

## **SOCIETE REDAL**

### **APPEL D'OFFRES N°24/2020/O**

## **RENFORCEMENT ET MISE EN CONFORMITE DE LA STATION DE POMPAGE DE SALA AL JADIDA**

### **CAHIER DES PRESCRIPTIONS SPÉCIALES TECHNIQUES RELATIF AUX EQUIPEMENTS ELECTRIQUES**

#### **C.P.S.-T-2**

---

#### **PIECE N°3**

*N/B : Le présent cahier de charges, Visé par le Soumissionnaire doit Accompanyer l'Offre*

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITES .....</b>	<b>5</b>
2.1	Abréviations .....	5
2.2	Etendue des prestations.....	5
2.2.1	Etudes et Choix techniques.....	5
2.2.2	Fourniture, livraison sur site et stockage .....	6
2.2.3	Montage, essais et mise en service.....	7
2.2.4	Fourniture des Pièces de rechange .....	7
2.2.5	Plans et documents.....	7
2.3	Normes et Règlements.....	8
<b>3</b>	<b>ALIMENTATION PRINCIPALE .....</b>	<b>10</b>
3.1	Bilan de puissance de la station : .....	10
<b>4</b>	<b>EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION BT .....</b>	<b>11</b>
4.1	Généralités.....	11
4.2	Branchement BT .....	11
4.3	Armoire TGBT .....	11
4.3.1	Cellule d'arrivée .....	12
4.3.2	Cellule de compensation du FP.....	13
4.3.3	Cellules de commande des groupes de pompage.....	14
4.3.4	Compartiment de commande des auxiliaires .....	15
4.4	Coffret de protection de la station.....	15
<b>5</b>	<b>CABLES DE DISTRIBUTION, COMMANDE ET SIGNALISATION .....</b>	<b>16</b>
5.1	Câbles principaux.....	16
5.2	Câbles de distribution .....	16
5.3	Câbles de commande et de signalisation .....	16
5.4	Chemins de câbles.....	16
5.5	Conduits de câbles.....	17
5.6	Isolation, Séparation et Protection des câbles .....	17
<b>6</b>	<b>INTERRUPTEURS D'ISOLEMENT .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>TELEGESTION : AQUISITION, COMMANDE, REGULATION ET CONTROLE</b>	<b>18</b>
7.1	Armoire automatisme .....	18
7.2	Fonctions de l'automate .....	19
7.3	Fonction de contrôle et de télégestion.....	20
7.4	Instrumentation de mesure, de régulation et contrôle .....	20
7.5	Chaînes de mesure et contrôle .....	20
7.6	Câblages.....	21
7.6.1	Câbles de transmission des données .....	21
7.6.2	Câbles d'instrumentation pour capteurs/transmetteurs.....	21
<b>8</b>	<b>MISE A LA TERRE.....</b>	<b>21</b>
8.1.1	Réseau général.....	21
8.1.2	Liaisons équipotentiels .....	21
<b>9</b>	<b>SYSTEME DE SECURITE INCENDIE.....</b>	<b>22</b>

<b>10</b>	<b>ECLAIRAGE &amp; PRISES DE COURANT .....</b>	<b>23</b>
10.1	Niveaux d'éclairage .....	23
10.2	Eclairage normal .....	23
10.3	Eclairage de secours .....	23
10.4	Prises de courant .....	23
10.5	Commande de l'éclairage .....	24
10.6	Tubage et câblage .....	24
<b>11</b>	<b>SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES .....</b>	<b>25</b>
11.1	Mise au point du projet, études .....	25
11.1.1	Electricité .....	25
11.1.2	Régulation, contrôle et instrumentation .....	26
11.2	Matériaux .....	26
11.3	Câblage, filerie et repérage .....	27
11.3.1	Dispositions générales de l'installation .....	27
11.3.2	Nature et section des conducteurs .....	27
11.3.3	Filerie de commande et signalisation .....	27
11.3.4	Câblage .....	28
11.3.5	Repérage .....	28
<b>12</b>	<b>SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES DES ARMOIRES .....</b>	<b>29</b>
12.1	Normes et Règlement .....	29
12.2	Environnement .....	29
12.3	Dimensionnements et agencements .....	29
12.4	Caractéristiques de l'enveloppe de l'armoire .....	30
12.5	Câblage de l'armoire .....	30
12.6	Conception générale de l'armoire .....	32
12.6.1	Implantation et repérage .....	32
12.6.2	Commande des départs moteurs .....	32
12.6.3	Face avant de l'armoire .....	33
12.6.4	Mode de fonctionnement de l'armoire .....	33
12.6.5	Gestion thermique de l'armoire .....	34
12.7	Variateur de vitesse .....	34
12.7.1	Normes et Règlements .....	34
12.7.2	Fonctionnement .....	35
12.7.3	Environnement .....	35
12.7.4	Caractéristiques électriques .....	36
12.7.5	Protections .....	36
12.7.6	Configuration .....	37
12.7.7	Communications .....	37
12.7.8	Configuration en local .....	37
12.7.9	Contrôles Opérateur .....	38
12.7.10	Analyse des Harmoniques .....	38
12.8	Automate programmable industriel (API) .....	39
12.8.1	Automate de commande et de régulation .....	39
12.8.2	Protocoles de communication .....	39
12.8.3	Acquisition & Traitement des données .....	39

## 1 DESCRIPTION DU PROJET

Dans le cadre de l'exécution de son schéma directeur d'eau potable, Redal compte réaliser les travaux de renforcement et de mise en conformité des équipements de la station de pompage existante de Sala Al Jadida.

Les travaux faisant l'objet de cet appel d'offres, consistent à réaliser les prestations techniques relatives à l'étude, la fourniture, le transport, démontage, le montage, les spécifications techniques de construction, les essais et la mise en service de l'ensemble des équipements hydro-électromécaniques de la station de pompage de Sala Jadida :

- Démontage des groupes électropompes, pièces et robinetteries existantes avec transport vers les magasins de la REDAL
- Fourniture, transport et pose des nouveaux équipements hydro et électromécaniques (Pompes, Moteurs .....);
- Fourniture, transport et pose des équipements de mesure (débitmètres électromagnétiques, Capteurs de pression, Manomètres, etc...);
- Fourniture, transport et pose des équipements hydrauliques (vannes, ventouses, clapets, etc...);
- Dépose des équipements électriques existants et de réaménagement du local existant de commande pour installation des nouvelles armoires projetées ;
- Dépose et repose des équipements hydro-électromécaniques et électriques à maintenir dans la station de pompage (Groupe Moto pompe, variateurs de vitesse, etc...);
- Travaux de raccordement électrique de l'ensemble des équipements au sein de la station au poste transformateur existant.
- Les essais et la mise en service, de l'ensemble des équipements hydro-électromécaniques, électriques et de télégestion de la station de pompage.

**NB : A noter que la station de pompage, objet du présent Appel d'Offres, est l'ouvrage principal d'adduction d'eau potable de la ville de Sala Jadida et ses extensions urbaines, à savoir Technopolis, l'Académie Mohammed VI de Football, l'Université Internationale de Salé et les aménagements du Domaine du Lac. L'Entrepreneur doit comprendre le fonctionnement de la station de pompage et fournir dans son offre une proposition détaillée de la démarche à suivre pour la réalisation des travaux de rééquipement de la station de pompage sans perturber la distribution d'eau au niveau de la zone.**

## 2 GENERALITES

### 2.1 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 : Station de pompage Sala Al Jadida.
- 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 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.

### 2.2 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 de pompage **à vitesse variable.**

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 aux stations de pompage d'eau potable. Il ne sera admis aucune réclamation, de quelque sorte que ce soit de la part de l'Entrepreneur, concernant d'éventuelles modifications.

#### 2.2.1 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 la station de pompage 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 comme indiqué sur les plans ci-joints, de façon à obtenir un facteur de 0.90 en retard de phase,
- dimensionnement de tous les équipements électriques, y compris les transformateurs, 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.

### **2.2.2 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 :

- l'équipement du poste de transformation en remplacement de l'existant,
- 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 inoxydable et du câblage électrique, de régulation 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.

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

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.

### **2.2.4 Fourniture des Pièces de rechange**

Cette clause concerne 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.

### **2.2.5 Plans et documents**

Les plans et documents seront fournis comme suit :

- en sept (7) exemplaires, sur papier blanc de très bonne qualité,
- un (1) jeu complet de calques,
- une (1) copie sous format numérique : Doc, XLS, PDF et DWG sur CD Rom

Les manuels seront fournis en sept (7) 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 le 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 MT, des postes de transformation MT/BT,
- les plans d'implantation détaillés des salles électriques,
- le plan détaillé d'implantation 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.

### **2.3 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 OO5 ;
- 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.

### 3 ALIMENTATION PRINCIPALE

Les équipements de la première tranche de la station seront alimentés en BT au moyen du poste de transformation existant 20 kV/400 V de 400 KVA. Les transformateurs de puissance seront pourvus d'un commutateur de réglage hors tension à trois positions : -5%, 0% et +5%.

L'énergie électrique sera fournie par le Distributeur local sous une tension de 20 kV avec une variation maximale de  $\pm 10\%$  et une fréquence de 50 Hertz avec une variation maximale de  $\pm 5\%$ .

La puissance de court-circuit à 20 kV au niveau du jeu de barres 20 kV du poste de livraison ne devra pas, en principe, excéder 500 MVA.

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 projetés;
- Le système de manutention des groupes électropompes ;
- Le système de commande, de mesure et de gestion ;
- L'éclairage intérieur et extérieur des installations ;
- Les prises de courant et prises force ;

L'objectif des travaux hydromécanique sur la station, est d'installer une nouvelle station de pompage équipée de 9 pompes, dont quatre de secours, est :

- Station Etage bas: 4 pompes de 120 l/s, dont deux de secours ;
- Station Etage haut : 5 pompes de 33 à 85 l/s, dont deux de secours ;

En plus, pour les besoins de maintenance, la manutention (montage & démontage) des groupes électropompes, sera assurée par un palan à chaîne motorisé de deux tonnes monté sur IPN.

#### 3.1 Bilan de puissance de la station :

La puissance des installations en marche à charge nominale totale, à terme est présentée dans le tableau ci-après :

N°	Installations	Emplacement des groupes	Quantité	Puissance unitaire (kW)	Puissance Totale (kW)	
					Scénario 1	Scénario 2
1	Groupes électropompes (120 l/s, 36 m)	P8, P9 et P10	2 (+1 secours)	60	120	120
2	Groupes électropompes (120 l/s, 36 m)	P7 et P5	1 (+1 secours)	60		60
3	Groupes électropompes (35 à 85 l/s, 55 m)	P1 à P5	3 (+2 secours)	30, 37 et 70	137	
4	Palan électrique		1	2	2	2
5	Système de commande		1	2	2	2
6	Eclairage intérieur		1	2	2	2
7	Eclairage extérieur		1	2	2	2
8	Prises et forces		1	3	3	3
<b>Sous Total (kW)</b>					<b>268</b>	<b>191</b>
<b>Réserve 15 %</b>					<b>40,2</b>	<b>28,65</b>
<b>Puissance active Totale (kW)</b>					<b>308</b>	<b>220</b>

La puissance installée (Apparente) de la station sera donc (tenant compte d'un cosφ de 0,8) de **385 et 274 kVA** respectivement pour les scénarios 1 et 2.

En tenant compte des besoins en puissance de rééquipements prévus dans la première tranche, la puissance installée actuellement (400kVA) reste suffisante pour assurer les besoins en énergie de la station de pompage.

## **4 EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION BT**

### **4.1 Généralités**

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

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.

### **4.2 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>.

### **4.3 Armoire TGBT**

L'armoire de commande, alimentée par le poste de transformation, sera située dans la salle de commande. Elle est destinée à l'alimentation des groupes de pompage, 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 et protection des groupes de pompage ;
- Un compartiment commun pour les départs d'alimentation des auxiliaires et des services généraux.
- Une cellule des départs secourus.

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.

#### **4.3.1 Cellule d'arrivée**

Elle sera constituée de :

- A l'intérieur :
  - un interrupteur de tête 3P – 1000A, équipé d'une bobine de déclenchement,
  - un jeu de barres de section appropriée pour  $I_n = 1000 \text{ A}$  et  $I_{cc}$  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,
  - 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,
- Des lampes de signalisation comprenant :
  - un voyant de signalisation de défaut magnétique du disjoncteur général du poste de transformation,
  - 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.

#### **4.3.2 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-gradins 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, transformateur d'alimentation 400/230 V et protections amont et aval par disjoncteurs,
  - 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),
  - Des lampes de signalisation comprenant :
    - 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.

#### 4.3.3 Cellules de commande des groupes de pompage

Chacune des cellules de commande équipées sera constituée de (une par cellule) :

- 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 variateur de vitesse**, de type industriel, assurant le réglage du débit ainsi que le démarrage et l'arrêt progressifs du groupe de pompage afin d'éviter les à-coup de démarrage et les coups de béliers à l'arrêt. Le variateur de vitesse sera équipé d'un port de communication avec l'automate de commande et de régulation,
  - 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.
  - Le variateur de vitesse qui comprend le système de mesure de tous les paramètres électriques (puissances active et réactive, intensité, tension et fréquence de sortie) qui devra pouvoir être transmis à distance pour les besoins de télégestion.
- 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 interface opérateur, numérique, contrôle de la vitesse, affichage à cristaux liquides des paramètres internes et externes (U, I, P, Q,  $\cos(\varphi)$ , f) ainsi que des défauts du variateur de vitesse, commande locale Marche/Arrêt, marche par à-coups, boutons incrément/décrément, sélection et indication du sens de marche.
  - Des 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 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.

#### **4.3.4 Compartiment de commande des auxiliaires**

- A l'intérieur :
  - un départ disjoncteur magnétothermiques pour le palan,
  - un départ disjoncteur magnétothermiques pour coffret protection station,
  - un départ disjoncteur magnétothermique pour l'automate programmable,
  - tout autre départ pour un équipement jugé nécessaire pour le bon fonctionnement de la Station,
  - 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, pour l'alimentation du tableau BT existant (via un câble adéquat à la charge de l'entrepreneur), de l'éclairage et des prises de courant de la station.
  - Une résistance chauffante 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 :
  - Des lampes de signalisation comprenant :
    - 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.

#### **4.4 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 e ;
- Les départs disjoncteurs différentiels 30 mA pour l'éclairage des locaux humides et extérieur;
- 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.

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

### **5.1 Câbles principaux**

Les câbles principaux entre les DGBT et les armoires de commande seront en câble souples unipolaires H07 BB-F conformes à la norme NF C 32-102-12.

### **5.2 Câbles de distribution**

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

- Groupes de pompage : 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 groupes de pompage) : 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.

### **5.3 Câbles de commande et de signalisation**

Les câbles de commande et de signalisation seront comme suit :

- Groupes de pompage : 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).

### **5.4 Chemins de câbles**

Les chemins de câbles seront de type perforé, en acier inoxydable.

Les supports des chemins de câbles seront, eux aussi, en acier inoxydable 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 câbles 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.

## 5.5 Conduits de câbles

Tous les conduits devront être en acier inoxydable. 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.

## 5.6 Isolation, Séparation et Protection des câbles

Tous les câbles de puissance et commandes devront être séparés complètement des câbles de télégestion et télémétrie.

Chacun de ces types de câbles doit avoir son propre chemin de câble, isolé et protégé pour éviter les interférences et les parasitages électromagnétiques.

Les installations électriques étant soumises à de nombreuses perturbations électromagnétiques (proximité des câbles de puissance et des câbles de communication) plusieurs règles sont à respecter pour assurer une bonne installation, protégée de ces perturbations : les distances de séparation entre les différents câbles, une bonne continuité électrique des liaisons, et en priorité, de relier par maillage l'ensemble du cheminement métallique à la masse. L'équipotentialité doit être assurée tout au long du cheminement métallique (chemin de câbles, échelle à câbles...). La norme NF 61 537 est très précise à ce sujet. Un conducteur de terre (de 4 à 25 mm<sup>2</sup> de section suivant les câbles supportés) doit être acheminé tout le long de la structure métallique afin de créer l'équipotentialité recherchée et de permettre les descentes de mise à la masse, via des bornes ou griffes spécifiques.

**Mise à la masse régulière :** Le guide UTE C15 900 précise que le conducteur d'équipotentialité doit être relié au support métallique au minimum tous les 15 mètres. Par ailleurs, l'ensemble du support doit y être relié au moins tous les 50 mètres, avec des connexions de mise à la terre aussi courtes que possible.

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 (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, des postes de transformation et des salles électriques ;
- 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 équipotentielles 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 ;
- Quatre 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.

Chacun des câbles de puissance et de télégestion et télémétries doit avoir sa propre mise à la terre suivant les normes.

## **6 INTERRUPTEURS D'ISOLEMENT**

Chaque groupe de pompage 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.

## **7 TELEGESTION : AQUISITION, COMMANDE, REGULATION ET CONTROLE**

Les fonctions acquisition des données (états et mesures de tous les capteurs et équipements hydro-électriques du site), de commande, de régulation et Télégestion de la station seront assurées par un automate programmable industriel (API).

L'automate programmable a pour rôle principal d'assurer les processus suivants :

- Acquisition de toutes les données d'exploitation du site (états, mesures et bilans..)
- Les commandes (locales et distantes) de tous les équipements hydro-électriques
- La régulation,
- La sécurité et la protection de tous les équipements et installations du site
- La liaison avec le poste central de REDAL (rapatriements des données récoltées, envoi de commandes et paramétrage à distance.

L'automate programmable équipé de son alimentation, de toutes ses composantes internes et externes, ainsi que des modules d'entrées, de sorties et de communication et de la liaison avec le Hubgrade (bureau centrale de conduite) seront logés suivant les règles de l'art dans une armoire spéciale (désignée armoire d'automatisme) et adéquate située dans la salle de commande à côté des armoires électriques.

### **7.1 Armoire automatisme**

L'armoire de l'automate programmable doit comprendre les éléments de la liste (non restrictive) suivante :

- L'automate programmable adapté à l'acquisition de toutes les données, la commande, la régulation et la communication avec le BBC
- L'alimentation de l'automate programmable
- L'alimentation 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 1 heure).
- Un bornier des informations avec câblage, étiquettes, repérages du câblage et de l'appareillage et tous accessoires dans les règles de l'art.
- L'éclairage intérieur de l'armoire, commandé par l'ouverture de la porte ;
- Les alimentations et protections amont et aval nécessaires de toutes les composantes électriques (modules, relais, etc....)
- Une barre collectrice de terre de cuivre nu ;
- Les différents relais.
- Une résistance chauffante 100 W, avec thermostat ;
- Une pochette avec plans, schémas et manuels (en français) ;

Sur la porte de l'armoire d'automatisme doivent être installés :

- Des afficheurs digitaux de pression amont et aval des différents étages (ergonomiques et bien lisibles)
- Des afficheurs digitaux de débits des différents étages (ergonomiques et bien lisibles)

## 7.2 Fonctions de l'automate

L'automate programmable sera doté d'un système d'exploitation interne intégrant les pages de déclaration, de configuration, de paramétrage et de développement des programmes nécessaires à la régulation, le contrôle et la commande des équipements et installation du site.

L'automate doit avoir la capacité de supporter les protocoles de communication suivants : SOFBUS, MODBUS, Modbus TCP IP, IEC 870-5-101, GSM Data et le GPRS.

L'automate programmable doit répondre aux exigences de qualité et avoir 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 (à chaud) ;

L'automate devra assurer les fonctions suivantes :

- **Fonction de surveillance :**
  - Acquisition de toutes les données d'exploitation digitales et analogiques ;
  - Détection de tous les types de défauts.
  - Signalisation des états de fonctionnement des installations et équipements
- **Fonction d'automatisme :**
  - Commande automatique des variateurs de vitesse en fonction des consignes de pression et des mesures de pression et/ou de débits afin d'assurer l'analyse fonctionnelle décrite pour cette station ;
  - Commande distante des pompes :
    - Nombre de pompes mises en marche : au gré de l'opérateur. Le démarrage devant s'effectuer d'une manière échelonnée.
  - 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),
  - Gestion de continuité de fonctionnement :
    - reprise automatique en secours sur défaut pompe,
    - contrôle du nombre de démarrages de chaque pompe,
    - contrôle du nombre de pompes à démarrer et des intervalles.
- **Fonction de gestion :**
  - 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, la détermination des débits de nuit (consommation de nuit, fuites...)
    - vitesse de rotation de chacune des pompes
- **Fonction d'archivage :**
  - Bilans horaires :
    - nombre de démarrages par heures (pompes),

- temps de marche (pompes, pompes en parallèles, et autres équipements auxiliaires),
- Bilans journaliers :
  - nombre de démarrages (pompes),
  - temps de marche (pompes, pompes en parallèles, et autres équipements auxiliaires),
- **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 fixe ou portable.**

### 7.3 Fonction de contrôle et de télégestion

Les équipements installés devront permettre une télégestion à partir du Hubgrade Eau existant de REDAL via l'installation par l'entrepreneur d'un automate programmable ayant les références exactes suivantes :

- Un automate Schneider (réf : Modicon M580) ou similaire
  - RACK : BMEXBP1200 (RACK 12 POSITIONS Ethernet +busX pour M580)
  - Alimentation : BMXCPS3020H (Alimentation 24..48 – 31,2W)
  - CPU BMEP581020
- Carte entrées sorties :
  - 2 Carte TOR Entrée : BMXDDI3202K (Module 32 entrées TOR 24Vcc) avec cordon
  - 1 Carte TOR Entrée : BMXDDO1602 (Module 16 Sorties TOR statique 24Vcc) avec cordon
  - 1 Carte ANA Entrée : BMXAMI0810 (Module 8 entrées ANA rapide isolées) avec cordon
  - 1 Carte ANA Sortie : BMXAMO0802 (Module 8 sorties ANA rapide non isolées) avec cordon
  - Serial RS-485/232 ports : BMXNOM0200
- Logiciels : Unity Pro XL
- Câble de programmation BMXXCAUSBH018 pour la liaison entre l'automate programmable et le PC portable
- Switch Ethernet liaison avec les variateurs de vitesse.

### 7.4 Instrumentation de mesure, de régulation et contrôle

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

- Marche manuelle :
  - Nombre de pompes mises en marche : au gré de l'opérateur. Le démarrage devant s'effectuer de manière échelonnée.
- Marche automatique :
  - Des capteurs 4-20mA : pour les débitmètres
  - Des Capteurs 4-20mA : pour les lecteurs de pression (amont et aval)

### 7.5 Chaînes de mesure et contrôle

Les arrêts et démarrages successifs des groupes de pompage ainsi que leur variation de vitesse seront assurés, via l'automate programmable, par le capteur de mesure de débit électromagnétique à un seul canal, et deux capteurs de pression piézométriques

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

## **7.6 Câblages**

### **7.6.1 Câbles de transmission des données**

Câbles de transmission de données en boucle entre les différents automates (API), blindés contre tous types de parasites électriques et magnétiques.

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

Câbles pour signaux analogiques Modbus, Modbus TCP/IP et à impulsions blindés contre tous types de parasites électriques et magnétiques,

## **8 MISE A LA TERRE**

### **8.1.1 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 (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, des postes de transformation et des salles électriques ;
- 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 équipotentielles 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 ;
- Quatre 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  $\leq 1$  Ohm ;
- Tous les accessoires de pose et de raccordement et toutes sujétions.

### **8.1.2 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.

## 9 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 contrôle, 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.
- Un détecteur optique de fumée, de type adressable, dans chacun des locaux techniques et bureaux.
- Un déclencheur manuel dans chacune des zones clouloir....
- Un indicateur d'action, au-dessus des portes, à l'extérieur de chaque local (Locaux techniques et bureaux) ;
- Le câblage de l'ensemble du système en câbles résistants au feu de catégorie CR1, 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 les ventilateurs d'aérations des locaux techniques et la climatisation de la salle de contrôle et des bureaux.

## 10 ECLAIRAGE & PRISES DE COURANT

### 10.1 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.

### 10.2 Eclairage normal

Cet équipement comprendra, pour chaque station, les éléments suivants :

**Eclairage intérieur par luminaires fluorescents** 2x36 W étanche IP 55, ayant les caractéristiques suivantes :

- Boite de dérivation étanche
- Corps en polyester armé en fibre de verre,
- Platine précâblée, en tôle d'acier prélaquée blanc, formant réflecteur et support d'appareillage
- Appareillage avec allumage instantané,
- 1 ou 2 lampes fluorescentes 36 W, couleur standard "blanc industrie", allumage instantané,
- Vasque en polycarbonate injecté
- compensés 1x36 W ou 2 x 36 W, avec réflecteur simple

### **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 anti-corrosion ;
- Diffuseur incolore ;
- Douille E27 en porcelaine ;
- Lampe incandescente, standard claire de 100 W – 230 V.

### 10.3 Eclairage de secours

L'éclairage de secours au niveau de la station sera constitué de Bloc autonome d'éclairage de sécurité de 300 lumens minimum, placé à l'intérieur et au-dessus des portes d'accès. Ce bloc ne doit être mis en état d'allumage qu'après disparition du secteur pendant l'allumage de l'éclairage normal du local.

### 10.4 Prises de courant

Les équipements pour les prises de courants, de chaque station, comprendront les éléments suivants :

- Prise 2 P + T - 16 A – 220 V – 50 HZ, ayant les caractéristiques suivantes :
  - socle en saillie à volet en matière moulée, étanche IP 55, avec embout latéral pour tube T9 à T13,
  - fiche 2P+T, à poignée, à sortie latérale par embout  $\Phi 5$  à 18 mm,

- Prise 3 P + T - 20 A – 380 V – 50 HZ, ayant les caractéristiques suivantes :
  - socle en saillie à volet en polyester, étanche IP 55, avec embout latéral pour tube T9 à T13,
  - fiche 3P+T, à poignée, à sortie latérale par embout  $\Phi 6$  à 22 mm,
- Prise 2 P + T - 16A, pour 24 V, ayant les caractéristiques suivantes:
  - socle en saillie à volet en matière moulée, étanche IP 55, avec embout latéral pour tube T9 à T13, étiquette adhésive indiquant "24 V" et détrompeur.
  - fiche 2P+T, à poignée, à sortie latérale par embout  $\Phi 5$  à 18 mm,

### 10.5 Commande de l'éclairage

L'Eclairage intérieur par interrupteur ayant les caractéristiques suivantes :

- 2P - 10 A - 250 V, Simple ou Double Allumage,
- boîtier, IP 55, en saillie avec embout à gradins

### 10.6 Tubage et câblage

Le câblage sera réalisé en fil H07 VU posé sous tube orange existant.

## 11 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES

### 11.1 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 d'REDAL avant exécution.

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

#### 11.1.1 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 et sur la base des plans et schémas de REDAL, des plans et schémas suivants :
  - les plans du poste de livraison et des postes de transformation MT/BT,
  - le schéma unifilaire général de la distribution électrique, y compris le poste de livraison et les postes de transformation,
  - le plan du réseau de distribution électrique (Force + éclairage) depuis les postes 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 équipotentielles,
  - plans des réservations et de détails d'exécution nécessaires à la mise en œuvre 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.

### **11.1.2 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.

### **11.2 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 de 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'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.

### **11.3 Câblage, filerie et repérage**

#### **11.3.1 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 manoeuvres et leurs conséquences possibles.

#### **11.3.2 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.

#### **11.3.3 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.

#### **11.3.4 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 pas 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 inoxydable. 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.

#### **11.3.5 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.

## 12 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES DES ARMOIRES

### 12.1 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.

### 12.2 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.

### 12.3 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.

## 12.4 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 tenue 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 CEI 60529 – NFC 20-010 ;
- 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 appliqué 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.

## 12.5 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		

## 12.6 Conception générale de l'armoire

### 12.6.1 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.

### 12.6.2 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 CPS-T) seront utilisés pour les pompes et les ventilateurs.

Pour les puissances motrices jusqu'à 5 kW, le mode de démarrage sera direct et, avec

démarrateur 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.

### **12.6.3 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 ;
- Des voyants marche verte ;
- Des voyants défaut rouge ;
- Des voyants « 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.

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

Les modes de fonctionnement décrits ci-dessous sont donnés à titre indicatif (Pour plus de détails, voir le CPS-T 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.

### **12.6.5 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.

## **12.7 Variateur de vitesse**

### **12.7.1 Normes et Règlements**

Le variateur de vitesse doit être en conformité avec les normes nationales et internationales et notamment :

- ANSI/NFPA 70 : Code électrique National
- EN50178 : Equipement électrique utilisé dans les installations de puissance
- CSA C22.2 No. 14-M91 : Equipement de control industriel
- CEI 60068 Part 2-3 : Essai d'environnement. Partie 2: Tests – Test Ca: Chaleur Humide
- CEI 60146.1 : Convertisseurs à semi-conducteur –Spécifications Communes et Convertisseurs Commutés par le Réseau. Part 1-1: Spécifications des techniques de base.
- CEI 60664 : Coordination d'Isolément du Matériel dans les Systèmes Basse Tension.
- CEI 60447 : Principes d'Interface Homme - Machine.
- CEI 60439 Part 1 : Basse Tension pour des Equipements de Levage.
- CEI 60364 : Installation Electrique des Bâtiments
- CEI 60204/NFPA 79 : Sécurité des Machines. Equipement Electrique des Machines.
- CEI 60106 : Guide pour la Spécification des Conditions d'Environnement pour la Fixation des Caractéristiques des Fonctionnement des Matériels.
- CEI 60529 : Degrés de Protection procurés par le Enveloppes.
- CEI 61000 : Compatibilité Electromagnétique (CEM).
- CEI 61800 : Entraînements Electriques de Puissance à Vitesse Variable.
- CEI 60721 : Classification des Conditions d'Environnement.
- CEI 60255-8 : Relais de Surcharge.
- CEI 60801-2,-3,-4,-5 : Tests d'Immunité.
- NEMA ICS Part 4 : Relais de Surcharge.
- NEMA ICS7 : Contrôle Industriel et Systèmes des Variateurs de Vitesse.
- UL 508C : Normes UL pour la Sécurité du Matériel de Puissance de Conversion.

Le fabricant du variateur de vitesse doit être certifié à l'ISO 9001 et la formation technique et l'atelier du fabricant certifiés à l'ISO 14001.

Le variateur de vitesse doit être :

- Listé UL selon UL 508 C – Equipement de conversion puissance. Pour toute vérification, une étiquette UL sera collée sur le côté du contrôleur du variateur.

- Le marquage CE se conformera aux instructions de la Basse Tension Européenne (73/23/CEE et 93/68/CEE) et de la CME (89/336/CEE). Une déclaration de conformité du fabricant doit toujours être disponible pour toute demande de la part d'REDAL.

Le variateur de vitesse doit être étudié, construit et testé avec un moteur AC à induction actuel pendant la charge et le cycle de température dans une pièce environnante à 40°C.

### **12.7.2 Fonctionnement**

Toutes les techniques de contrôle alternatives, autres que la modulation de largeur de pulsion, ne seront pas acceptées.

Le variateur de vitesse doit transformer la puissance réseau AC à l'entrée en une fréquence et une tension variables, comme il est précisé dans les paragraphes suivants. L'entrée de la section puissance utilisera un pont de diodes complet qui contient un redresseur de diodes. Le redresseur de diodes transformera la tension et la fréquence en fixe, la puissance et le courant alternatif en tension continue. Cette section puissance sera insensible à la rotation de phase du réseau AC. La sortie de la section puissance changera la tension courant continu en tension fréquence variable. Cette section utilisera des transistors bipolaires à entrée isolée, comme le nécessite la puissance du courant du moteur.

Le variateur de vitesse doit être dimensionné pour faire fonctionner les moteurs à courant alternatif objet du Marché, dont les caractéristiques concernent :

- La puissance moteur (kW) ;
- La charge complète moteur (A) ;
- Le Moteur tpm qui sera de [3000] [1500] [1000] [750] (en fonction de l'offre) à 50 Hz ;
- La Tension moteur qui sera de [380] à [500] ;
- Le facteur du service moteur qui sera de [1.15] [1.25].

Le variateur de vitesse sera dimensionné pour faire fonctionner une charge de couple variable. La gamme de vitesse sera d'une vitesse minimum de 0.5 Hz à une vitesse maximum de 500 Hz.

### **12.7.3 Environnement**

Le variateur de vitesse devra remplir les conditions des normes d'immunité CEM :

- CEI 1000-4-2 / EN 61000-4-2 niveau 3
- CEI 1000-4-3 / EN 61000-4-3 niveau 3
- CEI 1000-4-4 / EN 61000-4-4 niveau 4
- CEI 1000-4-5 / EN 61000-4-5 niveau 3
- CEI 1800-3 / EN 61800-3, environnement 1 et 2

Le variateur de vitesse doit répondre aux recommandations CEM :

- IES 1800-3 / EN 61800-3, environnement : 1 (réseau public) et 2 (réseau industriel)
- EN55011 classe A (variateurs avec filtres atténuateurs de radio perturbations incorporés)
- EN55022 classe B, avec des filtres additionnels

Le variateur de vitesse intégrera les filtres RFI à la classe A pour une puissance supérieure à 75kW. Un filtre RFI distinct de la classe A n'est pas acceptable pour une puissance supérieure de 75kW.

Le variateur de vitesse contiendra un dispositif d'inductance de réseau en tant que norme pour des tailles de puissance entre 15 et 75kW. Une inductance réseau sera obligatoire pour des tailles de puissance plus grandes que 75 kW.

Le variateur de vitesse devra répondre aux exigences de la norme CEI 664-1 et NEMA ICS

1 et à la spécification de la vibration opérationnelle CEI 68-2-6. Il doit être désigné à fonctionner dans une température ambiante de  $-10^{\circ}\text{C}$  à  $40^{\circ}\text{C}$ . La gamme de température par accumulation sera de  $-25^{\circ}\text{C}$  à  $70^{\circ}\text{C}$ . L'humidité maximum relative sera de 95% à  $40^{\circ}\text{C}$ , sans condensation. Il devra être prévu pour fonctionner à une altitude jusqu'à 1000 m sans désintensifier.

#### **12.7.4 Caractéristiques électriques**

Le variateur de vitesse sera conçu pour fonctionner à partir d'une tension d'entrée de [380 à 460 V AC  $\pm 10\%$ ]. Il fonctionnera à partir d'une gamme de fréquence d'entrée de **47,5 à 63 Hz**.

Le facteur de puissance de déplacement ne doit pas être inférieur de 0.95 de décalage sous toute condition de vitesse ou de charge et n'aura pas une capacité de vitesse et de charge inférieure à 96%.

Le couple variable ou standard évalué à une capacité de sur-courant du variateur de vitesse ne doit pas être inférieur à 110% pour une minute et la sortie transporteur de fréquence du variateur de vitesse doit être programmable à 0.5, 1, 2, 4, 8, 12 ou 16 kHz. De plus, cette sortie sera modulée au hasard autour de la fréquence sélectionnée.

Si la température monte à  $72^{\circ}\text{C}$ , le transporteur de fréquence sera automatiquement réduit pour éviter toute erreur. La vitesse du moteur correspondra à la référence de vitesse.

#### **12.7.5 Protections**

Le variateur de vitesse doit être automatiquement testé pour une application de mémoire valide, avec perte d'entrée de référence analogique, perte de communication, une offre de puissance courant direct, une puissance contrôle et un circuit de pré-charge.

Il doit être élaboré de manière à être utilisé sur les réseaux ayant un ICC de 22KA et sera protégée contre les courts-circuits, entre les phases de sorties et la masse, ainsi qu'entre les 3 phases de sorties (essais UL) et contre les pertes de phase moteur.

Il doit avoir un minimum de perte de puissance de sous-tension alternative de 200 millisecondes (12 cycles). Sinon, il doit chercher la direction de rotation du moteur afin de redémarrer en douceur.

Il doit avoir une fonction programmable, qui permettra à la logique de maintenir le contrôle pour un temps minimum d'une seconde (60 cycles) sans faire défaut.

Dans le cas d'une faute autre qu'une faute de terrain, court-circuit ou faute interne, une fonction démarrage automatique doit être prévu pour des tentatives de redémarrage. Le délai compté avant ces tentatives sera de 30 secondes.

Il doit être prévu une application contrôlée de marche forcée en cas d'urgence.

Le variateur de vitesse doit être programmable pour déceler une erreur dans le cas d'une perte de processus analogique suivi d'un signal de référence,

Le variateur de vitesse doit avoir un appareil protecteur de surcharge Class 20 qui tiendra compte de la vitesse du moteur et répondra à la norme CEI 947. La gamme de réglage minimum sera de 0.25 à 1.36% de la sortie de courant du variateur de vitesse. L'état thermal du moteur sera mémorisé et diminuera suivant l'évaluation du moteur même quand la puissance est OFF.

Le variateur de vitesse sera capable de protéger le moteur lorsque les sondes CTP seront branchées et il doit être protégé contre les trop fortes températures. L'état thermal du variateur sera vérifié à travers la console. De même, il doit être protégé contre les principales pertes de phase et les réserves de sortie fournies par le variateur de vitesse doivent être protégées contre la surcharge et le court-circuit.

La fréquence de sortie sera capable informatiquement de revenir lorsque le moteur est en

surcharge. Il existera une gamme de fréquence d'espacement qui pourra être programmée à une largeur de bande de +2.5 Hz.

#### **12.7.6 Configuration**

Le variateur de vitesse doit être programmé pour actionner tous les dispositifs facultatifs indiqués. Les temps d'accélération et de décélération seront variables de 0.05 à 999 secondes. Au final, 3 formes différentes seront fournies : linéaire, forme S, forme U.

La mémoire retiendra et gardera une position de marche et un modèle de fautes parmi les 8 dernières.

Le logiciel doit avoir la fonction Pas de Charge pour optimiser la consommation du moteur électrique. Cette fonction, une fois sélectionnée, réduira la tension du moteur pour les charges de couples variables. Un ratio Volts/Hz constant sera maintenu pendant l'accélération. la tension de sortie s'ajustera ainsi automatiquement pour répondre aux besoins de couple de la charge.

Le variateur de vitesse fournira une adaptation automatique du temps de décélération pour éviter toute nuisance technique et il fournira un arrêt contrôlé de l'installation quand la puissance sera arrêtée.

#### **12.7.7 Communications**

L'interface d'affichage du pavé numérique offrira la modification des réglages du variateur de vitesse via une touche du pavé numérique. Toutes les valeurs électriques, paramètres de configuration, affectations I/O, accès de la fonction d'application et d'activité, défauts, contrôle local, stockage du réglage, diagnostics seront énoncés en anglais. Il existera une sélection standard de 4 langues supplémentaires intégrée dans le logiciel d'exploitation telle que : Français, Espagnol, Allemand, Italien.

L'affichage sera sur un écran à cristaux liquides. Il consistera, de par les touches de fonctions programmables qui permettent les options de commandes d'exploitation ainsi que de programmation, à être programmé par l'opérateur. Un interrupteur de sélecteur programmable permettra de bloquer le pavé numérique de tout personnel non autorisé. Il doit être possible de monter un affichage utilisant un kit optionnel fournissant une protection IP65.

La puissance du variateur de vitesse, la gamme de tension et la gamme de fréquence d'entrée seront inscrites sur la partie d'identification de l'affichage à cristaux liquides du variateur.

Le variateur de vitesse offrira la possibilité de protéger la configuration avec un mot de passe et il doit être possible à l'utilisateur de stocker 4 séries de paramètres à l'intérieur de l'interface d'affichage du variateur de vitesse.

Une touche « Marche » et une touche « Arrêt » commanderont un démarrage et un arrêt conformes quand le variateur de vitesse sera en mode contrôle de pavé numérique. La touche « Stop » doit être utilisable dans tous les modes de contrôle. Les approvisionnements pour traiter les touches « Marche » et « Arrêt » doivent être utilisables pour les applications qui ne permettent pas le démarrage et l'arrêt venant du pavé numérique.

Le variateur de vitesse aura 2 diodes électroluminescentes montées sur le devant du caisson pour indiquer la position fonctionnelle. Une diode verte vérifiera que l'offre de puissance du variateur de vitesse est correcte. Une diode rouge indiquera un défaut de transmission en alternatif.

#### **12.7.8 Configuration en local**

Le variateur de vitesse doit pouvoir être programmable avec un progiciel optionnel basé sur PC via le port séquentiel localisé sur le variateur, le logiciel fonctionnera sur tout PC

standard compatible à l'ordinateur personnel installé avec un système d'exploitation Windows.

Le logiciel de configuration devrait permettre l'instruction et la modification de tous les paramètres accessibles dans le variateur, il devrait donc être facile de mémoriser et imprimer les fichiers des paramètres.

Le logiciel de configuration facilitera ainsi le contrôle du variateur de vitesse suivant une procédure de vérification.

#### **12.7.9 Contrôles Opérateur**

La tension de contrôle pour les entrées et sorties numériques seront de 24 V DC (peut être une autre selon le CPS-T)

L'alimentation de puissance interne comprendra une ouverture du courant automatique lorsqu'une mauvaise connexion ou une insuffisance se manifesterait. Les sorties logiques du transistor seront à courant limité et ne seront pas endommagées lors de tout incident.

Deux contacts de sortie relais à tension libre 230 V seront fournis. L'un indiquera la position par défaut du variateur de vitesse. L'autre indiquera que le moteur est en marche et pourra être configurable par l'utilisateur.

L'entrée analogique du variateur de vitesse sera comme suit :

- L'entrée de tension inclura, si nécessaire, une bande morte pour la direction du fonctionnement à vitesse lente ;
- L'entrée du courant sera complètement programmable (X-Y mA) et intégrera une perte de suivi de protection.

La sortie analogique sera entièrement programmable (X-Y mA).

Le variateur de vitesse aura un régulateur PI interne et il permettra un changement de référence ainsi qu'une fonction auto/manu quand le régulateur PI sera utilisé.

Le variateur de vitesse attribuera une limitation automatique sur le temps de marche à une vitesse lente programmable. Le variateur de vitesse redémarrera quand la référence de vitesse dépassera la valeur de l'appareil. La limitation du temps de vitesse sera opérationnelle en mode manuel comme en mode automatique.

Le variateur de vitesse doit être capable de piloter et de contrôler une installation entière de booster pour 5 pompes avec une carte option intégrée. Il fournira une fonction de préchauffage entièrement programmable. Le courant et le temps seront configurables.

Le variateur de vitesse aura une liaison série multi-point avec RS485 en couche physique et le protocole Modbus en tant que produit standard.

Comme toute option intégrée, Le variateur de vitesse doit permettre la communication avec d'autres dispositifs sur : Ethernet TCP/IP, Modbus Plus, Device Net, etc.

#### **12.7.10 Analyse des Harmoniques**

Une analyse des harmoniques doit être faite en se basant sur la méthode des approximations pour l'évaluation THD (Total Harmonic Distorsion) en couplage en mode commun PCC (Point of Common Coupling). Cette mesure sera faite au secondaire du transformateur d'alimentation. L'analyse prendra aussi compte des autres éléments connectables du produit.

Dans une installation où le courant harmonique peut détériorer un équipement délicat, le variateur de vitesse fournira un compensateur d'harmoniques adaptable en automatique afin de mettre en place une modification permanente des contenus d'harmonique.

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

### **12.8.1 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.

### **12.8.2 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.

### **12.8.3 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.



Le Directeur des Achats  
Adil HAMDAN