAGE DE MAROLLES) ____ 15
FIG. 5. ARCHITECTURE RÉSEAUX DU CONTRÔLE-COMMANDE AVEC TÉLÉCONDUITE (LOGIQUE CÂBLÉE NON REPRÉSENTÉE) ____ 17
FIG. 6. SCHÉMA DU RÉSEAU DE TÉLÉCONDUITE (EXTRAIT CCTP TÉLÉCONDUITE) ____ 29
FIG. 7. CARTE ILLUSTRANT LES LOCALISATIONS DES 2 SITES À CONNECTER (IGN®) ____ 30
FIG. 8. SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA SOLUTION À DÉPLOYER ____ 31

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.

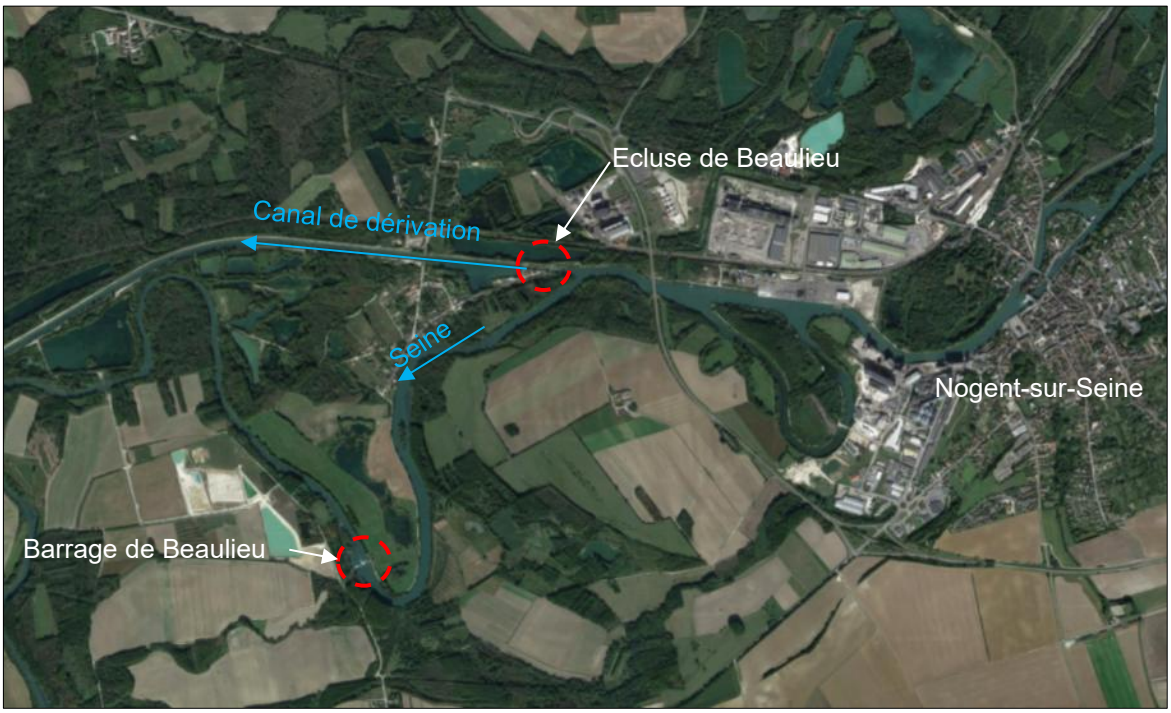


Fig. 1. Localisation du barrage de Beaulieu

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 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES DE CONTROLE-COMMANDE PREVUS AU MARCHE

2.1. GÉNÉRALITÉS

Le Titre 4 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 électriques nécessaires au bon fonctionnement du nouveau barrage mobile de BEAULIEU et de sa passe à poisson.

Les quantités de matériels indiquées par la suite sont données à titre d'aide pour la préparation de l'offre. Il appartiendra au Soumissionnaire 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 Soumissionnaire.

Il est à noter que l'installation automatisée du barrage de BEAULIEU devra être compatible avec les équipements de gestion centralisée actuellement utilisés par VNF sur la petite Seine. Les entreprises Soumissionnaires sont en conséquence invitées à visiter le poste de gestion centralisée durant la phase d'appel d'offre, pour prendre en compte dans leur offre toutes les dispositions nécessaires au respect de cette exigence.

Pour chaque composant paramétrable ou programmable installé, le Titulaire se devra de fournir les logiciels de paramétrage, licences, et clés de développement associés, afin de permettre une paramétrisation ou une re-programmation ultérieure du composant.

2.2. PRINCIPES D'AUTOMATISATION DU BARRAGE ET DE LA PASSE À POISSONS

2.2.1. Principe de régulation du barrage mobile

Les modalités de gestion des clapets du barrage ont pour objectif principal, hors période de crue, de maintenir le niveau de retenue normale dans le bief amont et plus particulièrement au niveau de l'écluse de Beaulieu afin d'assurer les conditions de navigation.

Les valeurs de retenue normale et de débit d'abattage qui définissent la plage de régulation du barrage seront inchangées par rapport au barrage actuel.

Les modalités de gestion du barrage correspondent aux modalités classiques d'un barrage à clapets : partant de la position la plus haute pour un débit d'étiage, les clapets sont progressivement abaissés à mesure de l'augmentation de débit de la Seine. Au moment du débit d'abattage en crue, les clapets de toutes les passes seront complètement abaissés dans le radier. Il n'y a plus de régulation.

La relation hauteur/ débit typique produite par un barrage de navigation est schématisée à la figure suivante.

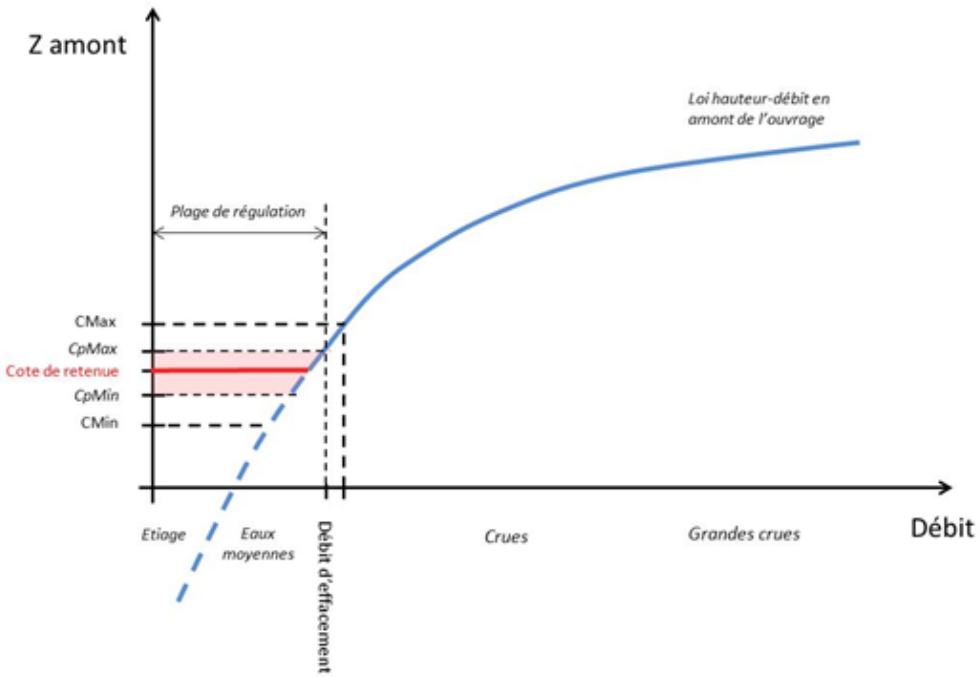
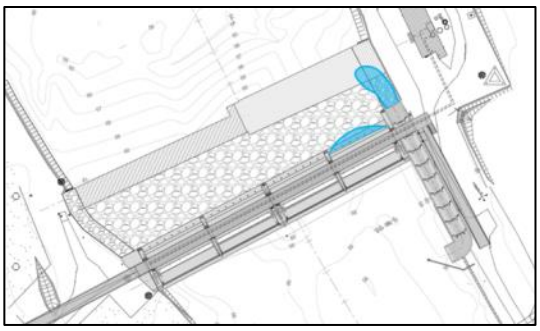


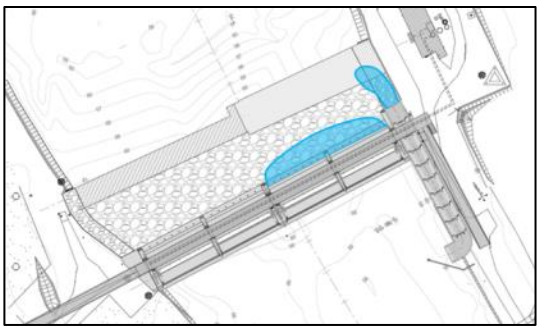
Fig. 2. Exemple de loi Z/Q en amont d'un barrage de navigation

2.2.2. Prise en compte de la passe à poisson dans la régulation du barrage

En plus de ces modalités générales, la gestion des clapets devra tenir compte de la proximité de la passe à poissons de façon à ce que le débit qui transite par le barrage ne concurrence pas le débit d'attrait de la passe à poissons.

Ainsi les débits faibles de la Seine seront évacués par la passe la plus proche de la passe à poissons (passe n°4). Au fur et à mesure de l'augmentation du débit, celui-ci sera réparti sur un nombre de clapets croissant de façon à ce que l'écoulement utilise une grande longueur déversante. Les passes no 4 et no 3, puis l'ensemble des passes seront utilisées comme illustré sur la figure suivante (principe) :





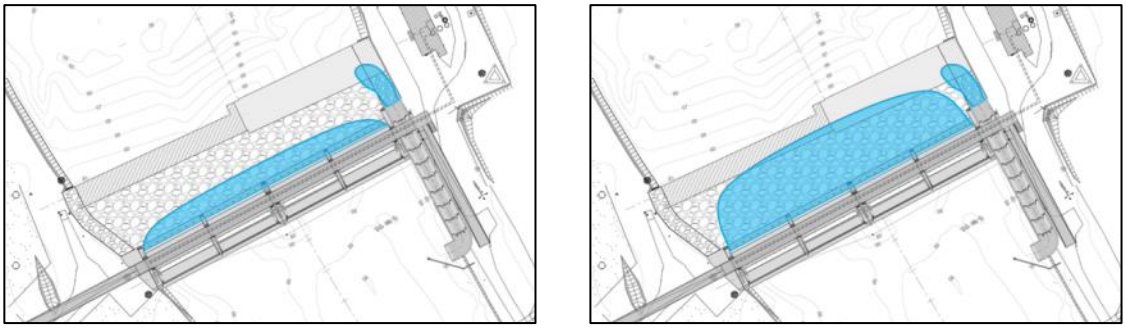


Fig. 3. Schématisation de la gestion des clapets tenant compte de la proximité de la passe à poissons

2.2.3. Détail de la régulation (hors crue)

La gestion des clapets sera assurée par l'automate barrage. Les paramètres de l'automate (niveaux, temporisation, pas, etc.) seront ajustables aisément par l'exploitant de façon à pouvoir procéder au réglage fin de la gestion des clapets après leur mise en service, selon les mesures liées aux conditions d'écoulement qui seront effectivement observées.

A la mise en service, c'est par défaut le niveau à l'écluse qui sera pris en compte. Ultérieurement, quand les écarts entre l'écluse et les sondes amont du barrage seront confirmés dans les différentes situations hydrauliques, ce seront les valeurs des sondes amont du barrage qui seront prises en compte, afin de ne pas dépendre de la liaison avec l'écluse.

Le niveau de consigne (cible) est fixé à 60.60 m NGF au niveau de l'écluse.

La plage de variation de niveau autorisée autour de cette consigne est établie à : +/- 7 cm.

Ainsi la plage de variation sera bornée par deux niveaux, appelés par la suite Cmax et Cmin dont les valeurs par défaut sont les suivantes :

- cote haute de régulation Cmax = 60,67 m NGF
- la cote basse de régulation Cmin = 60,53 m NGF.

Pour tenir compte de l'inertie du bief, une plage plus restreinte sera effectivement considérée pour la régulation par deux niveaux appelés Cpmax et Cpmin.

Ces consignes étant fixées, les bouchures seront manœuvrées automatiquement de façon successive et coordonnée, en fonction du niveau mesuré dans le bief amont.

Le principe de fonctionnement de la régulation est une régulation par pas : une moyenne est effectuée sur un certain nombre de mesures (sur une durée de l'ordre de 5 minutes) puis elle est comparée la fourchette de la consigne. Si le niveau est en dehors de la tolérance, on agit dans le sens voulu d'un pas. Après une temporisation, on refait une moyenne de mesures puis on vérifie si le niveau est dans la tolérance. Si ce n'est pas le cas on agit à nouveau d'un pas, et ainsi de suite.

Ainsi, lorsque ce niveau atteint le niveau de consigne haut Cpmax, les bouchures s'ouvrent l'une après l'autre d'un pas unitaire, en respectant une temporisation entre chaque mouvement. Après chaque mouvement, on évalue la nécessité d'effectuer une nouvelle manœuvre. Si après la temporisation, le niveau du bief est redescendu en dessous de Cpmax, on ne commande pas le mouvement d'ouverture de la bouchure suivante.

Si le débit diminue, le plan d'eau s'abaisse. Lorsque le niveau atteint le niveau de consigne bas Cpmin, les bouchures se ferment l'une après l'autre d'un pas unitaire. Comme précédemment, une

temporisation après chaque mouvement permet d'affiner la régulation, en évaluant le besoin d'effectuer le mouvement suivant.

Lorsque le débit est normal, une régulation dite « lente » permet de maintenir la consigne de niveau. Lorsque le débit augmente (pré-crue), une régulation dite « rapide » prend le dessus, avec augmentation du pas et diminution du temps d'attente (temporisation) entre deux actions, dans un souci de réactivité.

La programmation et le paramétrage doivent éviter les mouvements permanents des bouchures (effet de « pompage »).

Ce fonctionnement est celui en œuvre sur les 4 barrages automatiques de la Petite Seine depuis 2009, et dont le fonctionnent est satisfaisant.

2.2.4. Gestion des périodes de forte crue

En période de crue importante, le barrage ne fonctionne plus en régulation.

Les bouchures mobiles sont ouvertes au maximum pour offrir la plus grande ouverture hydraulique, et être le plus transparent possible vis à vis de la crue.

Le système automatisé est toujours actif pour assurer une surveillance des paramètres de fonctionnement des équipements du barrage.

2.2.5. Fonctionnement de la passe à poissons (tranche optionnelle)

2.2.5.1. VANNE AVAL RÉGULÉE

La passe à poissons prévues au Marché requiert une vanne de régulation à l'aval (entrée de la passe).

La régulation aura pour but de maintenir une chute d'eau constante sur le premier bassin de la passe afin d'en garantir l'attractivité conformément aux prescriptions définies dans l'Arrêté préfectoral fournis en cours d'étude.

2.2.5.2. VANNE D'ISOLEMENT AMONT

En complément, une double-vanne d'isolement est installée au niveau de la sortie piscicole de la passe (à l'amont) pour permettre de fermer la passe en période de crue et éviter ainsi l'introduction d'embâcles dans les bassins.

Cette vanne d'isolement fonctionnera en tout ou rien : ouverte en période normale, elle sera automatiquement fermée dès que le niveau dans le bief amont dépassera une valeur de consigne paramétrable par l'exploitant. A des fins de maintenance, cette vanne devra également pouvoir être fermée sur ordre de l'exploitant à tout moment.

2.2.6. Modes d'exploitation retenus pour les clapets du barrage

Afin de répondre aux contraintes d'exploitation et de dysfonctionnement éventuel de l'aménagement, plusieurs modes de fonctionnement sont prévus :

2.2.6.1. LE MODE AUTOMATIQUE LOCAL :

C'est le mode normal de fonctionnement. Comme vu précédemment, dans ce mode de fonctionnement, la position des bouchures est gérée de façon automatique avec l'automate en fonction du niveau amont et des consignes d'exploitation préétablies par l'exploitant à l'aide de l'IHM.

L'amplitude des mouvements des bouchures est limitée par les détecteurs de fins de course

positionnés avant les butées mécaniques des organes de manœuvre.

Les informations liées à l'exploitation du barrage (niveau des biefs, position des bouchures, etc.) seront disponibles au niveau de l'armoire électrique du local de commande et envoyées en supervision. Ces informations évolueront en temps réel.

La crue est un fonctionnement particulier du mode automatique, pour lequel les bouchures sont totalement ouvertes.

En cas de niveaux « anormaux », une alarme permet de prévenir le personnel d'exploitation.

2.2.6.2. LE MODE MANUEL LOCAL OU DISTANT (ÉCLUSE OU PCC) ASSISTE DE L'AUTOMATE :

Ce mode de fonctionnement permet à l'exploitant de manœuvrer manuellement une ou plusieurs bouchures, qui sont alors écartées de la boucle de régulation, à l'aide des IHM.

Pour autant, les différentes sécurités automate sont actives lors de ces manœuvres manuelles.

Comme pour le mode automatique, les informations liées à l'exploitation du barrage (niveau des biefs, position des bouchures, etc.) seront disponibles au niveau de l'armoire électrique du local de commande et envoyées en supervision. Ces informations évolueront en temps réel.

2.2.6.3. LE MODE MANUEL LOCAL HORS AUTOMATE DIT MAINTENANCE (OU SECOURS) :

Lorsque ce mode de fonctionnement est sélectionné (commutateur), les bouchures pourront être manœuvrées aussi bien à la montée qu'à la descente en logique câblée, à partir du pupitre dans le local de commande ou en visuel, à proximité immédiate du barrage grâce à la télécommande. Ce mode est donc disponible en cas de défaut sur l'automate.

Ce mode permet notamment l'installation du verrou de chômage.

Dans ce mode, certains des équipements de contrôle-commande nécessitant l'automate peuvent ne plus intervenir.

2.2.6.4. AUTRES SITUATIONS DÉGRADÉES :

Les situations suivantes peuvent également être rencontrées et doivent être prévues sans nécessiter de mode dédié :

- une rupture complète et durable de l'alimentation électrique par le réseau de distribution,
- une défaillance d'un moteur électrique et/ou d'une pompe hydraulique,
- une défaillance d'une sonde de niveau amont.

Ces défaillances ne doivent pas affecter significativement les fonctions de sécurité de l'ouvrage. C'est pourquoi il est prévu :

- un 2e groupe motopompe,
- une 2e sonde amont
- un groupe électrogène de secours détaillé au §2.8.2 du présent Article.

2.2.6.5. LE MODE ULTIME-SECOURS :

Ce mode n'est pas sélectionné mais il est subi lorsque tous les autres modes sont hors service.

Dans ce mode de fonctionnement, les bouchures ne pourront être manœuvrées qu'à la descente en gravitaire, en considérant la défaillance générale de l'alimentation et de la distribution.

Cette descente s'effectue par une action directe sur les vannes de décharges présentes au niveau des blocs forés des vérins.

2.2.6.6. SELECTION DES MODES :

Les modes de marches sont organisés ainsi :

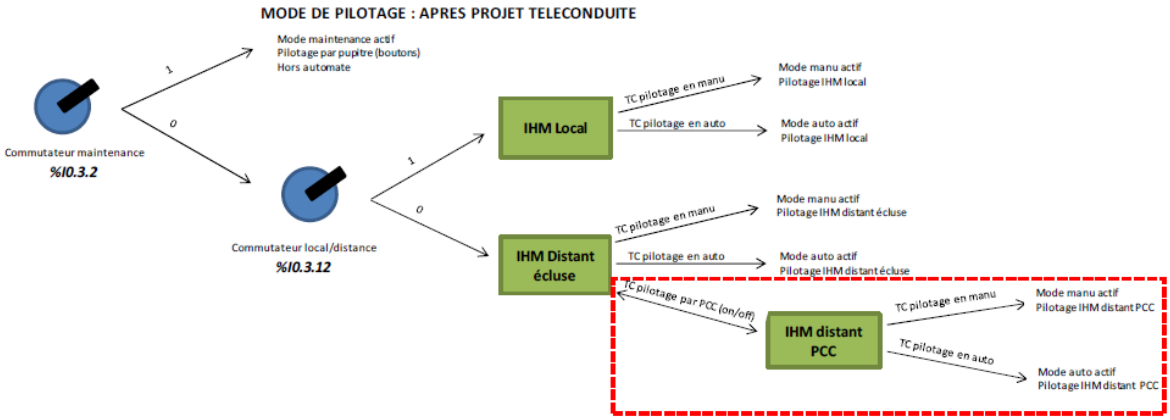


Fig. 4. Sélection des modes de marche (extrait analyse fonctionnelle barrage de MAROLLES)

2.2.6.7. LE MODE GESTION D'EXPLOITATION :

Ce mode permet au personnel exploitant ou au personnel de maintenance de régler les paramètres de fonctionnement du barrage (consignes de niveau, temporisation, etc…) ou d'inhiber certaines sécurités afin d'intervenir sur les bouchures.

On retrouvera également les paramètres d'étalonnage de certains capteurs (sondes de niveau, capteurs de position des bouchures, etc.).

L'accès à ce mode sera protégé par mot de passe afin de ne permettre les modifications des consignes qu'au personnel habilité.

2.2.7. Modes d'exploitation de la vanne aval de la passe à poissons (tranche optionnelle)

Les modes d'exploitation sont similaires à ceux prévus sur les clapets.

2.2.8. Gestion à distance

Considérant la philosophie de gestion centralisée de l'ouvrage souhaitée par VNF, un automate de télégestion est prévu permettant d'une part de visualiser à distance les principales informations liées à l'exploitation du barrage et de la passe à poissons (niveau des biefs, position des bouchures, alarmes, etc.), et d'autre part de commander la manœuvre des bouchures si nécessaire.

La liaison entre l'automate de télégestion et le poste de gestion centralisé se fera à l'aide d'une fibre optique jusqu'à l'écluse de BEAULIEU. Cette fibre optique sera installée en fin du chantier dans le cadre d'un autre marché.

En tranche ferme, le présent marché la mise en œuvre d'un raccordement fibre optique laissé en attente en amont rive droite de l'ouvrage.

En tranche optionnelle, une liaison hertzienne intégrée au réseau hertzien existant remplacera la

liaison par fibre optique.

Les détails de ces modes de transmission sont expliqués au §2.11 du présent document.

2.2.9. Surveillance

Un ensemble de capteurs surveille les paramètres de fonctionnement du barrage. Il s'agit notamment :

- de capteurs de pression, permettant de détecter une anomalie dans les circuits hydrauliques (surpression due au blocage d'une bouchure, chute de pression due à une fuite, etc.),
- de détecteurs de fin de course,
- de sondes de niveau des biefs,
- d'instrumentation diverse sur la centrale oléo-hydraulique.

L'instrumentation est détaillée au §2.5.

En cas de défaut considéré comme « majeur », la manœuvre du clapet concerné est interdite, jusqu'à l'acquittement du défaut par le personnel d'exploitation.

L'automate de télégestion appelle l'opérateur d'astreinte.

2.2.10. Détail de l'astreinte

En cas de défaut considéré comme « majeur », l'automate de télégestion, indépendant de l'automate de gestion des cycles, appelle l'opérateur d'astreinte sur une ligne téléphonique (possibilité de choix entre appel vocal et SMS) et permet la consultation de l'état du barrage à distance.

Si le numéro de l'opérateur d'astreinte ne répond pas ou si l'opérateur n'acquitte pas la réception, l'appel pourra être émis sur d'autres postes.

L'opérateur disponible devra acquitter l'alarme télégestion par téléphone afin d'interrompre le cycle d'appel téléphonique.

En cas de défaut « mineur » sur le barrage, le défaut est signalé à l'opérateur et le cycle automatique de régulation du barrage se poursuit.

Les informations sur l'état des différentes alarmes de l'installation sont disponibles au niveau de l'armoire électrique du local de commande et évoluent en temps réel.

2.3. ARCHITECTURE ÉLECTRIQUE DU CONTRÔLE-COMMANDE

L'objectif des équipements électriques de contrôle commande est de permettre une gestion du barrage mobile et de la passe à poissons telle que décrite ci-avant.

Ces équipements contrôlent et pilotent les manœuvres de vannes, et permettent de consigner les principales signalisations et les alarmes ou défauts de fonctionnement.

Le contrôle-commande est construit autour d'un noyau électromécanique câblé (sans automate), encadré par un système plus élaboré doté d'un automate programmable qui assurera le fonctionnement automatique du barrage, ainsi que la gestion des mesures et informations.

Un automate de télégestion, indépendant de l'automate principal, permettra la visualisation et le contrôle à distance du barrage.

Tous ces équipements sont regroupés dans une armoire électrique de contrôle-commande placée dans le local de commande situé dans le local existant en rive droite.

Le contrôle commande de la vanne de la passe à poisson intégrera également un automate ainsi qu'une interface de type IHM propre afin de pouvoir octroyer si nécessaire des droits d'accès différents différent de ceux donnant accès à la commande du barrage.

Pour pallier aux coupures d'alimentation du réseau ENEDIS, un groupe électrogène fixe est également installé dans la maison éclusière et prend automatiquement le relais du réseau en cas de besoin.

Un boîtier de commande portatif (télécommande) permettra de manœuvrer « à vue » les clapets et la vanne de la passe à poissons. Les prises de raccordement de ce boîtier seront déportées sur la passerelle.

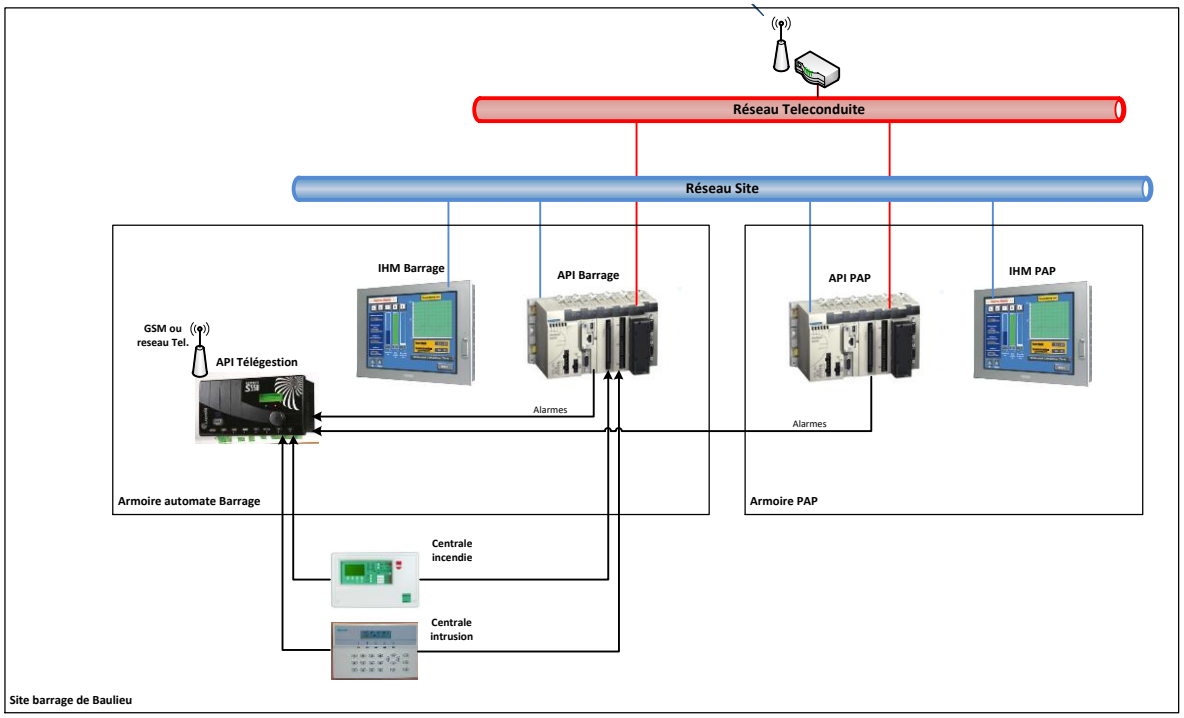


Fig. 5. Architecture réseaux du contrôle-commande avec téléconduite (logique câblée non représentée)

2.4. DESCRIPTION DE L'ARMOIRE DE CONTRÔLE-COMMANDE PRINCIPALE

2.4.1. Généralités

Installée dans le local de commande en rive droite, l'armoire de contrôle-commande principale centralise l'ensemble des informations en provenance des équipements du barrage et de la passe à poissons, et permet la manœuvre des vannes en mode automatique ou manuel.

Composée d'un ou plusieurs châssis, cette armoire adoptera un découpage fonctionnel et physique, composé des sous-ensembles suivants :

- Les arrivées d'énergie et les alimentations :

  Ce sous-ensemble regroupe l'arrivée des câbles d'alimentation, le dispositif de coupure général de ces alimentations, les dispositifs de protection des différents circuits et la génération locale des tensions auxiliaires.

- La gestion et la distribution de la puissance aux actionneurs :

  Ce sous-ensemble reçoit les matériels nécessaires à la commande et à la protection des moteurs et autres actionneurs de puissance.

- Le contrôle-commande :

  Le contrôle-commande inclut les matériels nécessaires à la commande manuelle locale des équipements du barrage et de la passe à poissons, et à l'information de l'exploitant sur les états et les défauts présents.

  Il inclut également tous les composants nécessaires à la gestion automatique des manœuvres de vannes (automatisme et sécurités).

  Le contrôle-commande est séparé entre le barrage et la passe à poisson.

2.4.2. Constitution minimale de l'armoire électrique

L'armoire électrique principale comprendra d'une part les équipements d'alimentation, de protection et de sectionnement, et d'autre part, les équipements de commande et de gestion.

L'armoire électrique sera découpée en quatre parties :

- Une première partie dite « TGBT » qui assurera la gestion de l'arrivée ENEDIS et l'inversion de source normale/secours et les protections puissances. Cette partie comprendra notamment :
  - l'inverseur de source et ses disjoncteurs :
    - raccordement direct à l'aval du compteur ENEDIS,
    - raccordement direct du groupe électrogène de secours,
  - Centrales de mesure de type DIRIS A40 (ou équivalent),
  - un relais présence tension
  - un module protection foudre

  Seront au minimum disponibles sur la face avant de l'armoire les équipements suivants :
  - 1 voyant lumineux blanc « Présence Secteur »,
  - 1 voyant lumineux blanc « Groupe électrogène »,
  - Afficheur de la centrale de mesures électriques,
- Une seconde partie dite « Cellule de distribution » qui assurera les départs et protections électrotechniques nécessaire à l'installation, donc principalement :
  - chauffage et ventilation armoire,
  - éclairages armoires,
  - puissance des moteurs de la centrale hydraulique,
  - éclairage extérieur (technique et passerelle),
  - alimentation vers armoire de contrôle-commande du barrage,
  - alimentation vers armoire de contrôle-commande de la passe à poissons,
  - chauffage du local technique (voire climatisation si nécessaire),
  - baie électronique téléconduite,
  - coffret PC,

- coffret pylône téléconduite (dans le cas de la Tranche conditionnelle associée).

L'ensemble des disjoncteurs seront instrumentés afin de remonter les informations à l'automate.

Seront au minimum disponibles sur la face avant de l'armoire les équipements suivants :

- Pour la centrale hydraulique :
  - 1 commutateur de choix du mode de commande à trois positions « commande manuelle – arrêt – commande automatique »,
  - 1 bouton poussoir lumineux « Marche » pour chacune des pompes de la centrale,
  - 1 bouton poussoir « Arrêt » pour chacune des pompes de la centrale,
  - 1 voyant défaut général centrale hydraulique (regroupe tous les défauts de la centrale hydraulique),
- Pour l'éclairage de la passerelle :
  - Des commutateurs
  - Des voyants lumineux « En service ».
- Pour l'éclairage des passes :
  - Des commutateurs
  - Des voyants lumineux « En service ».
- Une prise monophasée 230V/16A et une prise triphasée 400V/32A disposées sur le côté de l'armoire.

- Une Troisième partie dite « Cellule API Barrage » qui assurera la commande et le contrôle des équipements du barrage, et qui comprendra notamment :
  - Alimentations 24V redondantes avec contact de défaut
  - 1 automate de type SCHNEIDER® M580 (ou équivalent) :
    - CPU certifiée ANSSI (Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information) vis-à-vis de la cyber-sécurité,
    - carte de communication Modbus® TCP IP,
    - un module de communication vers automate de télégestion
    - entrées et sorties en 24 VDC,
    - entrées analogiques 12 bits minimum,
    - les entrées TOR et analogiques de l'automate seront connectées sur des bornes de type sectionnable,
    - les sorties TOR automates se feront par relais et les bornes de connexions seront de type fusible,
    - une réserve de 20% minimum est prévue sur les entrées/sorties connectées sur borniers,
  - 1 automate de télégestion de type SOFREL® (ou équivalent), composé de:
    - une carte d'alimentation,
    - une carte CPU,
    - un module de communication vers l'automate,

- une carte ETHERNET pour la communication avec un poste central de supervision,
- une carte GSM permettant d'appeler les personnels sur un numéro d'astreinte préétabli ou le report d'alarme par l'envoi de message vocaux ou SMS.

- 1 terminal de dialogue IHM tactile de type Schneider MAGELIS® XBTGT6330 (ou équivalent) associé à l'automate barrage et ayant pour fonctions essentielles :
  - l'affichage et le réglage de toutes les variables entrant dans la régulation automatique des vannes : seuils de position des vannes, seuils de niveaux, seuils de pression, débit, etc.,
  - l'affichage de toutes les mesures : positions des clapets, niveau amont sonde 1, et 2, sonde niveau aval,
  - l'affichage des alarmes du barrage
- 1 onduleur afin de conserver l'alimentation de l'automate et du circuit de commande en cas de microcoupure de la source ENEDIS.

Seront au minimum disponibles sur la face avant de l'armoire les équipements suivants :

- équipements généraux :
- 1 voyant lumineux rouge « Défaut Général »,
- 1 bouton poussoir « Réarmement »,
- 1 bouton poussoir « Test Lampes »,
- 1 indicateur numérique du niveau moyen du bief amont,
- 1 indicateur numérique du niveau du bief aval,
- complétés pour chaque clapet par :
- 1 commutateur de choix du mode de commande à 3 positions « commande manuelle hors automate – arrêt – commande assistée de l'automate »,
- 1 commutateur de choix du lieu de commande à deux positions « commande distante – commande locale » (actif uniquement pour le mode « commande assistée de l'automate »).
- 3 boutons poussoirs lumineux « ouverture – arrêt – fermeture » pour la commande manuelle effective du clapet depuis l'armoire générale de commande.
- 2 voyants lumineux « clapet fermé » et « clapet ouvert »,
- 1 indicateur numérique de la position du clapet en continu (hauteur de l'arase),
- 2 voyants lumineux « clapet verrouillé » et « clapet déverrouillé »,
- 1 voyants défaut général clapet (regroupe tous les défauts du clapet concerné),
- Un bouton poussoir coup de poing « Arrêt d'Urgence ».

- Une quatrième partie dite « Cellule API PAP » qui assurera la commande et le contrôle de la passe à poisson, et qui comprendra notamment.

  Pour la vanne de la passe à poissons :

  - 1 automate de type SCHNEIDER® M580 (ou équivalent) :
  - CPU certifiée ANSSI (Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information) vis-à-vis de la cyber-sécurité,
  - carte de communication Modbus® TCP IP (ou équivalent),

- un module de communication vers automate de télégestion,
- entrées et sorties en 24 VDC,
- entrées analogiques 12 bits minimum,
- les entrées TOR et analogiques de l'automate seront connectées sur des bornes de type sectionnable,
- les sorties TOR automates se feront par relais et les bornes de connexions seront de type fusible,
- une réserve de 20% minimum est prévue sur les entrées/sorties connectées sur borniers.

Seront au minimum disponibles sur la face avant de l'armoire dédiée à la PAP les équipements suivants :

- 1 commutateur de choix du mode de commande à 3 positions « commande manuelle hors automate – arrêt – commande assistée de l'automate »,
- 1 commutateur de choix du lieu de commande à deux positions « commande distante – commande locale » (actif uniquement pour le mode « commande assistée de l'automate »).
- 3 boutons poussoirs lumineux « ouverture – arrêt – fermeture » pour la commande manuelle effective de la vanne depuis l'armoire générale de commande,
- 2 voyants lumineux « vanne fermée » et « vanne ouverte »,
- 1 voyant défaut général vanne.
- 1 terminal de dialogue IHM tactile de type Schneider MAGELIS® XBTGT6330 (ou équivalent) associé à l'automate PAP et ayant pour fonctions essentielles :
    - l'affichage et le réglage des variables entant dans l'asservissement automatique de la PAP : consigne de débit notamment,
    - l'affichage des mesures : positions de la vanne, niveau aval sonde.
    - l'affichage des alarmes de la passe à poissons.

Dans tous les cas les matériels et logiciel devront être compatible avec le système de supervision des barrages existant fonctionnant avec le logiciel VIJEO DESIGNER®.

Pour rappel la commande manuelle des clapets, de la vanne aval PAP et des pompes depuis l'armoire de commande, ainsi que les affichages de position, de niveau ou de défauts (hors terminal de dialogue) sont gérés en logique câblée, indépendamment du fonctionnement de l'automate ou du terminal de dialogue.

2.4.3. Détails du terminal de dialogue

Le terminal de dialogue permettra un suivi en temps réel du fonctionnement du barrage mobile et de la passe à poissons.

Il permettra de consulter et d'archiver les données disponibles : niveaux d'eau amont et aval, position des vannes, historique des défauts, etc.…

Ces données pourront être récupérées périodiquement à distance ou à l'aide d'un ordinateur portable.

Les vues disponibles sur le terminal de dialogue seront à minima les suivantes (liste non exhaustive) :

- La page « Principale » qui devra intégrer :
  - la date et l'heure courante,
  - la vue simplifiée du barrage mobile et de la passe à poissons intégrant les vérins de manœuvre,
  - les valeurs de niveau d'eau du bief amont données par les deux sondes du barrage et de la sonde de l'écluse,
  - la valeur de niveau d'eau du bief aval,
  - la position des clapets du barrage,
  - la position de la vanne d'isolement de la passe à poissons,
  - l'indication pour chaque vanne du mode d'exploitation courant : Auto / Manuel Local / Manuel Distance,
  - les derniers défauts sur une liste déroulante avec la date et l'heure de leur apparition ; la disparition du défaut l'enlève de la liste,
  - des boutons de commande afin de rentrer dans la page « Centrale Hydraulique », les pages « Clapets X », la page « Vanne passe à poissons » et les pages du mode « Gestion d'exploitation ».
- Les pages « Clapets X » qui devront intégrer :
  - la date et heure courante,
  - les valeurs de niveau d'eau du bief amont données par les deux sondes moyennées,
  - la valeur de niveau d'eau du bief aval,
  - la vue simplifiée du clapet X avec l'état de tous les actionneurs et capteurs associés,
  - l'indication du mode d'exploitation courant du clapet X : Auto / Manuel Local / Manuel Distance,
  - la commande des actionneurs du clapet X,
  - les derniers défauts sur une liste déroulante avec la date et l'heure de leur apparition ; la disparition du défaut l'enlève de la liste,
  - un bouton de commande afin de revenir à la page « Principale ».
- La page « Vanne passe à poisson » qui devra intégrer :
  - la date et heure courante,
  - les valeurs de niveau d'eau du bief amont données par les deux sondes moyennées,
  - la valeur de niveau d'eau du bief aval,
  - la vue simplifiée de la vanne avec l'état de tous les actionneurs et capteurs associés,
  - l'indication du mode d'exploitation courant de la vanne : Auto / Manuel Local / Manuel Distante,
  - la commande des actionneurs de la vanne,
  - les derniers défauts sur une liste déroulante avec la date et l'heure de leur apparition ; la disparition du défaut l'enlève de la liste,
  - un bouton de commande afin de revenir à la page « Principale ».
- La page « Centrale Hydraulique » qui devra intégrer :
  - la date et heure courante,

- la vue simplifiée de la centrale hydraulique avec l'état des différents actionneurs et capteurs associés,
- l'indication du mode d'exploitation courant : Auto / Manuel Local / Manuel Distance,
- la commande des actionneurs de la centrale hydraulique,
- les derniers défauts sur une liste déroulante avec la date et l'heure de leur apparition ; la disparition du défaut l'enlève de la liste,
- un bouton de commande afin de revenir à la page « Principale ».

- Les pages du mode « Gestion d'exploitation » qui devront intégrer :
  - la date et heure courante,
  - les derniers défauts sur une liste déroulante avec la date et l'heure de leur apparition ; la disparition du défaut l'enlève de la liste,
  - un bouton de commande afin de revenir à la page « Principale »,
  - la possibilité de régler les différents paramètres de fonctionnement du barrage (consignes de niveau, temporisations, etc.),
  - la possibilité de régler les différents capteurs de l'installation,
  - la possibilité de visionner l'historique de l'ensemble des défauts et mesures,
  - la possibilité de sauvegarder sur support informatique l'historique de l'ensemble des défauts et mesures,
  - un bilan des entrées sorties de l'automate avec leur repère et libellé,
  - la possibilité de manœuvrer les clapets et la vanne de la passe à poissons en mode dégradé : certaines sécurités seront inhibées et les messages d'alertes signaleront à l'opérateur le danger des différentes actions mais sans les interdire,
  - toutes les autres commandes et informations utiles à l'exploitation et au dépannage de l'ensemble des équipements du barrage et de la passe à poissons.

L'accès aux pages du mode « Gestion d'exploitation » est réservé au personnel habilité. Il sera protégé *via* un code alpha-numérique (nom de la personne et code par exemple). Si au bout de vingt minutes aucune touche n'est saisie et aucune action n'est faite, la page principale est activée.

2.5. DESCRIPTION DES AUTRES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU LOCAL ÉLECTRIQUE

Le local électrique situé dans le bâtiment technique existant en rive droite est équipé des tous les équipements réglementaires (bloc autonome de sécurité, etc.), ainsi que des équipements suivants :

- Un chauffage pour tout le local sauf si le réchauffage de la centrale permet cette fonction : la puissance du chauffage permettra de garantir une température minimale de 10°C tout au long de l'année.
- Une ventilation du local (voire une climatisation si cela se justifie) afin de garantir une température maximale de 35°C dans le local (ou la température maximale de fonctionnement des équipements si celle-ci est inférieur) en toute circonstance. Le Titulaire justifiera ces choix par une étude thermique en phase d'études.
- Des luminaires avec leurs interrupteurs pour tout le local ; ces luminaires assureront un éclairement minimal moyen dans le local technique de 300 lux.

Les départs pour ces équipements sont situés dans l'armoire de contrôle-commande principale.

En plus de leur fourniture, le Titulaire a en charge tous les cheminements de câbles entre ces équipements et l'armoire de contrôle-commande principale.

2.6. DESCRIPTION DE L'INSTRUMENTATION

2.6.1. Sondes de niveaux

En plus de la sonde amont existante au niveau de l'écluse de BEALIEU (hors Marché mais bien intégré dans le contrôle-commande), les sondes de niveau sont au nombre de quatre. Il y a d'aval en amont :

- 1 sonde aval destinée à calculer le débit transitant sur le barrage. Cette sonde sera implantée sur le bajoyer de la culée rive droite du barrage existant à conserver ;
- 1 sonde destinée à la régulation de la vanne aval de la passe à poissons. Cette sonde sera située à l'aval immédiat de l'ouvrage passe à poissons (tranche optionnelle) ;
- 2 sondes redondées amont destinées à terme à la régulation du niveau du bief amont. Ces sondes seront situées environ 100 m à l'amont du barrage en rive droite afin de limiter l'effet de pente dû au débit. Elles seront implantées sur un pieu foncé (ou toute autre proposition du Titulaire à valider par le Maître d'Œuvre)

Hormis la 2e sonde amont (redondance) qui sera de type radar, les autres sondes mesurent la pression hydrostatique.

Toutes les sondes fournissent un signal 4-20ma. Leur précision de mesure est de 0.1 % de l'étendue de mesure.

La 2e sonde de niveau amont est relié à l'automate de télégestion afin de conserver cette information en cas de défaillance de l'automate barrage principal. Un programme analyse les valeurs des 2 sondes redondantes amont et établit une moyenne. L'écart est surveillé et les éventuelles valeurs aberrantes (liées à des embâcles par exemple) sont isolées et non pris en compte dans la régulation.

Les sondes immergées sont chacune installées à l'intérieur d'un puit de tranquillisation indépendant en acier inoxydable et de diamètre DN 100 mm minimum, équipé d'un couvercle fermé par un cadenas.

Le Titulaire prévoira l'ensemble des sujétions nécessaires pour permettre le raccordement de ces matériels au contrôle-commande (tranchées, fourreaux, câblage, etc.) ainsi qu'un accès aisé et sécurisé à l'ensemble des sondes de niveau. Pour les 2 sondes amont, il est accepté un accès par bateau s'il est démontré que cela participe à la protection de ces matériels vis-à-vis du vandalisme, en fonction de l'implantation définitive retenue.

Des échelles limnimétriques de référence, avec indication des niveaux caractéristiques du site (PHE, RN, …) seront également installées en amont et en aval du barrage. Leurs positions exactes seront définies en accord avec l'exploitant.

2.6.2. Autres instrumentations

Un ensemble de capteurs supplémentaires est prévu pour automatiser et sécuriser le fonctionnement global de l'ouvrage.

Parmi ceux-ci, nous retrouverons notamment :

- Toute l'instrumentation de la centrale hydraulique et de la distribution déportée décrite dans le Titre 5 du présent CCTP.
- Les détecteurs de présence pour les verrous de chômage positions haute et basse des clapets décrits dans le Titre 2 du présent CCTP.

- Les détecteurs de fins de course et capteurs des vérins des clapets du barrage, décrits dans le Titre 2 du présent CCTP.
- Les détecteurs de fins de course et capteur de la vanne aval de la passe à poissons, décrits dans le Titre 2 du présent CCTP.
- Les détecteurs de fins de course de la vanne d'isolement double de la passe à poissons, décrits dans le Titre 2 du présent CCTP.

2.7. DESCRIPTION DU BOÎTIER DE COMMANDE PORTATIF ET DES PRISES DÉPORTÉES

Un boîtier de commande portatif (télécommande) permettra de manœuvrer « à vue » les clapets du barrage mobile et la vanne de la passe à poissons.

Il disposera au minimum des commandes suivantes :

- 1 bouton poussoir « Ouverture ».
- 1 bouton poussoir « Fermeture ».
- 1 bouton poussoir « Arrêt d'Urgence ».
- Une fonction « Homme mort », entraînant la désactivation du boîtier de commande.

Ce boîtier de commande local filaire viendra se connecter sur des prises déportées présentes sur les coffrets installés:

- au niveau de la passerelle sur la pile centrale et sur les deux culées, donc à proximité de chaque vérins,
- à proximité de la vanne aval de la passe à poisson.

La vanne double d'isolement amont de la passe à poissons comportera une commande permanente fixe sur la façade d'un coffret lui-même inséré dans un boitier sécurisé.

Les commandes seront actives après sélection du « mode manuel hors automate » à l'aide d commutateur en face avant de l'armoire contrôle-commande.

Le pilotage des clapets à l'aide du boîtier de commande local se fera donc en logique câblée.

Afin de permettre le raccordement d'outillages portatif divers ainsi que les électropompes nécessaires à la mise à sec des passes lors des opérations de batardage, des prises d'alimentation électrique en 230 V 16 A seront également installées à proximité de toutes les piles et culée.

Toutes les prises seront positionnées hors d'eau ; elles seront également hors d'atteinte et hors champs visuel du public traversant la passerelle.

L'indice de protection de la « télécommande » sera au minimum IP65.

2.8. ALIMENTATION EN ÉNERGIE

2.8.1. Bilan de puissance et limite souscrite

Le Titulaire établis durant ses études le bilan des puissances électriques installées et absorbées en fonction du coefficient d'utilisation.

Le choix des puissances unitaires des matériels (notamment l'éclairage) et leur mode de fonctionnement devra rester inférieur à la puissance totale souscrite par VNF de 36 kVA.

2.8.2. Description du groupe électrogène de secours

Le Titulaire fournira un groupe électrogène à même de sécuriser l'alimentation de l'ensemble des équipements électriques du barrage mobile et de la passe à poissons.

Sa puissance permettra d'alimenter l'ensemble des équipements électriques du barrage pour garantir a minima une manœuvre complète de chaque équipement mécanique ainsi qu'une autonomie de 24 heures d'éclairage.

Autant que possible, dans un souci de standardisation de la maintenance, le groupe électrogène sera similaire à celui de l'écluse avec une puissance de pointe ESP de 44 kVA.

Le basculement de source sera géré automatiquement par un inverseur de source automatique tétrapolaire; une information coupure générale ENEDIS sera disponible au niveau de l'armoire de contrôle-commande principale et transmise au personnel exploitant par l'automate de télégestion.

Le démarrage du groupe se fera dans un temps inférieur à la minute, l'onduleur installé dans l'armoire de contrôle-commande principale assurera la sauvegarde du processus.

Tout est mis en œuvre pour permettre une mise en charge progressive du groupe de de son démarrage, y-compris lorsqu'il est automatique.

Ce groupe de secours implanté à l'intérieur du local technique rive droite dans une pièce dédiée, à une altitude supérieure aux PHEC.

Le groupe électrogène comportera notamment :

- une grille de protection des parties chaudes
- une gaine de rejet d'air connectée à l'extérieur, protégé par une grille
- une conformité niveau sonore avec Directive 2000/14/CE
- un capot extérieur acoustique
- un bac de récupération des fluides
- un contrôle de la charge de sa batterie de démarrage, avec chargement automatique

Le réservoir sera à double parois avec différents orifices pour l'installation des matériels périphériques ; plongeur, évent, vanne de jauge, etc.

2.9. DESCRIPTION DE L'ÉCLAIRAGE DES PASSES ET DE LA PASSERELLE

Suivant les Recommandations du CFBR de 2013 sur la conception des évacuateurs de crues, chaque passe est équipée de projecteurs permettant d'éclairer l'ensemble du clapet et de son organe de manœuvre par tout temps.

Les accès amont et aval de chaque pile sont également éclairés en cas de besoin d'accès aux organes de manœuvre.

Ces deux types d'éclairages sont dit « techniques ». Les éclairages techniques sont déclenchés par interrupteur (1 interrupteur local sur chaque pile et culée et sur le local technique).

Les éclairages techniques seront positionnés sur mat basculants pour la passe à poisson et pour les supports de caméras. Le titulaire peut utiliser les passerelles et le GC des piles si les modèles de caméras et éclairages proposés sont compatibles.

En complément, la passerelle décrite au Titre 2 du présent CCTP comprend également un éclairage du platelage réalisé à partir de spot à détection disposés dans une des mains-courantes. Ces spot doivent garantir 20 lux en tout point des rampes et de la passerelle publique (minimum 1 spot tous les 2 m). Les éclairages publics sont déclenchés par détecteurs de présence et sur minuterie réglable.

Les exigences et le positionnement des éclairages à considérer sont spécifiés dans la note architecturale transmise en Annexe 1B du présent CCTP.

Les matériels sont à soumettre préalablement au Maître d'Œuvre durant les études.

Les départs pour ces équipements sont situés dans l'armoire de contrôle-commande principale.

En plus de leur fourniture, le Titulaire a en charge tous les cheminements de câbles entre ces équipements et l'armoire de contrôle-commande principale.

Le Titulaire prévoit également les départs et cheminement pour l'éclairage des rampes de la passerelle. Les câbles sont à fournir et à installer.

2.10. DESCRIPTION DES RACCORDEMENTS (HORS TÉLÉCONDUITE)

2.10.1. Raccordements aux réseaux ENEDIS

Les raccordements au réseau ENEDIS se fera sur le réseau d'alimentation déjà présent dans le local existant.

A noter que l'installation électrique du site est à régime de neutre TT.

2.10.2. Description des cheminements électriques

Le Titulaire réalisera l'ensemble des liaisons électriques nécessaires aux raccordements des équipements électriques du barrage et de la passe à poissons décrits dans le présent CCTP.

Il fournira également les liaisons nécessaires aux installations provisoires et au phasage des opérations.

Les principaux cheminements électriques prévus sont les suivants (liste non exhaustive) :

- Dans le local technique : cheminement en caniveaux fermés par des tôles acier galvanisé.
- En berge (entre le local technique et le barrage) : cheminement en fourreaux enterrés pré aiguillés.
- Pour la traversée des passes du barrage : cheminement en chemins de câbles sur la passerelle, de préférence sous le platelage.
- Sur les piles et culées : cheminement en caniveaux fermés par des tôles acier galvanisé.

Les spécifications de réalisation des caniveaux et tranchées sont intégrées à l'Article 1 du présent CCTP.

D'une façon générale, le taux de remplissage des fourreaux, des caniveaux ou des chemins de câbles ne devra pas excéder 40 %.

Les réseaux principaux (puissance, commande, information, etc.) sont schématisés sur le synoptique présentés en Annexe 6.

2.10.3. Description du circuit de mise à la terre

Le Titulaire réalisera les installations de mise à la terre de l'ensemble des équipements du projet. Les circuits de mise à la terre seront constitués de collecteurs généraux disposés en boucles et raccordés aux boucles hors sol de la prise de terre.

L'extrémité hors sol de la boucle de terre se situera à proximité du bâtiment de commande.

D'une façon générale, doivent être reliés à la terre :

- tous les équipements présentant une partie métallique accessible (moteurs, coffrets, armoires, etc…),
- tous les conduits métalliques et chemins de câbles,
- tous les câbles armés ou blindés sans autre revêtement ou à revêtement minéral,
- tous les appareils et appareillages électriques munis d'une borne de terre,
- les références 0V en sortie de transformateurs et d'alimentations.
- toutes les ossatures, charpentes entrant dans la construction de l'installation
- toutes les canalisations métalliques…

Ces raccordements seront réalisés par des câblettes de cuivre nu.

Tous les chemins de câbles seront mis à la terre sur la totalité de leur parcours par l'intermédiaire d'une câblette de cuivre nu continue, boulonnée ou sertie à chaque éclissage et à chaque croisement.

Les équipements, tableaux, structures sont raccordés individuellement et en dérivation sur les collecteurs de terre, desservant les différentes parties de l'installation.

2.11. RACCORDEMENT À LA TÉLÉCONDUITE DE LA PETITE SEINE

2.11.1. Préambule

Dans le cadre de sa rénovation, le barrage entre dans le périmètre du projet de téléconduite des ouvrages sur l'itinéraire « Petite Seine » appartenant à VNF. Ce projet déployé en 2015 inclut déjà l'écluse de BEAULIEU.

2.11.2. Présentation succincte du réseau de téléconduite existant sur la Petite Seine

Le réseau IP est interconnecté via un support fibre optique (ou faisceau hertzien en tranche conditionnelle). Chaque écluse est associée à un pylône (P1 à P8), le pylône P3 ne correspond pas à une écluse mais au PCC.

Chaque barrage est raccordé à l'écluse qui lui est associée.

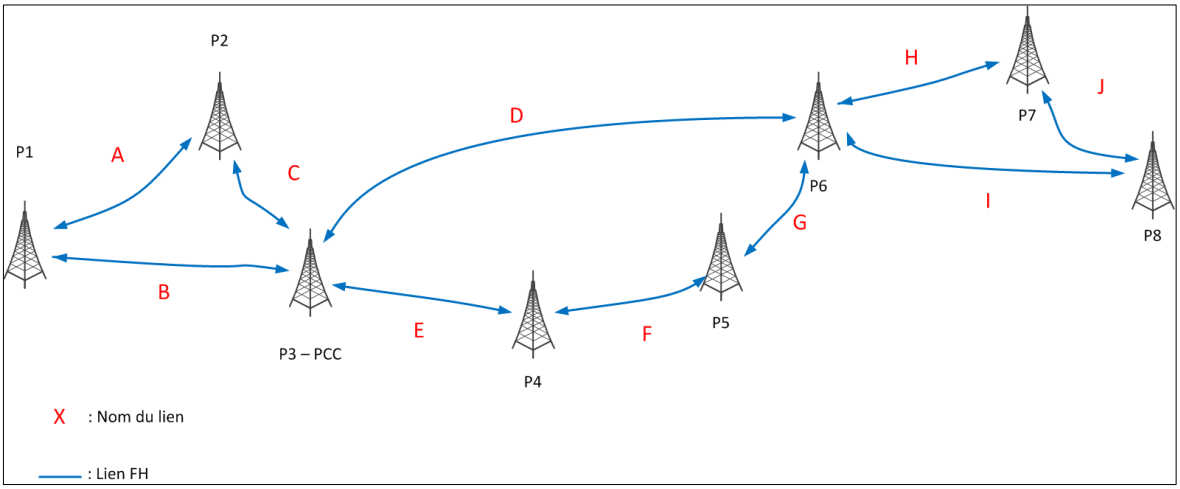


Fig. 6. Schéma du réseau de téléconduite (extrait CCTP téléconduite)

2.11.3. Intégration du barrage de BEAULIEU

2.11.3.1. EXIGENCES

Afin de s'intégrer dans le réseau existant résultant du projet précédemment présenté, le Titulaire doit interconnecter le barrage avec les 5 VLANs suivants déjà présents sur le site de l'écluse de BEAULIEU :

- Administration : utilisé uniquement pour l'administration des équipements réseaux
- Vidéo : raccordement des équipements vidéo (caméra, système d'enregistrement NVR, etc…)
- Process : raccordement des automates
- Téléphonie : raccordement de la Téléphonie sur IP
- Bureautique : raccordement des équipements bureautique (PC, imprimante, etc…)

Il est donc nécessaire de ramener ces 5 VLANs au niveau du barrage.

2.11.3.2. RAPPEL DE L'IMPLANTATION GÉOGRAPHIQUE DU BARRAGE

L'écluse de BEAULIEU est située à une distance rectiligne de 1,6 km du barrage du même nom.

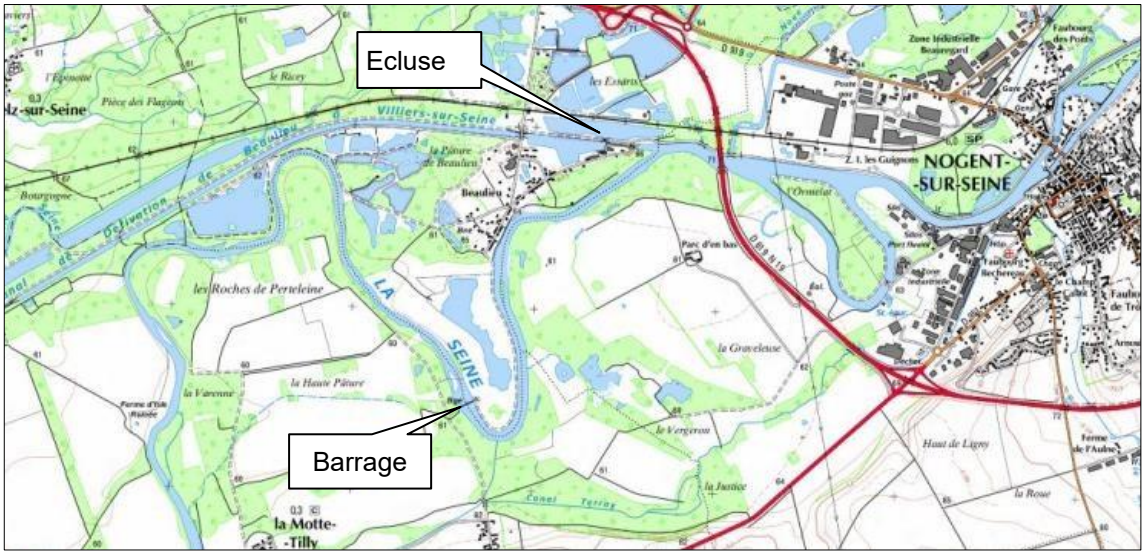


Fig. 7. Carte illustrant les localisations des 2 sites à connecter (IGN®)

Pour intégrer le barrage de BEAULIEU dans ce dispositif de téléconduite existant, il faut rattacher le barrage à son écluse par un support de communication (faisceau hertzien rectiligne ou fibre optique le long de la Seine selon la tranche du Marché retenue).

2.11.3.3. SYSTÈME DE TRANSMISSION DES INFORMATIONS

Les matériels informatiques seront reliés à un switch lui-même relié à un routeur qui sera interconnecté sur le routeur R8 de l'écluse (architecture similaire aux sites de VILLIERS-SUR-SEINE ou de l'écluse de JAULNES).

VNF fournira durant les études le port physique du switch sur lequel le Titulaire connectera le barrage à l'écluse de Beaulieu.

Ci-dessous est illustré le schéma de principe établi sur les bases de la Documentation Technique d'Architecture (DTA) « Téléconduite de la Petite Seine - Lot Télécoms » fournie en Annexe 7.

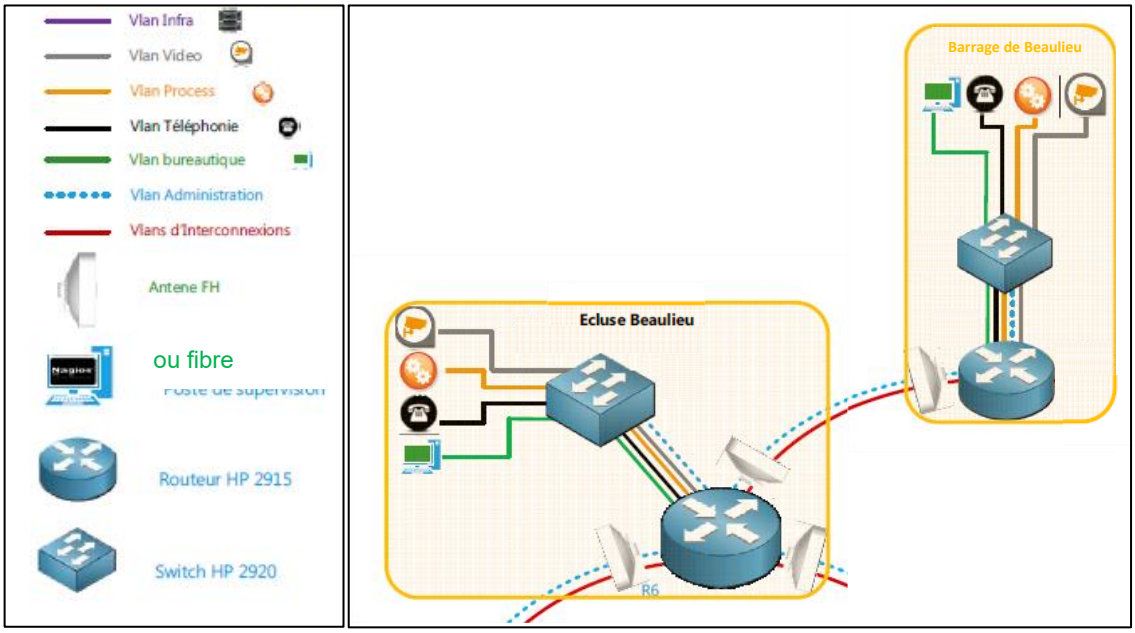


Fig. 8. Schéma de principe de la solution à déployer

2.11.4. Support pour le raccordement au réseau VNF de téléconduite

2.11.4.1. TRANCHE FERME

Une fibre optique provenant de l'écluse de BEAULIEU sera installée en fin du chantier en rive droite et à l'amont du futur barrage (hors présent Marché).

Les raccordements à cette fibre se fera au niveau d'un coffret situé à proximité immédiate du local technique.

Le cheminement enterré de cette fibre depuis la berge ne fait pas partie du présent Marché mais son implantation doit être prévu dans le plan masse.

Le coffret de branchement de cette fibre optique constituera la limite de fourniture du présent Marché.

2.11.4.2. TRANCHE OPTIONNELLE

En tranche optionnelle, le Marché prévoit en remplacement de la liaison par fibre optique une liaison hertzienne intégrée au réseau existant dédié à la téléconduite de l'ensemble des ouvrages de la Petite Seine.

Dans cette tranche, l'installation de téléconduite comporte principalement :

- Un pylône de type treillis métallique de hauteur d'environ 35 m avec module d'intégration à l'identique du pylône VNF existant à l'écluse de Beaulieu,
- Un faisceau hertzien avec un doublement de l'ODU pour secourir et remplacer le lien double,
- Une armoire technique de type « outdoor » fermée et installée en pied de pylône, contenant les matériels IDU des faisceaux hertziens, les alimentations secourues, le matériel de réseau, commutateurs routeurs, le câblage et la distribution,
- L'ensemble des sujétions nécessaires à la mise en service de ce support de télécommunication.

Le pylône reposera sur une chaise métallique triangulaire. Il sera équipé d'un paratonnerre et d'un brise-vent. Chacun des trois pieds de la chaise du pylône sera supporté par une fondation spécifiée au Titre 0 du présent CCTP.

Le système à mettre en place, et afin d'être homogène, sera identique dans un souci de comptabilité et de standardisation, le faisceau fonctionnera sur 23 GHz et sera de type 1+1.

2.11.5. Modification du nouveau Poste de Conduite Centralisé (PCC)

Le PCC est situé à MOUY-SUR-SEINE. Il comprend notamment un pupitre barrage qui permet à un opérateur de surveiller l'ensemble des barrages.

L'intégration du barrage de BEAULIEU dans l'architecture de la téléconduite existante n'entraine pas de modifications matérielles au niveau du PCC car sa conception prenait déjà en compte la connexion future de cet ouvrage.

En revanche, le programme de l'IHM et la table d'échange de l'automate concentrateur du PCC devront être modifiés dans le cadre du présent Marché pour la prise en compte de l'automate barrage. Les contrôles et vérifications des débits devront également réalisés.

2.11.6. Réseaux divers intégrés à la téléconduite (tranche ferme)

2.11.6.1. VIDÉO SURVEILLANCE

Un système de vidéosurveillance est prévu afin de surveiller l'ouvrage à distance et assurer sa téléconduite. Plus en détail, la vidéo sera utilisée à :

- vérifier la position des vannes-clapets et la présence éventuelle d'embâcles,
- sécuriser l'ensemble de l'ouvrage,
- vérifier le bon fonctionnement de la PAP,
- surveiller le local technique.

Pour ces différentes fonctions, il est prévu :

- une caméra pour chacune des 4 passes du barrage,
- une caméra à l'amont de la passe à poisson,
- une caméra dédiée au local technique,
- une caméra générale.

Un schéma d'implantation des caméras est fourni en Annexe 6.

Les caméras sont dotées de la vision nocturne. Elle est prévue fixée sur les projecteurs et couvrent un champ de vision similaire. Cette disposition évite également l'éblouissement de la caméra.

Les caméras devront être similaire à celles implantées sur les autres ouvrages de la Petite Seine soit un type mobile zoom X30 avec projecteur IR (ou équivalent).

Le mode de mise en en œuvre des caméras sera identique à celui de la téléconduite (mats basculants, coffrets de rue, mise à la terre des mats). Elles sont équipées d'un système de vitre chauffante et essuie-glace permettant de retirer la neige, le gel, la bouée, etc.

Le système sera relié au PCC uniquement (pas de visualisation sur place), avec transmission du faisceau d'images par la téléconduite. Les images sont enregistrées en local sur une période de 30 jours à pleine qualité. Le serveur vidéo sera de la marque NUUO, type CRISTAL (ou équivalent).

Le système pourra être mis à jour sans être tributaire d'un abonnement (fonctionnement sous un système ouvert type LINUX).

Les alimentations du serveur sont redondées. Un disque dur est dédié à la vidéo-surveillance.

La signalétique règlementaire (panneau de 70x100 cm) est installée au droit des accès au site (de chaque côté de la passerelle et sur le chemin).

2.11.6.2. ALARME ANTI INTRUSION

En complément de la vidéo surveillance, le site est prévu équipé de système d'alarme anti-intrusion afin de détecter la présence notamment dans le local technique.

Le matériel est identique à celui en place sur le secteur téléconduite ;

- centrale HONEYWELL type GALAXY (ou équivalent).,
- contact sur chaque porte,
- sirène extérieure.

2.11.6.3. ALARME ANTI INCENDIE

Le matériel du système anti-incendie sera similaire à celui en place sur la Petite Seine :

- Marque : NEUTRONIC (ou équivalent),
- Modèle : BAYA,
- 4 zones type 1.

La centrale enverra l'information « détection incendie ou centrale en dérangement » par contact 'tout ou rien' vers :

- l'automate de conduite API permettant de réaliser une consignation d'états des événements ,
- le diffuseur d'alarme pour consignation au poste de conduite du PCC et pour prévenir la personne d'astreinte via une ligne GSM

La centrale d'alarme sera équipée d'un port Ethernet, permettant une remontée des informations vers le PCC.

2.12. PIÈCES DE RECHANGE ET OUTILLAGE SPÉCIAL

Un ensemble de pièces de rechange de première urgence sera fourni pour l'entretien des équipements électriques du barrage et de la passe à poissons.

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.

Elles sont constituées à minima de :

- Automates : 1 carte électronique de chaque type (alimentation, CPU, communication, E/S, etc…),
- Instrumentation (sondes, capteurs, etc…) : 1 appareil de chaque type.
- Matériel électrotechnique divers (départs, disjoncteurs, contacteurs, alimentations, afficheurs, boutons, voyants, relais, etc…) : 1 appareil de chaque type.
- Eclairage : 5 lampes de chaque type lorsqu'elles sont remplaçables, sinon éclairage complet.
- Un set de matériels de raccordement et de repérage.
- Un set d'ampoules, diodes, fusibles, etc… : au moins 10 de chaque type.

L'entreprise fournit également tous les matériels et outillages - nécessaires à l'exploitation et à l'entretien des équipements de sa fourniture - autres que ceux que l'on peut se procurer couramment dans le commerce.

Elle 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, l'entreprise ne fournit qu'un seul jeu d'outillage spécial.

3. DISPOSITIONS PARTICULIERES APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS ELECTRIQUES DE CONTROLE-COMMANDE

3.1. HYPOTHÈSES D'ÉTUDE ET DE CALCUL

3.1.1. Cadre réglementaire

Outre les textes réglementaires énoncés au Titre 0 du présent CCTP, les études, fournitures et travaux relatifs aux équipements électriques seront réalisés suivant les règles de l'Art et conformément aux réglementations en vigueur à la signature du marché et notamment aux règlements et normes suivants (liste non exhaustive) :

- Les normes NF/UTE suivantes :
- C14 100 : Installations de branchement à basse tension.
- C15 100 : Installations électriques à basse tension.
- C 15-103 : Installations électriques à basse tension : Choix des matériels électriques en fonctions des influences externes.
- C 15 105 : Installations électriques à basse tension : Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection.
- C 15 106 : Installations électriques à basse tension et à haute tension : Section des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle.
- C 15 402 : Installations électriques à basse tension : Alimentation sans interruption de type statique - Règles d'installation.
- C15 476 : Installations électriques à basse tension : Sectionnement, Commande, Coupure.
- C 15 520 : Installations électriques à basse tension : Canalisations - mode de pose, connexions.
- C 17 100 : Protection contre la foudre - Protection des structures contre la foudre - Installation de paratonnerres.
- C 20 010 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).
- C 20 030 : Protection contre les chocs électriques - Aspects communs aux installations et aux matériels.
- C 11 001 : Arrêté technique - Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.
- NF EN 60204-1 : Sécurité des machines - Equipement électrique des machines industrielles - 1ère partie - prescriptions générales.
- NF EN 61000-6-2 : Compatibilité électromagnétique - Normes génériques, immunité pour les environnements industriels.
- NF EN 61000-6-4 : Compatibilité électromagnétique - Normes génériques, émission pour les environnements industriels.

- Les directives européennes suivantes sont applicables sur les appareillages électriques :

- La directive « Basse Tension » 73/23/CE
- La directive « Compatibilité Electromagnétique » 89/336/CE

- Les normes, règlements et prescriptions imposés par le distributeur local d'énergie électrique.
- Les Règlements du Code du Travail, Hygiène et Sécurité parus au Journal Officiel.
- Le décret du 14.11.1988, n°88-1056, relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des circuits électriques.
- Les normes et spécifications EDF applicables.

Il est rappelé que l'ensemble des matériels électriques intégrés devra être conforme aux recommandations CEM.

Les matériels employés devront être CE.

3.1.2. Conditions d'utilisation du matériel

Le fonctionnement et la fiabilité du matériel doivent être assurés pour les conditions environnementales (température, humidité, embruns, eau, exposition au soleil, vibrations, etc…) dans lesquelles sont installés les matériels.

Il appartient au Titulaire de s'enquérir des conditions au sens large du terme, et le cas échéant les compléter, les rechercher, les vérifier, pour déterminer la classe des appareils fournis par rapport aux normes concernées (notamment CEI 60721-3-3, CEI 60 721-3-4 et CEI 60 364 Tableau 51 A).

Le Titulaire prend toutes les dispositions utiles (chauffage, ventilation, calorifugeage, etc…) pour permettre le fonctionnement du matériel et sa tenue sans dégradation. Il veille notamment à ce que la formation de givre ou glace ne puisse nuire à son fonctionnement correct.

Concernant les alimentations et les perturbations électriques, le matériel doit avoir au minimum les qualités suivantes :

- Résistance aux variations de tension : le fonctionnement de tous les appareils doit être parfaitement assuré malgré des variations possibles de tension de 10% de la tension normale d'alimentation.
- Résistance aux variations de fréquence de +/- 5 Hz.
- Résistance aux perturbations électriques et électromagnétiques :
  - Niveau 2 de la CEI 61 000-4-3.
  - Niveau 3 de la CEI 61 000-4-4.
  - Niveau 2 de la CEI 61 000-4-8.

3.2. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DE CONCEPTION

3.2.1. Généralités

Tous les équipements doivent comporter les moyens de secours nécessaires pour assurer de manière fiable les services spécifiés aussi bien en exploitation normale qu'en période d'incident (marche en dégradée).

Pour toutes les structures, l'esthétique est étudiée et doit s'intégrer dans l'architecture générale des ouvrages.

Tension de service : 400 V - 230 V - 50 Hz triphasé ; Régime TT ; distribution tétrapolaire.

3.2.2. Dispositions liées à la sécurité

D'une façon générale, les installations seront conçues et réalisées de façon à assurer la plus grande sécurité possible tant au personnel qu'au matériel, et à permettre d'effectuer sans danger, les visites et l'entretien du matériel.

En ouvrant une porte ou un plastron pour intervenir dans une armoire, un opérateur ne doit jamais pouvoir être en contact avec une pièce nue sous tension, seule une action volontaire au moyen d'un outil pour démonter un ou des écrans de protection lui donne accès aux pièces nues sous tension. Le matériel installé à l'intérieur de l'armoire est donc protégé contre les contacts indirects avec un indice de protection IP2X pour les parties actives. En conséquence, le Titulaire approvisionne des accessoires catalogue des différents fabricants (interrupteurs, embases de relais, capots pour commutateurs, …) nécessaires au respect de la norme.

Dans certains cas le respect de la norme implique la pose devant certains matériels (jeux de barres, plages de raccordement de câbles) d'écrans de protections en plexiglas sur lesquelles sont apposées des triangles jaunes signalant un risque de nature électrique.

3.2.3. Démontabilité

Le matériel sera conçu de telle façon que tout ou partie de chaque équipement soit facilement démontable pour l'entretien, les réparations éventuelles ou la manutention.

Le démontage et l'entretien de tout ou partie du matériel électrique devra pouvoir se faire aussi simplement que possible, sans que l'on ait à interrompre l'exploitation du matériel voisin.

3.2.4. Interchangeabilité - Standardisation

Afin d'uniformiser les matériels installés et de réduire le nombre des pièces de rechange, le Titulaire cherche systématiquement dans les domaines mécanique et électrique l'emploi d'un nombre réduit de calibres d'appareils en utilisant au maximum des constituants standard.

L'interchangeabilité des appareils électriques de même calibre doit s'appliquer aussi à leurs contacts auxiliaires.

Si certaines modifications sont effectuées sur le matériel durant la fabrication ou le montage, ces modifications sont visées par le Maître d'Œuvre et sont exécutées sur tous les appareils du même type.

Toute pièce détachée ou sous-ensemble susceptible d'être fourni en maintenance devra pouvoir être remplacé électriquement ou mécaniquement sans qu'il soit nécessaire de procéder à des réglages ou ajustages autres que ceux qui sont normalement pratiqués par le personnel qualifié pour effectuer l'opération en cause et tels qu'ils sont décrits dans le manuel de réparation ou le dossier d'exécution.

3.2.5. Repérages

Les divers éléments faisant partie de l'installation (appareils, conducteurs, câbles…) doivent recevoir des repères matériels et des plaques signalétiques donnant des indications sur leur nature et la tranche à laquelle ils appartiennent.

Les principes de repérage détaillés sont soumis à l'accord préalable du Maître d'Œuvre.

Le repérage des conducteurs est du type « équipotentiel avec numérotation par folio ».

Les repères qui figurent sur les schémas sont destinés à faciliter la lecture et la compréhension de ceux-ci et à préciser l'emplacement des appareils et des bornes sur lesquels on peut être amené à faire des vérifications, pour les dépannages notamment.

Les repères matériels utilisés doivent permettre de localiser sans ambiguïté et rapidement les éléments d'installations tant sur les schémas que dans l'installation proprement dite.

Ils concernent notamment :

- les centres principaux d'installation tels que le local technique, la passerelle, les piles, etc…
- les éléments d'installation qui sont des ensembles ou sous-ensembles fonctionnels, tels que parties de tableaux ou d'armoire, coffrets de répartition, cellules, coffrets d'appareillage isolés,
- les appareils principaux (vannes, vérins de manœuvre, etc…),
- les appareils secondaires (relais, appareillages, contacteurs, disjoncteurs...),
- les bornes intermédiaires de filerie,
- les connexions,
- les conducteurs,
- les câbles.

Les « éléments d'installation » doivent être repérés d'une façon très lisible au moyen de leur repère composé complet avec, en plus, une indication permettant de différencier la tranche à laquelle ils appartiennent.

Les « communs » sont repérés au moyen de leurs repères fonctionnels.

Les appareils principaux reçoivent leur repère fonctionnel. Ils doivent également, si nécessaire, recevoir une plaque signalétique indiquant, en clair, leur nature ou leur fonction « exacte ».

Les appareils secondaires reçoivent toujours leur repère fonctionnel, c'est-à-dire :

- leur repère de position s'ils sont installés dans un élément d'installation,
- le repère du centre principal d'installation s'ils sont installés isolément,
- le numéro du folio du schéma sur lequel ils sont représentés en entier,
- les borniers sont repérés au moyen de la lettre minuscule utilisée sur les schémas pour le repérage des bornes qui les composent ; dans un même élément d'installation, les repères des borniers se suivent de haut en bas s'ils sont horizontaux, de haut en bas et de gauche à droite, s'ils sont verticaux ; pour chaque fonction, on distinguera un bornier repère distinct (puissance, signalisation, auxiliaire, etc…),
- les bornes intermédiaires de filerie sont repérées uniquement par leur numéro d'ordre sur le bornier de 01 à 99,
- les câbles reçoivent à chacune de leurs extrémités une étiquette indélébile sur laquelle sont reportés leur numéro et l'indication de la tranche à laquelle ils appartiennent.

3.3. DISPOSITIONS CONCERNANT LES PROTECTIONS

3.3.1. Dispositif de sectionnement de l'alimentation

Un dispositif de sectionnement de l'alimentation à commande manuelle doit permettre la séparation de l'ensemble des équipements électriques du réseau d'alimentation :

- pour effectuer les nettoyages de la machine,

- pour procéder aux travaux d'entretien ou de réparation,
- pour de longues interruptions de service.

3.3.2. Protections moteurs

Tous les moteurs d'une puissance supérieure à 1 KW fonctionnant normalement de façon continue doivent être protégés contre les surcharges (NFC 15.100).

Des dispositifs de détection de surcharge (sauf en cas d'utilisation de protection thermique incorporée) et des contacts de coupure doivent être insérés dans chaque conducteur actif à l'exception du neutre (N).

Tous les contacts servant pour un même moteur doivent se fermer et s'ouvrir simultanément. Cependant, dans certains cas, le nombre de dispositifs de détection de surcharge (relais) peut être réduit après accord écrit du Maître d'Œuvre.

Les protections moteurs seront de type "disjoncteurs moteurs magnéto-thermiques" (protection contre les courts-circuits et les surcharges).

3.3.3. Protection anti-foudre

Les installations électriques doivent supporter, sans détérioration des appareillages, une surtension au moins égale à 5 kV (onde de choc normalisée), en mode commun ou différentiel.

Les matériels qui ne peuvent supporter une telle surtension sont protégés par des dispositifs appropriés capables d'atténuer l'onde incidente jusqu'à un niveau compatible avec les caractéristiques des matériels protégés. Il est admis que le fonctionnement de la protection mette hors service les matériels protégés.

La capacité d'écoulement à la terre de telles protections n'est pas inférieure à 15 kA.

Les installations de protection contre la foudre sont exécutées en conformité avec les normes CEI et UTE et en particulier les normes NFC 17-100.

Dans le cas de la tranche optionnelle incluant un pylône de télécommunication équipé d'un paratonnerre, sur les équipements courants faibles, une attention particulière sera portée sur les équipements extérieurs montés sur mâts notamment les caméras de vidéosurveillance :

- Protéger tous les signaux entrants dans les locaux sur tous leurs signaux (alimentation, câblage réseau Cu).

Sur la distribution électrique, les précautions suivantes sont nécessaires :

- La mise en en œuvre de protections de type 1 dans le TGBT afin de protéger toutes les installations.
- Mise en place de protection de type 2 ou type 3 en amont de la distribution ondulée des auxiliaires.

3.3.4. Degré de protection des matériels

Le degré de protection des enveloppes (tableaux, armoires, coffrets) est :

- IP 43 pour les moteurs et appareillage électrique installés à l'intérieur. Tous les appareils (disjoncteurs, contacteurs, relais sectionneurs…) sont placés en armoire étanche d'indice de protection au moins égale à IP 327. Le degré de protection reste IP 20 portes ouvertes.
- IP 55 minimum pour les équipements installés à l'extérieur.
- IP 68 ou IP 69 K pour les équipements immergeables.

Le matériel mécanique et électrique, qu'il soit placé à l'intérieur ou à l'extérieur, doit être établi pour résister en toute sécurité à l'action des agents atmosphériques et des conditions climatiques précisées (norme C 20-010).

L'ensemble des appareillages installés doit être prévu pour des ambiances permanentes humides sévères (6 mois dans l'année) et à contrario pour des ambiances poussiéreuses en saison estivale.

Tous les organes d'équipement électrique susceptibles d'usure normale ou accidentelle doivent être munis de parties amovibles permettant leur remplacement facile ou économique sans nécessiter, si possible, le remplacement complet de ces organes.

Tous les boulons et vis d'assemblage importants sont verrouillés après serrage. Ils sont efficacement protégés contre l'oxydation, par cadmiage ou tout autre procédé ayant reçu l'agrément du Maître d'Œuvre. Le pas du système international est adopté pour tous les filetages.

3.4. DISPOSITIONS CONCERNANT L'INSTALLATION DES CÂBLES

3.4.1. Généralités

En règle générale les câbles sont classés ainsi :

- Catégorie 1 : câbles de puissance tension supérieure à 400 V,
- Catégorie 2 : câbles de puissance tension entre 130 V et 400 V,
- Catégorie 3 : câbles de contrôle tension 24 à 130 V,
- Catégorie 4 : câbles d'instrumentation, téléphone, informatique…

Les câbles de catégories différentes sont autant que possible posés séparément : chemins de câbles séparés ou, à défaut, séparés par cloison.

Les câbles de raccordement à des équipements individuels peuvent être posés soit sur supports, soit directement sous tubes sur les parois ou sur les structures métalliques.

3.4.2. Installation sur chemins de câbles

Les câbles sont posés d'une manière ordonnée horizontalement ou verticalement, en évitant si possible les croisements et en respectant les rayons de courbure spécifiés par le fournisseur.

Les câbles sont fixés aux chemins de câbles à des intervalles de deux mètres horizontalement et un mètre verticalement ainsi que dans les coudes, en utilisant des colliers Rilsan ou équivalent.

Les câbles de catégories différentes sont posés sur des tablettes séparées.

Lorsque plusieurs chemins de câbles sont superposés, les câbles de catégorie 1 sont posés sur la tablette inférieure, les câbles de catégorie 4 étant posés sur la tablette supérieure.

Les câbles quittant les tablettes sont installés sous tubes fixés aux parois par colliers, excepté pour des courtes remontées ou descentes n'excédant pas 500 mm.

Les câbles de catégories 1 et 2 sont posés en une seule couche, et les câbles de catégories 3 et 4 en deux couches maximum.

La largeur des chemins de câbles est définie en respectant une réserve de 30 % par rapport aux câbles pris en compte. Une deuxième couche de câble n'est tolérée que pour des cas particuliers, et sur demande.

Dans les parcours parallèles de chemin de câbles de nature différente (BT, TBT, courants faibles,

…) une distance d'au moins 25 cm les séparera. Les séparateurs à l'intérieur des chemins de câbles, sur des parcours communs sont tolérés sur demande, sauf pour les liaisons entre sondes, capteurs, et transducteurs ou ils sont interdits.

Les chemins de câbles ne sont pas posés à moins de 10 cm du sol.

La distance verticale minimale libre entre deux chemins de câbles horizontaux est de 250 mm.

Pour les chemins de câbles posés contre une paroi, une distance à la paroi de 100 mm minimale est prévue pour permettre la fixation de câbles.

Les chemins de câbles ne comporteront aucune arête vive. Le découpage est effectué uniquement à la scie et les bavures de sciage sont éliminées. L'oxycoupage n'est pas autorisé.

La distance maximale entre supports est inférieure ou égale à 1,30 m.

3.4.3. Câbles unipolaires

Les câbles unipolaires sont posés en trèfle et attachés fermement ensemble et au support, au moyen de colliers isolants.

3.4.4. Protection contre les chocs, le soleil ou autres agressions

Tous les câbles qui peuvent être exposés à des chocs ou à la radiation du soleil doivent être protégés par des écrans en tôle galvanisée.

Tous les câbles traversant les planchers sont protégés par des tubes en acier galvanisé ou toute autre protection en acier galvanisé à une hauteur minimale de 1,50 m au-dessus du sol.

Tous les câbles traversant des zones connues pour leur exposition aux rongeurs, seront protégés contre ces dommages (par armure ou une couche de vernis spécialement adapté à cet effet).

3.4.5. Câbles posés en caniveaux béton

Tous les câbles posés en caniveaux sont supportés par des serre-câbles ou des tablettes fournis par le Titulaire et soulevés par rapport au fond des caniveaux.

3.4.6. Jonctions

Chaque câble doit être d'un seul tenant, à moins que la longueur de la liaison ne dépasse la capacité standard de fabrication. Les jonctions doivent dans ce cas être effectuées à l'aide d'un connecteur sans soudure et selon les instructions du fournisseur.

Les jonctions doivent restées accessibles.

3.4.7. Traversées de parois

Après pose des câbles, les passages à travers les parois doivent être bouchés avec du ciment du plâtre ou tout autre matériau approprié pour éviter la pénétration du feu, de l'air et de la poussière.

Tout câble encastré dans les parois doit être installé dans un fourreau de diamètre intérieur au moins égal à trois fois le diamètre extérieur du câble.

3.4.8. Raccordements

Les raccordements doivent être effectués à l'aide de connecteurs sans soudure d'un modèle agréé.

Pour les câbles basse tension, des cosses à poinçonner sont utilisées.

3.5. DISPOSITIONS CONCERNANT LA PROTECTION ANTI-CORROSION

L'ensemble des équipements électriques recevra une protection en usine contre les agressions atmosphériques et le rayonnement ultra-violet.

Pour les armoires et coffret, les charpentes et les cloisonnements extérieurs seront en tôle d'acier électrozingué, protégés par :

- un revêtement époxy pour les charpentes, panneaux arrières et panneaux d'extrémité,
- une peinture glycérophtalique cuite au four pour les faces avant.

3.6. DISPOSITIONS CONCERNANT LE CIRCUIT DE MISE À LA TERRE

Les installations de mise à la terre sont exécutées en conformité avec les normes CEI et UTE et en particulier les normes NFC 15-100 et NFC 17-100.

La prise de terre générale de l'installation doit avoir une résistance inférieure à 1 ohm. Chaque prise de terre doit avoir une résistance individuelle inférieure à 5 ohms.

Les circuits de raccordement des mises à la terre emprunteront au maximum les caniveaux et les chemins de câbles et seront à l'abri des détériorations mécaniques et chimiques.

En aucun cas on n'intercalera une masse ou bâti en série dans le circuit de terre afin de ne pas risquer d'en interrompre la continuité le jour où l'organe serait déplacé ou remplacé.

Le nombre de raccords assurant la continuité des circuits est réduit au strict minimum et ceux-ci sont réalisés avec des résistances de contact les plus faibles possibles.

Toute la boulonnerie des raccords utilisés doit être inoxydable par nature.

3.7. DISPOSITIONS LIÉES AU PHASAGE DES TRAVAUX DE MISE EN ŒUVRE DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE-COMMANDE

La planification globale des travaux est décrite au Titre 0 du présent CCTP.

La description des équipements électriques faite aux articles précédents correspond à la phase finale, où toutes les passes du barrage sont réalisées.

Il n'est pas requis de fonctionnement automatisé des deux passes en rive gauche réalisé durant la première phase de travaux.

4. QUALITE ET PROVENANCE DES MATERIAUX, COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS

4.1. PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIELS

4.1.1. Préambule

La provenance des matériels électriques de contrôle-commande proposés par le Titulaire devra être soumise à l'agrément du Maître d'Œuvre.

Les matières entrant dans la fabrication du matériel électrique et le matériel lui-même répondront aux spécifications et aux règles éditées par l'Union Technique de l'Electricité (U.T.E.) et par l'Electricité De France (E.D.F.) et aux normes françaises et européennes homologuées.

Tous les matériels comporteront le marquage CE de conformité aux normes européennes.

Ils respecteront les règles de l'art, compte tenu de l'usage auquel ils sont destinés.

Pendant toute la durée des travaux, le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre auront toutes facilités voulues pour suivre et contrôler sur les chantiers comme en atelier la préparation et la mise en œuvre des matériels.

Le fait de cette surveillance ne pourra être invoqué par le Titulaire à sa décharge, pour le cas où le Maître d'Œuvre serait conduit à exiger le remplacement de pièces ou appareils défectueux. Le Titulaire a la responsabilité de s'assurer que le matériel fourni est bien adapté à l'utilisation à laquelle il est destiné.

4.1.2. Automates

Les automates programmables répondent aux spécifications suivantes :

- entrées tout ou rien à contacts libres de potentiel,
- sorties tout ou rien à contacts libres de potentiel,
- entrées analogiques de type 4-20 mA et éventuellement PT100 (chaque circuit est pourvu d'un isolateur galvanique sans alimentation extérieure),
- voies de communication configurables,
- unité centrale à microprocesseur.

La configuration des automates - capacité mémoire - nombre et type des entrées-sorties est déterminée lors de l'analyse fonctionnelle.

Des réserves sont prévues en terme :

- de capacité de traitement,
- de capacité de gestion d'entrées-sorties,
- d'emplacements disponibles pour des cartes d'additionnelles.

Les automates sont munis de cartes mémoire facilitant le redémarrage de l'installation en cas de remplacement de la CPU (programme, paramètres par défaut).

Toutes les entrées-sorties sont connectées à l'automate via des interfaces de précâblage.

En cas de défaillance détectée par un automate industriel, celui-ci met toutes ses sorties sur un niveau de repli déterminé par l'analyse.

4.1.3. Terminaux de dialogue

Les terminaux de dialogue répondent au minimum aux spécifications suivantes :

- horodatage des évènements,
- touches de service,
- touches de fonction,
- historiques.

De plus :

- toutes les informations de défauts affichées sont auto-alimentées (la remise à zéro d'une information quelconque s'effectue par l'intermédiaire du bouton-poussoir « Effacement défauts »),
- les mémoires ne sont pas affectées par les coupures de courant,
- l'affichage d'informations erronées lors de coupures de courant n'est pas admis.

4.1.4. Alimentations basse tension

Les alimentations basse tension devront assurer une tension de sortie à +/- 0,5 % de la valeur nominale, avec un taux d'ondulation inférieur à 2 %.

4.1.5. Contacteurs

Les moteurs alimentés par des contacteurs inversant le sens de rotation impliqueront automatiquement un double verrouillage électrique et mécanique des contacteurs respectifs.

Les contacteurs utilisés devront être conformes à la norme NF EN 60947-4-1/A1.

Ils devront également posséder des caractéristiques supérieures à :

- durée de vie mécanique : 10 millions de cycles,
- température de fonctionnement : -5°/+55°.

Conformément aux règles de la norme NFC 15-100, tout démarrage direct d'un moteur de puissance supérieure à 10 kW sera proscrit.

4.1.6. Relais

Les relais seront de type embrochables et devront disposer de quatre inverseurs.

Ils seront équipés de systèmes de détrompage et d'indicateur d'état.

4.1.7. Armoires et coffrets de commande

L'appareillage sera groupé dans des armoires métalliques étanches largement dimensionnées.

Une réserve de 20 % devra être prévue pour les besoins ultérieurs relatifs à l'ouvrage, en plus des emplacements prévus pour le matériel du présent marché.

Les entrées et les sorties des câbles électriques seront obligatoirement réalisées avec presse-étoupe étanche.

L'armoire sera raccordée avec les différentes parties des installations par l'intermédiaire de bornes situées aux parties hautes et basses.

Ces borniers devront être repérés, de section convenable et dans certains cas, de technologie débrochable (à la convenance du Maître d'Œuvre).

Les étiquettes de repérage des armoires et coffrets seront gravées et rivetées.

Chaque armoire ou coffret sera équipé d'une serrure avec un verrou à clef type 455.

4.1.8. Onduleur

L'onduleur répond aux spécifications suivantes :

- tension d'entrée 48V.CC,
- tension de sortie 230V - 50Hz,
- fréquence délivrée égale à 50 Hz + ou – 0,5%,
- distorsion de la tension de sortie inférieure à 5% pour une variation :
  - de la tension d'entrée de + ou – 10%,
  - de la charge de 0 à 100%,
- by-pass automatique sans coupure assurant l'alimentation 230V - 50Hz directement à partir du secteur en cas d'indisponibilité de l'onduleur proprement dit (ce by-pass est muni d'un transformateur d'isolement),
- installation en armoire,
- appareillage en façade de l'armoire :
  - interrupteur « Arrêt – Marche »,
  - indicateurs (à aiguilles ou numériques) : débit utilisation, tension utilisation,
  - signalisation : sous tension, défaut onduleur.

4.2. CÂBLES ET CHEMINEMENT

4.2.1. Types de câbles

4.2.1.1. CÂBLES BT 400 V / 230 V ET BT 24 V CC

Les câbles de puissance et de contrôle sont de tension nominale 0.6/1 kV. Tous les câbles sont systématiquement pourvus d'un conducteur de protection (PE) conformément aux prescriptions de la norme NF C 15-100 (sections 413, 533 et 621), sauf stipulation contraire ou impossibilité. Dans ce dernier cas, un conducteur séparé doit être mis en œuvre pour assurer la fonction d'équipotentialité.

La section minimale des conducteurs de puissance et d'alimentations est de 2,5 mm².

Les câbles rigides sont de la série U1000R2V ou équivalent – Conducteurs cuivre massif Classe 1 jusqu'à 4 mm², conducteurs cuivre âme câblée classe 2 au-delà. La gaine extérieure est du type non propagateur de la flamme (C2) et résistante aux agressions chimiques prévisibles en exploitation (huiles et graisses minérales). La gaine extérieure présente également des caractéristiques de

résistance au vieillissement par le rayonnement ultraviolet.

Les câbles soumis à des agressions mécaniques sévères sont à armure par deux feuillards d'acier : série U1000RVFV ou équivalent. Les armures des câbles sont effectivement mises à la terre côté armoire et côté appareillage.

Les câbles souples sont de la série H07RNF ou équivalent, souplesse des âmes classe 5. Ils sont utilisés pour le raccordement des organes et équipements soumis à vibrations ou à déplacements en service normal. Pour des longueurs inférieures ou égales à 20 mètres, les liaisons souples sont autant que possible sans raccordement entre armoire et organe.

Pour les autres cas, la jonction entre câble rigide et câble souple est réalisée par boîte étanche IP55 inox, avec presse-étoupes. Les bornes de jonction sont de capacité minimale égale à 2,5 fois la section du conducteur simple à raccorder. Une borne de terre V/J est systématiquement prévue. Les boîtes de jonction doivent rester accessibles.

En extrémité de câble souple, une boucle de longueur égale à 40 fois le diamètre extérieur du câble est prévue. Tous les conducteurs multibrins sont raccordés avec embouts sertis. Dans tous les cas, la longueur libre des conducteurs est suffisante pour pouvoir réparer les connexions cassées.

La gaine extérieure des câbles souples présente les mêmes caractéristiques de résistances aux agents chimiques et atmosphériques que celles des câbles rigides.

4.2.1.2. AUTRES CÂBLES

Les câbles destinés à des liaisons bas niveau, câbles d'instrumentation automates, vidéo-surveillance et câbles de transmissions (optiques ou non) d'informations binaires ou analogiques, sont choisis en fonction des instructions particulières des fournisseurs d'équipements et séparés par cloison des câbles BT.

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. PROGRAMMES 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 montage

Le Titulaire fournit au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre, le programme de montage sur le site.

Pour le matériel monté en atelier, un programme est également fourni par le Titulaire au Maître

d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre.

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.

5.2.3. Programme des essais

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

Ces essais sont réalisés en atelier (essai de montage à blanc notamment) 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 et matériels nécessaires au montage, au remplacement ou à la requalification des composants et les dispositions associées liées à la sécurité, aux accès, etc…

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.

5.3.2. Contenu des études d'exécution

5.3.2.1. ANALYSE FONCTIONNELLE

Le Titulaire a la charge de la rédaction du document d'analyse fonctionnelle et de sécurité qui sert de référence aux études ci-après.

Ce document fait notamment apparaître l'ensemble des fonctionnalités requises par l'installation, les interfaces opérateurs, les différents modes de fonctionnement, la prise en compte des exigences de sécurité en terme d'architecture électrique et logicielle, la détection et le traitement des défaillances.

5.3.2.2. ETUDES ÉLECTRIQUES

Le Titulaire prendra en charge les études suivantes :

- les études d'implantation des équipements et matériels dans les ouvrages,
- les études de principe et les études détaillées des équipements,
- le dimensionnement des matériels (câbles, filerie, disjoncteurs, fusibles, etc…),
- les notes de calculs nécessaires à la bonne réalisation des installations,

- les études détaillées des schémas électriques (schémas, borniers, carnets de câbles, nomenclatures de matériels, etc…),
- les bilans de puissances (alimentation normale, ondulée, de secours),
- l'établissement des cahiers des essais en atelier,
- les études mécaniques pour la pose des capteurs et actionneurs,
- l'établissement des cahiers des essais sur site,
- l'établissement du dossier de schémas électriques de réalisation et de dépannage,
- l'établissement d'une liste de pièces de rechange,
- la mise à jour des schémas, plans, carnets de câbles existants suite au montage et à la mise en service des équipements sur site,
- l'établissement d'un dossier de documentation technique et d'une documentation d'exploitation et de maintenance.

Un exemplaire unique, complet et mis à jour en temps réel, de toute la documentation doit être à disposition sur le site en permanence.

5.3.2.3. ETUDES LOGICIELLES

Le Titulaire prendra en charge toutes les études nécessaires à la réalisation des logiciels de conduite de l'installation : automatisme, régulation, interfaces opérateurs…

Il réalisera notamment :

- une analyse fonctionnelle comprenant :
  - un synoptique faisant apparaître le plus grand nombre de sous-ensembles et les diverses liaisons fonctionnelles,
  - un bilan des entrées et sorties,
- une analyse organique consistant à analyser chaque sous-ensemble de l'analyse fonctionnelle,
- la programmation, réalisée à partir de l'analyse organique.

Le document final concernant la programmation est établi à partir du langage à contacts et comprend la liste détaillée des entrées, sorties, bits internes et données évolutives.

5.3.3. Présentation des documents d'exécution

5.3.3.1. PRÉAMBULE

L'ensemble des documents sera produit sous un format informatique exploitable sous le logiciel AUTOCAD (format DWG ou équivalent).

En cas d'incompatibilité, le Titulaire prend à sa charge la remise à niveau des fichiers pour les rendre compatibles avec ce logiciel.

5.3.3.2. PLANS D'INSTALLATION

Les plans d'installation sont construits à partir des études d'implantation des équipements et des matériels de l'ouvrage.

Ils spécifient les réalisations nécessaires à l'implantation des équipements (armoires, coffrets,

cellules, etc…) et matériels divers (chemins de câbles, capteurs, etc…) dans les ouvrages.

Les ouvrages sont représentés à l'échelle, sur les plans des locaux où ils sont implantés. Ils sont repérés et identifiés en correspondance avec les schémas.

5.3.3.3. PLANS DES ÉQUIPEMENTS

Les plans des équipements sont construits à partir des études de principe et détaillées des équipements.

Ils précisent l'implantation des matériels dans les armoires, tableaux, coffrets, etc…

Ces plans donnent une vue d'ensemble face avant et une vue détaillée à l'échelle avec les cotes principales de l'équipement électrique (vue de face, vue de coté si du matériel y est implanté, vues intérieures, etc…).

Chaque vue détaillée comporte un repérage de chaque matériel en correspondance avec les schémas.

5.3.3.4. SCHÉMAS ÉLECTRIQUES DE RÉALISATION ET DE DÉPANNAGE

Le Titulaire réalise un schéma électrique par tranche.

Les schémas doivent être auto-porteurs pour permettre un dépannage rapide de l'installation pendant les phases de mise en service et d'exploitation.

Sur les schémas doivent figurer tous les matériels, repérés de la même façon qu'ils le sont (ou le seront) physiquement dans l'installation (cf. partie « Repérages » de l'article 5.2.2 - Dispositions générales de conception du présent CCTP).

De plus, les schémas portent les informations suivantes :

- les numéros des bornes d'appareillage (si le matériel en est dépourvu, le Titulaire y inscrit lui-même un repère),
- tous les contacts des relais, commutateurs, capteurs, etc…
- tout schéma de matériel (détecteurs de fins de course, actionneurs, électrodistributeurs, pressostats, sondes, etc…) ayant une fonction précise dans les automatismes,
- tout texte ou notice explicative nécessaire à la compréhension des automatismes.

5.3.3.5. CARNET DE CÂBLES

Le Titulaire réalise un carnet de câbles par tranche. Les câbles sont classés par ordre de repère croissant.

Pour chaque câble, sont indiqués :

- le repère,
- le type,
- le nombre de conducteurs,
- la section,
- la longueur,
- le tenant et l'aboutissant.

5.3.3.6. NOMENCLATURE DU MATÉRIEL

Le Titulaire réalise une nomenclature du matériel par tranche.

Pour chaque matériel qui figure sur les schémas sont indiqués :

- le repère fonctionnel,
- le fabricant,
- les références,
- le type,
- les caractéristiques techniques (tension, calibres, etc…),
- la fonctionnalité,
- la localisation du matériel dans les schémas et dans l'installation,
- les informations constructeur ou références aux normes permettant de s'assurer que les matériels de sa fourniture sont aptes à répondre aux contraintes d'environnement (température, humidité, vibrations, etc…) du lieu où ils sont installés.

5.3.3.7. DOSSIER DES SCHÉMAS ÉLECTRIQUES DE RÉALISATION ET DE DÉPANNAGE

Le Titulaire réalise un dossier de schémas par tranche.

La structure du dossier de schémas électriques est la suivante :

- page de garde,
- liste des folios avec grille d'indices,
- synoptiques et schémas fonctionnels d'ensemble,
- schémas unifilaires,
- raccordement des câbles de liaisons informatiques,
- plan d'implantation et configuration des cartes électroniques des équipements configurables matériellement (ex. API, relais de protection), schémas de raccordement et câblage de ces cartes,
- interrupteur de tranche (si prévu),
- formation et distribution des polarités,
- schémas développés d'automatisme,
- borniers avec mise en câbles,
- raccordement à la terre,
- plan des équipements,
- carnet de câbles,
- nomenclature des matériels.

En complément à cette liste, le Titulaire peut être amené à réaliser des schémas guides électromécaniques ou hydrauliques, afin de faciliter la compréhension du fonctionnement de l'installation.

5.3.3.8. 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 dans la mesure du possible. Le modèle de fiche devra être soumis à l'agrément préalable du Maître d'Œuvre.

5.4. MONTAGE EN ATELIER ET SUR SITE

5.4.1. Montage en atelier

Sauf spécifié par ailleurs, chaque armoire, pupitre, coffret, appareil ou ensemble d'équipement sera complètement monté en atelier, chaque pièce étant repérée de façon à assurer un assemblage correct lors du montage sur site.

Tous les réglages qui pourront être faits en atelier le seront, de façon à éviter au maximum les interventions sur le chantier.

Les ensembles montés principaux seront soumis à l'inspection du Maître d'Œuvre.

5.4.2. Montage sur site

Le Titulaire assurera l'ensemble des opérations de montage provisoires et définitives.

Il prendra en charge l'ensemble des dispositifs de protection de ses équipements contre les intempéries ou les poussières (housses, enceinte de protection, etc…).

Au cours du montage, le Titulaire prendra toutes les dispositions pour protéger les revêtements

anticorrosion des équipements électriques. En cas de dégradation de ces revêtements, il procédera aux retouches nécessaires et au besoin, au remplacement des armoires et coffrets dont la peinture serait particulièrement endommagée.

5.5. CONTRÔLES DE CONFORMITÉ ÉLECTRIQUE

Les prestations du Titulaire comprennent la réalisation du contrôle de conformité électrique des documents d'exécution et des installations électriques, aux normes et règlements en vigueur.

Ce contrôle de conformité devra être effectué par un organisme agréé (APAVE, VERITAS, SOCOTEC, etc…) et sera à la charge du Titulaire. L'organisme de contrôle transmettra ses comptes rendus simultanément au Titulaire et au Maître d'Œuvre.

Les prestations de l'organisme de contrôle seront les suivantes :

- contrôle des plans, schémas, notes de calcul avant installation, approvisionnement ou fabrication,
- contrôle sur site de l'ensemble des installations réalisées en présence du Titulaire,
- délivrance des certificats de conformité des installations.

Le contrôle sur site de l'organisme agréé devra intervenir avant chaque mise sous tension, même partielle.

Les interventions du bureau de contrôle devront faire l'objet de contre-visite de levées de réserves.

L'organisme de contrôle remettra en fin de mission un certificat de conformité des installations électriques (y compris automatisme).

5.6. ESSAIS DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE-COMMANDE

5.6.1. Généralités

Les composants électriques de contrôle-commande prévus au marché feront l'objet d'essais en atelier et sur site.

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

Les essais 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 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.

5.6.2. Essais en atelier

Chaque tableau, armoire ou coffret subira, après montage et câblage, les essais de routine comprenant au minimum :

- un essai de rigidité diélectrique,
- un essai de fonctionnement de chacun des appareils,
- la vérification des verrouillages,
- la vérification des calibres des appareils,
- la vérification de l'interchangeabilité des appareils débrochables,
- la vérification de la continuité du circuit de mise à la terre.

5.6.3. Essais à blanc sur site

Après montage et assemblage des équipements sur site, le Titulaire procédera à nouveau aux essais de routine de chaque tableau, armoire ou coffret.

L'essai de rigidité diélectrique sera remplacé par une mesure d'isolement.

5.6.4. Essais de mise en service sur site

Les essais de mise en service comprendront notamment les points suivants (liste non exhaustive) :

- la mise sous tension des différentes arrivées,
- la vérification de toutes les chaînes externes (jusqu'aux cartes d'entrées et depuis les cartes de sorties pour les automates),
- la vérification des appareils de mesure,
- la vérification du fonctionnement des alarmes et défauts,
- la vérification du fonctionnement des séquences automatisée,
- la vérification du fonctionnement du terminal de dialogue.

5.7. 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-rendus 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…
- Les études mécaniques pour la pose des capteurs et actionneurs.
- L'ensemble des documents électriques (schémas, plans, carnets de câbles, etc…) confirmes 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 vidange et de remplissage de l'installation.
- 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.
- 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.

5.8. FORMATION

5.8.1. 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 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 du terminal de dialogue et des équipements de commande,

- analyse de dysfonctionnement et localisation de pannes sur la base des remontées d'informations délivrées par l'automatisme.

5.8.2. 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 la prise de connaissance du contrôle-commande et des outils de diagnostics.

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.

Chaque participant se verra remettre un support de formation.

Points abordés :

- analyse du dossier de l'installation,
- description des alarmes remontées par le terminal de dialogue et des causes potentielles des défaillances,
- procédures d'intervention,
- procédures de démontage / remontage des différents constituants,
- utilisation avancée de la supervision et des organes de commande,
- exploitation des outils logiciels à des fins de maintenance.

-ooOoo-