

**APPEL D'OFFRES**

**AO N°83/2023/A**

**REALISATION DES TRAVAUX DE  
TERRASSEMENT, DE GENIE CIVIL ET  
D'EQUIPEMENT DE LA STATION DE POMPAGE  
WESSAL BOUREGREG RABAT**

**PIECE N°3**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES**

**C.C.T.P**

**EQUIPEMENTS ELECTRIQUES**

**NB :** Le présent cahier de charges, visé par le soumissionnaire doit accompagner l'offre

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>GENERALITES.....</b>	<b>5</b>
1.1	OBJET DE L'APPEL D'OFFRES.....	5
1.2	ABREVIATIONS.....	5
1.3	ETENDUE DES PRESTATIONS .....	5
1.3.1	ETUDES ET CHOIX TECHNIQUES.....	6
1.3.2	FOURNITURE, LIVRAISON SUR SITE ET STOCKAGE .....	7
1.3.3	MONTAGE, ESSAIS ET MISE EN SERVICE .....	7
1.3.4	FOURNITURE DES PIECES DE RECHANGE .....	7
1.3.5	PLANS ET DOCUMENTS .....	8
1.4	NORMES ET REGLEMENTS .....	9
<b>2</b>	<b>ALIMENTATION PRINCIPALE.....</b>	<b>10</b>
2.1	GENERALITES .....	10
2.2	POSTE DE TRANSFORMATION MT / BT.....	11
<b>3</b>	<b>EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION BT .....</b>	<b>18</b>
3.1	GENERALITES .....	18
3.2	BRANCHEMENT BT .....	18
3.3	ARMOIRE DE COMMANDE .....	18
3.3.2	CELLULE D'ARRIVEE .....	19
3.3.3	COMPARTIMENT DE COMMANDE DES AUXILIAIRES .....	20
3.3.4	CELLULE DE COMPENSATION DU FP .....	24
3.3.5	CELLULES DE COMMANDE DES GROUPES DE POMPAGE .....	24
3.4	COFFRET DE PROTECTION DE LA STATION .....	25
3.5	COFFRET DE PROTECTION DU LOCAL GARDIEN .....	26
<b>4</b>	<b>CABLES DE DISTRIBUTION, COMMANDE ET SIGNALISATION .....</b>	<b>26</b>
4.1	CABLES PRINCIPAUX.....	26
4.2	CABLES DE DISTRIBUTION .....	26
4.3	CABLES DE COMMANDE ET DE SIGNALISATION.....	26
4.4	CHEMINS DE CABLES .....	26
4.5	CONDUITS DE CABLES .....	27
<b>5</b>	<b>INTERRUPTEURS D'ISOLEMENT .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>COMMANDE, REGULATION, CONTROLE ET TELEGESTION.....</b>	<b>27</b>
6.1	ARMOIRES DE COMMANDE ET DE REGULATION .....	27
6.2	INSTRUMENTATION DE MESURE, DE REGULATION ET CONTROLE.....	34
6.2.1	REGARD D'ARRIVEE.....	34
6.2.2	DEGRILLAGE (AUTOMATIQUE ET MANUELLE) .....	34
6.2.3	BACHE DE POMPAGE.....	34
6.2.4	CONDUITE DE REFOULEMENT .....	34

6.3	CHAINES DE MESURE ET CONTROLE .....	35
6.3.1	CAPTEURS DE NIVEAU A IMPULSIONS SONIQUES .....	35
6.3.2	CAPTEURS DIFFERENTIELS DE NIVEAU .....	35
6.3.3	CAPTEURS DE PRESSION .....	35
6.4	CABLAGES .....	36
6.4.1	CABLES DE TRANSMISSION DES DONNEES .....	36
6.4.2	CABLES D'INSTRUMENTATION POUR CAPTEURS/TRANSMETTEURS.....	36
6.4.3	CABLE POUR POIRE DE NIVEAU .....	36
6.5	EQUIPEMENT DE CONTROLE ET DE TELEGESTION.....	36
6.6	LOGICIELS.....	36
6.6.1	PROTOCOLE DE COMMUNICATION .....	37
6.6.2	LOGICIEL D'EXPLOITATION .....	37
6.6.3	LOGICIEL DE PROGRAMMATION .....	37
6.6.4	GESTIONNAIRE DE TRAITEMENT DE DONNEES .....	37
7	MISE A LA TERRE .....	38
7.1.1	RESEAU GENERAL.....	38
7.1.2	LIAISONS EQUIPOTENTIELLES .....	38
8	SYSTEME DE SECURITE INCENDIE.....	38
9	ECLAIRAGE INTERIEUR & PRISES DE COURANT .....	39
9.1	NIVEAUX D'ECLAIREMENT.....	39
9.2	APPAREILLAGE D'ECLAIRAGE NORMAL .....	40
9.2.1	LANTERNES SUSPENDUES .....	40
9.2.2	LUMINAIRES.....	40
9.2.3	PLAFONNIERS.....	40
9.2.4	HUBLOTS.....	40
9.3	APPAREILLAGE D'ECLAIRAGE DE SECURITE.....	40
9.3.1	ECLAIRAGE DE BALISAGE .....	40
9.4	PRISES DE COURANT .....	41
9.4.1	PRISES DE COURANT DE TYPE DOMESTIQUE .....	41
9.4.2	PRISES DE COURANT DE TYPE INDUSTRIEL .....	41
10	ECLAIRAGE EXTERIEUR .....	42
10.1	PROJECTEURS.....	42
10.2	LUMINAIRES POUR ECLAIRAGE EXTERIEUR .....	42
10.3	CANDELABRES.....	42
10.4	MASSIFS.....	43
10.5	CABLES D'ECLAIRAGE .....	43
11	CLIMATISATION.....	43
12	SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES .....	44

12.1	MISE AU POINT DU PROJET, ETUDES .....	44
12.1.1	ELECTRICITE .....	44
12.1.2	REGULATION, CONTROLE ET INSTRUMENTATION .....	45
12.2	MATERIAUX .....	45
12.3	CABLAGE, FILERIE ET REPERAGE .....	46
12.3.1	DISPOSITIONS GENERALES DE L'INSTALLATION .....	46
12.3.2	NATURE ET SECTION DES CONDUCTEURS.....	46
12.3.3	FILERIE DE COMMANDE ET SIGNALISATION .....	47
12.3.4	CABLAGE.....	47
12.3.5	REPERAGE .....	47
13	SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES DES ARMOIRES .....	48
13.1	NORMES ET REGLEMENT .....	48
13.2	ENVIRONNEMENT .....	48
13.3	DIMENSIONNEMENTS ET AGENCEMENTS .....	48
13.4	CARACTERISTIQUES DE L'ENVELOPPE DE L'ARMOIRE .....	49
13.5	CABLAGE DE L'ARMOIRE .....	50
13.6	CONCEPTION GENERALE DE L'ARMOIRE.....	51
13.6.1	IMPLANTATION ET REPERAGE.....	51
13.6.2	COMMANDE DES DEPARTS MOTEURS .....	52
13.6.3	FACE AVANT DE L'ARMOIRE.....	52
13.6.4	MODE DE FONCTIONNEMENT DE L'ARMOIRE .....	52
13.6.5	GESTION THERMIQUE DE L'ARMOIRE .....	53
13.7	DEMARREUR ELECTRONIQUE .....	53
13.7.1	NORMES ET REGLEMENTS.....	53
13.7.2	FONCTIONNEMENT .....	54
13.7.3	ENVIRONNEMENT.....	54
13.7.4	CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES.....	54
13.7.5	PROTECTIONS .....	55
13.7.6	COMMUNICATIONS .....	55
13.7.7	PRINCIPALES FONCTIONS.....	55
13.7.8	SUPERVISION EN LOCAL .....	56
13.8	AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL (API) .....	56
13.8.1	AUTOMATE DE COMMANDE ET DE REGULATION.....	56
13.8.2	PROTOCOLES DE COMMUNICATION .....	57
13.8.3	ACQUISITION & TRAITEMENT DES DONNEES .....	57

## 1 GENERALITES

### 1.1 Objet de l'Appel d'Offres

- Le projet WESSAL Bouregreg s'inscrit dans le cadre de l'aménagement de la Séquence 2 de la vallée de Bouregreg est un projet ambitieux qui comprend d'importants aménagements en termes d'infrastructures qui se développent sur sa rive gauche (coté Rabat).

Le présent Appel d'Offres a pour objet la réalisation des travaux de terrassement, de génie civil et d'équipement de la station de pompage projetée qui sera implantée à l'extrémité de la voie existante située à la limite du mur de clôture Est du centre commercial Marjane. Elle constitue l'aboutissement de la totalité du futur réseau des eaux usées produites par projet Wessal Rabat vers le réseau existant situé à proximité de la place Abraham Lincoln.

Il s'agit d'un marché « clef en main », et par « clef en main » on entend la fourniture, le montage et la mise en service de tous les équipements et ouvrages de génie-civil nécessaires pour atteindre les performances fonctionnelles et les garanties décrites dans le présent CCTP, dans le respect des règles de l'art et des standards internationaux de sécurité et de fiabilité, même si ces équipements ou ces ouvrages ne sont pas explicitement décrits dans le CCTP.

**La station de pompage et ces équipements seront alimentés par la basse tension à partir d'un postetransformateur projeté de 400 KVA.**

### 1.2 Abréviations

Les termes et expressions qui sont énumérés ci-dessous constituent une partie intégrante du Marché :

- L'expression « MT » signifiera : Moyenne Tension ;
- L'expression « BT » signifiera : Basse Tension ;
- L'expression « CC » signifiera : Courant Continu ;
- L'expression « CA » signifiera : Courant Alternatif ;
- L'expression « Station » signifiera : la station de refoulement des eaux usées SP71bis de la ville de Skhirat objet du présent Marché ;
- L'expression « API » signifiera : Automate Programmable Industriel ;
- L'expression « PID » signifiera : Process and Instrumentation Drawing ;
- L'expression « Procédé » ou « Process » ou « PID » signifiera : l'ensemble des méthodes, d'ouvrages et d'équipements utilisés pour le refoulement des eaux usées dans la station ;
- L'expression « DGBT » signifiera : Disjoncteur Général Basse Tension ;
- L'expression « FP » signifiera : Facteur de Puissance ;
- L'expression « VV » signifiera : va-et-vient ;
- L'expression « SA » signifiera : Simple Allumage ;
- L'expression « BAES » signifiera : Bloc Autonome d'Eclairage de Sécurité ;
- L'expression « Installations électriques » signifiera : les installations d'électricité, de régulation, de contrôle, et de télégestion.

### 1.3 Etendue des prestations

Déduction faite de la fourniture et du montage de tous les moteurs qui font partie des équipements électromécaniques, les prestations concernant les équipements électriques, les équipements de régulation et les équipements de télégestion comprennent :

- Les études complètes et le choix technique du matériel et des installations électriques nécessaires au fonctionnement de la station ;
- La fourniture, la livraison, sur le site et le stockage préalable à l'installation de tous les matériels, matériaux et équipements électriques destinés aux installations ;
- La pose, les essais et la mise en service de l'ensemble complet des installations électriques, y compris les raccordements et les essais des moteurs électriques ;
- La fourniture et la livraison sur le site des quantités recommandées de pièces de rechange ;
- L'élaboration et la fourniture de tous les plans, les manuels d'utilisation et de fonctionnement, les manuels d'instructions et d'entretien et les manuels de pièces de rechange et de consommables concernant l'ensemble du matériel et des installations électriques, de régulation et de télégestion de la station.

L'étendue des prestations incombant à l'Entrepreneur comprend les matériaux, les études les montages, y compris les changements par additions, suppressions et modifications auxquels l'installation complète se trouvera assujettie en cours d'étude, de fabrication et de montage.

L'Entrepreneur doit, par conséquent, anticiper ces risques de changement, en se fondant sur son expérience du matériel électrique et de régulation destiné à la station de pompage des eaux usées. Il ne sera admise aucune réclamation, de quelque sorte que ce soit de la part de l'Entrepreneur, concernant d'éventuelles modifications.

### **1.3.1 Etudes et Choix techniques**

Les études et les choix techniques des installations complètes de force motrice, d'éclairage, de commande, de régulation et de télégestion commençant aux boîtes d'extrémités (incluses) de branchement de la boucle MT (20 kV) alimentant les stations de refoulement comprendront ce qui suit :

- Calcul des courants de court-circuit pour tous les niveaux de tension,
- Calcul des courants absorbés et détermination des courants nominaux,
- Étude de la régulation de la tension en régimes stationnaires et en régimes transitoires, pour déterminer la stabilité du système (démarrages et arrêts des gros moteurs),
- Détermination des caractéristiques du câblage, et choix correct de ces caractéristiques pour le courant de charge et les conditions de court-circuit,
- Détermination de la capacité nominale et choix des condensateurs, fixes ou automatiques, de compensation et de correction du facteur de puissance de façon à obtenir un facteur de 0.90 en retard de phase,
- Dimensionnement de tous les équipements électriques, y compris les appareillages de commutation, le matériel de commande des moteurs, etc.,
- Étude de la coordination et sélectivité du système des protections électriques de la totalité des installations de la station. Ce système permettra une sélectivité verticale et horizontale sur l'ensemble du réseau d'alimentation et de distribution de la Station,
- Études des armoires électriques et des équipements d'alimentation de la Station,
- Études des commandes électriques et des asservissements des moteurs par automates programmables industriels (API), selon les besoins déterminés par le procédé, en vue d'assurer la sécurité du personnel et des équipements en toutes circonstances,
- Études des transmissions des données pour les besoins de commande du procédé par API et pour les besoins de télégestion,
- Installations d'éclairage normal, d'éclairage de secours et d'éclairage de sécurité,
- Installations des prises de courant électriques pour l'outillage portatif et le matériel de soudage,

- Système de mise à la terre, et protection contre la foudre et la surtension,
- Système de sécurité incendie,
- Enfin, tous les autres équipements électriques, de régulation et de télégestion nécessaires au fonctionnement correct des installations, même s'ils ne sont pas explicitement mentionnés ci-dessus.

### **1.3.2 Fourniture, livraison sur site et stockage**

La fourniture, la livraison sur le site et le stockage préalable à l'installation de tous les équipements électriques concernent les ouvrages suivants :

- Les armoires électriques et appareillage de commutation et de commande des moteurs -380V,
- Les armoires électriques et appareillage de commutation et de commande -380/220V,
- L'équipement de compensation et de correction automatique du facteur de puissance,
- L'installation d'éclairage normal, de secours et de sécurité, intérieur et extérieur,
- L'installation de chemins de câbles en acier galvanisé à chaud et du câblage électrique, dérégulation et de télégestion, y compris tous les accessoires de pose, de fixation et de raccordement,
- le réseau de mise à la terre et protection contre la foudre et la surtension,
- les équipements et instruments de contrôle et de régulation,
- les équipements de supervision et de télégestion,
- enfin, tous les autres équipements électriques, de régulation et de télégestion nécessaires à l'achèvement et au bon fonctionnement des installations, même s'ils ne sont pas, expressément cités ci-dessus.

### **1.3.3 Montage, essais et mise en service**

Exception faite des moteurs fournis par des tiers, cette clause concerne le montage de tous les équipements électriques, d'alimentation, de distribution d'énergie de commande, de contrôle et régulation et de télégestion, nécessaires à l'achèvement et au bon fonctionnement des installations, ainsi que le raccordement de tous les câbles et les équipements.

Les essais comprendront tous les essais électriques nécessaires pour établir que les installations et les équipements sont dans un état satisfaisant à tous les égards, et qu'ils sont conformes à tous les règlements et à toutes les normes en vigueur.

Avant la mise en marche normale de l'installation, l'Entrepreneur doit procéder à la mise en service des équipements, vérifier et régler, de façon minutieuse et systématique, tous les dispositifs de protection, selon le système général de protection de la Station, en assurant une sélectivité totale sur les réseaux BT et MT.

La mise en marche normale comprendra la surveillance et l'examen de la marche de tous les équipements électriques, de régulation et de télégestion, lorsque la Station se trouvera en pleine activité, ainsi que le réglage de tous ces équipements, s'il est nécessaire, en fonction des conditions de charge réelle et des conditions de défaut.

### **1.3.4 Fourniture des Pièces de rechange**

Cette clause concerne la fourniture de l'ensemble complet des besoins en pièces de rechange pour tous les équipements électriques, pour une période de fonctionnement de deux (02) ans.

Les pièces de rechange devront être traitées séparément des pièces de remplacement utilisées au cours des essais de la mise en service et de la mise en marche normale de l'installation.

Les pièces de remplacement particulières, utilisées pendant les essais, sont réputées incluses dans les prix des fournitures et des essais correspondants et sont, par conséquent, entièrement à la charge de l'Entrepreneur.

### **1.3.5 Plans et documents**

Les plans et documents seront fournis comme suit :

- en cinq (5) exemplaires, sur papier blanc de très bonne qualité,
- une (1) copie sous format numérique : Doc, XLS, PDF et DWG sur CD Rom

Les manuels seront fournis en quatre (4) exemplaires, sous format de classeurs à levier.

Le dossier des plans devant être fournis comprendra, sans être limitatifs :

- les plans d'implantation générale donnant des positions de tous les équipements électriques,
- les schémas unifilaires complets,
- les schémas de raccordement,
- les plans de cheminement principal de câblage de la Station,
- les schémas et les logigrammes de commande des API,
- les carnets de câbles de puissance, de commande et signalisation et de transmission de données,
- les plans d'encombrement de tous les matériels électriques, avec les cotes de fixation et autres dimensions semblables, repérant la position des boîtes de raccordement et des points de démontage sur les équipements non transportables en une seule pièce, et définissant les masses ainsi que les points de levage,
- les plans d'implantation détaillés du poste de livraison et de transformation MT/BT et du groupe électrogène s'il y a lieu,
- le plan détaillé d'implantation des équipements de la salle contrôle,
- les plans des tranchées et des regards de tirage de câbles, des agencements de canalisations électriques destinés à appuyer les études de génie civil,
- les nomenclatures complètes et détaillées des appareillages de commutation, des protections et des relais auxiliaires,
- les plans d'agencement des installations d'éclairage intérieur, extérieur et de sécurité, ainsi que des prises de courant électriques, indiquant les circuits et les positions des luminaires et de tous les interrupteurs et boutons poussoirs de commande,
- le plan du système général de mise à la terre,
- le plan PID indiquant la position de tous les instruments de mesure et de contrôle, ainsi que les asservissements et les signalisations sonores et visuelles,
- la nomenclature complète et détaillée de toute l'instrumentation de régulation, de mesure et de contrôle,
- les manuels d'utilisation donnant les descriptions complètes de tous les équipements électriques fournis, ainsi que tous les renseignements complémentaires dont le personnel de la station pourra éprouver le besoin pour effectuer des opérations sûres et correctes en toutes circonstances,
- les manuels d'entretien indiquant clairement les opérations périodiques d'entretien préventif et leurs fréquences d'exécution pour tous les équipements électriques, afin d'assurer que l'ensemble des installations puisse être maintenu dans un état satisfaisant et dépourvu de tout danger,
- les manuels de pièces de rechange.



## 1.4 Normes et Règlements

Tous les matériels, matériaux et les travaux y afférents doivent être réalisés conformément aux normes marocaines ou, à défaut, aux recommandations du Comité Electrotechnique International et aux normes européennes, en vigueur durant la réalisation de ces travaux, notamment :

- Les normes marocaines 7-11 - CL 006 éditées par le Ministère des Travaux Publics et des Communications concernant les règles techniques des installations de branchement de première catégorie comprises entre le réseau de distribution et l'origine des installations intérieures ;
- Les normes marocaines 7-11 - CL 005 éditées par le Ministère des Travaux Publics et des Communications concernant l'exécution et l'entretien des installations de première catégorie ;
- La norme marocaine N.M. 7.32.100, concernant les transformateurs de puissance MT/BT ;
- Les normes marocaines N.M. 7.34.110/111 et 121, concernant les câbles de distribution BT ;
- La norme marocaine N.M. 7.68.100, concernant les fourreaux PVC en tranchée ;
- La norme C 13 100 réglementant les installations de postes d'abonnés intérieurs et raccordés à un réseau de distribution de deuxième catégorie ou les règles de construction et d'installation de poste de livraison ou de transformation raccordés à un réseau de distribution public ou privé de deuxième catégorie, éditée par le Ministère des Travaux Publics et des Communications (suivant arrêté no566.70 du 2 Octobre 71) ;
- L'arrêté du 28 Juin 1938 concernant la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques, modifié et complété par les arrêtés du 4 Avril 1945, 20 Juillet 1945 et décembre 1951 ;
- L'arrêté du Ministère des Travaux Publics no 127.63 du 15 Mars 63 complété par l'arrêté du 27 Août 63 concernant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.
- L'arrêté du Ministère des Travaux Publics et des Communications n° 350.67 du 15/07/67 de la NM CL 005 ;
- Le cahier des charges applicables aux installations électriques des bâtiments édités par le CSTB du DTU cahier n° 70.1 ;
- Les appareils de chauffage des locaux et appareils analogues, règles de sécurité (NF C 73 250) ;
- Les normalisations, spécifications et règles techniques établies par l'UTE (dernières éditions en vigueur concernant notamment l'appareillage général, les conducteurs, les moulures et conduites les mesures de protection contre la mise sous tension accidentelle des masses métalliques, etc., les normes et publications auxquelles il est fait référence dans l'annexe de la norme UTE 15.100) ;
- Les prescriptions de la norme UTE C 14 100 d'Octobre 1969 et ses additifs, traitant de l'exécution des installations électriques comprises entre la distribution publique d'énergie électrique et l'installation intérieure de première catégorie ;
- Les textes officiels relatifs à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (publication 12 200 de l'UTE du 13 Août 1954, 24 Mars 1965, et 4 Mars 1969) ;
- L'arrêté ministériel du 7 novembre 1941 relatif aux circuits de secours et de sécurité (publication C 12.118 de l'UTE - Edition 1941) ;
- Le guide pratique pour l'établissement des prises de terre pour les bâtiments (publication C 15.120 de l'UTE - Edition 5 juillet 1967) ;
- Les prescriptions du devis descriptif technique (D.D.T) ;

- Les normes et les règles techniques éditées par l'UTE et concernant les groupes électrogènes, notamment :
  - C 20.010 : Degrés de protection du matériel électrique.
  - C 20.050 : Règles d'échauffement du matériel électrique.
  - C 42.100 : Appareils de mesures électriques.
  - C 51.100 et additif : Règles d'établissement des machines tournantes.
  - C 63.100 : Appareils destinés à établir et interrompre les circuits.
  - C 63.119-200 : Règles d'établissement des tableaux et armoires de distribution
- Les prescriptions et règlements du Distributeur local de l'énergie électrique (Redal) ;
- Les normes relatives aux systèmes de sécurité incendie.

En cas de contradiction entre les divers règlements et normes européennes et les règlements et normes marocaines, édités ou en cours d'édition, ce sont les indications préconisées par ces derniers qui seront applicables.

Tous les travaux de montage devront être exécutés conformément aux indications de la spécification, ou, lorsque ces indications font défaut, ils devront être exécutés d'une manière acceptable par REDAL ou son représentant, et selon les directives raisonnables données éventuellement par ces derniers.

En tout état de cause, les travaux de montage et les installations complètes devront être conformes à tous les règlements et normes en vigueur au Maroc.

## **2 ALIMENTATION PRINCIPALE**

### **2.1 Généralités**

**La station de pompage et ces équipements seront alimentés par la basse tension à partir d'un poste transformateur projeté de 400 KVA.**

Les équipements d'alimentation électrique de la station sont destinés à satisfaire les besoins en énergie électrique de toute l'installation de la station à savoir :

- Les installations de pompage de tous les groupes électropompes ;
- Le système de manutention des groupes électropompes ;
- Le système de commande, de mesure et de gestion ;
- L'éclairage intérieur et extérieur des installations y compris ceux du local sanitaire ;
- Les prises de courant et prises force ;

La puissance des installations en marche à charge nominale totale pour la station correspond à celle de la fin du projet.

**Station de pompage SP Wessal Rabat – Pour l'horizon de saturation de la zone**

Le débit total que doit garantir la station de pompage en phase finale est **Saturation=120 l/s** avec trois pompes en fonctionnement et une de secours (3+1).

**L'alimentation en énergie électrique de la station de pompage sera réalisée en moyenne tension à partir du réseau MT de REDAL. L'entrepreneur doit réaliser la construction et l'équipement du poste de transformation auprès la station de pompage et aussi la liaison du poste sur le réseau MT.**

## 2.2 POSTE DE TRANSFORMATION MT / BT

### Installations électriques MT

#### Consistance des travaux

Les travaux relatifs aux installations électriques Moyenne Tension sont les suivants :

##### **Alimentation du site :**

- Fourniture, transport sur site, montage et raccordement des équipements nécessaires au raccordement électrique du poste MT au réseau électrique par câbles type PRC unifilaire par phase – section 240mm<sup>2</sup>. Le câble sera pour une tension spécifiée exigé par REDAL.

##### **Poste de transformation MT/BT :**

- Fourniture, transport sur site et montage d'une cellule arrivée interrupteur / sectionneur,
- Fourniture, transport sur site et montage d'une cellule départ interrupteur / sectionneur,
- Fourniture, transport sur site et montage d'une cellule protection transformateur y compris fusibles MT.
- Fourniture, transport sur site et montage d'un transformateur MT/BT y compris accessoires.

##### **Liaisons MT :**

- Fourniture, transport sur site, pose et raccordement des câbles de puissance moyenne tension entre la cellule protection du transformateur et le primaire du transformateur MT/BT.

##### **Autres :**

- Fourniture, transport sur site et montage des circuits de terre des masses pour l'ensemble des équipements.
- Fourniture, transport sur site et montage des circuits du neutre du transformateur MT/BT en régime isolé IT.
- Fourniture et pose d'un lot d'équipements de sécurité réglementaire du poste de transformation électrique MT/BT,
- Essai et mise en service de l'ensemble.
- Le poste transformateur doit être asservi selon les exigences REDAL avec Cybersécurité.

#### **Raccordement sur le réseau MT existant**

Le poste de transformation et de livraison MT / BT sera alimenté en moyenne tension à partir du réseau existant de Redal. Les liaisons moyennes tensions seront en câbles unipolaires de type PRC Alu de section 240mm<sup>2</sup> - conformes aux normes : HN 33.S.26 selon les recommandations de la REDAL.

- L'âme du câble est à section circulaire en aluminium, l'écran semi-conducteur est en matériau synthétique supportant les températures admissibles.
- L'enveloppe isolante du câble est constituée d'une couche extrudée de polyéthylène réticulé chimiquement (PRC). L'écran sur l'enveloppe doit pouvoir être séparé facilement de celle-ci.
- L'écran métallique en cuivre est disposé longitudinalement sur le conducteur
- La gaine de protection extérieure est en PVC extrudé.

#### **Mode de pose**

La canalisation électrique extérieure, destinée à relier le poste de transformation avec le réseau le plus proche, sera enterrée sous certaines conditions rappelées ci-après :

Pour parer aux effets de tassement des terres, les câbles doivent être enterrés au moins à une profondeur de 0,80 m (aire non accessible aux véhicules) ou 1,00 m (aires accessibles aux véhicules)

Les câbles doivent être protégés contre les avaries que pourraient leur occasionner le contact des

corps durs et le choc des outils métalliques à main. Une protection mécanique doit être prévue pour les câbles. Cette protection mécanique peut être assurée :

- Par un fourreau en ciment, fonte ou dispositifs équivalents – pour les traversées d’aires accessibles aux véhicules. Les câbles ne doivent pas occuper plus de 1/3 de la section du fourreau.
- 
- Ou par une protection mécanique complémentaire, constituée de dalles en béton – les câbles sont placés directement dans le sol sans fourreau – pour les traversées d’aires non accessibles aux véhicules.

Tout câble (ou ensemble de câbles) doit être signalé par un dispositif avertisseur rouge placé au minimum à 10 cm au-dessus de lui. Ce dispositif peut être constitué par un grillage plastique de couleur rouge.

Si la canalisation électrique (câble sans conduit ou câble sous conduit) côtoie ou croise une autre canalisation (électricité, eau, air comprimé, vapeur etc.), elles doivent être distantes d’au moins 0,20 m.

Les regards affectés aux canalisations électriques ne doivent pas renfermer de tuyaux d’eau, de gaz, d’air comprimé ou de vapeur.

### **Boîtes d’extrémité et boîtes de jonction**

Les boîtes d’extrémité seront de type EUIS ou équivalent pour équiper les câbles unifilaires MT de type PRC. Les boîtes d’extrémité seront conformes à la spécification HN 68.S.06.

Les boîtes de jonction seront de type JUR3 ou équivalent. Elles seront conformes à la spécification HN 33.M.02.

### **Equipements MT du poste - Spécifications techniques**

Chaque cellule Moyenne Tension est de construction préfabriquée obligatoirement, blindée pour l’intérieur et utilisant des organes de coupure dans le SF6 selon la norme IEC 56-4. Les appareils de coupure devront être scellés à vie.

Les cellules comportent quatre compartiments séparés par cloisons isolantes pour l’appareillage MT, les jeux de barres, le contrôle, le raccordement. La technologie des cellules doit permettre une extension facile des tableaux. Les arrivées et départs se feront par le bas.

### **Cellules de l’arrivée et du départ type motorisées**

Les caractéristiques techniques des cellules de l’arrivée et du départ sont :

- Pour réseau de 22 kV,
- Type - IS ou similaire, motorisée
- Isolement - 24 kV (surisolée 36 kV) de pas de 50 cm, :
- Jeu de barres - 400 A,
- Interrupteur (coupure dans SF6),
- Sectionneur de terre,
- Indicateurs de présence de tension MT – 3 témoins capacitifs,
- Élément chauffant 80 W

### **Cellule protection transformateur**

La protection du transformateur sera assurée par cellule interrupteur - fusible combinés à déclenchement triphasé par fusion fusible.

Les caractéristiques techniques de la cellule sont :

- Pour réseau de 22 kV,
- Type - QM ou similaire,
- Isolement - 24 kV (surisolée 36 kV) de pas de 50 cm
- Jeu de barres - 400 A,
- Combiné interrupteur (coupure dans SF6) + fusibles MT à percuteurs - 24 kV 16A + déclencheur triphasé,
- Indicateurs de présence de tension
- Élément chauffant 100 W

#### **Liaison MT**

La liaison entre la cellule „protection transformateur” et le transformateur sera réalisée par 3 câbles unipolaires - type PRC 1 x 35 mm<sup>2</sup>-Cu : Uspecifiée 15/25 kV. Les câbles seront raccordés :

- Sur la cellule „protection transformateur” - par un jeu de trois boîtes d'extrémité,
- Sur les bornes MT du transformateur – par un jeu de 3 boîtes d'extrémité embrochage.

#### **Transformateur MT / BT**

Le transformateur de puissance sera de type cabine :

- Immergé dans l'huile diélectrique minérale - remplissage total,
- à refroidissement naturel ONAN,
- **Puissance nom.** - **400 KVA,**
- Tension primaire - 22,000 V,
- Tension secondaire - 230 / 400 V à vide,
- Couplage - Dyn 11 - triangle - étoile, neutre sortie,
- Réglage hors tension -  $\pm 5\%$
- Bornes - coté M.T : embrochables fixes 24 kV / 250 A + 3 prises mobiles droites selon la norme IEC 518 avec système de verrouillage,
- Coté secondaire : 4 bornes BT avec capot de protection de manière à éviter tout contact direct ou indirect,
- Thermomètre technique avec indicateur de maximum,
- Installation : le transformateur sera mis en place sur des fers de roulement

Le transformateur doit pouvoir supporter sans échauffement dangereux, pour les températures de référence, une surcharge de :

- \* Après un fonctionnement en régime stabilisé à pleine charge 20% pendant 1 h.
- \* Après un fonctionnement en régime stabilisé, en demi-charge : 20 % pendant 3 h, ou 30 % pendant 1 h, ou 50 % pendant ½h.

Ces régimes ne sont ni consécutifs ni cumulatifs.

Le transformateur doit être capable de fournir sa puissance nominale sans dépasser les limites d'échauffement prescrites par les normes.

Ces conditions sont impératives :

- \* Si la tension nominale d'alimentation permanente varie de  $\pm 5\%$  à fréquence nominale,
- \* Si la fréquence nominale du réseau varie  $\pm 5\%$  à tension nominale,
- \* Si la tension et la fréquence varient simultanément dans le même sens d'une valeur combinée de  $\pm 5\%$ .

Le transformateur doit pouvoir supporter sur sa prise normale une tension supérieure de 10 % à la

tension nominale, à fréquence nominale constante, pendant 3 heures.

### **Certificat d'essais du transformateur**

Avant la fourniture du transformateur, l'Entrepreneur est tenu de fournir au Maître de l'Ouvrage, les certificats d'essais du fabricant pour le transformateur. Ces certificats d'essais devront donner les valeurs des différents paramètres suivants :

- \* Le rapport de transformation,
- \* La tension de court-circuit,
- \* Les pertes fer,
- \* Les pertes cuivre à 25%, 50%, 75% et 100% de la charge,
- \* La tension nominale d'isolement,
- \* La tension d'essais à la fréquence industrielle et au choc, avec indication des caractéristiques des ondes de choc,
- \* Les températures admissibles dans les enroulements et dans l'huile diélectrique,
- \* Le régime de surcharge admissible.

### **Verrouillage**

Les cellules Moyenne Tension doivent être équipées de tous les verrouillages fonctionnels nécessaires à la sécurité des personnes concernant la fermeture des appareils, la fermeture des sectionneurs de terre, l'ouverture des panneaux d'accès. Ils comportent aussi les dispositifs de cadenassage et de consignation.

L'ensemble des inter-verrouillages entre la cellule protection transformateur, les bornes embrochables du transformateur MT/BT et le disjoncteur général basse tension doit être réalisé par un jeu de serrures. Le plan de verrouillage sera agréé par REDAL et par l'organisme de contrôle.

Les verrouillages ont pour but d'interdire :

- L'ouverture des portes de cellules tant que les appareils et conducteurs qui y sont installés ne sont pas mis hors tension" et à la terre ;
- L'ouverture des sectionneurs en charge ;
- La fermeture des sectionneurs de terre tant que les appareils amont sont encore fermés.
- Ces verrouillage seront réalisés, selon leur emplacement, par cadenas, ou par serrure, ou mécaniquement, et devront être conformes aux prescriptions du distributeur de l'énergie électrique.

### **Réseaux de mise à la terre du poste de transformation**

#### **Mise à la terre des masses**

Les bâtiments créés dans le cadre du projet disposeront d'un réseau de terre en fond de fouille de résistance inférieure à 3 ohms. Ce réseau de terre est à créer lors de la construction.

Le réseau de terre des masses comprendra :

- Un ceinturage en fond de fouilles de l'ensemble des ouvrages de la station de pompage en câble cuivre nu de section min de 28 mm<sup>2</sup>, avec remontée en boucle jusqu'au droit des bornes de terre situées à proximité de la porte d'accès du poste de transformation et relié au grillage équipotentiel du poste (quadrillage métallique du radier) et toutes les parties métalliques accessibles du poste (la tôle des cellules et armoires, cuve du transformateur, chemin de câbles etc.).
- Une borne de terre des masses avec barrette de coupure et mesure - désignée par une plaque signalétique,
- Un répartiteur de terre en barre de cuivre de section adéquate, posé à 0,30 m environ du

sol fini à proximité de la borne de terre des masses, y compris son support isolé. Il doit être d'une longueur appropriée pour recevoir la liaison à la boucle de terre, les départs des liaisons équipotentielles, ainsi qu'une réserve minimale de raccords de 25%,

- La prise de terre peut améliorer, en cas d'insuffisance de la conductibilité, par des piquets de terre normalisés en cuivre Ø 30 et longueur = 1,50 m au minimum, jusqu'à l'obtention d'une résistance de terre  $\leq 3$  Ohms.
- La connexion reliant la terre des masses et le châssis de chaque équipement électrique sera en câble cuivre nu de section adéquate - par trolley 80/10.

Remarque : Cette terre de masse doit rester spécifique au poste de transformation et ne doit pas être reliée au réseau général de MALT de la station de pompage.

### **Mise à la terre du neutre**

La mise à la terre du neutre comprendra :

- Les liaisons en câble cuivre isolé de section adéquate entre le neutre, le limiteur de surtension, la borne de terre du neutre et la prise de terre du neutre,
- Une borne de terre normalisée du neutre avec barrette de coupure,
- La prise de terre du neutre constitué d'une plaque de terre normalisée en cuivre de 2.0 x 2.0 m – épaisseur = 2 mm, renforcée par des piquets de terre normalisés en cuivre Ø 30 – L = 1,50 m, jusqu'à l'obtention d'une résistance de terre  $\leq 5$  Ohms.
- Tous accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

### **Régime du neutre**

Il sera prévu :

- Un limiteur de surtension de type Cardew, intercalé entre le neutre du transformateur et la prise de terre du neutre,
- Une impédance d'isolement,
- Un contrôleur permanent d'isolement (CPI) avec affichage de la mesure d'isolement. Ce contrôleur sera installé sur la face avant de la cellule arrivée générale basse tension de l'armoire de la station, avec ses protections,
- Câble U1000 R02V de section adéquate, pour le raccordement du CPI aux bornes de du limiteur de surtension,

### **Matériel de sécurité du poste**

Le matériel de sécurité du poste de transformation électrique MT/BT comprendra les équipements de sécurité réglementaires suivants :

- Une perche à corps réglementaire - isolée à 36 kV,
- Une paire de gants isolant à 36 kV, livrée avec talc et leur boîte métallique qui sera fixée au mur,
- Un tabouret isolé 36 kV,
- Un tapis isolant (1 m de largeur) à placer devant les cellules MT,
- Un jeu d'affiches réglementaires installées à l'intérieur comme à l'extérieur conformément aux textes en vigueur,
- Un râtelier avec 3 fusibles de rechange MT 16 A – 24 kV,
- Un extincteur 6 kg CO<sub>2</sub> - avec date récente de contrôle,
- Une torche portable à batterie rechargeable sur réseau 220 V de sécurité,
- Le schéma unifilaire et de verrouillage du poste collé sur panneau contre plaqué (plastifié avant collage),
- Le schéma plastifié de l'installation et l'ensemble des procédures de manœuvres et consignations.



### **Installations et équipements électriques BT du poste de transformation**

#### **Consistance des travaux**

Les travaux relatifs aux installations électriques de basse tension sont les suivants :

- Fourniture, transport sur site, pose, raccordement et mise en service du détecteur de défaut de terre communicant,
- Fourniture et montage du coffret de comptage BT (les appareils de comptage seront fournis par le distributeur de l'énergie électrique),
- Fourniture, transport sur site et montage d'un coffret batteries condensateurs pour la compensation de l'énergie réactive du transformateur MT/BT,
- Fourniture, transport sur site et montage d'un disjoncteur général basse tension – débrochable,
- Fourniture, transport sur site, pose et raccordement des câbles de puissance basse tension entre le secondaire du transformateur MT/BT et le coffret batteries condensateurs.
- Fourniture, transport sur site, pose et raccordement des câbles de puissance basse tension entre le secondaire du transformateur MT/BT et le disjoncteur général BT,
- Fourniture, transport sur site et montage d'un coffret de service auxiliaires,
- Fourniture, transport sur site, pose, raccordement et mise en service de l'installation d'éclairage et des prises de courant,

#### **Spécifications techniques du matériel**

##### **Détecteur de défaut de terre des câbles d'arrivée**

La détection des défauts de terre des câbles d'arrivée ou départ selon le choix du distributeur, sera assuré par l'installation dans le poste d'un relais détecteur de défaut de terre communicant, avec trois tores de captage monté sur les câbles MT et voyant de signalisation installée sur la porte d'accès de distributeur.

##### **Coffret de comptage**

La fourniture, le montage et le raccordement du coffret de comptage sera à la charge de l'entrepreneur.

Ce tableau de comptage doit être installé aussi près que possible du transformateur de puissance.

Devant le tableau de comptage un espace d'au moins 0,80m doit être réservé par rapport au point le plus saillant des appareils.

##### **Coffret Batteries condensateurs**

L'installation du transformateur MT/BT sera complétée d'une batterie de condensateurs pour la compensation de l'énergie réactive à vide. Elle sera de type triphasé avec résistance de décharge incorporée, raccordée, protégée par disjoncteur à haut pouvoir de coupure de calibre approprié.

L'ensemble condensateur et disjoncteur sera placé dans un coffret fermant à clé et plombable, avec lampes de signalisation de présence de tension et de défaut. L'ensemble sera raccordé directement au secondaire du transformateur MT/BT par câble de type U1000 RO2V de section adéquate, et qui sera posé sur chemin de câble, y compris tous les accessoires de pose et de raccordement.

Les condensateurs auront une capacité minimale de 6 % de la puissance nominale du transformateur, et seront de marque Merlin Gerin ou équivalent.

##### **Disjoncteur général BT**

La protection générale en BT sera assurée par le disjoncteur général basse tension DGBT (sur l'arrivée depuis le transformateur) : un disjoncteur tétrapolaire à trois déclencheurs magnétothermiques réglables, à pouvoir de coupure compatible avec Icc du transformateur, débrochable sur châssis ou socle mobile.

Le disjoncteur général basse tension aura les caractéristiques suivantes :

- \* Marque: Merlin Gerin ou équivalent,
- \* Type : Compact ou équivalent, débrochable, verrouillable et cadenassable,
- \* Réseau : Tétra-polaire à trois déclencheurs,



- \* Service : continu à pleine charge dans les conditions les plus défavorables,
- \* Courant nominal : à étudier par le contractant,
- \* Fréquence assignée : 50 Hz,
- \* Tension nominale : 400 V,
- \* Pouvoir de coupure : 35 kA,
- \* Tension assignée d'isolement : 1000 V,
- \* Tension assignée d'emploi : 690 V.

Ce disjoncteur sera équipé de:

- Un verrouillage par serrure en position ouvert et débroché,
- Un bloc de contact O/F.

#### **Coffret "Service auxiliaire"**

Dans le coffret "Service auxiliaire" (d'un coffret de répartition en matière isolante auto-extinguible) sera installé l'ensemble de protection des différents circuits éclairage, prises de courant et résistances chauffantes - par disjoncteurs en tête à 2 pôles différentiel, disjoncteurs modulaires, borniers etc.

Il sera équipé de :

- Un disjoncteur différentiel de tête HPC - 2P de 25 A – 500 mA, de pouvoir de coupure compatible avec le secondaire du transformateur,
- Un départ d'éclairage par disjoncteur différentiel de 2P de 10 A – 300 mA,
- Un départ de prise de courant par disjoncteur différentiel 2P de 15 A – 30 mA
- Un départ pour les résistances chauffantes des cellules par disjoncteur 2P de 10 A.

#### **Eclairage normale et de secours, prises de courant du poste**

Par une installation apparente en PVC Ø 13 seront cheminées les circuits de l'éclairage et des prises de courant dans le poste pour alimenter:

- Deux réglettes étanches 1 x 40 W 220 V (montage mural)
- Deux hublots étanches pour lampes 100W (à l'extérieure – au-dessus des portes),
- Deux blocs de secours murales autonomie 1 heure.
- Une prise de courant apparente étanche 220 V + T
- Une prise courant apparente étanche 380 V + T
- Les interrupteurs apparents du type va et vient.

### 3 EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION BT

#### 3.1 Généralités

Les armoires électriques seront réalisées conformément aux spécifications techniques générales relatives aux fournitures et aux travaux de montage des appareillages électriques du présent CCTP.

Les circuits de signalisation et de sécurité des armoires seront alimentés en 24 V CC et les circuits de commande en 24 V AC. Cependant, les bobines de commande des contacteurs de puissance peuvent être alimentées en 220 V.

#### 3.2 Branchement BT

Le branchement BT des armoires de commande comprendra :

- Un câble de liaison BT armé type U1000 R02V selon norme NF C 32-102-12, 3P, posé en caniveau ou sous buses en PVC entre le disjoncteur général du poste de transformation et la cellule d'arrivée de l'armoire de commande ;
- Un câble de signalisation de déclenchement du disjoncteur général BT, de type U1000 R02V- 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>.

#### 3.3 Armoire de commande

L'armoire de commande de dimensions 2.00 x 0.80 x 0.50, alimentée par le poste de transformation, sera située dans la salle de commande. Elle est destinée à l'alimentation des groupes de pompage des eaux usées, des équipements auxiliaires et de l'éclairage de la Station.

L'armoire sera constituée de :

- Une cellule d'arrivée ;
- Une cellule de compensation automatique du facteur de puissance (FP) ;
- Les cellules équipées pour la commande des groupes de pompage ;
- Un compartiment commun pour les départs d'alimentation des auxiliaires et des services généraux.

(\*) sous la dénomination cellule il faut comprendre aussi un compartiment complètement cloisonné (sauf contre-indication) et constitué de plaques latéraux, de fond , arrière, haut et bas et d'une porte.

L'armoire basse tension de commande, installée dans la salle de commande de la station de pompage sera composée de cellules standards ayant chacune les caractéristiques suivantes :

- structure métallique en tôle pliée, électrozinguée, de 20/10ème, avec montants et rails DIN pour le montage de l'appareillage intérieur,
- revêtement anti-corrosion, épaisseur minimale 60 micron, en poudre thermodurcissable de résines époxy polyester, avec aspect structuré, teinte au choix de REDAL,
- étanchéité IP 55, conforme à la norme CEI 60529 – NF C 20 – 010,
- porte pleine, rigide en tôle de 20/10ème, ouverture à 120°, réversible avec fermeture en quatre points, par poignée à barillet et clé n°405 actionnant une crémone, permettant l'installation optimale de l'appareillage de contrôle, de commande et de signalisation,
- charnière invisible et dégondables,
- joint d'étanchéité en polyuréthane,
- mise à la terre par goujons soudés dans la cellule et sur la porte et tresses de masse.

- Tous les appareils de contrôle, les dispositifs de commande et les signalisations lumineuses, seront repérés par plaques gravées.
- Le câblage et la filerie de la cellule devront respecter les couleurs conventionnelles adoptées pour les équipements électriques existants.

Par ailleurs, les cellules devront disposer, dans une pochette en plastique fixée dans la paroi interne de la porte, des schémas de puissance, commande-contrôle ainsi que d'un schéma de borniers donnant de façon précise et complète l'adressage, numéro de bornes, numéro fil ou câble et sa fonction, tenants ou aboutissants etc...

De même, tous les équipements devront être repérés et portés sur la nomenclature des schémas avec toutes les indications les concernant (type d'appareil, fonction, calibre, fabrication etc...).

Pour se prémunir contre les risques de condensation (formation de gouttelettes d'eau au niveau des contacts électriques due à l'importance des écarts de température diurne et nocturne), l'Entrepreneur fournira et installera dans le bas des cellules des résistances chauffantes qui s'enclencheront à chaque arrêt des installations de la cellule.

### **3.3.2 Cellule d'arrivée**

Elle sera constituée de :

- A l'intérieur :
  - un interrupteur de tête 3P de calibre adéquat, équipé d'une bobine de déclenchement,
  - un jeu de barres de section appropriée et lcc adéquat. Ce jeu de barres est commun à l'ensemble de l'armoire de commande,
  - un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule,
  - l'éclairage intérieur de la cellule commandé par l'ouverture de la porte,
  - un relais de protection contre le minimum de tension, les coupures et inversions de phases,
  - un parafoudre de protection.
  - trois TI de mesure CI 1 pour l'analyseur de réseau,
  - un transformateur de commande 220/24 V avec ses protections amont et aval par disjoncteurs. Le manque de la tension de commande sera signalé par des contacts auxiliaires associés aux disjoncteurs de protection.
  - un chargeur de batterie 24 V CC avec batterie d'accumulateurs de type étanche pour l'alimentation des circuits de sécurité et de signalisation, La capacité de la batterie sera suffisante pour alimenter les circuits de signalisation et de sécurité de l'armoire de commande. L'autonomie de la batterie sera de trois (03) heures au minimum,
  - une résistance chauffante 100 W, avec thermostat,
  - transformateur d'alimentation 400/230 V et protections amont et aval par disjoncteurs,
  - un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
  - une pochette porte plan avec schémas unifilaire et de commande de l'ensemble de l'armoire,
  - le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.
- Sur la face avant :
  - trois voyants de signalisation de présence de tension,
  - un analyseur de réseau avec ses protections et ayant les caractéristiques minimales suivantes :
    - ✓ mesure des courants, des tensions simples et composées, de la fréquence,

- des puissances active, réactive et apparente et du facteur de puissance,
- ✓ comptage de l'énergie active et réactive,
- ✓ port de communication avec l'automate programmable sous un protocole de communication de type ouvert.
- un arrêt d'urgence général, type coup-de-poing,
- un bouton poussoir « Acquiescement défaut »,
- un bouton poussoir « Essai Lampe » pour l'ensemble de l'armoire de commande,
- un ensemble de voyants de signalisation comprenant (avec une réserve de 2 voyants) :
  - ✓ un voyant de signalisation de défaut magnétique du disjoncteur général du poste de transformation,
  - ✓ un voyant de signalisation interrupteur général ouvert.
  - ✓ un voyant de signalisation de défaut de phase,
  - ✓ un voyant de signalisation de défaut tension CA de commande,
  - ✓ un voyant de signalisation de défaut tension CC de signalisation,
  - ✓ un voyant de signalisation de défaut chargeur de batterie,
  - ✓ un voyant de signalisation de défaut résistance chauffante,
- un avertisseur sonore de défauts pour l'ensemble de l'installation,
- les étiquettes de repérage, tous accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.

### **3.3.3 Compartiment de commande des auxiliaires**

Le compartiment de commande des équipements auxiliaires et des services généraux comprendra, sans être limitatifs, les équipements suivants :

- A l'intérieur :
  - un nombre suffisant de détecteurs optiques de fumée, adressables, disposés en partie haute du compartiment de façon à détecter le plus rapidement possible tout début d'incendie,
  - l'éclairage intérieur du compartiment, commandé par l'ouverture de la porte,
  - un départ disjoncteur magnétothermiques pour dégrilleurs,
  - un départ disjoncteur magnétothermique pour ventilateur
  - un départ disjoncteur moteur aM, magnétothermique pour prise de courant de la pompe d'assèchement de la bache des eaux usées, avec relais de protection contre l'inversion de phase et relais de minimum de puissance,
  - un départ disjoncteur magnétothermique pour pont roulant de manutention,
  - Un départ disjoncteur magnétothermique pour dégrilleur automatique,
  - un départ disjoncteur moteur aM, magnétothermiques, avec contacteurs de ligne, pour agitateur de la bache de pompage,
  - un départ disjoncteur magnétothermique pour l'armoire de l'éclairage normale, y compris le transformateur de séparation 400/230-400 V, de puissance adéquate (avec un minimum de 30 kVA) ainsi que sa protection secondaire par disjoncteur magnétothermique,
  - Un départ disjoncteur magnétothermique pour l'alimentation de la vanne murale motorisée,
  - un départ disjoncteur magnétothermique pour l'armoire de l'automate programmable,
  - un départ disjoncteur magnétothermique pour l'armoire de la centrale de traitement du H2S qui sera installée ultérieurement,
  - tout autre départ pour un équipement jugé nécessaire pour le bon fonctionnement de la Station,

- des résistances chauffantes 100 W, avec thermostats
  - un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
  - le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.
- Sur la face avant :
    - les commutateurs de choix de fonctionnement « Auto-Arrêt-Manuel », pour les équipements qui n'en sont pas munis localement,
    - les commutateurs à clés de choix de démarrage « Local-Distance », pour les équipements qui n'en sont pas munis localement,
    - un ensemble de voyants de signalisation comprenant (avec une réserve de 4 voyants) :
      - ✓ les voyants de signalisation « Marche/Arrêt » pour les moteurs alimentés directement de l'armoire de commande,
      - ✓ les voyants de signalisation de défauts des différents départs,
      - ✓ les voyants de signalisation défauts résistances chauffantes.
    - un bouton poussoir « Acquiescement défaut »,
    - un bouton poussoir « Essai Lampe » pour l'ensemble de l'armoire de commande,
    - le bouton coup-de-poing d'arrêt d'urgence du groupe,
    - les étiquettes de repérage, tous les accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.

### 3.3.2.1 Compartiment d'arrivée

Il sera constitué de :

- A l'intérieur :
  - un interrupteur de tête 3P différentiel d'isolement de l'arrivée du courant normal,
  - Un jeu de barres de section appropriée déterminée en fonction du courant nominal et du courant de court-circuit. Ce jeu de barres est commun à l'ensemble de l'armoire de commande,
  - un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule,
  - l'éclairage intérieur de la cellule, commandé par l'ouverture de la porte,
  - un relais de protection contre le minimum de tension, les coupures et inversions de phases,
  - un tore pour contrôle d'isolement,
  - un transformateur de commande 220/24 V AC avec ses protections amont et aval par disjoncteurs. Le manque de la tension de commande sera signalé par des contacts auxiliaires associés aux disjoncteurs de protection.
  - un chargeur de batterie 24 V CC avec batterie d'accumulateurs de type étanche pour l'alimentation des circuits de sécurité et de signalisation, y compris ses protections amont et aval par disjoncteurs. La capacité de la batterie sera suffisante pour alimenter les circuits de signalisation et de sécurité de l'armoire de commande. L'autonomie de la batterie sera de trois (03) heures au minimum.
  - un chargeur de batterie 24 V CC avec batterie d'accumulateurs de type étanche pour le démarrage du groupe électrogène s'il y a lieu, y compris ses protections amont et aval par disjoncteurs,
  - une résistance chauffante 100 W, avec thermostat,
  - un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
  - une pochette porte plan avec schémas unifilaire et de commande de l'ensemble de l'armoire,
  - le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous les

accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

- Sur la face avant :
  - trois voyants de signalisation de présence de tension,
  - une centrale de mesure (U, I, P, Q,  $\cos(\varphi)$ ),
  - un contrôleur permanent d'isolement, y compris protections,
  - un arrêt d'urgence général, type coup-de-poing,
  - un bouton poussoir « Acquiescement défaut »,
  - un bouton poussoir « Essai Lampe » pour l'ensemble de l'armoire de commande,
  - un ensemble de voyants de signalisation comprenant (avec une réserve de 2 voyants) :
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut du disjoncteur de départ dans l'armoire,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut de phase,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut tension CA de commande,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut tension CC de signalisation,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut chargeur de batterie,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut résistance chauffante.
  - un avertisseur sonore de défauts pour l'ensemble de l'installation,
  - les étiquettes de repérage, tous les accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.

### 3.3.2.2 Compartiment de commande des ventilateurs extracteurs

Il sera constitué de :

- A l'intérieur :
  - un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule,
  - l'éclairage intérieur de la cellule, commandé par l'ouverture de la porte,
  - deux départs moteur comprenant :
    - ✓ un disjoncteur à déclencheurs magnétiques de type aM, de calibre approprié,
    - ✓ un contacteur de ligne de calibre approprié,
    - ✓ un démarreur électronique de construction modulaire assurant le démarrage progressif du groupe de pompage afin d'éviter les à-coup de démarrage des groupes ; avec un module de protection des thyristors contre les surtensions transitoires,
    - ✓ Le démarreur sera équipé d'un port de communication avec l'automate de commande et de régulation,
    - ✓ un contacteur by-pass du démarreur électronique, de calibre approprié. Ce contacteur se fermera, avec temporisation, à la fin du démarrage complet du groupe de pompage,
    - ✓ un module d'entrée (TI's de mesure) pour le relais de protection électronique,
  - un départ disjoncteur moteur magnétothermique de type aM, pour l'alimentation de l'actionneur du registre d'isolement aval du ventilateur. Dans le cas où l'actionneur n'est pas équipé de son système de commande intégré et d'une commande locale, il sera prévu un poste de commande local (Fermeture/Ouverture), ainsi qu'un contacteur de ligne et un inverseur de sens de marche dans la cellule de commande,
  - une résistance chauffante 100 W, avec thermostat,
  - un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
  - le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

- Sur la face avant :
  - un relais électronique multifonctions de protection du départ moteur (Surcharge thermique, surveillance de la durée de démarrage, surcharge élevée/blocage, sous charge, limitation du nombre de démarrage, signalisation du premier défaut de terre), avec mesures et affichage des défauts et des paramètres de service actuels et des données statistiques, et port de communication avec l'automate de commande.
  - une verrine de signalisation comprenant (avec une réserve de 2 voyants) :
    - ✓ un voyant de signalisation « Marche »,
    - ✓ un voyant de signalisation « Arrêt »,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut disjoncteur moteur,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut résistance chauffante,
  - le commutateur de choix de fonctionnement « Auto-Arrêt-Manuel »,
  - les boutons poussoirs de commande « Marche/Arrêt »,
  - un bouton poussoir « Acquiescement défaut »,
  - un bouton poussoir « Essai Lampe » pour l'ensemble de l'armoire de commande,
  - le bouton coup-de-poing d'arrêt d'urgence du groupe,
  - les étiquettes de repérage, tous les accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.

### 3.3.2.3 Compartiment de l'éclairage

Il sera constitué de :

- A l'intérieur :
  - un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule,
  - l'éclairage intérieur de la cellule, commandé par l'ouverture de la porte,
  - un départ disjoncteur magnétothermique, y compris le transformateur de séparation 400/230-400 V de puissance adéquate ainsi que sa protection secondaire par disjoncteur magnétothermique,
  - les départs disjoncteurs magnétothermiques pour l'alimentation des Coffret de protection de la station et celui du local gardien, éclairage et prises de courants,
  - les départs disjoncteurs magnétothermiques pour la protection des différents départs pour portes motorisées de la Station, (éventuellement)
  - une résistance chauffante 100 W, avec thermostat, un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
  - les étiquettes de repérage, tous accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.
- Sur la face avant :
  - trois voyants de signalisation de présence de tension,
  - une centrale de mesure (U, I, P, Q,  $\cos(\varphi)$ ),
  - un ensemble de voyants de signalisation comprenant (avec une réserve de 4 voyants) :
    - ✓ un voyant de signalisation défaut du disjoncteur de tête,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut du disjoncteur de protection du secondaire du transformateur de séparation 400/230-400 V,
    - ✓ les voyants de signalisation défaut disjoncteurs des différents circuits d'éclairage et de prises de courant,
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut résistance chauffante,
  - les étiquettes de repérage, tous les accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.



### 3.3.4 Cellule de compensation du FP

La cellule contiendra un système de compensation automatique du facteur de puissance, conforme aux normes de sécurité CEI (système anti-éclatement et boîtier métallique indéformable), assurant un  $\cos(\varphi)$  minimal de 0,90 et comportant :

- A l'intérieur :
  - un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule,
  - l'éclairage intérieur de la cellule commandé par l'ouverture de la porte,
  - un transformateur de courant pour l'unité de mesure du facteur de puissance,
  - un disjoncteur de tête à déclencheurs magnétothermiques de calibre approprié et de courbe D, avec câble de raccordement,
  - une platine précâblée ou composée, équipée de batteries de condensateurs triphasés multi-gradin avec leurs contacteurs de couplage, disjoncteurs Courbe D de protection des batteries, filtres LC et tous les accessoires  
 Cette platine devra pouvoir être extensible pour recevoir les batteries de condensateurs supplémentaires, le cas échéant, pour ajuster le FP au moment de la mise en service et devra être équipée d'une protection permettant le découplage des batteries de condensateurs en cas de disparition de la tension, en mode manuel ou automatique,
  - une résistance chauffante 150 W, avec thermostat,
  - un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
  - le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.
- Sur la face avant :
  - un régulateur automatique de puissance réactive, programmable, à microprocesseur avec affichage permanent du  $\cos(\varphi)$  et affichage à la demande des autres paramètres du réseau (I, U, F),
  - une verrine de signalisation comprenant (avec une réserve de 2 voyants) :
    - ✓ un voyant de signalisation de défaut du disjoncteur de tête,
    - ✓ les voyants de signalisation de défaut des différents gradins,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut résistance chauffante.
  - les étiquettes de repérage, tous les accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.

### 3.3.5 Cellules de commande des groupes de pompage

Chacune des cellules de commande équipées sera constituée de :

- A l'intérieur :
  - un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule,
  - l'éclairage intérieur de la cellule commandé par l'ouverture de la porte,
  - un départ moteur comprenant :
    - ✓ un disjoncteur à déclencheurs magnétiques de type aM, de calibre approprié,
    - ✓ un contacteur de ligne de calibre approprié,
    - ✓ un démarreur électronique de construction modulaire assurant le démarrage progressif du groupe de pompage afin d'éviter les à-coup de démarrage des groupes ; avec un module de protection des thyristors contre les surtensions transitoires,  
 Le démarreur sera équipé d'un port de communication avec l'automate de commande et de régulation,
    - ✓ un contacteur by-pass du démarreur électronique, de calibre approprié. Ce



- contacteur se fermera, avec temporisation, à la fin du démarrage complet du groupe de pompage,
  - ✓ un module d'entrée (TI's de mesure) pour le relais de protection électronique,
  - ✓ les relais de protection et de signalisation des défauts des groupes de pompage (température moteur et paliers, humidité moteur et garniture mécanique).
- une résistance chauffante 100 W, avec thermostat,
- un collecteur de terre en barre de cuivre nu,
- le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.
- Sur la face avant :
  - un relais électronique multifonctions de protection du départ moteur (Surcharge thermique, surveillance de la durée de démarrage, surcharge élevée/blocage, sous charge, limitation du nombre de démarrage, signalisation du premier défaut de terre), avec mesures et affichage des défauts et des paramètres de service actuels (U, I, P, Q,  $\cos(\varphi)$ , F) et des données statistiques, et port de communication avec l'automate de commande.
  - Une console déportée pour le démarreur.
  - Un ensemble de voyants de signalisation comprenant (avec une réserve de 2 voyants) :
    - ✓ un voyant de signalisation « Marche »,
    - ✓ un voyant de signalisation « Arrêt »,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut disjoncteur moteur,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut température moteur,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut température paliers,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut humidité moteur,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut humidité garniture mécanique,
    - ✓ un voyant de signalisation défaut résistance chauffante,
  - le commutateur de choix de fonctionnement « Auto-Arrêt-Manuel »,
  - les boutons poussoirs de commande Marche/Arrêt,
  - un bouton poussoir « Acquiescement défaut »,
  - un bouton poussoir « Essai Lampe » pour l'ensemble de l'armoire de commande,
  - le bouton coup-de-poing d'arrêt d'urgence du groupe,
  - les étiquettes de repérage, tous les accessoires de pose, de raccordement, de repérage et toutes sujétions.

### 3.4 Coffret de protection de la station

Il sera prévu un coffret de protection pour l'éclairage et les prises de courant des locaux. Celui-ci sera constitué d'une enveloppe conforme aux normes et comprendra :

- Un interrupteur de tête, différentiel 4P de calibre adéquat ;
- Un répartiteur avec capot transparent, isolant, avec un nombre suffisant de départs ;
- Les départs disjoncteurs différentiels 300 mA pour l'éclairage des locaux secs ;
- Les départs disjoncteurs différentiels 30 mA pour l'éclairage des locaux humides ;
- Les départs disjoncteurs différentiels 30 mA pour les prises de courant ;
- Des départs différentiels 30 et 300 mA de réserves ;
- Les départs disjoncteurs différentiels 300 mA pour l'éclairage extérieur avec cellule photo électrique et contacteur ;
- Un voyant de signalisation de présence de tension à la sortie de l'interrupteur de tête ;

- Un collecteur de terre en barre de cuivre nu ;
- Une pochette porte plan avec schéma unifilaire du coffret ;
- Le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

### **3.5 Coffret de protection du local gardien**

L'Entrepreneur doit prévoir dans son offre la fourniture, installation et le raccordement de celui-ci via la pose d'un câble BT adéquat sous fourreaux entre le disjoncteur de l'armoire secouru et le disjoncteur du local gardien y compris la pose d'un tableau équipé d'un disjoncteur différentiel 10-30A et des protections divisionnaires ainsi que l'équipement en éclairage et prise de courant du local conformément à la réglementation en vigueur (NFC 15-100).

## **4 CABLES DE DISTRIBUTION, COMMANDE ET SIGNALISATION**

### **4.1 Câbles principaux**

Les câbles principaux entre les DGBT et les armoires de commande seront en câbles armés U10000R02V conformes à la norme NF C 32-321.

### **4.2 Câbles de distribution**

Les câbles de distribution de puissance entre les armoires de commande et les équipements seront comme suit :

- Groupes de pompage immergés : Câbles souples, étanches, à âme souple cuivre, avec ruban séparateur, isolation PR ou Pe, gaine en polychloroprène ou Pe ;
- Zones sans risques mécaniques : Câbles U1000 R02V, conformes à la norme NF C 32-321, avec des sections minimales de 4 mm<sup>2</sup> ;
- Zones à risques mécaniques (Zone de manutention des déchets) : Câbles U1000 RVFV conformes à la norme NF C 32-322, avec des sections minimales de 2,5 mm<sup>2</sup>, (Zones de manutention des groupes de pompage et des déchets) ;
- Routes : Câbles U1000 RVFV conformes à la norme NF C 32-322, avec des sections minimales de 2,5 mm<sup>2</sup>, directement enterré dans le sol.

### **4.3 Câbles de commande et de signalisation**

Les câbles de commande et de signalisation seront comme suit :

- Groupes de pompage immergés : Câbles de protection souples, étanches, à âme souple cuivre, avec ruban séparateur, isolation PR ou Pe, gaine en polychloroprène ou Pe ;
- Zones sans risques mécaniques : Câbles multiconducteurs U1000 R02V, conformes à la norme NF C 32-321, avec des sections minimales de 1,5 mm<sup>2</sup> ;
- Zones à risques mécaniques : Câbles multiconducteurs U1000 RVFV conformes à la norme NF C 32-322, avec des sections minimales de 1,5 mm<sup>2</sup>, (Zones de manutention des groupes de pompage et des déchets).

### **4.4 Chemins de câbles**

Les chemins de câbles seront de type perforé, en acier galvanisé à chaud.

Les supports des chemins de câbles seront, eux aussi, en acier galvanisé à chaud et disposés comme suit :

- En position horizontale :  
Tous les 0,40 m pour chemins de câbles supportant des câbles non armés.  
Tous les 0,75 m pour chemins de câbles supportant des câbles armés.
- En position verticale :  
Tous les 1,00 m et sans qu'il y ait des efforts de traction sur l'âme du câble ou sur les bornes de connexion.

Les colliers de fixation des câbles doivent être amagnétiques.

Les colliers de fixation en position verticale des gros câbles non armés doivent avoir une hauteur au moins égale au diamètre du câble, avec interposition entre le collier et le câble d'un matelas plastique.

Les câbles seront posés sur les chemins de câbles en une seule couche en laissant une réserve minimale de 20%.

Les descentes de câbles seront protégées par un couvercle en tablettes perforées de même largeur que la tablette supportant les câbles.

Dans les zones à risques mécaniques importants des couvercles seront prévus sur tous le parcours des chemins de câbles.

#### **4.5 Conduits de câbles**

Tous les conduits devront être en acier galvanisé à chaud. Ils doivent se terminer par des embouts évitant la blessure ou le cisaillement des câbles. Les accessoires de fixation des conduits doivent être résistants à la corrosion.

### **5 INTERRUPTEURS D'ISOLEMENT**

Chaque groupe de pompage immergé devra pouvoir être électriquement isolé au moyen d'un interrupteur à coupure visible 3P de calibre adéquat, cadenassable en position ouverte posé dans un coffret étanche IP 55. Sur cet interrupteur viendront se raccorder le câble provenant de la cellule de commande et le câble immergé fourni avec la pompe.

Les câbles souples multiconducteurs étanches de protection des groupes de pompage seront raccordés sur une boîte de jonction étanche IP 55, posée à côté de l'interrupteur d'isolement. Le prolongement de ces câbles vers l'armoire de commande sera réalisé en câbles multiconducteurs.

### **6 COMMANDE, REGULATION, CONTROLE ET TELEGESTION**

#### **6.1 Armoires de commande et de régulation**

Les fonctions de commande et de régulation de la station seront assurées par un automate programmable industriel (API).

Le démarrage des groupes de pompage sera contrôlé par variateur de fréquence.

La fonction de l'automate programmable est d'assurer les processus de commande, de régulation, de sécurité, de protection de tous les équipements de l'installation ainsi que le maintien en mémoire de chaque défaut même fugitif et des données statistiques d'exploitation.

L'automate programmable aura les caractéristiques suivantes :

- Conception modulaire et extensible ;

- Mémoires destinées au stockage du programme de type « mortes » ;
- Etat des entrées et sorties visualisé sur l'automate ;
- Mise en œuvre et remplacement faciles et ne nécessitant pas l'intervention d'un personnel spécialisé ;
- Tensions d'alimentation homogènes ;
- Temporisations aisément réglables ;
- Résistant aux conditions climatiques particulières à la région ;
- Haut niveau d'immunité aux parasites ;
- Raccordements entrées et sorties effectués par connecteurs débrochables de façon à remplacer éventuellement les différents modules sans intervenir sur le câblage ;
- L'alimentations secourue par chargeur et batteries tampons largement dimensionnés de manière à mémoriser les défauts pendant une interruption de l'alimentation en énergie électrique (autonomie minimum 3 heures).

Chaque automate sera équipé de son alimentation et ses modules d'entrées, de sorties et de communication seront logés dans une armoire située dans la salle de commande à coté des armoires, il doit réaliser le contrôle et gérer l'automatisme de commande.

L'automate devra assurer les fonctions suivantes :

- Fonction de surveillance :
  - Alarmes en cas de détection de défauts ;
  - Signalisation des états de fonctionnement des installations (équipements principaux et auxiliaires) et consignation de ces informations sur un tableau des états courants ;
  - Mesure et détection des différentes variables de la station (niveaux, pressions, seuils de colmatage, présence de gaz, etc.) et consignation des valeurs instantanées sur le tableau des états courants ;
  - Commande, au moyen de sorties TOR, des différents équipements de la station.
- Fonction d'automatisme :
  - Commande automatique des groupes de pompage en fonction du niveau des effluents dans les bâches d'aspiration ;
  - Permutation des pompes selon l'un des modes suivants, au choix de REDAL (permutation cyclique, permutation sur temps de marche, permutation sur priorité et temps de marche),
  - Commande automatique des dégrilleurs ;
  - Commande automatique des vannes motorisées ;
  - Gestion des sécurités de fonctionnement :
    - ✓ reprise automatique en secours sur défaut pompe,
    - ✓ contrôle du nombre de démarrages par pompe par heure,
    - ✓ contrôle des temporisations de fonctionnement de chaque pompe.
- Fonction de gestion :
  - Enregistrement pour chaque pompe, pour le dégrilleur automatique et pour chaque ventilateur d'extraction :
    - ✓ des temps de marche,
    - ✓ des nombres de démarrage pour les pompes,
    - ✓ des temps de marche des pompes en parallèle.
  - Calcul :
    - ✓ des volumes pompés en fonction des temps de marche et du débit nominal,
    - ✓ des volumes pompés nuit / volumes pompés jour et calcul des ratios volume nuit / volume jour pour la détermination des débits parasites,
    - ✓ du débit moyen entrant en fonction du volume de marnage et du temps de remplissage de la bache d'aspiration,

- ✓ du débit moyen journalier par pompe en faisant la moyenne des débits calculés lors de chaque cycle de remplissage de la bache,
- ✓ Recherche de la pompe bouchée par le contrôle du débit moyen des pompes ou par la comparaison entre le débit journalier et la moyenne des débits quatre derniers jours.
- Fonction d'archivage :
  - Bilans horaires :
    - ✓ nombre de démarrages par heures (pompes),
    - ✓ temps de marche (pompes, pompes en parallèles, dégrilleurs automatiques et ventilateurs, groupe électrogène (s'il y a lieu) et autres équipements auxiliaires),
    - ✓ volumes pompés pendant trente cinq (35) jours.
  - Bilans journaliers :
    - ✓ nombre de démarrages (pompes),
    - ✓ temps de marche (pompes, pompes en parallèles, dégrilleurs automatiques et ventilateurs, groupe électrogène (s'il y a lieu) et autres équipements auxiliaires),
    - ✓ volumes pompés pendant trente cinq (35) jours,
    - ✓ débits moyens pendant trente cinq (35) jours.
- Fonction de restitution des informations:
  - Journaux d'alarme et d'événements ;
  - Journaux des états courants ;
  - Tableaux des bilans journaliers ;
  - Tableaux des valeurs historiques ;
  - Tracés des courbes et chronogrammes.
- Fonction de paramétrage local ou à distance par PC portable.

En plus les fonctions de restitution et de paramétrage seront assurées par un micro-ordinateur de type PC portable de dernière génération à fournir par l'entreprise.

Le système permettra un fonctionnement simultané d'applications externes à la supervision.

La liaison avec les équipements de terrain s'effectuera à travers une liaison série asynchrone et au moyen d'un protocole de communication standard et ouvert.

L'automate doit avoir la capacité de supporter les protocoles standard de communication : MODBUS, IEC 870-5-101.

Les tableaux ci-après résument, sans être limitatif, les différentes fonctions gérées par l'automate programmable, ainsi que les organes de commande et signalisation afférents à chaque tranche :

POSTE DE LIVRAISON					
FONCTION	CAPTEUR	Tempo	Mémo	Organe pilote (1)	OBSERVATIONS
Défaut de terre MT	Relais DDT- MT		x	Lampe de signalisation	
Surintensité MT	Relais magnéto- thermique disjoncteur MT		x	Lampe de Signalisation	Alarme sonore
			x	Disjoncteur MT	Coupure instantanée
Défaut homopolaire	Relais homopolaire	x	x	Lampe de Signalisation	

Détection fumée	Détecteurs optiques ou déclencheur manuel		x	Alarme sonore	Répétition d'alarme toutes les 4 heures
			x	Disjoncteur MT	Coupure instantanée
POSTE DE TRANSFORMATION					
Court-circuit MT	Fusion fusibles MT		x	Déclencheur triphasé	Ouverture triphasée des interrupteurs
Surcharge	Relais thermiques Disjoncteur BT	x	x	Déclencheurs disjoncteur BT	Alarme
Court-circuit BT	Relais magnétiques Disjoncteur BT		x	Déclencheurs disjoncteur BT	Ouverture instantanée
Défaut gaz et pression transformateur de puissance	Relais DGPT2		x	Lampe de signalisation	
			x	disjoncteur MT	Ouverture instantanée
Défaut température transformateur de puissance	Seuil 1 DGPT2		x	Lampe de signalisation	Marche ventilation forcée
	Seuil 2 DGPT2		x	DGBT	Ouverture instantanée
Détection fumée	Détecteurs optiques ou déclencheur manuel		x	Disjoncteur MT	Coupure instantanée
Défaut batterie de condensateurs	Contact auxiliaire disjoncteur		x	Lampe de signalisation	Répétition d'alarme toutes les 4 heures
Défaut de terre BT	Contrôleur permanent d'isolement	x	x	Lampe de signalisation	Répétition d'alarme sonore toutes les 4 heures

(1) : Toutes les signalisations devront être reportées sur le synoptique du terminal de supervision.

ARMOIRE DE COMMANDE DU GROUPE ELECTROGENE					
FONCTION	CAPTEUR	AUTOMATISME		ORGANE PILOTE	OBSERVATIONS
		Tempo- risation	Mémorisat ion		
PROTECTIONS ET CONTROLE MOTEUR THERMIQUE					
Défaut pression de pré- graissage	manostat		x	Electro-aimant d'arrêt	-Arrêt moteur- signalisation (1)
Défaut pression d'huile	manostat		x	Electro-aimant d'arrêt	- Arrêt moteur- signalisation (1)
Surchauffe réfrigérant	thermostat	x	x	relais	- Arrêt moteur- signalisation (1)
Survitesse	Régulateur		x	Electro-aimant d'arrêt	-Arrêt moteur- signalisation (1)
Défaut préchauf-fage huile	Sonde thermostatique		x	relais	-signalisation (1)
Défaut préchauf-fage réfrigérant	Sonde thermostatique		x	relais	-signalisation (1)
PROTECTIONS ET CONTROLE ALTERNATEUR					
Surintensité	Déclencheurs Disjoncteur GE		x	disjoncteur GE	-Arrêt GE-signalisation (1)
Défaut de terre BT	Contrôleur permanent d'isolement	x	x	Lampe de signalisation	Répétition d'alarme sonore toutes les 4 heures
Surchauffe stator	Sondes thermiques		x	disjoncteur GE	-Arrêt GE-signalisation (1)
Surchauffe paliers	Sondes thermiques		x	disjoncteur GE	-Arrêt GE -signalisation (1)
Défaut résistances anti- condensation	Magnéto-thermiques disjoncteur		x	Disjoncteur	-signalisation (1)
Défaut résistances préchauffage eau	Magnéto-thermiques disjoncteur		x	Disjoncteur	-signalisation (1)
Défaut résistances préchauffage huile	magnétothermiques disjoncteur		x	Disjoncteur	-signalisation (1)
PROTECTIONS ET CONTROLE DES ACCESSOIRES					
Défaut chargeur batterie	magnétothermiques disjoncteur		x	Disjoncteur GE	-signalisation (1)
Défaut alternateurde charge	Régulateur de charge		x	relais	-signalisation (1)

(1): Tous les événements seront reportés, sur le synoptique animé du Poste Opérateur dans la salle de commande.

ARMOIRE DE COMMANDE					
FONCTION	CAPTEUR	Temporisation	Mémorisation	Organe pilote (1)	Observations
TRANCHE GENERALE					
Défaut de phase	Relais d'inversion de phase		x	Interrupteur de tête	Ouverture instantanée
	et minimum de tension	x	x	Interrupteur de tête	Ouverture
Détection fumée	Détecteur optique de fumée		x	DGBT	Ouverture instantanée
Défaut tension de commande	Déclencheurs disjoncteurs de protection		x	Voyant	Signalisation
Défaut tension de signalisation	Déclencheurs disjoncteurs de protection		x	Voyant	Signalisation
Défaut cosφ	Déclencheurs disjoncteurs protection condensateurs		x	Voyant	Signalisation + répétition alarme sonore
GROUPE DE POMPAGE IMMERGE					
Démarrage/Arrêt	Manuel :				
	Boutons poussoirs Marche/Arrêt		x	variateur	Démarrage et arrêt progressifs
				ou contacteur	Démarrage et arrêt
	Automatique :				
	Niveau très bas		x	variateur	arrêt + alarme
	Niveau bas		x	variateur	arrêts
	Niveau haut		x	variateur	Démarrage
	Niveau très haut		x	variateur	Démarrage + alarme
Défauts groupe	Relais électronique de protection moteur :			variateur	
	Surcharge thermique,	x	x		Arrêt
	Défaut phase,		x		Arrêt instantané
	Surcharge élevée/blocage		x		Arrêt instantané
	Minimum de puissance		x		Arrêt instantané
	Démarrage trop long,		x		Arrêt immédiat
	Nombre de démarrages	x	x		Démarrage groupe de secours
	2 <sup>ème</sup> défaut (Court-circuit)		x		Arrêt instantané
	1 <sup>er</sup> défaut	x	x	Voyant	Signalisation + répétition alarme sonore
	Relais échauffement enroulements moteur et paliers, humidité moteur et garnitures mécaniques		x	variateur	Arrêt instantané
Asservissements	Suivant description du process et spécifications électriques				
Supression au refoulement (2)	Capteur/transmetteur numérique de pression		x	Voyant	Signalisation + répétition alarme sonore
EQUIPEMENTS AUXILIAIRES					
Commande, protections et asservissements suivant le descriptif du procédé, le plan PID et les spécifications électriques.					

(1): Tous les événements seront reportés, sur le synoptique du terminal de supervision dans la salle de commande.

(2) : Mesure de la suppression due au colmatage de la conduite de refoulement ou à la fermeture d'une vanne sur cette conduite.



Il sera prévu une armoire de commande et de régulation (ACCR).

L'armoire comprendra :

- A l'intérieur :
  - L'automate programmable (API) adapté à la commande et de régulation des procédés industriels et structuré autour d'une plateforme d'automatisme qui comprend :
    - ✓ Le matériel comprenant :
      - un bac de base intégrant une alimentation secteur 100/240 V - 50 Hertz sortie continue 12 ; 24 ou 48 volts avec batterie et chargeur de batterie,
      - un processeur incluant une mémoire RAM (programme, données et constantes),
      - une carte de communication liaison série, couplage sur modem extérieur et un horodateur,
      - une carte de communication permet le raccordement à un dispositif de programmation, le raccordement vers un terminal informatique ou une imprimante,
      - les modules d'entrées avec raccordement par borniers à vis suivant des modules de 16 ou 32 entrées / sorties,
      - les modules d'entrées analogiques à 4 ou 8voies 0-10 volts ou 4-20 mA, les modules de sorties analogiques à 4 ou 2 voies 0-10 volts ou 4-20 mA,
      - la carte de scrutation permettant la gestion du réseau de terrain.
    - ✓ Les sécurités de fonctionnement :
      - protection d'accès par mot de passe,
      - paramétrage sauvegardé en EEPROM,
      - RAM secourue par batterie,
      - fonction d'autodiagnostic local :
        - Défaut d'alimentation 220 V,
        - Défaut batterie de secours.
      - Fonction de télédiagnostic.
    - ✓ Les logiciels :
      - Système d'exploitation :
        - Windows dernière version,
        - Office dernière version regroupant les principaux logiciels de bureau.
      - Logiciel de programmation :
        - Langage « schéma à contact », ou « logigramme » au choix de REDAL.
  - L'éclairage intérieur de la cellule, commandé par l'ouverture de la porte ;
  - Les transmetteurs des instruments de mesures des paramètres du process ;
  - Une résistance chauffante 100 W, avec thermostat ;
  - Un collecteur de terre en barre de cuivre nu ;
  - Une pochette avec plans, schémas et logigrammes de commande ;
  - Le câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions ;
  - Les alimentations et protections des transmetteurs ;
  - Les transmetteurs des différents instruments de contrôle et de mesure selon la description du procédé et le plan PID;
  - Un détecteur optique de fumée, adressable, disposé en partie haute de la cellule.
- Sur la face avant :
  - Un terminal de dialogue opérateur graphique de supervision type 15 pouce, couleur :

- Permettant d'avoir l'affichage d'un synoptique animé de la station et du système électrique, d'automatisme et PID ;
  - Ayant des touches dynamiques, un clavier avec touches fonctions et service, la commande de navigation;
  - Permet la visualisation des variables alpha et graphiques
  - Permet le suivi de l'historique des alarmes
  - Visualisation des courbes en temps réel
  - Ainsi que les fonctions d'impression ...etc
- les indicateurs numériques des mesures des paramètres du process,
  - un port de communication pour la restitution des informations sur micro-ordinateur portable.

## 6.2 Instrumentation de mesure, de régulation et contrôle

L'ensemble du procédé sera contrôlé par des instruments de contrôle listés ci-dessus:

### 6.2.1 Regard d'arrivée

L'instrumentation comprendra :

- Un détecteur de H<sub>2</sub>S à 2 seuils (Seuil 1: Signalisation lumineuse; seuil 2: Alarmes lumineuse et sonore) ;
- Un détecteur de CH<sub>4</sub> à 2 seuils (Seuil 1: Signalisation lumineuse ; seuil 2 : Alarmes lumineuse et sonore) ;
- Un analyseur de potentiel Rédox

### 6.2.2 Dégrillage (automatique et manuelle)

L'instrumentation comprendra :

- Un capteur/transmetteur, à radar, de mesure de niveau continu et de la perte de charge : Démarrage/Arrêt sur seuils Haut/Bas paramétrables avec temporisation à l'arrêt, et alarme sur seuil Très Haut paramétrable;
- Un détecteur de niveau très haut à l'amont (1 Contacteur à poire) : Alarme sonore et visuelle.

### 6.2.3 Bâche de pompage

- Marche manuelle :
  - Nombre de pompes mises en marche : au gré de l'opérateur. Le démarrage devant s'effectuer de manière échelonnée.
- Marche automatique :
  - Un capteur/transmetteur, à radar, de mesure continue de niveau, avec seuils paramétrables permettant de réguler la position des alarmes, sonore et visuelle, et du démarrage des pompes ;
  - Deux poires (pour secours) pour contacts très haut et très bas pour alarme et démarrage et arrêt pompes.

### 6.2.4 Conduite de refoulement

L'instrumentation comprendra un Capteur/transmetteur de mesure de la pression de refoulement (Alarmes lumineuse et sonore sur seuil haut paramétrable).

## 6.3 Chaînes de mesure et contrôle

### 6.3.1 Capteurs de niveau à impulsions soniques

Les arrêts et démarrages successifs des groupes de pompage seront assurés, via l'automate programmable, par des capteurs de mesure de niveaux à impulsions soniques à un seul canal, à des seuils de niveau prédéterminés et programmés, notamment :

- Niveau très bas : arrêt des groupes de pompage et alarme,
- Niveau bas : arrêt du groupe de pompage correspondant,
- Niveau haut : Démarrage du groupe de pompage correspondant,
- Niveau très haut : Démarrage des groupes de pompage et alarme,

La chaîne de mesure de niveau sera constituée par :

- Un capteur à impulsions soniques, compensé en température ;
- Un transmetteur à microprocesseur avec :
  - une sortie impulsionnelle pour la commande par automate,
  - une sortie impulsionnelle pour l'affichage de niveau.

Le transmetteur devra communiquer avec l'automate programmable de commande au moyen d'un protocole de communication de type standard ouvert.

Il sera prévu des détecteurs de niveau à poires en secours pour la commande des groupes de pompage en cas de défaillance du capteur de niveau à impulsions soniques.

Les poires ainsi que les câbles de raccordement doivent être de type immergé et résistant aux effets de corrosion des eaux usées.

### 6.3.2 Capteurs différentiels de niveau

Les arrêts et démarrages successifs du dégrilleur automatique seront assurés, via l'automate programmable, par des capteurs de mesure de niveaux à impulsions soniques à deux canaux, à des seuils prédéterminés et programmés de la différence des niveaux amont et aval, notamment :

- Seuil 1 : Démarrage du dégrilleur : Le dégrilleur s'arrêtera dès que la dénivelée amont/aval passe en dessous du seuil 1 après une temporisation prédéterminée,
- Seuil 2 : Alarme,
- Seuil 3 : Alarme et fermeture automatique de la vanne murale à l'entrée de la station et arrêt du dégrilleur automatique.

La chaîne de mesure de niveau sera constituée par :

- Deux capteurs à impulsions soniques, compensé en température ;
- Un transmetteur à microprocesseur avec :
  - une sortie impulsionnelle pour la commande par automate,
  - une sortie impulsionnelle pour l'affichage de la différence de niveau,

Le transmetteur devra communiquer avec l'automate programmable de commande au moyen d'un protocole de communication de type standard ouvert.

### 6.3.3 Capteurs de pression

La pression de refoulement des pompes des eaux sera mesurée par un capteur de pression hydrostatique, avec cellule de mesure en céramique résistante aux effets de corrosion et d'abrasion des eaux usées, insensible aux effets des coups de bélier, avec boîtier étanche IP 55 renfermant l'électronique de traitement.

La chaîne de mesure de niveau sera constituée par :

- Un capteur hydrostatique, compensé en température ;
- Un transmetteur à microprocesseur avec :
  - une sortie impulsionnelle pour la commande par automate,
  - une sortie impulsionnelle pour affichage de niveau.

## **6.4 Câblages**

### **6.4.1 Câbles de transmission des données**

Câbles blindés de transmission de données en boucle entre les différents automates (API) et le Poste de supervision.

### **6.4.2 Câbles d'instrumentation pour capteurs/transmetteurs**

Câbles blindés pour signaux analogiques ou à impulsions.

### **6.4.3 Câble pour poire de niveau**

Câble de 3x1,5 mm<sup>2</sup>, étanche, âme cuivre souple, avec ruban séparateur, isolation PR ou Pe, gaine en polychloroprène ou Pe.

## **6.5 Equipement de contrôle et de télégestion**

Les équipements installés devront permettre une télégestion à partir du Centre de télégestion existant de REDAL via l'installation par l'entrepreneur d'un automate Sofrel S4W ou équivalent et d'une liaison RTC qui serviront pour l'échange des informations entre les automates de la station et le Centre de télégestion existant sous protocole Sofbus. Le S4W permettra aussi la modification des consignes de démarrage et d'arrêt et la mémorisation en local des informations pertinentes et leurs transferts vers le poste de télégestion.

Les API seront équipés d'une carte de communication permettant le raccordement à l'automate S4W de télégestion, ce raccordement est à la charge de l'Entrepreneur, y compris support de liaison, logiciel et protocole de communication type ouvert tel que Modbus. Ceci inclus la mise en service, tests et essai de cette communication.

## **6.6 Logiciels**

Le programme « Interface Homme / Machine » du terminal graphique doit être fourni en langue française. L'installation, et la copie de celui-ci ne doivent être conditionnées par aucune clé ou jetons électroniques

Le dialogue opérateur (paramétrage, réglage, lecture des données, transfert de fichiers éventuellement programmation, etc.) est effectué soit localement via le terminal ou via un PC portable, et éventuellement par clavier et afficheur situés sur la face avant de l'appareil, soit à distance depuis le poste de télégestion de REDAL.

L'utilisateur doit être assisté par des menus clairs, simples et n'exigeant pas des connaissances informatiques particulières. Le travail en direct ou en différé doit être possible.

L'équipement doit être insensible quant à toute transmission de virus informatique pouvant endommager ou modifier les mémoires de travail ou se substituer au mot de passe de la protection.

Les appareils restent une entité entièrement autonome qui remplit sa fonction même si le dialogue est établi avec l'utilisateur.

Pour accroître la fiabilité et la disponibilité des appareils numériques, ceux-ci devront intégrer un système d'autocontrôle.

#### **6.6.1 Protocole de communication**

Le protocole de communication, entre les automates et le terminal de contrôle et de supervision, sera d'un type international, standard et ouvert (Modbus de préférence) qui permettra à REDAL de modifier ou d'ajouter des matériels informatiques de toutes provenances.

#### **6.6.2 Logiciel d'exploitation**

- De préférence Windows dernière version ;
- Office dernière version regroupant les principaux logiciels de bureau.

#### **6.6.3 Logiciel de programmation**

Langage électricien « schéma à contact », ou « logigramme », au choix des services d'entretien de REDAL.

#### **6.6.4 Gestionnaire de traitement de données**

Le logiciel de supervision fonctionnant sous environnement graphique Windows devra permettre le fonctionnement multitâche et comprendre les modules suivants :

- Une application principale assurant les fonctions suivantes :
  - Acquisition des données ;
  - Gestion des données via interface Excel ;
  - Archivage sur disque ;
  - Gestion des alarmes ;
  - Gestion des défauts électriques ;
  - Serveur DDE (Dynamique Data Exchange).
- Une application particulière assurant les fonctions particulières suivantes :
  - Editions de rapports,
  - extension de programmes extérieurs etc.

Le développement du gestionnaire de traitement par le fournisseur des automates et des micro-ordinateurs, sous la responsabilité de l'Entrepreneur, doit tenir compte des besoins de REDAL en terme de gestion.

- etc.).

## **7 MISE A LA TERRE**

### **7.1.1 Réseau général**

Les mises à la terre seront exécutées conformément au § 3.2 du chapitre 3 des règles UTE de construction et d'installation des postes de livraison et de transformation raccordés à un réseau de distribution ainsi qu'à la procédure générale de l'exécution des travaux du Distributeur local d'énergie électrique (REDAL).

Le réseau général de mise à la terre comprendra :

- Un ceinturage en fond de fouilles de l'ensemble des ouvrages de la station en feuillard d'acier inox de section appropriée, avec remontée en boucle jusqu'au droit des puits de contrôle de terre (Réseau général de mise à la terre) et relié au grillage équipotentiel du poste de livraison et de transformation électrique et des locaux de la station ;
- Une borne de terre des masses du poste de livraison avec barrette de coupure ;
- Quatre répartiteurs de terre en barre de Cu de 32x5 de section, posés à 0,30 m environ du sol fini, y compris leurs supports avec isolateurs. Il doit être d'une longueur appropriée pour recevoir la liaison à la boucle de terre, les départs en boucles en antennes des liaisons équipotentiels vers les différents locaux et ouvrages ainsi qu'une réserve minimale de raccordements de 25% ;
- Le câble de liaison de section appropriée, entre les répartiteurs de terre et les puits de contrôle de terre ;
- Deux prises de terres constituées de trois puits de terre disposés en patte d'oie et équipés de piquets de terre, normalisés, en Cuivre Ø30 – L = 1,50 m, extensibles jusqu'à l'obtention d'une résistance de terre  $\leq 1 \text{ Ohm}$  ;
- Tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

### **7.1.2 Liaisons équipotentielles**

Les liaisons équipotentielles sont réalisées au moyen de boucles ou antennes apparentes de section appropriée, en câble cuivre nu, sur lesquelles viendront se raccorder les câbles de mise à la terre des moteurs et de toutes les masses métalliques des installations de la station.

## **8 SYSTEME DE SECURITE INCENDIE**

En plus des détecteurs optiques de fumée, de type adressable, déjà prévus dans les différentes armoires électriques (MT et BT), l'Entrepreneur fournira et installera un système de détection incendie comprenant :

- Une centrale d'alarme, située dans la salle de commande, type 1, avec unité centrale à microprocesseur, conforme aux normes NF S 61-931/32/36, alimentée en 230 V et comprenant :
  - un bloc d'alimentation,
  - une unité de gestion des alarmes,
  - un jeu de batteries nickel-cadmium, étanches, 24 V, d'une autonomie de 5 mn même en cas de coupure du courant normal pendant 12 heures,
  - quatre avertisseurs étanches, émettant le son AFNOR NF S 32-001 (70 dB à 2 m), avec auto-surveillance de la ligne,
  - une pile 9V CEI 6F22,
  - un contact O/F sec d'alarme restreinte,
  - les contacts auxiliaires O/F,
  - des borniers débrochables pour le câblage.

- Des détecteurs optiques de fumée, de type adressable, dans chacun des locaux suivants :
  - poste de livraison et de transformation, au dessus du tableau MT et du transformateur. L'entrée en action de l'un des détecteurs provoquera une alarme et l'ouverture de disjoncteur de protection générale,
  - salles de commande : L'entrée en action de l'un de ces détecteurs provoquera une alarme et l'ouverture de disjoncteur général BT du poste de transformation ;
- Un déclencheur manuel étanche dans chacune des zones suivantes :
  - Devant le poste de transformation : un coffret « bris de glace » posé à 1,80 m du sol fini. Une action sur ce coffret provoquera une alarme et l'ouverture du disjoncteur de protection générale au poste de livraison et de transformation. Ce coffret est actionné en cas d'observation de fumée sortant du poste de livraison et de transformation ou en cas de l'allumage de l'indicateur d'action situé au dessus des portes de ce poste,
  - circulations devant le local du groupe électrogène (s'il y a lieu) : un coffret « bris de glace » posé à 1,80 m du sol fini. Une action sur ce coffret provoquera une alarme, l'arrêt du groupe électrogène et l'interdiction de son démarrage ainsi que l'ouverture des disjoncteurs des départs « Ventilation et éclairage secouru » et « Eclairage normal » dans l'armoire de commande. Ce coffret est actionné en cas d'observation de fumée sortant du local du groupe électrogène de l'allumage de l'indicateur d'action au dessus de la porte du local du groupe,
  - Devant la salle de commande : un coffret « bris de glace » posé à 1,80 m du sol fini. Une action sur ce coffret provoquera une alarme et du disjoncteur général BT au poste de transformation. Ce coffret est actionné en cas d'observation de fumée sortant de la salle de commande ou en cas de l'allumage de l'indicateur d'action au dessus de la porte de cette salle.
- Un indicateur d'action étanche, au dessus des portes, à l'extérieur de chaque local (Poste de transformation, salle de commande et local groupe électrogène (s'il y a lieu)) ;
- Le câblage de l'ensemble du système en câbles résistants au feu de catégorie CR1 pour les sirène, conformes à la norme NFC 32-070, avec PV de qualification délivré par un Laboratoire agréé ;
- Tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

La détection de fumée doit provoquer immédiatement l'arrêt des ventilateurs d'aérations des locaux techniques et la climatisation de la salle de commande.

## **9 ECLAIRAGE INTERIEUR & PRISES DE COURANT**

### **9.1 Niveaux d'éclairage**

Les niveaux d'éclairage à assurer sont comme suit :

- |                     |            |
|---------------------|------------|
| • Eclairage général | : 100 lux  |
| • Salle de commande | : 300 lux  |
| • Locaux techniques | : 150 lux  |
| • Extérieur         | : 150 lux. |

Il sera prévu un coefficient de dépréciation de 1,25.

Les niveaux d'éclairage seront vérifiés à la réception au moyen d'un luxmètre étalonné et certifié par un laboratoire agréé.

## 9.2 Appareillage d'éclairage normal

Les appareils d'éclairage prévus sont comme suit :

### 9.2.1 Lanternes suspendues

Des lanternes suspendues étanches avec lampes à vapeur de sodium HP, seront placées dans l'ouvrage de dégrillage.

Ces lanternes auront les caractéristiques suivantes :

- Corps et collerette en alliage d'aluminium; peinture au choix de REDAL ;
- Glace en verre trempé, scellé ;
- Fermeture par vis CHC en acier inoxydable ;
- Réflecteur en aluminium anodisé ;
- Douille E27 ;
- Appareillage 220 V, 50 Hz, compensé ;
- Joint d'étanchéité ;
- Suspension par écrou à anse ;
- Appareillage incorporé ;
- Lampe à vapeur de sodium ;

### 9.2.2 Luminaires

Des luminaires étanches, fluorescents, 2x40 W, avec vasque résistante aux chocs et lampes de type « Blanc industriel », seront placées dans les zones suivantes :

- Bâche et locaux techniques ;
- NB : Le Poste de livraison et de transformation sera équipé de son propre éclairage ;

### 9.2.3 Plafonniers

Des plafonniers carrés, fluorescents, 4x18 W, seront placés dans les zones suivantes :

- Salle de commande.

### 9.2.4 Hublots

Des hublots étanches seront au-dessus de chaque porte d'accès et dans les locaux techniques avec :

- Embase en aluminium laqué avec borne de mise à la terre ;
- Vasque en verre, trempé, strié et sablé, avec joint d'étanchéité ;
- Grille de protection métallique avec revêtement anticorrosion ;
- Diffuseur incolore ;
- Douille E27 en porcelaine ;
- Lampe incandescente, standard claire de 150 W – 230 V.

## 9.3 Appareillage d'éclairage de sécurité

L'éclairage de sécurité sera assuré comme suit :

### 9.3.1 Eclairage de balisage

Il sera assuré au moyen de blocs de balisage de 60 lumens disposés dans les escaliers, les couloirs et



les issues. Les blocs de balisage doivent bien signaler les obstacles, changement de direction et les sorties au moyen d'étiquettes adhésives réglementaires.

#### **9.4 Prises de courant**

##### **9.4.1 Prises de courant de type domestique**

Les prises de courant de type domestique 16 A -2P+T seront posées dans les locaux suivants :

- La salle de commande ;
- Loge de gardien ;

Les circuits des prises de courant comprendront :

- Les socles de prises de courant de type mural ou de type à poser sur plinthe ;
- Le câblage depuis le tableau de protection, y compris tubage, boîtes d'encastrement
- Les plinthes dans la salle de commande, avec trois compartiments (un pour les câbles électriques, le 2ème pour les câbles téléphoniques et le 3ème pour les câbles de transmission de données). La capacité des plinthes doit comprendre une réserve supplémentaire de trente pour cent (30%) au minimum ;
- Tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

Le nombre minimal de prises des courant, de la salle de commande, sera comme ci-dessous :

- deux (02) sur plinthe,
- une (01), murale pour unité de climatisation.

##### **9.4.2 Prises de courant de type industriel**

Les prises de courant de type industriel, y compris les socles et les fiches mâles, en paires de 20 A - 2P+T et 32 A - 3P+T seront posées à 1,20 m du sol fini, dans les zones suivantes :

- Ouvrage de dégrillage : 2 paires ;
- Bâche de pompage : 1 paire.

Les circuits des prises de courant comprendront :

- Le câblage depuis l'armoire de commande, y compris chemins de câbles, protection des descentes, boîtes de dérivation en fonte ;
- Tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions,

## **10 ECLAIRAGE EXTERIEUR**

### **10.1 Projecteurs**

Trois projecteurs posés sur le bâtiment seront de classe 1 avec un degré de protection IP65. Ils seront traités contre la corrosion et posséderont les caractéristiques suivantes :

- Corps en fonte d'aluminium injecté laqué noir ;
- Optique en aluminium injecté, martelé, anodisé brillant, traité contre la corrosion ;
- Cadre en fonte d'aluminium injecté, peinture polyuréthane noir, cuite au four ;
- Glace de protection en verre trempé, avec joint d'étanchéité à la silicone IP65 ;
- Visserie extérieure en inox ;
- Douille E40, à frein, en porcelaine ;
- Fourche de fixation en acier laqué noir ;
- Appareillage incorporé ;
- Lampe VS-HP.

Les circuits d'éclairage comprendront :

- Les interrupteurs de commande ;
- Le tubage apparent ou encastré selon les zones, ainsi que les boîtes d'encastrement et de dérivation ;
- Tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

### **10.2 Luminaires pour éclairage extérieur**

Les luminaires seront de classe 2 et auront un degré de protection de IP55. Ils seront traités contre la corrosion et posséderont les caractéristiques suivantes :

- Corps en fonte d'aluminium injecté laqué, couleur au choix de REDAL ;
- Optique en aluminium injecté, martelé, anodisé brillant, traité contre la corrosion ;
- Vasque de protection en verre trempé, bombé, avec joint d'étanchéité à la silicone IP65 ;
- Fermeture par clips en inox ;
- Douille E40, à frein, en porcelaine ;
- Appareillage incorporé ;
- Lampe VS-HP.

### **10.3 Candélabres**

Les candélabres (pour luminaires) seront ronds coniques normalisés en acier galvanisé à chaud, de cinq (05) mm d'épaisseur et composés de :

- Un fût composant la partie principale du candélabre ;
- Une crosse devant supporter le luminaire, y compris tous les accessoires de fixation ;
- Une plaque de base (semelle) solidaire au fût et permettant de le fixer sur son massif ;
- Une porte de visite en acier galvanisé à chaud extrudé, circulaire, coulissante, donnant accès aux appareillages auxiliaires fixés à l'intérieur du fût, équipée de deux serrures de fermeture haute et basse en acier galvanisé à chaud avec vis encastré dans la porte ;
- Une barrette d'accrochage permettant la fixation de la platine au coffret de raccordement ;

- Une platine avec un disjoncteur de coupure pour le luminaire et un coffret de raccordement au réseau ;
- Un dispositif de mise à la terre sur lequel sera raccordé le câble de terre de 29,3 mm<sup>2</sup> ;
- Les tiges de scellement (4 ou 6) qui seront scellées dans le massif de fondation ;
- Des bagues anti-couple permettant d'isoler les tiges de scellement en acier de la semelle ;
- Le câblage en U1000 RO2V entre la platine et l'appareil d'éclairage.

Le fût sera emboîté dans la semelle et la liaison sera complétée par une soudure périphérique côté massif, qui n'affaiblira pas la résistance du fût côté supérieur.

Un joint en mastic silicone assurera l'étanchéité entre le fût et la semelle.

Le candélabre sera renforcé au niveau de l'ouverture de la porte par des profils extrudés en matériau identique à celui du fût.

Une notice technique détaillée des candélabres et des crosses devra être fournie par l'Entrepreneur.

#### **10.4 Massifs**

Les socles de fixation des candélabres d'éclairage comprennent les travaux de terrassement, fondations béton, maçonnerie, tubage pour passage du câble d'alimentation et du câble de terre, mise en place et réglage des tiges d'ancrage du fût, ainsi que la boulonnerie inoxydable.

Les dimensions minimales des massifs seront de : 500x500x1000 mm.

Il appartiendra à l'Entrepreneur de vérifier ces dimensions, par une note de calcul, en fonction de la nature des sols et des vitesses et pressions résultantes des vents.

#### **10.5 Câbles d'éclairage**

L'éclairage extérieur sera alimenté en câble U1000 RVFV directement enterré dans le sol.

Les liaisons équipotentielles seront réalisées en câble Almélec de 54,6 mm<sup>2</sup>.

### **11 CLIMATISATION**

La salle de commande sera climatisées au moyen d'unités de climatisation de type « Split system », réversibles (chaud et froid), posée en terrasse sur des souches en béton, y compris câblage, tubage, tous les accessoires de pose, de fixations, de raccordement et toutes sujétions.

Les performances attendues sont au minimum :

- En mode refroidissement, il faut atteindre 22° à l'intérieur quand la température extérieure est de 35 °C à l'ombre (pour tout degré en plus dehors, une augmentation de 0.5 °C à l'intérieur sera tolérée) ;
- En mode chauffage, la température à l'intérieur doit être au moins 19° C quand la température extérieure est de 5° C.

Le mode de renouvellement de l'air sera précisé, par REDAL, au cours des travaux.

## 12 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES

### 12.1 Mise au point du projet, études

L'Entrepreneur fournira à REDAL une étude complète de l'installation en prenant pour base les documents du Marché. Tous les schémas, plans d'équipement et nomenclatures devront être soumis à l'accord de REDAL avant exécution.

Il est précisé que les études comporteront, sans être limitatifs :

#### 12.1.1 Electricité

- Calcul de vérification des courants de court-circuit à tous les niveaux du réseau de distribution ;
- Calcul de vérification des courants de charge et dimensionnement du câblage ;
- Calcul de vérification et détermination de la capacité des condensateurs de correction automatique du facteur de puissance qui doit être, au mois, égal à 0.90 en retard de phase ;
- Détermination des calibres de l'appareillage de protection, de commutation et de commande ;
- Etude de coordination horizontale et verticale des protections électriques ;
- Etudes des commandes et des asservissements, selon les besoins du procédé et en vue de d'assurer la sécurité du personnel et des équipements en toutes circonstances ;
- Etudes du système de mise à la terre et protection contre les surtensions propres au réseau électrique ou d'origine atmosphérique ;
- Toute autre étude nécessaire à la bonne exécution des installations ;
- Etablissement, à l'aide d'Autocad des plans et schémas suivants :
  - les plans du poste de livraison et de transformation MT/BT,
  - le schéma unifilaire général de la distribution électrique, y compris le poste de livraison et de transformation,
  - le plan du réseau de distribution électrique (Force + éclairage) depuis le poste de transformation, ainsi des coupes verticales montrant les dispositions des différents cheminements des câbles, y compris les cheminements des câbles de commande et de signalisation, des câbles d'instrumentation et des câbles de transmission de données,
  - les plans des tubages et chemins des câbles,
  - les plans d'exécution des caniveaux, tranchées et chemins de câbles,
  - les schémas développés de commande, de contrôle et de signalisation, avec les nomenclatures complètes des appareillages,
  - les plans d'implantation et d'encombrement des armoires électriques y compris les armoires des automates programmables, ainsi que les armoires et coffrets électriques intégrés aux équipements électromécaniques,
  - les plans de disposition et de serrurerie des tableaux de commande, armoires et châssis de relais, coffrets de protection,
  - les plans d'implantation des postes de commande locale, postes d'arrêt d'urgence et boîtes de jonction,
  - les plans du réseau général de mise à la terre et des liaisons équipotentielle,
  - plans des réservations et de détails d'exécution nécessaires à la mise en oeuvre des équipements électriques,
  - les schémas et carnets des câbles

- les listes complètes des matériels et équipements électriques,
- la liste complète et détaillée des pièces de rechange,
- tout autre plan, schéma ou croquis nécessaire à la bonne exécution des installations.

### **12.1.2 Régulation, contrôle et instrumentation**

Etablissement, à l'aide d'Autocad, des plans et schémas à soumettre à l'approbation de REDAL, notamment et à titre indicatif :

- La nomenclature et les schémas des chaînes de régulation et de contrôle incluant tous les instruments y compris, le cas échéant, les instruments intégrés aux équipements électromécaniques ;
- La nomenclature des appareils par catégorie avec leurs caractéristiques principales ;
- La liste des pièces de rechange ;
- Les certificats d'étalonnage des instruments de mesure, de contrôle et de régulation, établis par un laboratoire agréé ;
- Les plans d'implantation des instruments, y compris, le cas échéant, les instruments intégrés aux équipements électromécaniques ;
- Les plans d'installation et de montage des instruments ;
- Les plans des tubages et chemins des câbles ;
- Les schémas et carnets des câbles ;
- Tout autre plan, schéma ou croquis nécessaire à la bonne exécution des installations.

## **12.2 Matériaux**

Tous les matériels, fournitures et accessoires divers, fournis par l'Entrepreneur, seront neufs et de première qualité, construits suivant les règles de l'art, et répondront aux derniers progrès de la technique, de manière à présenter en exploitation industrielle les meilleurs services de sécurité et de fonctionnement. Le choix de tout l'appareillage devra être soumis à l'agrément de REDAL

Ils seront largement dimensionnés, de manière à présenter un coefficient de sécurité élevé à tous égards.

Le matériel ne devra présenter en cours d'exploitation aucune usure ni échauffement anormal.

REDAL se réserve le droit d'imposer dans certains cas, dans le but de standardisation, les équipements d'une marque et d'un type déterminés.

Le fonctionnement sera aussi silencieux que possible, et sans vibration. Les organes susceptibles d'usure seront munis de pièces d'usure pouvant être facilement remplacées.

Le matériel sera protégé contre l'oxydation et l'humidité. Les bobinages seront imprégnés sous vide, les boulons et vis de fixation seront inoxydables.

Le matériel sera établi pour pouvoir supporter sans dommages les efforts électrodynamiques dus aux courants de court-circuit, dans les conditions les plus défavorables.

La tension d'isolement sera suffisante pour éviter tout risque d'amorçage à la masse ou de court-circuit, dans les conditions les plus défavorables.

La tension sera suffisante pour éviter tout risque d'amorçage à la masse ou de court-circuit sous les tensions tant permanentes que transitoires, susceptibles de se manifester. La sécurité de fonctionnement sera totalement assurée dans les limites de variation des tensions alternatives et continues, les limites extrêmes pouvant être supportées en permanences sans échauffement

nuisible. Elle devra être, également, assurée à toutes les températures ambiantes susceptibles d'intervenir, et l'Entreprise devra prendre toutes dispositions utiles à cet effet.

Le matériel installé à l'intérieur sera prévu pour résister aux effets de corrosion et d'érosion dus aux eaux usées et aux émanations des gaz nocifs qui en découlent.

Le matériel installé à l'extérieur sera prévu pour résister aux agents atmosphériques et aux effets de proximité à la mer.

L'Entrepreneur prendra toutes les précautions et dispositions nécessaires pour éviter les condensations et rentrées d'eau et de poussières dans les appareils et leurs accessoires.

Les vis et boulons ne devront en aucun cas pouvoir se desserrer intempestivement en exploitation.

Les raccords seront réalisés de manière à éviter tout effet de couple électrolytique entre métaux différents.

### **12.3 Câblage, filerie et repérage**

#### **12.3.1 Dispositions générales de l'installation**

Dans le cadre des prescriptions, l'installation sera dans son ensemble et dans tous les détails, étudiée et réalisée en vue :

- de présenter la sécurité maximale tant en exploitation normale qu'en cas d'incidents,
- de faciliter au maximum, par une disposition et un groupement rationnels des appareils, l'exploitation et l'entretien, ainsi que la recherche et l'élimination des défauts,
- de rendre tous les appareils aisément accessibles et démontables,
- de réduire au maximum les risques de fausses manœuvres et leurs conséquences possibles.

#### **12.3.2 Nature et section des conducteurs**

Tous les conducteurs seront en cuivre. Leur section sera largement calculée, afin d'éviter tout échauffement anormal et toute chute de tension nuisible au fonctionnement correct des appareils alimentés.

La limite supérieure d'échauffement admise au-dessus de la température ambiante est fixée à 20°C.

Les chutes de tension dans les circuits de commande et de contrôle ne devront pas dépasser :

- Pour les circuits de courant continu : 5 V entre les bornes de batterie et bobine des appareils (cette limite s'entendant pour l'intensité maximale permanente, majorée de l'intensité de pointe appelée par certains appareils) ;
- Pour les circuits alternatifs, entre bornes BT des transformateurs et appareils :
  - 2,5 % V entre phases pour l'intensité maximale permanente,
  - 3 % V entre phases pour l'intensité totale de pointe.

### **12.3.3 Filerie de commande et signalisation**

La filerie et les connexions seront exécutées avec un soin particulier afin d'éviter tout risque d'incident pouvant provenir de ruptures de fils, blessures de l'isolement, mauvaises connexions etc.

La section ne sera jamais inférieure à 1,5 mm<sup>2</sup> pour les circuits tensions et 2,5 mm<sup>2</sup> pour les circuits intensité.

Tous les accessoires de raccordement devront être d'un modèle très robuste afin d'assurer un contact parfait avec les conducteurs. En particulier, les bornes de raccordement seront d'un modèle agréé par REDAL. Elles devront permettre en toute sécurité le raccordement ou la jonction de conducteurs, de sections et de natures éventuellement différentes.

En l'absence de dispositions spéciales à cet égard, il sera obligatoirement prévu des rondelles éventail.

Les règles suivantes seront observées :

- Le même contact de relais ou d'organe homologue sera toujours affecté à la même fonction ;
- Lorsque différents relais, montés sur un même panneau provoquent la même action, des straps pourront être établis entre bornes correspondantes.

La même disposition est possible pour toutes les alimentations + et - dans chaque tranche.

Les raccordements aux transformations de mesures seront exécutés conformément aux règlements de REDAL.

### **12.3.4 Câblage**

En règle générale, les câbles seront à isolation thermoplastique, sans feuillard pour ceux installés à l'intérieur, et avec feuillard protégé par une gaine thermoplastique pour ceux installés à l'intérieur dans une zone présentant des risques mécaniques ainsi que pour les câbles enterrés ou placés à l'extérieur.

Pour tous circuits de commande et de signalisation, de protection et de sécurité, la section des conducteurs ne sera par inférieure à 1,5 mm<sup>2</sup>.

Les plans de caniveaux avec leurs couvertures et les trémies de passage, seront étudiés par l'Entrepreneur. Les câbles y reposeront sur des chemins en acier galvanisé à chaud. La disposition des câbles dans les caniveaux ou sur les chemins de câbles sera étudiée de manière à éviter dans toute la mesure du possible les croisements et chevauchements, et à obtenir une répartition claire et cohérente.

Les tablettes devront permettre un accès facile à tous les câbles et les soutenir suffisamment pour éviter leur festonnement.

Les câbles MT seront séparés des câbles BT par un intervalle minimal de 20 cm.

### **12.3.5 Repérage**

L'ensemble de l'installation : appareils, relais câbles, filerie, sera intégralement repéré suivant un système de repérage défini par la norme UTE 15.123.

Tous les conducteurs seront repérés, à chaque extrémité, au moyen d'étiquettes imperdables.

Les câbles seront munis, à chaque extrémité, d'une étiquette métallique ou plastique, et leurs conducteurs aboutiront à des réglettes de bornes, ou éventuellement à des boîtes à bornes d'essai, portant elles-mêmes des repères gravés sur métal ou en matière plastique ininflammable.

Les barres générales et les barres de tranche des tableaux et châssis porteront des repères par anneaux scotchés.

Tous les appareils seront munis d'une plaquette indicative disposée sur le socle fixe portant repère correspondant aux schémas.

Pour les relais, une plaquette sera disposée sur l'embase, et une autre sur le relais, si ce dernier est embrochable.

Les commutateurs placés en face avant des tableaux auront un plastron gravé. Pour les boutons-poussoirs et voyants, l'inscription sera gravée sur plaque indicatrice. Tous les repères seront ceux des schémas de principe, plans de câblage et carnets de câbles, et seront à remettre par l'Entrepreneur.

### **13 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES DES ARMOIRES**

#### **13.1 Normes et Règlement**

Les armoires seront conformes aux normes et arrêtés techniques marocains en vigueur, et à défaut, aux règles et textes suivants :

- Décret du 14 novembre 1988 et Arrêtés associés concernant la protection des personnes contre les risques électriques – Code du Travail ;
- Norme NF C 15.100 et additifs pour la conception et la réalisation des installations électriques basse tension ;
- Les équipements sensibles aux surtensions doivent être protégés suivant les règles du guide UTE.C. 15.443 et avec des parafoudres conformes à la norme de fabrication NFC 61.740 de juillet 1995 ;
- Les installations de protection contre les impacts directs de foudre doivent être conformes à la norme NF C. 17.100 ;
- Les circuits de puissance et de communication pour leur câblage doivent respecter les règles du guide UTE.C. 15.900 ;
- Les câbles et conducteurs internes seront de couleur conforme à la norme NF ENH 60 204 – 1 ;
- Les voyants seront conforme à la NF C20 – 70 et seront de couleur conforme à la norme NF ENH 60 204 – 1.

#### **13.2 Environnement**

L'équipement des armoires doit être capable de fonctionner sans déclassement à une température ambiante comprise entre -10 et + 40.

L'humidité relative maximale sera de 95 %, sans condensation, ni ruissellement selon normes IEC60947-4-2.

L'altitude maximale d'utilisation sera de 1000 mètres.

#### **13.3 Dimensionnements et agencements**

De façon générale, les armoires électriques seront constituées et agencées de la manière suivante :

- Une cellule ou module d'arrivée comprenant le dispositif de coupure générale, les protections communes, les transformateurs communs de commandes et de signalisation ainsi que les auxiliaires communs à l'ensemble de l'armoire ;



- Une ou plusieurs cellules de départs moteurs pour les puissances supérieures ou égales à 18,5 kW ;
- Une cellule ou module contenant de système de régulation du facteur de puissance ;
- Un compartiment commun à tous les départs moteurs de puissances < 18,5 kW ;
- Un compartiment destiné à l'éclairage et services généraux.

Il sera prévu un espace suffisant entre les composants pour permettre leur changement ou leur renouvellement sans avoir à redimensionner les armoires. En outre, il sera prévu dans l'armoire un espace de réserve de 20 à 30%.

L'agencement définitif des sous-ensembles et des composants dépendra du nombre de départs moteurs et de leurs puissances unitaires. Celui-ci sera à soumettre à l'approbation de REDAL.

Au cas où l'armoire est de type posé sur le sol, celle-ci sera posée sur un socle en béton de 150 mm.

Toutes les armoires doivent être entièrement accessibles par l'avant, quelles que soient les puissances des départs.

### 13.4 Caractéristiques de l'enveloppe de l'armoire

L'enveloppe de l'armoire sera d'un haut niveau de sûreté et conçu dans l'optique d'apporter de la fiabilité et la qualité. Elle doit être conforme aux normes internationales, et entre autres, aux normes CEI 60439-1 (définissant les degrés de protection des enveloppes), CEI 60529 (définissant la tenu au brouillard Salin), 60068-2-1(définissant la tenue à l'humidité relative), et testé selon les procédures de ces normes. Elle doit être aussi fabriquée en ateliers accrédités ISO.

L'enveloppe de l'armoire de commande aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Enveloppe métallique IP 55 totalement fermée, conforme à la norme CEI60529 –NFC20–010 ;
- Porte pleine, rigide en tôle de 20/10ème, ouverture à 120°, réversible avec fermeture en quatre points, par poignée à barillet actionnant une crémone, permettant l'installation optimale de l'appareillage de contrôle, de commande et de signalisation ;
- Ouverture des portes par clé. On privilégiera une serrure standard (par exemple type 1232 E ou RONIS 405). On s'assurera de la qualité des joints d'étanchéité, charnière invisible et dégondables, de préférence joint d'étanchéité en polyuréthane ;
- Porte schéma sur la face interne de la porte.
- Identification de l'armoire sur la face interne de la porte (Société, adresse, n° de téléphone, n° de série, type de configuration, nature du courant 230 / 400 VAC – 50 Hz, Icc Max : kA, Ip de protection Ip =, Régime du neutre= ). Grâce au N° de série de l'armoire, il sera possible de reconstituer le dossier de fabrication (devis, commande, fabrication, essais, schéma électrique, facturation) ;
- Dispositif assurant le blocage des portes en position d'ouverture ;
- Traitement spécifique contre la corrosion appliquée à l'ensemble des éléments de l'armoire propre à supporter des atmosphères agressives (air salin). La structure métallique sera en tôle pliée, électrozinguée, de 20/10ème, avec montants et rails DIN pour le montage de l'appareillage intérieur avec revêtement anti-corrosion, épaisseur minimale 60 microns, en poudre thermodurcissable de résines époxy polyester, avec aspect structuré, teinte au choix de REDAL ;
- Mise à la terre par goujons soudés dans l'armoire et sur la porte et tresses de masse.

### 13.5 Câblage de l'armoire

Le câblage de puissance se fera sur le fond de l'armoire.

L'arrivée générale des câbles doit se faire en partie basse et gauche d'armoire, via les fourreaux et arriveront dans l'armoire par presse étoupes en plastique. Ils seront directement raccordés sur le dispositif de coupure sans passer par un bornier.

Le câble d'alimentation entre le disjoncteur général BT et l'armoire suivante doit être, en général :

- du type U 1000 R02V ou H07 souple,
- d'une section appropriée à la puissance maximale appelée majorée de 25% afin de supporter les renforcements ultérieurs de puissance,
- âme en cuivre,
- posé en caniveau ou dans une gaine avec également une réserve d'espace de 25%,
- sur le bornier d'arrivée de l'armoire, un pictogramme « éclair électrique » signalera la présence permanente d'une tension.

Le répartiteur de puissance sera positionné en haut de l'armoire et sera capoté. Des jeux de barres seront utilisés à partir d'une puissance unitaire de moteur de 18,5 kW.

Pour pallier aux remontées des gaz et l'intrusion de petits rongeurs, l'usage de fourreaux doit être complété par un bouchage aux deux extrémités par mousse polyuréthane, silicone ou plâtre.

Les circuits de mesure, de commande et de puissance seront séparés. Les câbles de puissance circuleront hors goulotte, et on procédera à un éloignement entre goulotte des circuits de commande et mesure.

Les goulottes et guide-fils comporteront 20% de place disponible.

Le raccordement sur la chaîne de protection et de distribution doit se faire par la partie haute des composants.

On disposera d'une barrette de commun pour le circuit de commande.

On disposera d'un bornier de raccordement en bas d'armoire (avec un espace libre entre les deux de 20 cm min.) pour les câbles de puissance (départ moteur) et commande. Ce bornier comportera des bornes libres pour extension éventuelle.

Mise en place d'un rail pour la fixation des câbles sous le bornier.

Les borniers seront implantés avec une inclinaison de 45°.

Les borniers de connexions seront à vis. Un embout sera placé sur chaque fil pour le raccordement, avec un maximum de 2 fils par connexion. Les câbles des poires et des capteurs analogiques doivent être blindés et directement connectés aux transmetteurs, sans passer par le bornier, sauf pour le 4-20mA qui cheminera via un bornier sectionnable.

Tous les câbles et conducteurs internes seront sertis sur embout avec languette de repérage.

Tous les câbles et conducteurs internes seront de la couleur conforme à la norme NF ENH 60204-1 suivant le tableau ci-dessous :

Désignation	Type	Couleur
Conducteurs de protection		Vert/jaune
Conducteurs de neutre		Bleu clair
Circuit de distribution de puissance 230/400VAC	câble de phase 1 câble de phase 2 câble de phase 3	Noir avec bague rouge Noir avec bague noire Noir avec bague marron
Circuit de commande	Circuit 230VAC	Rouge

	Circuit 24 ou 48 VAC	Violet
	24VDC positif	Marron bague +
	24VDC négatif (0V)	Marron bague -
	Tension extérieure, et circuit 230VAC en amont de la coupure principale	Orange
Circuit du poste de télégestion	transport des informations	Blanc cassé
Circuit dédié à la mesure (4-20mA)		Blanc bague - / marron bague +

L'identification des conducteurs sera à 4 chiffres de type folio/fil pour identifier le folio auquel il se rapporte (ex : 0212 12ème fil dans le folio 02). Les conducteurs seront étiquetés à leurs extrémités via des manchons numérotés encliquetables.

Pour l'automate, les nappes de câbles pour le raccordement à la CPU, et aux différentes cartes seront repérées. Les circuits d'alimentation de l'automate, seront en 230 VAC – 50 Hz.

L'usage des voyants sera conforme à la NF C20 – 70, ces voyants seront identifiés par étiquette fixe indélébile. Ils seront de type diodes et leur couleur sera conforme à la norme NF ENH 60204-1 et à la CEI 60073 suivant le tableau ci-dessous :

Couleur	Signification	Explication	Exemple d'application
Rouge	Urgence	Action en cas de conditions dangereuses ou d'urgence	Arrêt d'urgence Initiation d'une fonction d'urgence
Jaune ou orange	Anormal	Action en cas de condition anormale	Intervention pour supprimer une condition anormale. Intervention pour remettre en route un cycle automatiquement interrompu.
Vert	Sûr	Action pour initier une situation sûre	
Bleu	Obligatoire	Action en cas de condition nécessitant une action obligatoire	Fonction de réarmement
Blanc			Marche ou mise sous tension
Gris	Pas de signification		
Noir	Pas de signification		

## 13.6 Conception générale de l'armoire

### 13.6.1 Implantation et repérage

Les matériels seront montés sur profilés DIN. Tous les composants électriques de l'armoire ainsi que les borniers (et blocs de jonctions) seront identifiés par une étiquette indélébile et durablement fixée, par exemple plaque gravée avec possibilité de rivetage sur couvercle de goulotte.

Les étiquettes seront sur deux lignes, pour une meilleure lisibilité, et de préférence horizontales.

Les goulottes seront repérées de telle manière que leur mise en place après démontage ne sera pas sujette à erreur.

Les goulottes de la porte intérieure ne seront pas fixées par du scotch double face.

Une identification sur le composant doit également être effectuée conformément à la nomenclature des schémas électriques.

L'appareillage nécessitant un réglage doit être facilement accessible pour la lecture et pour effectuer les mesures.

Le contrôle des entrées/sorties (E/S) TOR et analogiques des systèmes programmables seront ramenées sur un bornier, afin d'autoriser les mesures et tests si nécessaire.

Le raccordement des entrées analogiques se fera sur bornier interruptif.

### **13.6.2 Commande des départs moteurs**

Pour pallier aux problèmes des phénomènes transitoires hydrauliques et aux à-coups électriques, des démarreurs électroniques ralentisseurs de vitesse (selon le cahier des charges CCTP) seront utilisés pour les pompes et les ventilateurs.

Pour les puissances motrices jusqu'à 5 kW, le mode de démarrage sera direct et, avec démarreur ralentisseur ou variateur de vitesse électroniques muni de sa protection au-delà.

Le démarreur électronique sera de construction modulaire, assurant le démarrage à couple constant et l'arrêt progressifs du groupe de pompage afin d'éviter les à-coups de démarrage et d'atténuer les coups de bélier dus à l'arrêt du groupe.

Le démarreur électronique sera équipé d'un module de protection des thyristors contre les surtensions transitoires, et d'un contacteur de by-pass.

Pour chaque pompe, le double de la plaque signalétique moteur sera fixé à son câble d'alimentation à l'intérieur de l'armoire.

Pour les pompes disposant de sondes de température et d'humidité, ces informations seront prises en charge par l'automate et le démarreur.

### **13.6.3 Face avant de l'armoire**

La présence de tension sera signalée par trois voyants en partie haute de la face avant.

Les défauts seront signalés par un bloc de verrines avec étiquettes indiquant avec précision la nature de chaque défaut.

Chaque départ moteur, comprendra, sauf mention contraire des spécifications particulières :

- Un commutateur à 3 positions « Auto-Arrêt-Manu » (avec reprise de la position Auto sur l'automate) ;
- Un ampèremètre de calibre adapté à l'intensité nominale du moteur avec marquage de l'intensité nominale consommée ;
- Un compteur horaire sans remise à zéro ;
- Une verrine marche verte ;
- Une verrine défaut rouge ;
- Une verrine « défaut capteur » orange ;
- Un sélecteur « amorçage mode secours ».

Dans le fonctionnement courant de l'armoire tous les commutateurs doivent avoir une position identique facilement visualisable.

### **13.6.4 Mode de fonctionnement de l'armoire**

Les modes de fonctionnement décrits ci-dessous sont donnés à titre indicatif (Pour plus de détails, voir le CCTP concernant les équipements électromécaniques) :

- Commutateur « Automate/ forçage secours » sur position « Automate »
  - Commutateur « Manuel/Arrêt/Auto » sur position « Manuel » :

L'équipement démarre en prenant en compte l'ensemble de la chaîne de protection telle que programmée dans l'automate ; la chaîne de commande de l'automate est ignorée.

- Commutateur « Manuel/Arrêt/Auto » sur position « Arrêt » :  
L'équipement est à l'arrêt.
- Commutateur « Manuel/Arrêt/Auto » sur position « Auto » :  
Fonctionnement normal, l'équipement fonctionne selon les chaînes de commande et de protection programmées dans l'automate.
- Commutateur « Automate/ forçage secours » sur position « forçage secours » :
  - Commutateur « Manuel/Arrêt/Auto » sur position « Manuel » :  
Sans effet.
  - Commutateur « Manuel/Arrêt/Auto » sur position « Arrêt' » :  
L'équipement est à l'arrêt.
  - Commutateur « Manuel/Arrêt/auto » sur position « Auto » :  
Fonctionnement dégradé : l'équipement fonctionne selon des consignes (niveau, pression, etc.) acquises à la sortie des instruments de contrôle du procédé. Il appartient à l'opérateur de s'assurer des conditions de protection. Dans tous les cas les protections de la chaîne de puissance (disjoncteurs magnéto et thermique, relais de protection, démarreurs, variateurs de vitesse) sont maintenus en service.

### **13.6.5 Gestion thermique de l'armoire**

Cette gestion est obligatoire à partir de 55 KW par coffret :

- Une ventilation mécanique forcée (56 m<sup>3</sup>/h) via deux ouïes de ventilation (deux filtres) et un ventilateur (respect l'indice IP initial de l'armoire) pilotée par un thermostat. On respectera une distance suffisante entre les composants pour une meilleure dissipation thermique ;
- Si l'armoire est équipée d'un démarreur électronique ou d'un variateur de vitesse :
  - Respecter autour de chaque équipement un espace libre suffisant (suivant recommandations constructeur) pour assurer la circulation naturelle de l'air nécessaire à son refroidissement,
  - S'il est nécessaire d'installer une ventilation forcée, le débit d'air m<sup>3</sup>/h doit être au minimum celui préconisé par le constructeur.

## **13.7 Démarreur électronique**

### **13.7.1 Normes et Règlements**

Le démarreur électronique devra être conforme aux normes internationales et en particulier aux normes EN/IEC 60947-4-2. Il devra être marqué CE au titre de cette norme harmonisée.

En ce qui concerne la compatibilité électromagnétique, le démarreur devra être conforme au niveau de la classe A pour les émissions induites et rayonnées, décrit dans la norme produit EN/EIC 60947-4-2.

La classe B doit pouvoir être obtenue avec des accessoires additionnels et ne concerne que les démarreurs dont le courant nominal n'excède pas 170A.

Le démarreur devra être certifié ISO 9001 et ISO 14001.

### **13.7.2 Fonctionnement**

Le fonctionnement du démarreur devra assurer :

- la limitation du courant moteur pendant les phases transitoires,
- le contrôle du couple moteur pendant toute la période de démarrage et si besoin, fournir un couple moteur constant pendant toute la phase d'accélération.

Tous les calibres de démarreur devront posséder la même carte contrôle.

Tous les démarreurs devront être équipés de moyens de mesure réelle du courant moteur afin de garantir la protection du moteur.

Les bornes de raccordement puissance au réseau électrique devront se situer en haut du démarreur et les bornes de raccordement du moteur seront en bas (câblage traversant).

Tous les calibres de démarreur devront posséder des bornes de raccordement du contacteur de court-circuit du démarreur. Les mesures des courants devront être conservées lorsque le démarreur est court-circuité par le contacteur.

Le démarreur devra posséder une alimentation de contrôle séparée.

Le bornier de contrôle des ordres logiques et analogiques devra être débrochable.

### **13.7.3 Environnement**

Le démarreur devra être capable de fonctionner sans déclassement à une température ambiante comprise entre  $-10$  et  $+40$  °C avec un déclassement de 2 % par degré C au-dessus de 40 °C.

L'humidité relative maximale sera de 95 %, sans condensation, ni ruissellement selon normes IEC60947-4-2.

La température de stockage devra être comprise entre  $-5$ °C et  $+70$ °C

L'altitude maximale d'utilisation sera de 1000 mètres.

Le fournisseur devra indiquer un niveau de bruit du démarreur, ce niveau de bruit ne devra pas excéder 65 dBA.

Pour le refroidissement des démarreurs, si les démarreurs sont équipés de ventilateurs, ceux-ci ne devront pas tourner en permanence, ils devront se déclencher automatiquement en fonction de la température du radiateur.

L'Entrepreneur devra indiquer les schémas de raccordements des démarreurs.

L'Entrepreneur devra mettre à disposition les tableaux d'associations entre disjoncteurs, contacteurs et démarreurs afin d'assurer une coordination de type 2 conformément à la norme CEI 60947-4-1.

### **13.7.4 Caractéristiques électriques**

La catégorie d'emploi des démarreurs sera AC 53a selon la norme produit EN/IEC 60947-4-2 ; Il sera prévu pour les réseaux de 400 V

Le démarreur devra être prévu pour une fréquence du réseau 50Hz avec une tolérance de  $\pm 5\%$ . Par configuration, il devra être capable de fonctionner à une fréquence réseau pouvant varier de  $\pm 20\%$

Entrées logiques, le démarreur devra posséder au minimum 4 entrées logiques isolées 24 V.

Sorties, le démarreur devra posséder au minimum 3 relais avec un contact à fermeture. Pouvoir de commutation maximal sur charge inductive : 1,8 A sous 230 Vac et 30 Vdc. Pouvoir de commutation minimal 10 mA pour 6 Vdc.

Sorties, le démarreur devra posséder au minimum 2 sorties logiques 24 V

Sorties analogiques, le démarreur comportera 1 sortie analogique avec un signal 0 – 20 mA ou 4 – 20 mA. Ce signal pourra être mis à l'échelle.

Le démarreur devra posséder sa propre source d'alimentation des entrées sorties logiques en 24 V.

#### **13.7.5 Protections**

Le démarreur devra intégrer le traitement des sondes PTC et devra calculer en permanence l'échauffement du moteur à partir du courant réel mesuré (le courant devra être mesuré et non estimé) et ce à partir de la sonde PTC. La classe de protections thermiques devra être selon la norme EN/IEC60947-4-2 au choix de REDAL de la classes 10 A, 10, 20, 30 ainsi que des classes intermédiaires. Le calcul de la protection thermique doit se poursuivre même lorsque le démarreur n'est pas alimenté.

Le démarreur devra être protégé contre les surcharges thermiques

Le démarreur devra détecter une sous charge à partir de l'information de couple moteur. Le seuil de détection ainsi que la durée autorisée des sous charges devront être réglables. Cette protection pourra entraîner un défaut sur le démarreur ou entraîner simplement une indication sous forme d'alarme sur une sortie logique.

Le démarreur devra détecter une surcharge à partir de l'information du courant moteur ou de la sonde. Le seuil de détection ainsi que la durée autorisée de la surcharge devront être réglables. La durée de surcharge pourra être réglable à partir de 0,1 seconde. Cette protection pourra entraîner un défaut sur le démarreur ou entraîner simplement une indication sous forme d'alarme sur une sortie logique.

Le démarreur devra posséder une protection contre les inversions de phases réseau, les pertes de phase(s) réseau ou moteur.

Le démarreur prendra en compte la gestion d'un défaut externe. Lorsque le contact est ouvert, le démarreur passe en défaut.

Les protections devront être conservées, même lorsque le démarreur est court-circuité par un contacteur.

#### **13.7.6 Communications**

Le démarreur devra comporter une liaison série multipoints pour se connecter directement sur un bus de protocole Modbus et de tout autre protocole standard.

Le démarreur devra pouvoir se connecter au réseau Ethernet et à d'autres réseaux et bus de communication standard en option.

La communication devra donner accès à la commande, aux réglages et à la supervision du démarreur.

#### **13.7.7 Principales fonctions**

Afin de protéger le moteur pendant les longues périodes d'arrêt contre la condensation, le démarreur devra posséder une fonction de préchauffage sans entraîner de rotation du moteur. Le courant de préchauffage devra être réglable.

Le démarreur devra gérer le contacteur de court-circuit du démarreur : commander la fermeture du contacteur de court-circuit en fin de démarrage et l'ouverture lors de la demande d'arrêt. Cette fonction devra être compatible avec les arrêts de types : roue libre, freinage et décélération.

Le démarreur pourra commander le contacteur de ligne. Le contacteur devra se fermer à partir d'un ordre de marche et s'ouvrir en fin d'arrêt du moteur.

L'accès aux réglages pourra être verrouillé par code. Les paramètres de surveillance devront rester accessibles.

### **13.7.8 Supervision en local**

Le démarreur devra posséder un écran de dialogue et des touches de programmation.

Les informations suivantes devront être accessibles sur l'écran de dialogue :

- Courant moteur ;
- Couple moteur ;
- Etat thermique moteur ;
- Cosinus ( $\varphi$ ) ;
- Puissance ;
- Etat en cours (accélération, décélération, ...) ;
- Durée de fonctionnement du démarreur ;
- Le dernier défaut survenu.

Les informations suivantes devront être accessibles sur la sortie analogique :

- Courant moteur ;
- Couple moteur ;
- Etat thermique moteur ;
- Cosinus ( $\varphi$ ) ;
- Puissance active.

Le démarreur possèdera en option des solutions de dialogue évoluées tel que :

- Atelier logiciel pour PC permettant de préparer, mémoriser, télécharger et imprimer des réglages ;
- Console avec affichage en clair des paramètres ;
- Parmi les langues sera disponible au minimum : le Français.

## **13.8 Automate programmable industriel (API)**

### **13.8.1 Automate de commande et de régulation**

Les automates programmables (API) adaptés à la commande et régulation des procédés industriels seront structurés autour d'une plate forme d'automatismes qui comprend :

- Un bac de base intégrant une alimentation secteur 100/240 V - 50 Hertz sortie continue 24V ;
- Un processeur incluant une mémoire RAM (programme, données et constantes) ;
- Une carte de communication liaison série, couplage sur modem extérieur et un horodateur ;
- Une carte de communication permet le raccordement à un dispositif de programmation, au raccordement vers un terminal informatique ou une imprimante ;
- Des modules d'entrées /sorties « Tout ou Rien » raccordement par borniers à vis suivant des modules de 8 ou 16 entrées / sorties ;
- Des modules d'entrées analogiques à 4 ou 8 voies 0-10 volts ou 4-20 mA ;
- Des modules de sorties analogiques à 4 ou 2 voies 0-10 volts ou 4-20 mA ;
- Une carte de scrutation qui permet de gérer le réseau de terrain.

L'automate programmable devra assurer les fonctions suivantes :



- Instructions logiques et arithmétiques ;
- Gestion des fichiers des données ;
- Instructions des messageries ;
- Instructions du calcul mathématique ;
- Communication (émission et réception des données) sur réseau de terrain ;
- Protocole de communication : Maître flottant.

### **13.8.2 Protocoles de communication**

Les Protocoles de communication peuvent se classer selon 3 familles :

- Les protocoles maître/esclave ;
- Les protocoles à maître flottant ;
- Les protocoles producteur/ consommateur.

Dans les échanges au premier niveau (postes de télésurveillance/automates déportés), les protocoles les plus utilisés sont des protocoles maître/esclaves.

Dans le cadre de gestion de crise ou les informations sont plus nombreuses, le protocole à maître flottant sera préféré en raison de la rapidité des échanges et de la sécurité en cas de rupture de la liaison.

Le protocole producteur/ consommateur quant à lui est le plus récent et il est utilisé surtout pour des applications demandant un très haut niveau de déterminisme, un grand débit et une grande répétitivité.

Il ne sera pas admis de protocole de communication spécifique au constructeur. Le protocole de communication doit être de type ouvert, standard, permettant la compatibilité entre marques différentes des API.

Des protocoles ouverts compatibles comme Modbus, Profibus, DeviceNet, ControlNet etc. ; sont à utiliser préférentiellement.

### **13.8.3 Acquisition & Traitement des données**

Les données acquises sur le réseau devront être traitées et mises en forme à l'aide d'un gestionnaire utilisant une présentation de type tableur permettant d'effectuer des traitements sur les variables à l'aide de simples formules de calcul.

Ce gestionnaire devra avoir été développé spécifiquement pour la supervision et disposer d'excellentes performances de calcul temps réel.

Le gestionnaire assurera en particulier les fonctions suivantes :

- Tâche d'acquisition sur le réseau ;
- Horodatage à la source.

Lorsque les équipements ne sont pas reliés en permanence à un superviseur (par exemple stations de télégestion connectées par le réseau téléphonique commuté), la tâche d'acquisition permettra de traiter les données horodatées par un poste PC portable raccordé au port de communication prévu à cet effet. Ce traitement s'effectuera sans paramétrage supplémentaire au niveau de l'acquisition. L'association entre les variables concernant les données instantanées et les données horodatées sera totalement transparente pour l'utilisateur en particulier les valeurs analogiques utilisant les mêmes formules pour les mises à l'échelle, et les données seront automatiquement placées dans les historiques appropriés.

- Mise en forme des données brutes par formules de calcul incluant en particulier les fonctions de mise à l'échelle des valeurs analogiques, des fonctions logiques combinatoires, et portant tant sur des variables issues des équipements que sur des

variables internes. Les données seront présentées à l'écran sous forme de tableaux au sein desquels elles seront librement disposées.

- Emission des commandes opérateur vers les équipements; le système pourra émettre automatiquement des commandes ou des consignes à partir de formules calculées.
- Archivage des événements (historiques) et échantillonnages périodiques de valeurs logiques ou analogiques. Les échantillonnages devront pouvoir être effectués avec une périodicité fixe ou sur seuil de variation (bande morte) et au besoin conditionnés par la présence d'une variable de déclenchement externe. Les valeurs de périodicité ou de bande morte devront pouvoir être fixées individuellement pour chaque variable; la périodicité pourra aller de 1 seconde à 24 heures.
- Surveillance des alarmes : chaque variable devra pouvoir être traitée avec une équation logique dont le contenu totalement libre décrira les conditions dans lesquelles elle sera déclarée en défaut. Au moins cinq niveaux de défaut différents devront pouvoir être traités, indépendamment d'autres critères complémentaires de sélection et de tri.
  - Une alarme devra pouvoir être signalée par activation du haut-parleur de l'ordinateur, impression au fil de l'eau, bandeau de messages à l'écran, changement de couleur d'un objet graphique.
  - Le système devra être capable de gérer l'acquiescement par l'opérateur, à savoir clignotement, changement de couleur à la suite de l'acquit, mémorisation dans les historiques de la date et de l'opérateur ayant effectué l'acquiescement.
  - Le système devra disposer de fonctions de synthèse permettant au minimum de connaître le nombre de défauts acquiescés et non acquiescés globalement et par équipement ; il devra par ailleurs permettre d'effectuer librement des regroupements d'alarmes sans recours à une programmation complexe.

Lu et approuvé par le soumissionnaire

Cachet et signature du soumissionnaire

Le Directeur des Achats  
  
Adil HAMDAN