

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES  
FASCICULE D – ELECTRICITE – AUTOMATISMES – SUPERVISION –  
CONTROLE/COMMANDE – INSTRUMENTATION**

**MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX**

---

**Mise en place d'un traitement de potabilisation des eaux du  
captage du Tunnel d'Urbès (traitement de l'arsenic et  
reminéralisation)**

---

**Communauté de Communes de la Vallée de Saint-Amarin**

70, rue Charles de Gaulle

68 550 SAINT-AMARIN

Tél : 03.89.82.60.01

Mail : [eauetassainissement@ccvsa.fr](mailto:eauetassainissement@ccvsa.fr)

**Procédure :**

Procédure adaptée (article L2123-1 du Code de la commande publique)

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Dispositions générales communes</b>	<b>7</b>
1.1	Prestations comprises	7
1.2	Réglementation à observer	9
1.3	Qualité des matériaux et matériels	10
1.3.1	Généralités	10
1.3.2	Conservation des matériaux sur le chantier	11
1.3.3	Aptitude à la maintenance	11
1.3.4	Choix et fabrication des matériels	11
1.3.4.1	Généralités	11
1.3.4.2	Marquage CE	12
1.3.4.3	Uniformisation	12
1.3.4.4	Modularité	12
1.3.4.5	Sécurités – Verrouillages	12
1.3.4.6	Livraison	12
1.3.4.7	Conditions d'environnement - Influences externes	12
<b>2</b>	<b>Prescriptions générales électricité</b>	<b>14</b>
2.1	Généralités	14
2.1.1	Alimentation électrique	14
2.1.2	Régime de neutre, installation de mise à la terre	15
2.1.3	Tenue aux perturbations électromagnétiques CEM	16
2.1.4	Contrôle des perturbations harmoniques et CEM	16
2.1.5	Protection contre les surtensions	16
2.1.6	Compensation de l'énergie réactive – condensateurs	17
2.2	Equipements électriques haute tension – Poste de transformation	17
2.2.1	Généralités	17
2.2.2	Cellules et appareillages électriques haute tension	18
2.2.3	Transformateurs HT/BT	18
2.2.4	Auxiliaires et divers	19
2.2.4.1	Tableau de comptage	19
2.2.4.2	Verrouillages de sécurité réglementaires entre cellule HTA, transformateur et disjoncteur en tête des installations électriques basse tension	20
2.2.4.3	Accessoires	20
2.2.4.4	Pièces de rechange	20
2.2.4.5	Limites de prestations	20

2.3	Alimentation sans interruption .....	21
2.3.1	Caractéristiques électriques.....	21
2.3.2	Signalisations et alarmes en façade A.S.I. (onduleur) .....	21
2.4	Principe des départs moteurs, sécurités et télécommandes .....	22
2.4.1	Conception des départs moteurs .....	22
2.4.1.1	Circuit puissance.....	22
2.4.1.2	Démarrateurs.....	22
2.4.1.3	Variateurs de fréquence.....	24
2.4.1.4	Circuit commande et signalisation .....	25
2.4.1.5	Action des sécurités.....	25
2.4.1.6	Liens avec l'automate programmable concerné .....	25
2.4.2	Arrêts d'urgence.....	25
2.4.3	Gestion des télécommandes.....	26
2.4.4	Gestion des niveaux .....	26
2.5	Tableaux armoires et coffrets électriques .....	26
2.5.1	Spécifications générales .....	26
2.5.2	Textes de référence.....	26
2.5.3	Tableau général basse tension (TGBT) .....	26
2.5.4	Armoire et coffret Auxiliaire Basse Tension .....	28
2.5.5	Armoires et coffrets de procédé .....	29
2.5.5.1	Conception mécanique des armoires procédé de puissance et de contrôle / commande ....	29
2.5.5.2	Conception mécanique des coffrets de procédé.....	30
2.5.6	Conception électrique des armoires et coffrets électriques du site .....	30
2.5.6.1	Généralités .....	30
2.5.6.2	Contenu des armoires .....	31
2.5.6.3	Points de test de mesures analogiques .....	32
2.5.6.4	Repérage des équipements intérieurs à l'armoire ou coffret .....	32
2.5.6.5	Constitution des borniers .....	33
2.5.6.6	Règles de câblage .....	33
2.5.7	Constitution des faces avant d'armoires.....	35
2.5.7.1	Généralités .....	35
2.5.7.2	Les commandes et signalisations du TGBT et des armoires de procédé.....	36
2.6	Moteurs .....	37
2.6.1	Normes et règlements.....	37
2.6.2	Moteurs.....	37
2.6.2.1	Conditions normales de service.....	37
2.6.2.2	Construction .....	38

2.6.2.3	Alimentation électrique.....	39
2.6.2.4	Protections .....	39
2.6.2.5	Dimensionnement .....	39
2.6.3	Acoustique et vibrations .....	40
2.7	Auxiliaires du bâtiment.....	40
2.7.1	Eclairage – Prises de courant.....	40
2.7.1.1	Eclairages.....	40
2.7.1.2	Blocs autonomes d'éclairage de sécurité .....	43
2.7.1.3	Prises de courant .....	43
2.7.2	Chauffage des locaux techniques.....	44
2.7.3	Déshumidification .....	44
2.7.4	Equipements de sécurité Incendie .....	44
2.7.4.1	Textes réglementaires et normatifs de référence.....	44
2.7.4.2	Détection incendie .....	45
2.7.4.3	Protection incendie .....	45
2.7.4.4	Contrôle et essais .....	45
2.7.5	Détection anti-intrusion .....	45
2.8	Groupe électrogène.....	46
2.8.1	Généralités .....	46
2.8.2	Modes de fonctionnement du GE .....	47
2.8.3	Alternateur triphasé.....	47
2.8.3.1	Caractéristiques générales .....	47
2.8.3.2	Caractéristiques électriques.....	48
2.8.4	Moteur d'entraînement .....	48
2.8.4.1	Caractéristiques générales .....	48
2.8.4.2	Caractéristiques mécaniques .....	49
2.8.4.3	Vidange de l'huile moteur .....	49
2.8.4.4	Equipements divers .....	49
2.8.4.5	Régulation de vitesse.....	49
2.8.5	Règles de fabrication.....	50
2.8.5.1	Accouplement .....	50
2.8.5.2	Châssis .....	50
2.8.5.3	Ligne d'arbre.....	50
2.8.5.4	Tubulures.....	50
2.8.5.5	Protection contre la corrosion.....	50
2.8.5.6	Câblage .....	51
2.8.5.7	Accessoires d'installation .....	51

2.8.6	Dispositifs auxiliaires .....	51
2.8.6.1	Démarrage du moteur .....	51
2.8.6.2	Préchauffage du moteur d'entraînement .....	52
2.8.6.3	Appoint d'huile .....	52
2.8.6.4	Thermostats et pressostats .....	52
2.8.6.5	Vibrations .....	52
2.8.6.6	Isolation phonique.....	52
2.8.6.7	Eclairage .....	53
2.8.7	Alimentation en fuel.....	53
2.8.7.1	Citerne .....	53
2.8.7.2	Réservoir journalier (si prévu) .....	53
2.8.8	Tuyauterie d'échappement .....	54
2.8.9	Armoire de contrôle / commande et de puissance du groupe électrogène .....	55
2.8.9.1	Tableau de commande / contrôle et de puissance .....	55
2.8.9.2	Automate.....	57
2.8.9.3	Télésurveillance .....	57
2.8.10	Montage et câblage .....	57
2.8.10.1	Disposition générale .....	57
2.8.10.2	Intensité admissible dans les conducteurs .....	58
2.8.10.3	Repérage.....	58
2.8.10.4	Régime du neutre .....	58
2.8.10.5	Consignes de sécurité .....	59
2.8.11	Alimentation en air et/ou ventilation du local.....	59
2.8.12	Détection et protection incendie du local .....	59
<b>3</b>	<b>Prescriptions générales automatismes et supervision .....</b>	<b>60</b>
3.1	6 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES TELEPHONE .....	77
<b>4</b>	<b>Spécifications techniques générales des câbles et cheminements .....</b>	<b>78</b>
4.1	Spécifications générales des câbles à utiliser .....	78
4.1.1	Choix des câbles .....	78
4.1.1.1	Calcul des sections de câbles.....	78
4.1.1.2	Les câbles haute tension .....	78
4.1.1.3	Les câbles basse tension.....	79
4.1.1.4	Méthodes de repérage des câbles d'une installation.....	79
4.2	Spécifications des passages de câbles .....	81
4.2.1	Chemins de câbles .....	81
4.2.2	Tubes et fourreaux dans les ouvrages.....	81
4.2.3	Traversées de parois - Passages étanches.....	81

4.2.4	Travaux de canalisations électriques souterraines .....	82
4.2.4.1	Liaisons entre bâtiments .....	82
4.2.4.2	Conditions générales d'établissement .....	82
4.2.4.3	Tracé des canalisations.....	82
4.2.4.4	Pose des canalisations.....	82
4.2.4.5	Dimension des tranchées et fouilles.....	83
4.2.4.6	Exécution des terrassements - Démolitions .....	83
4.2.4.7	Remblaiement - Réfection des revêtements.....	83
4.2.4.8	Dispositions à prendre vis à vis des autres usagers des sous-sols.....	84
4.2.4.9	Protection et signalisation des câbles ou fourreaux.....	84
4.2.4.10	Pose des fourreaux souterrains.....	84
4.2.4.11	Chambres de tirage .....	85

# 1 Dispositions générales communes

## 1.1 Prestations comprises

Les prestations relatives aux travaux des parties électricité / automatismes / supervision / télétransmission du présent marché comprennent toutes les études, les fournitures et les mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation des installations électriques, d'automatismes, de supervision et de télétransmission demandées dans la description des travaux et dans le présent document.

Ceci couvre notamment pour l'ensemble des installations :

la fourniture et le suivi du plan d'assurance qualité présenté par le titulaire,  
les installations de chantier y compris les raccordements fluides et énergie ainsi que le repliement des installations en fin de chantier,  
les études d'exécution des installations à réaliser qui comprennent entre autres :

- les relevés sur place et états des lieux des installations existantes et la prise de connaissance des schémas et plans disponibles et relevés sur site complémentaires pour définir les travaux.
- toutes les spécifications des matériels, des matériaux et des équipements à prévoir pour les installations objet du marché.
- la réalisation des schémas nécessaires à la réalisation des travaux objet du marché indiquant entre autres :
  - le tracé unifilaire des circuits de distribution,
  - le tracé multifilaire des circuits,
  - les plans de borniers comprenant : nom du bornier, n° des bornes, repères des fils, repères des câbles, nature et type de câbles, tenants et aboutissants,
  - les caractéristiques des appareils de protection (calibre, PdC, etc.),
  - les plans d'équipements intérieurs, les faces avant d'armoires et coffrets,
  - la nomenclature détaillée des constituants de l'armoire ou du coffret.
- la réalisation des plans d'exécution détaillés nécessaires à la réalisation des travaux objet du marché indiquant entre autres :
  - l'implantation du matériel et de l'appareillage,
  - le parcours des canalisations avec caractéristiques et sections,
  - les détails de mise en œuvre cotés suivant la réalisation.
- les carnets de câbles puissance et contrôles pour chaque armoire, chaque tableau et chaque coffret comprenant longueurs, sections, repérage, etc.,
- tous les documents et notes de calculs de dimensionnement des ouvrages, installations et équipements objet du marché dont :
  - les notes de calculs justificatives des bilans de puissance par source d'alimentation,
  - les notes de calculs des câbles et des protections.
  - les justificatifs des sélectivités des protections,
  - les notes de calculs pour les harmoniques,
  - les justificatifs du type de protection électrique pour les équipements électriques d'alimentation des pompes Type 1, Type 2,

- les justifications des paramétrages des variateurs des protections intégrées et filtre,
  - le calcul justificatif des batteries de condensateurs,
  - les notes de calculs justificatives des éclairagements,
  - - les calculs justificatifs des ventilations des locaux électriques et armoires ou coffrets électriques,
- les documents d'automatismes : liste E/S automates, tables d'échanges avec la supervision, analyse fonctionnelle, vues de supervision, vues de l'IHM, liste des variables, ...
  - l'étude des systèmes d'anti-intrusion et de détection et protection incendie,

les études de phasage pour la période de travaux, y compris les dispositions prévues (alimentations électriques et installations provisoires) pour assurer la continuité de service des installations existantes, si celle-ci est à assurer.

toutes les dispositions envisagées pour les procédures, les fiches d'essais et/ou les fiches de réceptions en usine des matériels, en plate-forme et sur site,

l'établissement et la mise à jour hebdomadaire du programme d'exécution des études, des travaux, des essais, des mises en service et des réceptions, la tenue à jour de l'avancement par rapport au planning initial,

le respect de l'ensemble des dispositions du plan général de coordination pour la sécurité et la protection de la santé (PGCSPS), si celui-ci est nécessaire,

la fabrication ou la fourniture de tous les matériaux et équipements, leur emballage, leur transport, leur déchargement, leur stockage et leur amenée à pieds d'œuvre,

l'installation des équipements et la réalisation des installations électriques, d'automatisme, de supervision, des communications et des mesures, y inclus la main d'œuvre, l'outillage et le matériel nécessaire pendant toute la durée des travaux jusqu'à la réception définitive des installations,

la protection des installations existantes dans l'enceinte des travaux et la remise en état des installations détériorées éventuellement suite aux travaux,

la dépose des installations qui ne sont plus utilisées,

le chargement, le transport et l'évacuation de tous les déchets de chantier et éléments déposés,

la remise en état de la zone d'intervention en fin de travaux,

les essais en usine et sur site,

les réglages des appareillages et installations, les essais globaux sur site de l'installation,

la mise en service industrielle et la maintenance pendant le délai de garantie,

la conduite du chantier et l'établissement de rapports d'avancement hebdomadaire avec photos numériques dont fichier informatique,

le suivi par un chargé d'affaires y compris la participation aux réunions de chantier,

les dossiers de récolement (DOE), d'exploitation et de maintenance des installations ainsi que la fourniture des éléments et documents nécessaires au dossier d'interventions ultérieures sur les ouvrages (DIUO),

les recettes et réceptions,

la formation du personnel du maître d'ouvrage et de l'exploitant sur les installations électriques, d'automatisme, de supervision, de communication et de mesure,

enfin, d'une manière générale, tous les travaux, fournitures et prestations nécessaires à la parfaite et complète exécution des installations électriques, d'automatisme, de supervision, de communication et d'instrumentation objet du marché, conformément à la réglementation en vigueur et aux pièces du marché.

Les dispositifs spéciaux de manutention, les échafaudages, et d'une façon générale toutes les installations particulières à l'exécution des travaux, sont à la charge du titulaire du marché. Ces installations particulières doivent assurer la sécurité du personnel de l'entrepreneur ou des autres corps d'état intervenant sur le chantier.

## 1.2 Réglementation à observer

D'une manière générale, les calculs, les études, les réalisations des travaux et les équipements électriques de cette installation devront être conformes aux prescriptions des directives, lois, décrets, normes et règlements, et notamment :

- la directive 1994/9/CE du 23 mars 1994 du parlement Européen et du Conseil, dite directive « ATEX » et ses textes de transposition en droit français
- la directive 2004/108/CE relative au rapprochement des législations des États membres concernant la compatibilité électromagnétique et ses textes de transposition en droit français
- la directive 2006/42/CE dite « directive machine » et ses textes de transposition en droit français
- la directive 2006/95/CE dite directive « basse tension » et ses textes de transposition en droit français
- le Code du travail
- le Code de la construction
- le cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux (CCTG), notamment le fascicule n°75 du CCTG : conception et exécution des installations de traitement des eaux destinées à la consommation humaine
- les DTU en vigueur,
- la norme NFC 13.100 : postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique de deuxième catégorie
- norme NFC 13.200 : installations électriques à haute tension : règles
- norme NFC 14.100 : branchement de 1ère catégorie
- norme NFC 15.100 : installations électriques à basse tension : règles
- norme NFC 15.105 et 15 106 : section des conducteurs
- norme NFC 15.401 : installation de groupes électrogènes
- norme NFC 15.402 : alimentation sans interruption (ASI)
- norme NFC 17.100 et 17 102 : protection contre la foudre
- norme C 63 410 : ensembles préfabriqués basse tension
- norme C 68 101 : pose des canalisations
- norme EN 50 014, et suivantes : matériels électriques pour atmosphères explosibles
- norme NFC 12.200 et C12.201 : protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public
- la norme NFC 03.103 : symboles graphiques pour schémas électriques
- la norme NFC 12.100-101 : protection des travailleurs contre les dangers électriques
- la norme NFC 18.510 relative aux instructions générales de sécurité d'origine électrique
- la norme NFC 20.010 : degrés de protection procurée par les enveloppes
- la norme NFC 20.030 : protection contre les chocs électriques. Règles de sécurité
- la norme NFC 20.040 : lignes de fuites et distances d'isolement dans l'air
- la norme NFC 20.070 : couleur des boutons poussoirs et des lampes de signalisation
- la norme NFC 33.100 : conducteurs isolés ou protégés pour réseau d'énergie
- la norme NFC 68.101 : pose de canalisations
- la norme NFC 68.171 : canalisations enterrées

la norme NFC 04.200 : repérage des conducteurs,  
la norme EN 292-1 & 2 : sécurité des machines : notions fondamentales  
la norme EN 418 : équipement d'arrêt d'urgence  
les normes NF S61-932 et 61-937 et le RP N°278 pour le désenfumage  
les normes européennes EN 55022 sur la comptabilité électromagnétique.  
les règlements locaux du distributeur d'énergie, le cas échéant.  
la RT 2012 pour les bâtiments concernés.  
les règles de l'art de la profession.  
la liste des essais cités dans le document technique COPREC n° 2,  
les guides techniques et spécifications série HN établis par EDF,  
les guides techniques et spécifications France Télécom,  
les recommandations de l'Association Française de l'Eclairage (AFE),  
les marques et préconisations par type de matériel,  
les prescriptions de l'Union Technique de l'Electricité (UTE.)

De plus, le titulaire pourra se référer utilement aux prescriptions des organismes institutionnels tels que la CRAM et l'INRS, notamment :

ED 960 "Conception des usines d'eau potable",  
ED950 édition janvier 2006 "Conception des lieux de travail",  
etc..

Le titulaire, du fait même qu'il soumissionne, est réputé parfaitement connaître tous les textes normatifs, et réglementaires se rapportant directement ou indirectement à l'objet du marché. Il ne pourra élever aucune protestation ni réclamer d'indemnité ou de rémunération complémentaire dans le cas où il lui serait demandé de mettre ses installations ou parties d'installations en conformité avec les textes en vigueur (susmentionnés ou non).

## 1.3 Qualité des matériaux et matériels

### 1.3.1 Généralités

Dans son mémoire technique, le candidat indiquera les marques et types des matériels proposés. Il fournira les notices techniques, rédigées en français, de ces matériels.

Les matériaux et fournitures seront de première qualité. Ils seront soumis avant leur emploi à l'examen du maître d'ouvrage. Ceux qui seront jugés comme ne présentant pas les qualités requises ou comme n'étant pas convenablement façonnés devront être immédiatement déposés, enlevés, remplacés ou refaits sans que le titulaire puisse prétendre à la moindre indemnité.

Les fournitures et leur mise en œuvre doivent être conformes aux normes françaises en vigueur à la date de signature du marché.

Les matériaux, métaux, appareils qui ne rempliraient pas rigoureusement les conditions stipulées dans les présentes Spécifications Techniques Générales, seront refusés. Ils seront enlevés par le titulaire à ses frais.

En cas d'inexécution, et pour la bonne marche du chantier, les matériaux refusés pourront être enlevés par le maître d'ouvrage et stockés dans un dépôt de son choix, aux frais et aux risques du titulaire.

Les outils d'aide au diagnostic, de paramétrage, de maintenance (terminaux de programmation/configuration, sources logicielles, ateliers logiciels) seront fournis.

### 1.3.2 Conservation des matériaux sur le chantier

Le titulaire prendra toutes précautions pour la conservation de ses matériaux avant la mise en place et sera tenu de fournir, à ses frais, tous les moyens de protection qui lui sembleront nécessaires (magasins, hangars, etc.).

### 1.3.3 Aptitude à la maintenance

Le matériel sera conçu pour permettre un entretien aisé et efficace.

Chaque composant répondra aux exigences suivantes :

- accessibilité commode,
- modularité et interchangeabilité des éléments,
- possibilité de consignation,
- possibilité de manutention,
- utilisation d'outillage normalisé et approprié,
- facilités de réglage.

En particulier, les divers organes seront accessibles pour l'entretien courant. Des panneaux démontables seront installés partout où nécessaire pour faciliter l'accès aux éléments à entretenir et à dépanner, ainsi que pour leur démontage.

Toutes les pièces soumises à usure et en particulier celles approvisionnées comme pièces de rechange seront interchangeables.

Le titulaire indiquera et prévoira dans sa fourniture l'outillage spécial nécessaire. En particulier, pour tous les systèmes électroniques de conversion ou de mesure, le titulaire aura dans l'obligation de fournir le matériel permettant de configurer ou de changer les réglages de l'appareil (fourniture d'une "pocket", d'un logiciel sur cd-rom avec toute la connectique appropriée).

Le titulaire indiquera les différents niveaux d'intervention des opérations de maintenance appliquées au système proposé.

Pour le système informatique, le titulaire portera une attention particulière à la mise en place d'outils d'aide au diagnostic en vue de faciliter les opérations de maintenance aussi bien sur le plan matériel que logiciel.

### 1.3.4 Choix et fabrication des matériels

#### 1.3.4.1 Généralités

Tous les matériels conçus, fabriqués et installés respecteront les prescriptions techniques spécifiques à chacun d'eux, les normes en vigueur ainsi que les prescriptions générales de fabrication ci-après.

Lorsque le choix du matériel n'est pas imposé, les marques et les références des appareils proposés seront soumises au visa du maître d'œuvre avant tout approvisionnement.

Le choix du matériel tiendra compte des conditions de discrétion acoustique, de vibrations prescrites et d'environnement régnant à l'intérieur des locaux.

#### 1.3.4.2 Marquage CE

Tous les appareils électriques devront à ce titre avoir reçu le marquage CE apposé sur le produit.

#### 1.3.4.3 Uniformisation

Afin d'uniformiser les matériels et de réduire le nombre de pièces de rechange, le titulaire veillera à ce que les matériels de mêmes caractéristiques proviennent d'un même fournisseur.

#### 1.3.4.4 Modularité

Tous les équipements d'usure ou susceptibles de panne seront constitués de parties amovibles permettant leur remplacement facile et économique sans nécessiter, si possible, le remplacement complet de ces organes.

#### 1.3.4.5 Sécurités – Verrouillages

Les installations seront conçues et réalisées de façon à assurer la plus grande sécurité possible afin d'effectuer sans danger les visites et l'entretien des matériels.

Tous les verrouillages nécessaires seront prévus pour la consignation des équipements ou en vue d'éviter toute fausse manœuvre des équipements.

#### 1.3.4.6 Livraison

L'emballage, le transport et la manutention des équipements et de l'outillage de montage depuis les usines du constructeur ou du fournisseur jusqu'au lieu de montage ou de mise en place sont compris dans les prix forfaitaires de chaque équipement.

Le titulaire du marché doit informer le maître d'ouvrage de la date d'arrivée sur le site des fournitures.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de différer l'expédition des fournitures. L'exercice de ce droit ne peut, en aucun cas, être invoqué pour modifier les clauses financières du marché.

#### 1.3.4.7 Conditions d'environnement - Influences externes

##### **Indices de protection**

L'indice de protection des enveloppes et la tension limite UL seront conformes à la norme NFC 15-103 « Choix des matériels électriques (y compris canalisations) en fonction des influences externes ».

##### **Corrosion**

Tous les matériaux entrant dans la composition du matériel électrique et pouvant être en contact avec l'atmosphère ambiante doivent être choisis de telle manière que la corrosion due aux différents liquide gaz ou humidité, ..., rencontrés ne risque pas d'altérer le bon fonctionnement de celui-ci et sa tenue dans le temps.

Cette recommandation s'applique non seulement au matériel électrique proprement dit, mais également aux enveloppes, aux cheminements de câbles, aux supportages et à tous les moyens de fixation (chevilles, visserie, etc.).

Si une protection par réalisation d'un état de surface protecteur n'est pas réalisable, une protection mécanique devra être fournie (ex : plastron pour les commandes des équipements, les centrales de mesures, les terminaux de dialogue opérateur, etc.).

Pour les armoires soumises aux ambiances corrosives, l'entreprise devra prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter la corrosion des appareillages électriques.

## 2 Prescriptions générales électricité

### 2.1 Généralités

#### 2.1.1 Alimentation électrique

L'entreprise devra proposer, après concertation avec le distributeur d'énergie électrique :

- le type de branchement,
- le point de raccordement et tracé de branchement,
- l'emplacement du poste de livraison et sa constitution notamment les cellules et matériels d'arrivée et de branchement y compris les protections,
- les modalités d'exécution des travaux de branchement et les limites de fournitures et de prestations entre l'entreprise et le distributeur d'énergie électrique.

Dans sa proposition, le candidat devra préciser les points concernant le branchement évoqué ci-dessus.

L'énergie permettant l'alimentation normale des équipements de l'ouvrage sera disponible au niveau du poste de livraison par l'arrivée des câbles haute tension du distributeur d'énergie électrique. Les cheminements de câbles du distributeur d'énergie électrique seront mis en place aux frais de l'entreprise depuis la limite de propriété.

Il sera prévu en outre une alimentation électrique sans interruption en 230 Vca, 24 Vcc et si besoin en 48 Vcc et 48 Vca, afin que les installations puissent se mettre en position de repli et continuer à informer l'exploitant sur l'état des installations en cas de disparition de l'alimentation électrique.

L'alimentation des équipements à secourir en permanence se fera à partir d'Alimentation Statique Sans Interruption (onduleur) en 230 Vca monophasé ou en 24 VCC issu du 230 Vca ondulé, via une alimentation stabilisée. De même, les tensions 48 Vac ou 48 Vcc éventuelles seront issues du 230 Vac ondulé.

Le poste de livraison, les appareillages et protection des tableaux et équipements HTA devront posséder leurs propres sources autonomes exigées par la réglementation et le distributeur d'énergie.

Les sources de secours doivent être opérationnelles dans les délais compatibles avec les impératifs de sécurité et doivent pouvoir être essayées périodiquement en charge.

Sont électriquement secourus à partir des ASI, de manière non exhaustive :

- toute la signalisation (voyants, indicateurs ...),
- les automates programmables et leurs entrées/sorties TOR et ANA, ainsi que tous les appareillages nécessaires à la circulation des informations pour les ETOR et ANA (relayage, convertisseur, ...).
- les postes de supervision,
- les terminaux de dialogue opérateur,
- les modems,
- les équipements de télétransmission,
- tous les convertisseurs de mesures et capteurs,
- tous les appareils de sécurité (système de sécurité incendie, détection intrusion, contrôle d'accès, etc.).

Ces systèmes devront avoir leur propre alimentation autonome de secours et pourront de ce fait être alimentés à partir du réseau normal.

On considèrera pour les calculs de dimensionnement que tous les équipements secourus seront alimentés en même temps (coefficient de simultanéité =1). La puissance calculée sera à majorer de 15 %.

Tous les calculs de dimensionnement des sources d'alimentation seront fournis au maître d'ouvrage avant le choix du matériel.

## 2.1.2 Régime de neutre, installation de mise à la terre

Le régime de neutre retenu est le **régime de neutre IT** pour l'ensemble des **installations de production**.

Le régime de neutre retenu est le **régime de neutre TT** pour l'ensemble des **locaux administratifs, le chauffage et les prises de courant**.

Les prescriptions de la norme NF C15-100 devront être scrupuleusement respectées, notamment en ce qui concerne la valeur ohmique de l'impédance de la prise de terre.

Le titulaire devra prévoir les études de définition pour la création des installations de mise à la terre des ouvrages. La prise de terre sera réalisée en câble cuivre nu 25 mm<sup>2</sup> minimum fournie et installée en fond de fouille par ceinturage des ouvrages.

Une liaison équipotentielle enterrée par câble cuivre de 25 mm<sup>2</sup> minimum sera réalisée entre les prises de terre de chaque ouvrage.

Une barrette de mesure (type couteau) sera implantée dans le local de livraison EDF. Elle servira notamment à mesurer la mesure ohmique de la prise de terre.

Des mesures de terre seront réalisées et fournies au maître d'ouvrage.

A partir de la prise de terre du poste, sera installé un collecteur de terre pour la terre des masses et la terre du neutre, avec plaque signalétique, où seront raccordés :

- les masses et structures métalliques ;
- le collecteur de terre du TGBT et de la distribution correspondante ;

Un réseau équipotentiel, relié aux conducteurs de liaisons équipotentiels principales, sera créé.

L'ensemble des masses des équipements électriques, des armoires électriques y compris les chemins de câbles métalliques, les canalisations métalliques d'eau, de gaz, de chauffage, les gaines métalliques de ventilation, ainsi que tous les éléments conducteurs de la construction (poutre, caillebotis, garde-corps...) et de manière générale toutes les parties métalliques du bâtiment, devront être reliés à la terre des masses du bâtiment par les conducteurs de protection ou les conducteurs équipotentiels.

### Nota :

- a) La terre des liaisons automates E/S TOR (logique) et analogique des blindages des câbles seront raccordés à un collecteur spécifique au niveau de l'armoire automate et d'instrumentation. Ce collecteur de terre aura une liaison spécifique directement raccordée sur le collecteur de terre des masses dans le local technique.

- b) Afin d'éviter « l'effet d'antenne » les blindages des câbles seront raccordés aux deux extrémités au niveau du collecteur de l'armoire automate et du capteur.

### 2.1.3 Tenue aux perturbations électromagnétiques CEM

Toutes les dispositions seront prises pour prévenir tout risque de dysfonctionnement provenant de perturbations électromagnétiques, par une étude, une installation électrique et une mise en œuvre conforme aux normes et règles de l'art en matière notamment de câblages, blindages, liaisons de terre.

Le matériel installé répondra aux normes de compatibilité électromagnétique (marquage CE).

### 2.1.4 Contrôle des perturbations harmoniques et CEM

Le titulaire devra, dans le cas d'installation de variateur de fréquence :

- prévoir un contrôle des taux d'harmoniques et émission électromagnétique générés par les installations, par un organisme agréé, après les travaux, par enregistreur placé pendant une période de fonctionnement de plusieurs jours,
- prendre en compte les problèmes de compatibilité électromagnétique, pour les calculs, il sera pris un taux d'harmonique compris entre 15 et 30 % (THDI) sur les réseaux HQ,
- vérifier que les harmoniques et les émissions électromagnétiques ne sont pas supérieurs aux réglementations.

Dans le cas où, au niveau des transformateurs HTA/BT, ces valeurs ne seraient pas respectées, l'entreprise aura à sa charge toutes les modifications de l'installation pour rajouter les dispositifs antiharmoniques complémentaires (filtre actif ou filtre passif) pour diminuer les émissions des harmoniques aux valeurs initiales (avant travaux), y compris tous les moyens à mettre en œuvre pour les campagnes de mesures.

### 2.1.5 Protection contre les surtensions

Les installations électriques pour la protection contre les surtensions devront être réalisées et mises en œuvre pour respecter la norme NF C 15-100.

L'attention est attirée sur les risques liés à la foudre pour les matériels. Toutes les précautions seront prises au niveau des alimentations et des liaisons vers les capteurs pour prévenir les détériorations pouvant en résulter.

Les protections seront étagées de l'alimentation de puissance aux circuits de mesures.

Des parafoudres triphasés seront installés systématiquement dans les armoires en tête de leurs alimentations.

Des parafoudres seront installés systématiquement sur l'alimentation des automates programmables et de l'instrumentation.

Des parafoudres seront installés systématiquement sur les entrées et sorties analogiques des automates et lignes de communication cheminant à l'extérieur des bâtiments.

Les installations mettant en œuvre des appareillages électroniques ou électriques doivent pouvoir supporter, sans détérioration des appareillages, une surtension au moins égale à 4 kV (onde de choc normalisée), en mode commun ou différentiel, apparaissant sur le réseau d'alimentation basse tension ou sur les supports de télétransmission.

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

La capacité d'écoulement à la terre de telles protections ne doit pas être inférieure à 15 kA.

### **2.1.6 Compensation de l'énergie réactive – condensateurs**

Les consommations excessives d'énergie réactive doivent être compensées de façon à annuler les pénalités prévues par la tarification du distributeur d'énergie électrique.

La consommation d'énergie réactive de l'installation ne doit, dans aucune configuration d'exploitation, dépasser le seuil de franchise fixé par le distributeur d'énergie, au-delà duquel l'énergie réactive est facturée.

Une batterie de condensateur variable à régulation automatique et composée de plusieurs gradins sera implantée au minimum au niveau du TGBT.

D'autres batteries pourront être mises en place dans les armoires lorsque la puissance réactive qu'elle demande est importante, afin de diminuer l'intensité véhiculée dans les installations à son amont.

Les batteries de condensateur seront prévues pour les niveaux pollués Gh/Sn supérieur à 15 %.

Les batteries, leurs mises en service et leurs fonctionnements seront adaptés et étudiés pour un fonctionnement avec groupe électrogène.

Dans le cas où l'installation comporterait des variateurs de forte puissance, la batterie sera équipée de filtres antiharmoniques.

Les condensateurs utilisés en basse tension sont à isolants secs, autocatrisants, munis de dispositifs de décharge.

Les condensateurs seront également prévus à isolement renforcé en cas de présence d'harmoniques.

## **2.2 Equipements électriques haute tension – Poste de transformation**

Si les procédés mis en œuvre dans l'usine de production d'eau potable le nécessitent, il sera mis en place (et à la charge de l'Entreprise) un nouveau poste de transformation HT/BT adapté aux besoins.

Si la capacité du transformateur existant est suffisante, il sera conservé.

### **2.2.1 Généralités**

Conformément à la norme NFC 13-100, avant toute commande de matériel haute tension et toute réalisation du poste et des installations, le titulaire doit obtenir l'approbation du distributeur d'énergie sur le projet de réalisation et d'équipement du poste de livraison dont l'établissement lui incombe.

Le distributeur d'énergie doit disposer en permanence d'un accès au poste de livraison haute tension.

Si le local est construit dans une enceinte fermée, le titulaire doit fournir et installer sur la voie publique un coffret, fermé par une serrure agréée par le distributeur d'énergie, contenant les clés permettant l'ouverture des dispositifs de protection disposés entre la voie publique et le poste de livraison.

Les installations haute tension doivent être réalisées conformément aux spécifications des normes en vigueur à la date de signature du marché :

NF C 13-100 : Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV).

NF C 13-200 : Installations électriques à haute tension – Règles.

## 2.2.2 Cellules et appareillages électriques haute tension

Les cellules et appareillages haute tension doivent être réalisés conformément aux spécifications des normes UTE (C 10.100, 20.010, 64.400, 64.130, 64.160) et être agréés par le distributeur d'énergie.

L'appareillage électrique haute tension est installé en cellules de type préfabriqué. Ces cellules seront assemblées en fonction des besoins et du type d'arrivée (antenne, boucle, double dérivation) et en fonction du nombre de transformateur et du comptage.

Les cellules doivent être munies, par construction, de dispositifs de verrouillage imposés par les normes ou par les conditions particulières d'exploitation.

Les cellules "protection transformateur" par fusibles HPC doivent être équipées d'un interrupteur tripolaire à accrochage. L'ouverture de l'interrupteur doit être commandée mécaniquement par la fusion d'un fusible de la cellule et, électriquement au minimum par le dispositif de détection d'émission de gaz installé sur la cuve du transformateur associé.

Les cellules de protection transformateur par disjoncteur devront être munies d'une protection numérique communicantes.

Les cellules seront munies chacune de résistance anti-condensation lorsqu'elles sont disposées dans un local non chauffé indépendant des transformateurs ou lorsqu'un risque de condensation dans les cellules est présent.

Ces cellules auront les caractéristiques générales suivantes :

tension nominale : 24 KV  
tension de service : 20 KV  
tenue à fréquence industrielle 50 Hz 1 mn : 50 KV eff  
tenue au choc de foudre 1,2/50 : 125 KV crête  
pouvoir de fermeture : 31,5 kA crête  
tenue au courant de courte durée : 12,5 kA eff 1 Sec

Ces cellules seront réceptionnées en usine.

## 2.2.3 Transformateurs HT/BT

Les transformateurs doivent être construits et essayés conformément aux spécifications des normes françaises NF C 52.100, et à la spécification EDF HN 52 S 20.

Ils auront les caractéristiques principales suivantes :

transformateur triphasé immergé neutre sortie, hermétique à remplissage total, conforme aux normes NFC 52115 et 52726 :  
diélectrique : huile  
simple tension primaire : selon la tension fournie par le distributeur d'énergie  
prise de réglage :  $\pm$  2,5 %  
tension secondaire : 230/410 V à vide  
couplage : Dyn 11 à valider avec le concessionnaire du réseau  
UCC : selon la puissance

Chaque transformateur aura les équipements minimum suivants :

3 traversées HTA 24 KV embrochables parties fixes,  
4 traversées BT passe-barres,  
4 galets de roulement plat orientables,  
peinture standard pour protection de surface, RAL à définir avec le maître d'ouvrage,  
anneaux de levage,  
orifice de remplissage,  
bouchon de vidange,  
emplacements de mise à la terre,  
commutateur de réglage HTA hors tension,  
verrouillage des 3 bornes embrochables HTA 24 KV – avec serrure,  
capot stratifié BT pour traversées plombables avec plaques de fermeture amovibles non percées (sans presse étoupe),  
relais de protection,  
un moyen de rétention de l'huile pour respecter la réglementation sur l'environnement devra être prévu (cuve de rétention).

Les transformateurs sont toujours prévus avec bornes embrochables HTA, galets de roulement et sonde thermostatique à contact agissant sur la bobine de déclenchement du disjoncteur général basse tension.

La puissance nominale d'un transformateur doit être supérieure de 15 %, au moins, à la puissance apparente maximale absorbée par l'installation qu'il doit alimenter, compte tenu, le cas échéant, des renforcements ultérieurs prévus.

## 2.2.4 Auxiliaires et divers

### 2.2.4.1 Tableau de comptage

Le tableau de comptage de type électronique à télérelevage sera fourni en location par le distributeur d'énergie électrique. La ligne téléphonique nécessaire pour assurer le télérelevage sera amenée dans le poste à la charge de l'entreprise.

L'entreprise devra assurer :

le montage du tableau de comptage, ainsi que du câblage des mesures tension et courant du comptage,  
les câbles et chemins de câbles des mesures tension et courant seront conformes aux normes et aux spécifications du distributeur d'énergie électrique,

les contacts avec le distributeur d'énergie électrique pour définition des éléments de comptage, de télécommande éventuelle (PASA, Télécommande Interrupteur HTA,...) et des protections nécessaires (Bardin, ...) dont celles nécessaires dues à l'alimentation des installations par groupe électrogène, les coûts de raccordement au réseau du concessionnaire, d'une façon générale, tous les travaux préparatoires à l'intervention du distributeur d'énergie électrique.

#### 2.2.4.2 Verrouillages de sécurité réglementaires entre cellule HTA, transformateur et disjoncteur en tête des installations électriques basse tension

L'entreprise devra prévoir la fourniture et pose de l'ensemble des serrures et de clés nécessaires aux verrouillages de sécurité réglementaires entre cellule HTA, transformateur et disjoncteur général basse tension.

Ces verrouillages devront être intégrés dans l'étude de définition des serrures et clés.

Une affiche plastifiée du schéma des verrouillages devra être installée dans le poste de livraison.

#### 2.2.4.3 Accessoires

Dans chaque local abritant des équipements électriques haute tension, les équipements suivants, prévus pour la tension nominale du réseau, devront être installés :

- un tabouret isolant ou tapis isolant 24 KV,
- une paire de gants isolants disposée dans une boîte fixée au mur, avec réserve de talc,
- un dispositif de vérification d'absence de tension, type perche néon, avec vérificateur à magnéto,
- une perche à corps,
- un râtelier à perches,
- un extincteur à CO<sub>2</sub>,
- un appareil d'éclairage portatif avec batterie d'accumulateurs incorporée,
- les identifications et marquages réglementaires (affiches et inscriptions).

Tous ces accessoires sont fixés au mur sur des supports appropriés. L'appareil d'éclairage portatif doit être raccordé à une prise de courant.

#### 2.2.4.4 Pièces de rechange

Equipement HTA :

- 1 lot de fusibles HTA HPC avec percuteur, par transformateur (sauf si la protection primaire du transformateur est assurée par un disjoncteur),
- 1 râtelier mural pour fusibles.

#### 2.2.4.5 Limites de prestations

Les limites de prestations sont les suivantes.

Sont à la charge du titulaire :

- l'établissement des notes de calcul permettant de définir la puissance nécessaire au fonctionnement de l'usine de production d'eau potable,

la réparation du dossier de demande de tarif vert, avec accompagnement du maître d'ouvrage,  
la fourniture, la pose et le câblage de tous les équipements à l'aval du disjoncteur général basse tension, y compris pour la télécommunication du télérelevage,  
l'ensemble des coûts de raccordement (hors abonnement), y compris tranchée, fourniture et pose du câble d'alimentation électrique en amont du comptage, et fourniture et pose d'un fourreau de télécommunication

## 2.3 Alimentation sans interruption

### 2.3.1 Caractéristiques électriques

Les onduleurs seront d'un modèle de série des constructeurs, de caractéristiques minimales suivantes :

de type « ON LINE » permettant l'isolation galvanique entre l'amont et l'aval de l'ASI,  
tension d'entrée : triphasé 410 V 50 Hz ou monophasé 230 V 50Hz pour les puissances inférieures à 5 kVA.  
tension de sortie : triphasé 410 V 50 Hz, monophasé 230 V 50 HZ  $\pm$  0,2 % indépendamment des conditions d'alimentation,  
conditions d'utilisation : régime permanent, température de 0 à 40 °C (sur 8 heures) à puissance nominale et FP = 0,8,  
signal délivré : sinusoïde pure quelles que soient les conditions de charge,  
alarmes et informations minimales à reporter : " défauts regroupés onduleur " (issus de l'appareil) "fin d'autonomie batterie", "fonctionnement sur onduleur",  
courant nominal et puissance apparente : à dimensionner en fonction de la totalité des équipements à secourir (coefficient de simultanéité =1). La puissance calculée sera à majorer de 15%,  
l'autonomie est définie au courant nominal. On tiendra compte d'un coefficient de simultanéité de 1, c'est à dire que l'on considèrera que tous les équipements secourus seront en service simultanément,  
caractéristiques techniques des batteries :

- elles seront du type au plomb sans entretien à recombinaison de gaz supérieur à 95 %. Dans la mesure du possible, on choisira des batteries à électrolyte gélifié,
- durée de vie : 5 ans,
- garantie : 12 mois minimum,
- les batteries seront séparées des platines électroniques. Elles seront placées dans un bac de rétention en fond d'armoire.

chaque onduleur sera prévu avec intégration d'un by-pass statique et d'un by-pass de maintenance.

Les protections de la distribution ondulé et 24 Vcc, seront assurées par dispositifs sans consommable type disjoncteur.

### 2.3.2 Signalisations et alarmes en façade A.S.I. (onduleur)

Les signalisations et alarmes en façade de l'ASI minimales suivantes seront prévues :

voltmètres « tensions de sortie simples et composées » et son commutateur de sélection,  
ampèremètre « courant d'utilisation » pour les phases et le neutre et son commutateur de sélection.  
voyant de défaut « tension mini-batteries »,  
voyant de défaut « défaut de charge »,

voyant « charge batterie correcte »  
voyant de défaut « défaut interne onduleur ».

Si l'onduleur n'est pas fourni avec le voltmètre et l'ampèremètre ceux-ci seront disposés en façade de la cellule de l'armoire.

## 2.4 Principe des départs moteurs, sécurités et télécommandes

### 2.4.1 Conception des départs moteurs

#### 2.4.1.1 Circuit puissance

Sauf prescriptions différentes dans la description des travaux, chaque ensemble de démarrage moteur seront de coordination de type II et comprend l'équipement de base suivant :

- 1 disjoncteur courbe moteur assurant, l'isolement, la protection contre les courts-circuits et la protection contre les surcharges,
- 1 contacteur de commande.

Les contacteurs de puissance installés seront en catégorie AC3.

Tous les contacteurs seront équipés d'un bloc antiparasite (RC).

Dans le cas de contacteur de fort calibre, ces derniers seront commandés en 230 Vca via un relais d'interface.

Pour certains équipements, des démarreurs électroniques ou des variateurs sont exigés.

#### 2.4.1.2 Démarreurs

Tous les moteurs sont prévus à démarrage direct sauf pour :

- ceux nécessitant des variations de vitesse avec variateur de fréquence,
- les moteurs de puissance supérieure ou égale à 10 kW,
- ceux dont la puissance moteur est telle que la chute de tension en régime transitoire (démarrage) dépasse 10 %. Ils seront prévus avec démarreur électronique.

Le démarrage étoile / triangle est proscrit sauf dérogation du maître d'ouvrage.

Les démarreurs électroniques seront installés avec dérivation en fin de démarrage et seront équipés de protections internes minimales suivantes :

- contre les surcharges par mémoire thermique pour le moteur et le démarreur,
- contre l'absence l'inversion du sens de rotation des phases,
- coupure phase moteur,
- seuil de sous charge temporisable (marche à vide).

Ces protections devront être actives même lorsque le démarreur est dérivé.

Ils seront dimensionnés pour la cadence maximale de démarrage prévue pour les moteurs et pour un fonctionnement normal.

Les principales caractéristiques minimales des démarreurs seront :

réglage de courant nominal  $I_n$  : de 0,5 à 1,3 fois le calibre du démarreur  
réglage de courant maximal  $I_d$  : de 1,5 à 7  $I_n$  moteur  
mode de démarrage : par contrôle de couple avec limitation du courant de démarrage,  
température de fonctionnement : de  $-10\text{ °C}$  à  $+40\text{ °C}$ ,

(+ 60 en appliquant un déclassement du  $I$  nominal démarreur),

Si le démarreur est installé dans une armoire ou un coffret spécifique, les organes de coupures et les protections complémentaires nécessaires seront également prévus.

Les démarreurs électroniques seront conformes aux normes françaises.

Le démarreur devra posséder de base un écran de dialogue et des touches de programmation. Les informations suivantes devront être accessibles sur l'écran de dialogue:

courant moteur  
couple moteur  
état thermique moteur  
cosinus  
puissance  
état en cours (accélération, décélération, ...)  
durée de fonctionnement du démarreur  
le dernier défaut survenu

Les informations suivantes sont accessibles sur la sortie analogique :

courant moteur  
couple moteur  
état thermique moteur  
cosinus  
puissance active

Caractéristiques électriques principales :

le principe de fonctionnement des démarreurs ne devra pas simplement résider sur une limitation du courant moteur pendant les phases transitoires ou sur une rampe de tension mais sur un contrôle du couple moteur.

le démarreur fournit une rampe de couple pendant la phase d'accélération. De ce fait, il pourra contrôler le couple pendant toute la période de démarrage et si besoin, fournir un couple moteur constant pendant toute la phase d'accélération.

pour les applications de pompage, la décélération se fait sur une rampe de couple.

la catégorie d'emploi des démarreurs sera AC 53a selon la norme produit EN/IEC 60947-4-2

le démarreur devra s'adapter automatiquement à la fréquence du réseau avec une tolérance de  $\pm 5\%$ . Par configuration, il est capable de fonctionner à une fréquence réseau pouvant varier de  $\pm 20\%$ .

d'entrées/sorties TOR et de sorties analogiques configurables.

deux sorties TOR minimum qui seront dédiées aux informations de fin de démarrage et de défaut.

un terminal opérateur avec afficheur pour les paramétrages et visualisation de l'état et des principales mesures ( $I$ ,  $C_n$ , ...) à placer en façade de l'armoire. La saisie d'un code d'accès devra être prévue pour la modification des paramétrages du démarreur

le démarreur sera muni d'une protection amont par disjoncteur. Le disjoncteur sera muni d'une bobine de déclenchement, certaines sécurités agiront directement sur le déclenchement de ce disjoncteur (AU, ...).

Les démarreurs devront être dimensionnés pour l'intensité nominale du moteur et équipés chacun :

- une sauvegarde informatique des paramétrages des démarreurs devra être prévue pour permettre de réinjecter facilement les paramétrages en cas de problèmes,
- l'alimentation des circuits de commandes et du terminal opérateur du démarreur devra être réalisée en aval du disjoncteur de protection du démarreur. Un disjoncteur de calibre approprié sera mis en place pour protéger les circuits de commandes et le terminal opérateur,
- l'ordre de démarrage et l'arrêt progressif du moteur seront transmis au démarreur.

Toutes les informations nécessaires au contrôle/commande du démarreur devront être remontées sur l'automate.

#### 2.4.1.3 Variateurs de fréquence

Pour les équipements qui seront équipés de variateurs de fréquence, les variateurs devront être dimensionnés pour l'intensité nominale du moteur majoré de 15 %, adaptés au type d'utilisation et être équipés :

- des filtres antiharmoniques et CEM amont du variateur. L'entreprise devra fournir les notes de calculs justificatives.
- des filtres en sortie de variateur pour le  $dU/dT$  et le lissage de la tension du réseau du moteur alimenté.
- d'entrées et sorties logiques et d'entrées et sorties analogiques configurables.
- d'un terminal opérateur déporté en façade d'armoire avec afficheur pour les paramétrages et visualisation de l'état et des principales mesures (I, U, P, f, ...).
- d'un port de communication RS485 sous protocole ouvert (MODBUS,...) pour le report d'informations et la configuration à distance du variateur.
- d'une possibilité de pilotage par potentiomètre (consigne de vitesse).
- d'une entrée analogique du variateur pour la consigne (4-20 mA).
- de deux sorties TOR qui seront dédiées aux informations de marche et de défaut.
- d'un pilotage manuel local.

Ces variateurs seront équipés des protections internes minimale suivantes :

- contre les surcharges par mémoire thermique du variateur et du moteur,
- contre les surcharges moteur,
- contre la coupure de phase ligne et moteur,
- contre l'inversion du sens de rotation des phases,
- contre la marche à vide de la pompe,
- contre la perte du 4-20mA de la valeur de consigne.

Ils seront dimensionnés pour la cadence maximale de démarrage prévue pour les équipements.

Dans la mesure du possible le moteur et le variateur devront être du même constructeur. Dans tous les cas, le constructeur du moteur ou du groupe électropompe devra fournir une attestation que son groupe est adapté et conçu pour fonctionner avec le variateur de fréquence qui sera retenu.

Les variateurs de fréquence seront conformes aux normes relatives aux perturbations radio-fréquence.

En amont du variateur il sera prévu un organe de protection et de sectionnement conforme aux recommandations du constructeur.

Le taux de distorsion harmonique et d'émission électromagnétique ne doit pas être supérieur aux réglementations

#### 2.4.1.4 Circuit commande et signalisation

Chaque départ comprend :

sur l'armoire de distribution :

- 1 commutateur de sélection 3 positions Auto-Arrêt-Manu,
- 1 voyant de signalisation Marche, raccordé à un contact auxiliaire du contacteur,
- 1 voyant de signalisation Défaut, regroupant l'ensemble des défauts.
- les boutons poussoirs Marche et Arrêt

à noter que l'action sur le bouton poussoir arrêt est prioritaire quelle que soit la position du commutateur localement, pour certains équipements, des commandes manuelles et des visualisations locales nécessaires à l'exploitation ou à la maintenance.

#### 2.4.1.5 Action des sécurités

Quel que soit le mode de fonctionnement (Auto ou Marche manuelle), les sécurités électriques (ipsothermes, sondes PTC, limiteurs d'effort, niveaux très bas de sécurité, ...) et arrêts d'urgence agissent directement, en hard, sur le circuit de commande des départs.

Tous les défauts seront traités en sécurité positive.

Les défauts non verrouillés et fugitifs (type ipsotherme, détecteur d'humidité, niveau bas de sécurité) seront auto-maintenus, avec verrouillage du défaut et interdiction de remise en service avant d'avoir acquitté (BP acquit) et de ce fait, sur coupure de l'alimentation de l'armoire, ces derniers seront initialisés automatiquement au retour de l'alimentation.

Les défauts des moteurs seront centralisés sur un relais spécifique par moteur pouvant regrouper en fonction du départ moteur le contact de précoupure + DPMM + thermique + ipsotherme + relais à mini de puissance + les protections spécifiques de chaque moteur + arrêt d'urgence éventuel.

#### 2.4.1.6 Liens avec l'automate programmable concerné

en entrée : position "auto" et "manu" du commutateur, état de marche (second contact auxiliaire du contacteur), informations et défauts électriques et process.

en sortie : ordre de marche.

## 2.4.2 Arrêts d'urgence

A côté de chaque machine dangereuse ou de groupe d'équipements dangereux, il sera installé un ou plusieurs boîtiers d'arrêts d'urgence à accrochage et déverrouillage.

Ces arrêts d'urgence seront contrôlés par des relais de sécurité dédiés pour respecter la réglementation sur les machines dangereuses.

Les armoires ou coffrets déportés liés aux procédés comporteront un dispositif de coupure d'urgence (arrêt d'urgence ou interrupteur de coupure générale de l'armoire ou du coffret avec commande extérieure).

### 2.4.3 Gestion des télécommandes

La mise sous tension des télécommandes sera temporisée sur retour secteur ou au déverrouillage du BPAU, avec réarmement automatique des relais de défaut. Durant cette temporisation un gyrophare extérieur et une alarme sonore intérieure seront activée pour répondre à la directive 60 240-1 concernant la sécurité machine.

### 2.4.4 Gestion des niveaux

Tous les niveaux seront traités en sécurité positive (info à 0 hors d'eau pour les niveaux très bas de sécurité ; info à 1 hors d'eau pour les niveaux hauts de sécurité ou d'alarme).

Niveau très Bas de Sécurité (niveau non atteint en fonctionnement normal) : verrouillage du défaut et interdiction de remise en service avant d'avoir acquitté (BP acquit).

## 2.5 Tableaux armoires et coffrets électriques

### 2.5.1 Spécifications générales

Tous les schémas électriques (électricité, mesures, automatismes, implantations de matériel, façades d'armoires et de coffrets, etc...) ainsi que tous les choix d'équipements seront soumis à l'approbation du maître d'ouvrage avant réalisation ou commande. Tout choix de matériel, toute procédure et en règle générale tout document tel que décrit précédemment devra faire l'objet d'un accord écrit de la part du maître d'ouvrage.

Tous les calculs de dimensionnement de l'installation (bilans de puissances, choix des protections, charges de boucles, ventilation ou climatisation des armoires des coffrets et des locaux électriques etc...) seront également fournis avant réalisation.

Dans le cas contraire, le maître d'ouvrage se réserve le droit de faire déposer et remplacer tout ou une partie du matériel sans quelque contrepartie que ce soit pour le titulaire.

### 2.5.2 Textes de référence

L'ensemble des normes AFNOR de la série NFC est applicable aux tableaux électriques

### 2.5.3 Tableau général basse tension (TGBT)

Sauf spécifications particulières dans la description des travaux, le tableau TGBT sera installé dans un local électrique et sera de type industriel (châssis, goulottes, ...), portes avant pleines (N° clef suivant choix du maître d'ouvrage) et panneaux arrières démontables si accès par la face arrière nécessaire. **Il sera réalisé en forme II b (selon norme CEI 60439-1).**

Les cellules devront avoir un degré IP et IK adapté au lieu d'implantation.

Les appareils de mesure, voyants et commutateurs seront accessibles sans avoir à ouvrir les portes.

Les jeux de barres seront dimensionnés en fonction de l'intensité totale que peuvent délivrer les transformateurs alimentant le jeu de barres (les transformateurs de secours peuvent ne pas être pris en compte), et l'ICC des appareils tiendra compte du nombre de transformateurs pouvant être mis en parallèle. Il devra être tenu compte pour leur dimensionnement de l'IP du TGBT.

La température dans le TGBT devra être au maximum de 45° C.

Les degrés de mobilité des unités fonctionnelles basse tension seront du type de connexions électriques FFF selon la norme CEI 60439-1, sauf indication contraire dans la description ci-après ou la description des travaux.

Le ou les disjoncteurs d'arrivée seront du type DEBROCHABLE SUR CHARIOT (W.W.W) avec bobines de déclenchement, contacts OF + SD et caches bornes amont/aval.

Les disjoncteurs divisionnaires seront du type FIXES avec contact OF+SD et caches bornes amont/aval.

Les circuits auxiliaires seront protégés par DISJONCTEUR type modulaire (les fusibles étant proscrits).

**Il sera prévu un espace suffisant pour installer 30 % des départs en sus.**

Le raccordement des appareils sera direct pour une section supérieure à 25 mm<sup>2</sup> et par bornier pour une section inférieure.

Il sera prévu un espace suffisant pour la remontée et le raccordement des câbles, les plages de raccordement nécessaires seront installées.

Il sera créé un bornier spécifique pour le report des informations suivantes :

- Impulsions de comptage du compteur du distributeur d'énergie.
- EDF heures pleines - Heures de pointe,
- Transformateur alarme 1er seuil de température (1 par transfo) - (Contact OF),,
- Transformateur défaut 2ème seuil de température (1 par transfo) - (Contact OF),
- Transformateur défaut dégagement gazeux (1 par transfo) - (Contact OF),
- Transformateur défaut pression (1 par transfo) - (Contact OF),
- Position et défaut des disjoncteurs d'arrivée- (Contact OF et SD),
- Position des disjoncteurs divisionnaires - (Contact OF),
- Défaut d'isolement si régime de neutre des installations basse tension est de l'IT - (Contact OF),
- Présence tension (Par source) - (Contact OF).

Le matériel de contrôle et signalisation sera la suivant :

- 1 voyant présence tension,
- 1 voyant en service par disjoncteur d'arrivée,
- 1 voyant défaut d'isolement si le régime de neutre des installations basse tension est de l'IT,
- 1 voyant alarme 1er seuil de température par transformateur,
- 1 voyant défauts regroupés par transformateur (2ème seuil de température; défaut dégagement gazeux, défaut pression),
- 1 centrale de mesure électronique communicante en RS485 (I + U + P + Q + cos $\phi$  + kW/h + harmoniques + f),
- 1 BPAU général,
- 1 contrôleur permanent d'isolement si les régime de neutre des installations basse tension est de l'IT.

Le principe de repérage du matériel des TGBT est similaire à celui de l'ensemble des armoires électriques.

## 2.5.4 Armoire et coffret Auxiliaire Basse Tension

Sauf spécifications particulières dans la description des travaux, les armoires et coffrets auxiliaires seront installés dans un local électrique et seront de type MODULAIRE avec platines, plastrons, portes avant pleines (N° clef suivant choix du maître d'ouvrage ou de l'exploitant) et panneaux arrières démontables si accès par la face arrière nécessaire. **Il sera réalisé en forme II b (selon norme CEI 60439-1).**

Les cellules devront avoir un degré IP et IK adaptés au lieu d'implantation.

Les appareils de mesure, voyants et commutateurs seront accessibles sans avoir à ouvrir les portes.

Les jeux de barres seront dimensionnés en fonction de l'intensité totale et de l'ICC.

Les degrés de mobilité des unités fonctionnelles basse tension seront du type de connexions électriques FFF selon la norme CEI 60439-1, sauf indication contraire dans la description ci-après ou dans la description des travaux.

L'interrupteur (ou disjoncteur d'arrivée si un transformateur d'isolement BT/BT est mis en place pour les auxiliaires du bâtiment) sera avec contacts OF + SD et caches bornes amont/aval.

Les disjoncteurs des circuits de distribution terminaux seront du type MODULAIRE avec contact SD.

Les circuits auxiliaires seront protégés par disjoncteur type MODULAIRE (les fusibles étant proscrits).

Les circuits, en fonction de l'implantation de l'armoire ou coffret auxiliaire, seront les suivants :

le ou les départs, par disjoncteur différentiel 300 mA, des éclairages par zones

le ou les départs chauffages par zones

le ou les départs PC 24 V pour les locaux techniques

le ou les départs, par disjoncteur différentiel 30 mA, des PC 400 V tri pour les locaux techniques

le ou les départs, par disjoncteur différentiel 30 mA, des PC 230 V pour les locaux administratifs

le ou les départs, par disjoncteur différentiel 30 mA, des PC 230 V pour les locaux techniques

le ou les départs, par disjoncteur différentiel 300 mA, des éclairages extérieurs

le bloc de télécommande des éclairages de sécurité

le ou les départs pour les équipements hors lot électricité (liste à réclamer au mandataire en cas de groupement) soit par exemple :

- les portes sectionnelles
- les appareils ascenseurs
- les VMC
- le pont de pesage
- hotte, laboratoire, etc.

**Il sera prévu un espace suffisant pour installer 30 % de départs en sus.**

Le raccordement des appareils sera direct pour une section supérieure à 25 mm<sup>2</sup> et par bornier pour une section inférieure.

Il sera prévu un espace suffisant pour la remontée et le raccordement des câbles, les plages de raccordement nécessaires seront installées.

Le matériel de contrôle et signalisation minimal sera le suivant :

- 1 ampèremètre général + commutateur
- 1 voltmètre général + commutateur
- 1 BPAU général
- 1 voyant présence tension.

Ils comporteront les coupures d'urgence demandées par la réglementation et les normes en fonction de leur lieu d'implantation.

Le principe de repérage du matériel de ces armoires et coffrets auxiliaires est similaire à celui de l'ensemble des armoires électriques.

### **Reports d'information pour GTC**

Le disjoncteur de tête éventuel des armoires et coffrets, les protections générales et les départs de distribution principaux (disjoncteur, disjoncteur différentiel ou interrupteur différentiel) seront munis de contacts inverseurs de signalisation-défaut (SD).

Ces contacts seront raccordés en série pour regroupement de l'information de déclenchement sur bornes, en vue d'une remontée pour une GTC (défauts et vue électrique sur la supervision).

Les départs concernés seront à définir lors des études avec la Maîtrise d'ouvrage et l'exploitant.

De plus, l'interrupteur ou disjoncteur en tête d'armoire sera muni d'un contact inverseur d'ouverture, ramené sur bornier.

## **2.5.5 Armoires et coffrets de procédé.**

### **2.5.5.1 Conception mécanique des armoires procédé de puissance et de contrôle / commande**

Sauf spécifications particulières dans la description des travaux, les armoires et coffrets de procédé seront réalisés **en forme II b selon norme CEI 60-439-1.**

Les armoires seront du type posées au sol sur socle béton ou autre de 10 cm. L'entrée et la sortie des câbles se feront par le bas.

Les dimensions minimales des cellules seront de : 1,80 m en hauteur, 0,60 m en largeur et 0,40 m en profondeur, sauf lorsque l'implantation de l'armoire est réalisée dans des locaux existants ne permettant pas ces dimensions minimales.

Les armoires placées en local technique, en ambiance non corrosive, seront constituées d'un châssis métallique en profilés d'acier assurant une bonne rigidité mécanique, habillé avec des tôles d'acier d'épaisseur minimum 20/10<sup>ème</sup>.

L'indice de protection sera IP55 minimum mais pourra être d'un indice supérieur adapté aux conditions du local d'implantation des armoires et l'indice de choc sera IK10.

Les portes seront munies de raidisseurs si leur rigidité se trouve diminuée du fait des perçages. La fermeture des portes sera assurée par poignée et crémone avec une serrure de sûreté à clé de type et de numéro à définir avec le maître d'ouvrage ou l'exploitant. Leur débattement devra être supérieur à 120° et arrêté par un dispositif de type " équerre " ou autres. Le sens d'ouverture des portes devra permettre une évacuation aisée en cas d'incendie.

Il sera prévu sur les portes des joints en néoprène permettant de respecter le degré d'étanchéité.

Une pochette rigide sera prévue sur une des portes afin de recevoir les plans électriques et les notices techniques des équipements intérieurs. La cellule automate sera quant à elle équipée d'une tablette amovible et d'un oculus permettant de visualiser l'ensemble des LED des Entrées/Sorties automate.

Dans le cas d'armoires avec accès arrière, la conception des portes arrière sera identique à celle des portes avant.

Les armoires seront peintes intérieurement et extérieurement d'une couche de peinture antirouille, d'une couche d'apprêt et d'une couche de finition glycérophtalique, cuite au four, dont la teinte (n° RAL) sera soumise à l'approbation du maître d'ouvrage.

Dans le cas où les armoires sont placées en ambiance corrosive toute disposition devra être prise pour éviter sa corrosion et celle des appareillages qu'elles abritent.

### 2.5.5.2 Conception mécanique des coffrets de procédé

Les coffrets répondront aux spécifications principales suivantes :

- matériau isolant (polycarbonate).

- indice de protection IP 55 au minimum ou plus en fonction du lieu d'implantation et indice de choc IK10,

- serrure : à clef de type et de numéro à définir avec le maître d'ouvrage.

- les entrées de câbles se feront par le bas et par presse-étoupe (un par câble) adapté à la section du câble, de résistance mécanique suffisante et IP équivalent au coffret.

## 2.5.6 Conception électrique des armoires et coffrets électriques du site

### 2.5.6.1 Généralités

Sur les armoires, coffrets ou tableaux électriques d'un même site, on veillera à homogénéiser les voyants, boutons poussoirs, indicateurs, indicateurs bargraphes, ..., ainsi que tous les équipements intérieurs à l'armoire.

La disposition de l'équipement intérieur sera telle que soit maintenue une bonne accessibilité au matériel pour la maintenance.

En particulier, il sera procédé dans la mesure du possible, au regroupement de l'appareillage d'une même fonction.

L'équipement des façades des armoires sera agencé en harmonie avec l'équipement intérieur. Le schéma des façades sera soumis à l'accord du maître d'ouvrage avant percement.

La fixation du matériel se fera sur profilés normalisés adaptés à l'appareillage.

Sauf spécifications particulières, il sera prévu dans chaque armoire ou coffret, un espace disponible majoré d'au minimum 30 % par rapport à l'espace occupé par le matériel implanté et ce, compte tenu des réserves d'appareils déjà demandées.

#### 2.5.6.2 Contenu des armoires

L'équipement intérieur des armoires, prévu avec 30 % de réserve, sera découpé géographiquement si possible en trois parties distinctes :

- puissance + auxiliaire + formation des différentes tensions.
- départs moteurs + relayage correspondant.
- automate avec bornier interface rapide + terminal de dialogue opérateur + instrumentation.

L'équipement intérieur comprendra notamment :

l'arrivée de puissance par interrupteur sectionnable. La manœuvre se fera de l'extérieur par une poignée cadénassable latérale, en tenant compte de l'emplacement des autres armoires permettant de le condamner en position ouverte (contact de commande à prévoir pour le report). La poignée ne doit pas gêner l'ouverture de l'armoire sous tension.

**Nota** : Pour les coffrets et armoires accessibles au public, appliquer la réglementation correspondante sur les coupures d'urgence et accessibilité des commandes au public.

l'arrivée de l'alimentation ondulée par interrupteur sectionneur.

les jeux de barres cuivre qui seront dimensionnés e pour supporter sans dommage le courant de court-circuit susceptible d'être provoqué sur le jeu de barres.

le collecteur général de terre en barre de cuivre ainsi que son raccordement par une tresse aux portes de l'armoire.

un parafoudre tripolaire.

un relais d'absence d'une ou des phases, ordre et asymétrie des phases (pour les équipements triphasés).  
Le contact de défaut sera temporisé,

une centrale de mesure communicante pour les valeurs U, I, f, P, Q, Cos  $\varphi$ , harmoniques et comportant une sorties pulses des kW/h et une sortie 4/20mA.,

les alimentations stabilisées et les transformateurs pour la formation des différentes tensions. Les transformateurs seront conformes aux prescriptions de la norme NF C 52742. Ce seront donc exclusivement des transformateurs de sécurité ou de séparation des circuits.

les départs disjoncteurs moteurs cadénassables pour consignations.

les démarreurs et variateurs de fréquences éventuels et leurs filtres et protections (si absence d'armoire spécifique pour ces équipements).

tous les disjoncteurs nécessaires au bon fonctionnement de l'installation. Les appareils comporteront au minimum 2 pôles coupés et protégés (les dispositifs à fusibles sont proscrits).

au minimum, deux disjoncteurs pour la commande 48 Vca ou 24 Vcc et deux disjoncteurs pour la signalisation et les E/S en 24Vcc ;

les automates programmables industriels ainsi que leurs borniers déportés.

les relais auxiliaires d'automatismes nécessaires au bon fonctionnement de l'installation. Tous ces relais seront débouchables. Ils posséderont un indicateur mécanique de position et possibilité de forçage mécanique. Ils seront dimensionnés pour un courant nominal des contacts de 5 A.

un disjoncteur d'alimentation par instrument de mesure.

les convertisseurs de mesures

les platines de test des boucles de courant analogiques

les borniers répartis par tensions mises en jeu et fonctionnalités.

les goulottes de filerie. Un espace minimum de 4 cm sera réservé entre les goulottes et les bornes de raccordement des appareils et des borniers.

Les appareils de protection, y compris à courant différentiel résiduel, réaliseront une sélectivité totale de l'installation.

Chaque armoire et coffret électrique seront équipés au minimum des auxiliaires suivants :

un dispositif d'éclairage à l'intérieur de chaque cellule d'armoire, commandé par l'ouverture de la porte (FdC mécanique).

une prise de courant mono 230 V 10/16A+T à brochage standard en façade ou sur le côté de l'armoire.

une prise de courant tri 400 V 20A+T à brochage standard en façade ou sur le côté de l'armoire.

une ou des résistance(s) de chauffage thermostatée(s) pour éviter la condensation (suivant note de calcul à fournir).

une ou des ventilation(s) mécanique(s) forcée(s) pilotée(s) par thermostat ou une climatisation des armoires suivant note de calcul à fournir.

L'alimentation par différentiel haute sensibilité de ces auxiliaires sera prise en amont de l'interrupteur général, et signalée par une étiquette au-dessus de chaque groupe de matériel de protection concerné « AUXILIAIRES ARMOIRE NON COUPES PAR LE GENERAL » (fond rouge)

#### 2.5.6.3 Points de test de mesures analogiques

Des points de test des mesures analogiques seront installés dans les armoires électriques. Ils permettront de simuler une mesure une fois raccordée à un générateur 4-20 mA. Les platines de tests font partie du marché. La fourniture du générateur 4-20 mA ne fait pas partie du marché.

#### 2.5.6.4 Repérage des équipements intérieurs à l'armoire ou coffret

L'ensemble des équipements intérieurs des armoires sera repéré à l'aide :

d'une étiquette portant le numéro de repère schémas de l'appareil,

d'une étiquette portant le libellé " en clair " de l'installation alimentés ou de l'équipement contrôlé et de sa fonction exacte (pour les disjoncteurs et interrupteurs ou sectionneurs, démarreurs, variateurs, ...),

Les relais débrosables auront un double repérage : relais + repère sur la goulotte ou sur l'embase.

Toutes les étiquettes seront réalisées en dilophane gravé. Elles seront collées et rivetées, les goulottes ou les plastrons servant de support.

Cependant, pour les repères schémas, si l'équipement est muni de portes-étiquettes et étiquettes prévus par les constructeurs, ceux-ci pourront être utilisés pour la mise en place de ce repérage.

L'inscription sur l'étiquette doit être non manuscrite et indélébile.

Tous les couvercles de goulottes et plastrons seront également repérés de façon à pouvoir retrouver leurs emplacements.

Les équipements sur porte seront également repérés. L'étiquette pour le repère du schéma électrique sera placée sur l'intérieur de la porte et pourra être seulement collée.

#### 2.5.6.5 Constitution des borniers

Aucune borne ne sera disposée à une distance inférieure à 20 cm du haut, du bas ou des côtés des armoires, tableaux, coffrets ou châssis.

Deux borniers peuvent être disposés parallèlement entre eux à la condition qu'ils soient distants de 10 cm l'un de l'autre (distance prise d'axe en axe). De plus, ils ne devront pas se trouver dans un même plan, parallèle aux faces du tableau, coffret ou châssis, ceci pour parfaire l'accessibilité du bornier le plus éloigné de la face avant.

Les mises à la terre des armoires et les mises à la terre des neutres le seront directement sur les collecteurs généraux de terre de l'armoire ou du coffret.

Les borniers seront construits selon les tensions mises en jeu, c'est à dire qu'il n'y aura pas de tensions différentes sur un même bornier. Le nombre des borniers sera néanmoins réduit au minimum, les noms de chacun d'eux étant compréhensibles.

Toutes les bornes comporteront un repérage. Chaque bornier sera lui-même repéré selon sa fonction (puissance, télécommande, mesure et instrumentation, information extérieure et GTC (bornes sectionnables si polarisées) (la butée d'arrêt sans vis pouvant servir de support d'étiquette). Si le bornier est réparti en sous-fonctions, chacune d'elles sera également repérée.

Les câbles arriveront directement sur les borniers par le bas de l'armoire et seront accrochés au moyen de colliers sur des profilés percés prévus à cet usage. Leur conducteur de protection sera raccordé directement sur le collecteur général de terre de l'armoire.

Les câbles de puissance avec conducteurs d'une section supérieure à 10 mm<sup>2</sup> seront raccordés directement sur l'appareillage de protection.

Les borniers seront dimensionnés pour le raccordement de tous les conducteurs des câbles, y compris les conducteurs non utilisés et avec 10% de bornes en réserve.

#### 2.5.6.6 Règles de câblage

D'une façon générale, il ne devra pas y avoir plus de deux raccordements par point de connexion d'une borne.

En ce qui concerne les liaisons équipotentielles à réaliser, en particulier pour tous les communs des bobines de relais on installera un répartiteur au niveau de chaque cellule d'armoire. De plus, depuis ce répartiteur, le câblage devra permettre la déconnexion d'un fil sans interrompre le fonctionnement : exemple bouclage en circuit fermé à partir du répartiteur. Plusieurs boucles devront être réalisées depuis le répartiteur pour faciliter la maintenance.

La filerie sera réalisée en fil souple isolé 500 V mini avec raccordement par cosse sertie.

La filerie cheminera sous goulotte PVC à lamelles. Ces goulottes devront être dimensionnées pour ne pas dépasser un coefficient de remplissage de 80 %.

Il sera prévu un espace suffisant entre les appareils et la goulotte (environ 4 cm) afin de permettre une lecture aisée du repérage de la filerie et une éventuelle modification du câblage.

La fixation des goulottes sur les portes par collage est interdite.

Aucun dispositif de continuité de câblage ne sera toléré dans les goulottes.

Les câbles de puissance d'une section supérieure à 10 mm<sup>2</sup> chemineront en dehors des goulottes.

### **Section de la filerie intérieure d'armoire ou coffret**

La section minimale des conducteurs de filerie d'armoire et coffret sera adaptée à l'intensité à véhiculer avec les critères suivants :

Circuit puissance et alimentation des appareillages de mesure : section minimale 2,5 mm<sup>2</sup>

Circuit contrôle / commande : section minimale 1,0 mm<sup>2</sup>

Circuit 4/20 mA ou 0/10 V : section minimale 0,6 mm<sup>2</sup>-Blindé

Cartes automate : section minimale 0,5 mm<sup>2</sup>.

### **Repérage de la filerie**

Le repérage se fera par numérotage des conducteurs à chaque tenant et aboutissant, par bague et en aucun cas par repère clipsé.

Le repérage ou la couleur de la filerie devra permettre de distinguer aisément les polarités + du – et aisément les phases du neutre.

Le système de repérage sera du type équipotentiel folio/fil du schéma.

### **Conventions au niveau des couleurs de filerie et du repérage des potentiels**

Afin de faciliter la maintenance et le dépannage, les couleurs de la filerie et les repérages des potentiels devra permettre de différencier les circuits sans ambiguïté en fonction de sa nature (circuit puissance, circuit de télécommande, circuit de signalisation, circuit de mesure) , de la tension véhiculée et de sa protection.

Ces dispositions, à définir dès le début des études, seront à soumettre à l'accord du maître d'ouvrage et de l'exploitant

En l'absence de spécifications ou d'habitudes propres à l'exploitant ou maître d'ouvrage, il pourra être convenu des couleurs de filerie suivantes :

Neutre BLEU CLAIR

Phases NOIR repérées R S T

PE ou PEN VERT / JAUNE

230 Vca (en aval d'un transfo)

- Neutre BLEU CLAIR
- Phase BRUN

48 Vca Télécommande (en aval d'un transfo)

- Commun BLANC
- Phase ROUGE

24 Vca Signalisation(en aval d'un transfo)

- Commun BLANC
- Phase VIOLET

24 Vcc Automate (aval d'une alimentation)

- Signe - BLEU FONCE/MARINE
- Signe + GRIS

Tension extérieure (report d'infos)

- ORANGE (non coupé par l'organe de coupure général de l'armoire)

Mesures sur multipaires :

- Polarité positive sur couleur.
- Polarité négative sur accompagnement.

Le repérage des potentiels sera réalisé sous la forme suivante :

Circuit 230Vac

- Commun Potentiel relié à la terre : Repère B0
- Commun autre équipotentiel : Repère B1,B2,B3,...

Circuit 48Vac

- Commun Potentiel relié à la terre : Repère C0
- Commun autre équipotentiel : Repère C1,C2,C3,...

Circuit 24Vcc

- Commun 0v : Repère E0
- Commun autre équipotentiel +24v : Repère E1+,E2+,E3+,...

Prendre le même principe pour des circuits autres.

## 2.5.7 Constitution des faces avant d'armoires

### 2.5.7.1 Généralités

En face avant, il sera prévu tout l'équipement de commande et de contrôle tel que voyants, commutateurs, boutons poussoirs, indicateurs...

Au-dessus de chaque groupe fonctionnel concerné, chaque équipement sera repéré par une étiquette dilophane gravée, collée et rivetée (texte et couleur soumis à l'approbation de l'exploitant ou du maître d'ouvrage avant gravure).

Les organes de commande et de signalisation seront repérés en fonction de leur utilisation.

Les voyants seront du type diode de diamètre 8mm alimentés. Les voyants disposant de lampes à incandescence sont proscrits. Les couleurs des voyants seront basées sur la norme européenne EN 60073 en vigueur.

Les appareils de visualisation devront être implantés entre 1,40 m et 1,85 m du sol fini.

Les appareils de commande devront être implantés entre 0,90 m et 1,85 m du sol fini.

### **Indicateurs numériques**

Lorsque des indicateurs numériques sont mis en place, ils devront être de format 48x96 minimum, ils seront programmables en face avant, avec un système d'invalidation des touches de programmation par façade vierge. Ces indicateurs à matrice minimale 10 000 points, seront alimentés 24Vcc via le réseau ondulé.

**Nota** : tous les indicateurs seront accompagnés d'une étiquette rappelant les valeurs extrêmes que peut prendre la mesure en unité physique.

#### 2.5.7.2 Les commandes et signalisations du TGBT et des armoires de procédé

### **Généralités**

Les commandes et signalisations correspondent aux appareillages de commande et de signalisation communs à toutes les installations. A savoir, par armoire :

le voyant "Présence 400 Vca" : il signale l'alimentation du jeu de barre de l'armoire.

le voyant "Présence 230 Vca ondulé" : il signale l'alimentation de l'armoire en 230 Vca ondulé.

le voyant "Présence tension 48 Vca" : il signale la présence tension 48 Vca pour les relayages des télécommandes.

le voyant "Présence tension 24 Vcc" : il signale la présence tension 24 Vcc.

les voyants "Présence tension" des autres polarités auxiliaires.

un BP d'arrêt d'urgence général armoire.

un BP d'acquiescement défaut qui permet d'acquiescer tous les défauts de l'installation et de les effacer du tableau s'ils ont disparu.

un BP de test lampes.

Le TGBT et chaque armoire de procédé comprendront au minimum une centrale de mesure communicante fournissant au minimum les valeurs de U, I, P, Q, Cos  $\phi$ , harmoniques et comportant une sortie pulses des kW/h et une sortie 4/20mA.

### **Panneau de commandes et de signalisation d'équipement**

Le panneau "Commandes" regroupe les commutateurs, signalisations et indicateurs les plus nécessaires pour commander et contrôler un équipement.

Les commandes et signalisations suivantes seront implantées au niveau de la façade d'armoire d'une manière non-exhaustive pour une pompe

Commutateur : 3 positions Auto/Arrêt/manu,

Boutons poussoirs : sur armoire ou en local " marche ", " arrêt ",

Voyant : « marche »,

Voyant : " défaut électrique pompe " pouvant le cas échéant reprendre le défaut ipsotherme, le défaut démarreur ou le défaut variateur,

Ampèremètre : à partir de 3 kW " courant absorbé ", sauf si le départ moteur est équipé d'un démarreur ou d'un variateur.

### **Conventions au niveau des couleurs des leds, voyants et boutons poussoirs**

Les organes de commande et signalisation seront de  $\phi$  22,5.

Les couleurs de leds, voyants de signalisation et boutons poussoirs seront à soumettre à l'accord du maître d'ouvrage et de l'exploitant. Ils seront basés sur la norme européenne EN 60073 en vigueur.

Il pourra être convenu les couleurs de signalisation suivantes :

Sous tension : INCOLORE  
Marche : VERT  
Défaut : ROUGE  
Ouverte : VERT  
Fermée : ORANGE (ou JAUNE pour les leds bicolores)  
Alarme : ROUGE  
Autorisation : BLANC

Il pourra être convenu les couleurs des boutons poussoirs suivants :

Marche : VERT  
Arrêt : ROUGE  
Ouverture : VERT  
Fermeture : NOIR  
Essai lampes : JAUNE  
Acquittement : BLEU  
BPAU : ROUGE

## 2.6 Moteurs

### 2.6.1 Normes et règlements

Les moteurs doivent être dans leur conception et leurs caractéristiques conformes aux normes correspondantes (série NFC 51000) et aux recommandations de la CEI.

Tous les systèmes d'entraînement BT portent le marquage « CE » au titre de la directive « BASSE TENSION » afin de permettre leur intégration dans les installations soumises à la « DIRECTIVE MACHINE », et sont conformes à la « DIRECTIVE COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE CEM », et aux normes UTE relatives à la sécurité des personnes et des biens.

### 2.6.2 Moteurs

#### 2.6.2.1 Conditions normales de service

température maximale ambiante : 40 °C (le refroidissement du moteur et du local d'implantation devra être prévu pour ne pas dépasser 40 °C dans ce local).

humidité relative inférieure ou égale à 90 % à 20°C.

altitude inférieure à 1 000 m.

ambiance industrielle.

service continu S1 à pleine charge (cas général ; des indices de service plus sévères peuvent être nécessaires pour certaines applications).

### 2.6.2.2 Construction

La construction des moteurs non immergés devra au minimum répondre aux caractéristiques suivantes :

indice de protection mécanique : IK 08 minimum

indice de protection (IP) : approprié aux caractéristiques d'installations et aux conditions d'exploitation.

classe IE3 ou IE2 pour les moteurs entraînés par variateurs de fréquence

carcasse : de préférence en fonte,

montage : pattes ou brides,

vitesse maximale de rotation : 1 500 tr/min sauf justification technico-économique,

visserie : inoxydable,

rotor en court-circuit simple ou double cage,

survitesse : 20 % pendant 2 minutes.

durées de vie :

- butée 40 000 h,
- paliers à roulements étanches 25 000 h,
- paliers à roulements lubrifiés 60 000 h.
- prévu pour la variation de vitesse

dobinages :

- isolation classe F,
- échauffement classe B,
- double imprégnation au vernis hydrofuge.
- prévu pour la variation de vitesse

manutention : par anneau de levage,

purge d'eau de condensation en partie basse,

refroidissement : par ventilateur d'air monté sur l'arbre moteur sauf contraintes particulières tel que fonctionnement à basse vitesse (échangeur additionnel, ventilateur externe indépendant, ...). Si le montage est vertical, avec le bout d'arbre vers le bas, une tôle parapluie protège contre les chutes d'eau ou de corps étrangers.

raccordement :

- dans boîtes à bornes largement dimensionnées avec entrées de câbles par presse-étoupes,
- bornes de terre dans chaque boîte à bornes et sur la carcasse,
- obturation non étanche entre l'intérieur de la boîte à bornes et l'intérieur de la carcasse,
- raccordement des câbles indépendant des vis de fixation des matériels.

homogénéité : dans toute la mesure du possible, l'ensemble des moteurs d'une installation globale est homogénéisé au niveau :

- du fournisseur,
- de la gamme de vitesse,
- de la gamme de puissance,
- pour réduire le nombre de pièces de rechange.

Si le moteur est utilisé ou pourrait être utilisé avec variateur de fréquence, sa conception et sa construction devront être prévues à cet effet (Palier isolé pour éviter la création de courant induit, isolation renforcée, etc.).

### 2.6.2.3 Alimentation électrique

Les moteurs sont alimentés à partir d'un réseau électrique avec :

courant triphasé,  
fréquence : 50 Hz,  
tension : 415/ 690 V, couplage triangle

avec les tolérances suivantes :

- conditions normales :  $\pm 6\%$  sur U et  $\pm 1\%$  sur F
- conditions exceptionnelles :  $+10/-15\%$  sur U et  $\pm 1\%$  sur F.

### 2.6.2.4 Protections

Les protections sont choisies avec mémorisation et verrouillage du défaut et devront être adaptées à la puissance nominale du moteur.

Les protections pourront être réalisées, par ordre croissant de puissance :

- soit par une sonde thermique PTO par bobinage stator, pour les moteurs de faible puissance inférieure ou égale à 10 kW,
- soit par une sonde thermique PTC par bobinage stator (ou une sonde thermique PT100 si alimentation en variation de fréquence) pour les moteurs de moyenne puissance supérieure à 10 KW et inférieure à 100 kW,
- soit par une sonde thermique PT100 par bobinage stator et par palier, un capteur de vibration par palier, un relais de protection thermique (image thermique), pour les moteurs de forte puissance supérieure ou égale à 100 kW.

Les sondes PT100 seront installées avec un afficheur digital avec seuils réglables d'alarme et de déclenchement.

La disparition du défaut ne peut pas provoquer de redémarrage.

Les moteurs seront conçus pour pouvoir fonctionner avec des variateurs de fréquence (paliers isolés contre les courants induits par les harmoniques,...).

### 2.6.2.5 Dimensionnement

La puissance nominale des moteurs intègre la couverture de la puissance maximale appelée par la machine entraînée sur toute la plage de fonctionnement.

Elle tient également compte du nombre de démarrages minimum préconisé pour le moteur y compris les démarrages à chaud consécutifs. Le nombre de démarrages minimum de chaque moteur doit être adapté à l'application.

Le surdimensionnement en puissance du moteur par rapport à la machine entraînée sera au minimum de 10 %.

Pour les groupes électropompes, la puissance nominale du moteur doit être supérieure à la puissance maximale absorbée par la pompe, de 25 % environ pour les puissances inférieures à 45 kW et de 15 % environ pour les puissances supérieures. Chaque moteur doit pouvoir supporter sans dommage 2 démarrages consécutifs à chaud et 6 démarrages dans l'heure.

### 2.6.3 Acoustique et vibrations

Le niveau sonore maximal mesuré à un mètre d'un moteur à pleine charge, conformément à la norme NFC 51.119, ne doit jamais dépasser 82 dB(A).

Lorsque les moteurs de séries courantes ne peuvent satisfaire à cet impératif, des moteurs spécialement conçus sont utilisés (moteurs dits « à bruits atténués »).

Le niveau de vibration des moteurs est celui de la classe N (normale) de la norme ISO 6034-14 tant que l'amplitude simple du déplacement n'excède pas les valeurs suivantes (en  $\mu\text{m}$ ) en fonction de la hauteur d'axe H (en mm) :

tableau 1 : Amplitude de déplacement en fonction de la hauteur d'axe

Vitesse	80 = H < 132	132 = H < 225	H = 225
1 000 tr/min	24	38	40
1 500tr/min	16	25	30
3 000tr/min	10	13	15

Ces valeurs limites pour les moteurs imposent donc l'utilisation de moteurs en classe de vibration R (réduit).

Les objectifs recherchés sur le plan vibratoire impliquent un haut niveau de qualité des scellements, avec utilisation de produit anti-retraits autant que nécessaire.

Dans le cas d'une installation d'un ensemble électropompe ou motopompe avec un couplage par l'intermédiaire d'un cardan, le moteur aura un moteur ayant une classe d'équilibrage spéciale (S), afin de limiter au maximum les vibrations.

## 2.7 Auxiliaires du bâtiment

### 2.7.1 Eclairage – Prises de courant

#### 2.7.1.1 Eclairages

##### **Eclairage intérieur des bâtiments**

Les matériels d'éclairage dans les bâtiments, locaux techniques et zones techniques seront de type industriel à tube fluorescent compensé type IP55 minimum avec vasque polycarbonate ou des projecteurs halogènes IP55. L'indice de protection devra être supérieur dans les locaux ou emplacement le nécessitant.

Pour les locaux électriques, l'éclairage sera assuré par des réglottes fluorescentes étanches compensées avec vasque polycarbonate. Leur installation devra permettre leur maintenance en toute sécurité et sans équipement lourd.



La commande se fera au plus près de l'accès au local. Les commandes locales d'éclairage seront de type interrupteur ou bouton poussoir étanche aux projections d'eau, muni d'un voyant lumineux intégré.

Le niveau d'éclairage devra être supérieur ou égal à 300 lux dans les locaux techniques. Ce niveau devra être obtenu après 1 000 heures de fonctionnement, compte tenu du facteur de dépréciation dû à l'empoussièrement.

**Eclairages des zones de traitements et extérieures**

Les matériels d'éclairage des zones de traitement ou extérieures seront du type industriel à tube fluorescent compensé étanches ou par des projecteurs étanches.

Le niveau d'éclairage dans ces zones devra être double : niveau minimal supérieur ou égal à 50 lux et niveau d'intervention supérieur ou égal à 100 lux. Ce niveau devra être obtenu après 1 000 heures de fonctionnement, compte tenu du facteur de dépréciation dû à l'empoussièrement.

L'éclairage des voiries et des accès aux ouvrages et aux bâtiments se fera par des luminaires prescrits par l'architecte. Si l'architecte n'a pas prescrit d'éclairage extérieur, celui-ci pourra être pour les voiries du type candélabres avec plateau en fonderie aluminium, dôme hémisphérique en tôle alu repoussé, vasque plane haute température avec source au sodium haute pression, finition peint gris mat texturé.

Le nombre et la répartition des candélabres devra permettre un niveau d'éclairage suffisant des voiries (de 10 à 15 lux), tant sur la voie d'accès que pour les voiries intérieures à l'ouvrage.

**tableau 2 : Niveaux d'éclairage**

Bâtiment ou local	Niveau d'éclairage minimum en lux	Uniformité supérieure à	IRC mini
Vestiaire	200	0,7	80
Salle de repos	200	0,6	90
Locaux GE et électrique	300	0,7	80
Local pompes – locaux techniques	300	0,7	80
Salle de commande	300	0,8	90
Vide technique, câblage	150	0,6	60
Circulations escaliers	150	0,6	80
Abords des bâtiments, aires de manœuvre, parkings	50		60
Voies de circulation	10		
Magasin, entrepôt	150	0,7	90
Local de travail	300	0,8	90
Etabli, laboratoire	400	0,8	90
Atelier	300	0,7	80
Bureaux	400	0,8	90

### 2.7.1.2 Blocs autonomes d'éclairage de sécurité

Un éclairage de sécurité sera prévu pour tous les locaux, par l'installation du nombre nécessaire de blocs autonomes industriels d'indice de protection identique à celui de l'éclairage normal, autonomie une heure, de type non permanent fluorescent. Ils seront équipés d'un système automatique de test intégré (S.A.T.I.) permettant de visualiser l'état de l'appareil et d'un système d'extinction à distance pour mise au repos.

Le nombre et l'implantation seront conformes aux normes de sécurité en vigueur.

Une commande permettra d'assurer la mise en marche ou au repos des blocs.

Caractéristiques des blocs autonomes de balisage et d'ambiance :

- Bloc autonome non permanent,
- Témoins de veille à LED
- Flux lumineux assigné 45 lumens,
- ☑ Autonomie assignée 1 heure, télécommandable,
- IP55 IK08, Classe II,
- Pose sur patère de raccordement débrochable,

### 2.7.1.3 Prises de courant

#### **Généralités**

Les prises de courant et les interrupteurs dans les bâtiments et locaux techniques seront de la série PLEXO ou similaire.

Les prises de courant industrielles répondront aux normes CEI 60309/1 et CEI 60309/2.

Chaque prise électrique industrielle de l'installation sera livrée avec sa propre fiche.

L'indice de protection des prises sera fonction du local d'implantation.

Les prises de courant inférieures ou égales à 32A seront protégées au niveau du coffret ou de l'armoire électrique (sauf spécification contraire dans le descriptif des travaux) par un disjoncteur différentiel haute sensibilité 30 mA à raison d'un disjoncteur pour 8 prises maximum.

#### **Cas des prises pour armoires électriques**

Il sera prévu, pour les armoires électriques :

- dans les locaux techniques, en façade ou à côté de l'armoire, avec de bonnes conditions d'accessibilité, une prise de courant monophasée 16A + T, à brochage standard. Elle sera alimentée sur le réseau normal.
- à l'intérieur des armoires comportant un automate ou un rack déporté, sera implantée une prise à brochage conventionnel monophasée 10A + T (sur rail DIN) dans la cellule automate. Elle sera alimentée sur le réseau ondulé.

#### **Cas des locaux techniques et de machinerie**

Dans les locaux techniques et de machinerie non humides, il sera prévu tous les 25 m une prise ménage monophasée 10/16A + T à brochage standard type "Plexo" ou équivalent.

Des prises 24 Vcc peuvent également être demandées afin d'alimenter des appareils d'éclairage mobiles (en milieu humide par exemple). Dans ce cas, on mettra en place des modules d'alimentation en très basse tension de sécurité de type LEGRAND BSM 423/73 ou équivalent.

Il sera prévu des prises de courant industrielles triphasées 400 Vca + T de type "HYBRA" ou équivalent pour permettre la mise en place de pompe de vidange mobile, dans les locaux où un épuisement de fosses, canaux, bâches, etc... est susceptible d'être effectué.

L'intensité de la prise devra être adaptée à la puissance de la pompe. Les protections devront être prévues pour la protection de moteur. Un étiquetage en face avant devra préciser les puissances des moteurs pouvant être raccordés à la prise et le réglage du thermique en A.

## 2.7.2 Chauffage des locaux techniques

Chaque local technique sera pourvu d'un chauffage à fonctionnement autonome.

Le chauffage sera assuré par un convecteur mural de type industriel capable de porter le local à une température de 20°C avec des conditions de température extérieures très défavorables (-20°C). Ce convecteur possèdera son propre thermostat.

## 2.7.3 Déshumidification

Toute disposition devra être prise pour éviter la condensation dans les locaux électriques et dans les bâtiments de traitement..

Dans le cas où il n'est pas possible d'installer un réseau de chauffage et de ventilation, et uniquement sur demande du maître d'ouvrage, on optera pour l'implantation d'un déshumidificateur dans le local électrique. L'appareil sera du type à récupération d'eau. L'eau récupérée sera acheminée directement vers un puisard de la manière la plus simple et la plus esthétique possible. Il sera équipé d'un capteur d'humidité intégré permettant le réglage de l'efficacité de l'appareil ainsi que d'un contact de défaut à câbler sur une entrée TOR de l'automate.

## 2.7.4 Equipements de sécurité Incendie

### 2.7.4.1 Textes réglementaires et normatifs de référence

Outre les textes réglementaires généraux, les installations sont plus particulièrement soumises aux textes suivants :

- règles de l'APSAD concernant la détection et l'extinction incendie
- NFC 61 950 et suivantes : matériels de détection incendie
- NFC 15 100 installations électriques à basse tension
- NFEN 60 529 règles communes aux matériels électriques - classification des degrés de protection des enveloppes
- NFC 23 514 règles générales concernant les matériels pour atmosphères explosives
- et plus généralement l'ensemble des normes AFNOR applicables aux installations et matériel de détection et extinction incendie ainsi qu'aux installations et matériels électriques.

En cas de discordance entre ces différentes normes, c'est le texte le plus restrictif qui sera appliqué.

#### 2.7.4.2 Détection incendie

Il sera prévu pour les locaux à risque une détection Incendie avec :

- une centrale d'acquisition;
- un ensemble de détecteurs de fumée et de détecteurs thermiques;
- une sirène d'alarme;
- un ensemble de bris de glace.

Les locaux seront pourvus d'une détection dans l'ambiance. Les détecteurs utilisés seront des détecteurs de fumée de type optique, implantés en voûte. Chaque détecteur possèdera une visualisation d'état par LED et contact sec de report pour indicateur d'action.

La centrale incendie sera secourue par l'onduleur en cas de panne secteur.

La centrale distinguera les défauts " dérangement" (anomalies de l'appareil ou de l'un des détecteurs ; débrogage d'un détecteur) ou l'alarme incendie par elle-même. Ces deux défauts, bien distincts, seront câblés sur des entrées TOR de l'automate et retransmis en supervision.

#### 2.7.4.3 Protection incendie

Les extincteurs nécessaires seront prévus dans les différents locaux techniques et bâtiments.

Les extincteurs au CO<sub>2</sub> pour prévenir les risques électriques seront conformes aux normes NFS 61900 et suivantes.

Des systèmes d'extinction automatiques d'incendie seront prévus lorsque la réglementation l'impose.

#### 2.7.4.4 Contrôle et essais

Les contrôles et essais des matériels et installation sur le site comprennent essentiellement la vérification du montage et du bon fonctionnement de l'ensemble des installations dont ::

- contrôle de la détection par essai de chaque ligne de détection (débrogage du détecteur, ouverture de la ligne...)
- essai de chaque détecteur par aérosol prévu à cet effet.

### 2.7.5 Détection anti-intrusion

Des détecteurs volumétriques et des contacts d'ouverture constituent les capteurs de détection, reliés à la centrale installée dans la salle de contrôle.

En cas d'alarme, la centrale visualise le capteur concerné pour permettre une intervention rapide.

Chaque accès ou zone peut voir sa protection neutralisée depuis la centrale par action de l'opérateur ou sur horloge.

Les états, défauts et alarmes sont reportés sur la supervision.

## 2.8 Groupe électrogène

### 2.8.1 Généralités

Le groupe électrogène devra être un modèle standard du marché qui sera soumis à l'approbation du maître d'ouvrage ou de son représentant.

Le matériel sera soumis à essais, sur lieu de production qui seront au minimum :

vérification et essais des contrôles/commandes du groupe électrogène  
vérification et essais de performance avec des charges représentatives des installations à alimenter :

- ½ h à 50%,
- ½ h à 75%,
- 1 h à pleine charge
- vérification de stabilité en tension et fréquence sur impact de charge (par palier jusqu'à la capacité maximale)

contrôle des sécurités du groupe électrogène dont celles moteur.

Durant ces essais les différents paramètres du groupe électrogène seront relevés et consignés sur des fiches de contrôle et d'essais joint au procès-verbal d'essais.

Les procès-verbaux d'essais devront être transmis au maître d'ouvrage ou son Représentant avant la livraison sur site du groupe électrogène (GE).

Des essais de bon fonctionnement, dont celui de la reprise des alimentations des installations du site sur coupure de l'alimentation normale, et le contrôle des performances du groupe électrogène devront également être réalisées sur site avec les installations à alimenter. Ils devront être consignés dans des fiches de contrôle et d'essais qui serviront aux réceptions.

L'installation du « groupe électrogène » devra permettre de répondre à la description des travaux et au présent document et sera composée au minimum :

- d'un alternateur.
- d'un moteur diesel.
- d'un circuit d'alimentation de fuel intégré avec autonomie de 48 heures.
- d'un circuit de refroidissement.
- d'un dispositif de démarrage (électrique ou autre).
- d'un système de préchauffage d'huile à commande thermostatée
- d'une armoire de puissance et de contrôles/commande du groupe électrogène.
- d'un système de refroidissement du local groupe électrogène (ventilation ou autre en fonction des contraintes du site).
- d'une détection incendie du local groupe électrogène.

Le groupe électrogène devra être piloté à partir de sa propre armoire de contrôle/commande. Les informations nécessaires au contrôle/commande devront être transmises à la supervision du site.

La classe de service du groupe électrogène (service continu, service secours) devra être suffisante pour répondre aux spécifications et contraintes du descriptif des travaux et du fonctionnement des installations de la station.

## 2.8.2 Modes de fonctionnement du GE

Ces fonctionnements seront commandés depuis l'armoire de contrôle / commande.

- 1) Fonctionnement automatique : ce mode de fonctionnement est le mode normal d'exploitation du GE. Sur coupure secteur, démarrage automatique du GE en moins de 10 secondes (réglable entre 5 et 30 secondes) et alimentation du TGBT principal via l'inverseur de source après basculement de celui-ci. Le programme de l'automate de commande et contrôle du groupe électrogène assurera 3 tentatives de démarrage avec alarme « non démarrage » si la 3<sup>ème</sup> tentative a échoué.
- 2) Arrêt : tout démarrage automatique ou manuel du moteur est rendu impossible.
- 3) Fonctionnement manuel : les commandes de démarrage et d'arrêt du moteur ainsi que le débit ou non de l'alternateur se font depuis l'armoire de contrôle / commande.
- 4) Essai hors charge : le démarrage s'effectue en mettant en jeu le processus de démarrage automatique du moteur sans commander le débit alternateur, sur une durée de 5 minutes, suivi du processus d'arrêt automatique du moteur. La prise en charge du groupe électrogène ne pourra intervenir que lors d'une coupure d'alimentation normale du site
- 5) Essai en charge : cet essai est à prévoir.

A la fin de ces essais le GE se remettra en fonctionnement automatique.

Si au cours de ces essais survenait une coupure secteur, la prise en charge et l'arrêt se feront comme si l'on était en mode automatique.

Les processus de sécurité conserveront leur automaticité.

L'ordre d'arrêt ne sera donné au moteur qu'après l'alimentation des équipements par le réseau d'alimentation normale du site et ceci après un délai de temporisation sur retour de cette alimentation.

La séquence d'arrêt devra être conforme aux préconisations du constructeur.

**Nota** : Un coup de poing d'arrêt d'urgence devra être installé, celui-ci devra arrêter le groupe électrogène et empêcher son redémarrage jusqu'au déverrouillage du coup de poing d'arrêt d'urgence et passage à l'arrêt de son commutateur de choix de mode fonctionnement.

## 2.8.3 Alternateur triphasé

### 2.8.3.1 Caractéristiques générales

De type auto-excité, sans bagues ni balais, la machine sera protégée, grillagée, auto-refroidie et ventilée en circuit ouvert.

Elle devra pouvoir accepter une surcharge de 10 % par rapport à sa puissance nominale pendant une heure avec une récurrence de 6 heures.

La puissance de l'alternateur devra être définie en tenant compte des caractéristiques des installations à alimenter (surdimensionnement éventuel).

Degré de protection minimum : IP 21.

L'alternateur comportera une ou plusieurs prises de levage.

### 2.8.3.2 Caractéristiques électriques

#### **Tension**

Valeur nominale : 240/400 volts neutre sorti (schéma TN).

#### **Régulation**

Le régulateur de tension, de type statique, sera reporté dans l'armoire de contrôle / commande.

La tension nominale de sortie pourra être ajustée manuellement dans une plage de 5 % par potentiomètre.

En régime permanent : à charge constante, entre 0 et 100 % de la charge, la variation relative de tension n'excèdera pas  $\pm 2$  %.

#### **Phénomènes transitoires de tension**

En régime transitoire : sur variation de 0 à 100 % de la charge et inversement, l'amplitude de la variation instantanée de la tension n'excèdera pas  $\pm 8$ % de la valeur de réglage.

La tension sera ramenée à  $\pm 5$ % de la valeur de réglage dans un délai de 0,2 secondes après l'instant de la variation, et rentrera dans les limites de la régulation en moins de 1 seconde.

#### **Forme d'onde**

Le taux d'harmoniques n'excèdera pas 5 % à 100 % de la charge (COS PHI = 1) entre phases et entre phase et neutre.

#### **Fréquence**

Elle sera de 50 Hz à  $\pm 2$  %, quelle que soit la charge.

#### **Rendement**

Le rendement de l'alternateur à 100 % de la charge devra avoir un facteur de puissance supérieur à 0,95.

#### **Réactance subtransitoire longitudinale X''d**

Le taux de réactance ne sera pas supérieur à 10 %.

#### **Classe d'isolement**

Classe H.

## 2.8.4 Moteur d'entraînement

### 2.8.4.1 Caractéristiques générales

Moteur type Diesel, 4 temps, à injection directe.

Vitesse de rotation : 1 500tr/min.

#### 2.8.4.2 Caractéristiques mécaniques

Le carter comportera des portes de visite permettant un accès facile aux têtes de bielles et aux coussinets du vilebrequin ou tout autre dispositif pour permettre cet accès facile.

Toutes les pièces en mouvement, telles que volant, ventilateur, couronne de démarrage, commande, soupapes, etc, devront, si elles sont accessibles, être protégées par capotage.

De même, toutes les pièces portées à température suffisamment élevée pour provoquer des brûlures en cas de contact fortuit seront protégées efficacement par calorifugeage et métal déployé.

L'air de combustion sera soigneusement filtré par filtre à air sec, en fonction des conditions d'utilisation.

L'élément filtrant sera facilement accessible et démontable.

Le circuit de combustible sera équipé d'un filtre général dont les éléments seront interchangeables à l'arrêt.

Le niveau sonore du moteur devra correspondre aux normes pour les moteurs en vigueur.

Le circuit à huile comprendra un filtre équipé d'éléments nettoyables ou de cartouches interchangeables.

La lubrification se fera par huile de type multigrade.

La qualité de l'huile devra être suffisante pour accepter des démarrages moteur pour des températures ambiantes allant de + 40 °C à – 10 °C.

Le grade de viscosité SAE sera au minimum 15W40.

Le préchauffage de l'huile sera réalisé par résistance à commande thermostatée placée sous le carter huile.

Le refroidissement de l'huile sera réalisé par échangeur eau / huile.

#### 2.8.4.3 Vidange de l'huile moteur

Pour effectuer facilement la vidange de l'huile moteur il est demandé de mettre en place une pompe manuelle de vidange.

Une vanne d'isolement du type ¼ de tour sera mise sur son alimentation, au plus près du carter moteur.

La pompe se situera du côté de la jauge à huile moteur.

#### 2.8.4.4 Equipements divers

Le moteur sera livré rodé, en état de marche, équipé de tous ses accessoires.

#### 2.8.4.5 Régulation de vitesse

##### **Régime permanent**

Pour des variations de 0 à 100 % de la charge et vice-versa, la plage de régulation sera de  $\pm 2$  %.

### **Variations transitoires de vitesse**

- à  $\frac{3}{4}$  de la charge : pour une application ou un retrait soudain de l'utilisation de zéro à  $\frac{3}{4}$  de la charge, la variation de vitesse ne dépassera pas 7% de la vitesse initiale, et le retour au régime initial s'effectuera en moins de 3 secondes,
- à 100 % de la charge : pour une application ou un retrait soudain de l'utilisation de zéro à 100 % de la charge, la variation de vitesse ne dépassera pas 12 % de la vitesse initiale et le retour au régime initial s'effectuera en moins de 4 secondes.

## **2.8.5 Règles de fabrication**

### **2.8.5.1 Accouplement**

L'accouplement avec le moteur d'entraînement se fera par l'intermédiaire d'un dispositif semi-élastique qui ne devra pas créer de réaction axiale incompatible avec le fonctionnement normal de l'ensemble moteur-alternateur.

### **2.8.5.2 Châssis**

Le châssis de l'ensemble moteur alternateur sera suffisamment solide pour ne pas subir de déformations préjudiciables ni au moteur ni à l'alternateur et devra permettre la manutention du groupe électrogène sans risque de déformations permanentes.

### **2.8.5.3 Ligne d'arbre**

L'alignement du moteur avec l'alternateur devra être fait avec la plus grande exactitude.

### **2.8.5.4 Tubulures**

Les raccords et les tubulures seront particulièrement soignés. Ils seront indesserrables et ne devront pas être susceptibles de provoquer d'amorces de rupture.

Les tubes rigides seront montés ou assemblés de telle manière qu'ils ne peuvent entrer en vibration.

Leur forme sera telle que les dilatations ne créent aucune contrainte préjudiciable à leur solidité.

Les tubes souples ne devront pas risquer d'entrer en vibrations.

Leur intégration dans le groupe électrogène devra prendre en considération leur dissipation calorifique pour ne pas détériorer des composants proches qui seraient sensibles à la chaleur.

Toutes les tuyauteries du circuit de l'échappement ainsi que les silencieux seront peints avec une peinture (couleur à définir avec le maître d'ouvrage ou son Représentant.) tenant la haute température.

Les borniers seront munis de protections et sur chaque borne ne seront raccordés que deux fils au plus.

### **2.8.5.5 Protection contre la corrosion**

Tous les éléments recevront une peinture antirouille avant application des couches de finition.

Les éléments qui ne pourront être peints devront pouvoir supporter l'agression de l'environnement.

La peinture de finition du groupe électrogène sera au standard du fabricant.

#### 2.8.5.6 Câblage

La partie filaire sera réalisée à l'aide de conducteurs multibrins souples (du type H07 V-K) de section minimale 1,5 mm<sup>2</sup>. Toute liaison électrique devra être repérée à ses extrémités au moyen de bagues de repérage.

Les terminaisons des conducteurs seront faites par cosses fermées ou embouts de câblage sertis.

Les conducteurs seront terminés par des cosses nues, protégés par des manchons élastiques ou thermo-rétractables.

Les câbles employés seront conformes à la NF C15-100 pour locaux humides ou présentant des risques d'incendie.

Les câbles soumis à des températures élevées et/ou aux hydrocarbures seront spéciaux.

#### 2.8.5.7 Accessoires d'installation

L'ensemble des accessoires d'installation sera inclus dans l'offre.

Il comportera, en particulier, les matériels indispensables à la mise en service du groupe électrogène, tels que : plaques antivibrations, fixations pour groupe électrogène, pot d'échappement et gaine d'évacuation de l'air chaud, nécessaire aux retouches peinture, ...).

En résumé tout élément nécessaire à la réalisation de l'installation dans les règles de l'art et à l'atteinte des caractéristiques minimales décrites dans le descriptif des travaux sera dû.

### 2.8.6 Dispositifs auxiliaires

#### 2.8.6.1 Démarrage du moteur

Dans la plupart des cas et sauf spécifications particulières, le démarrage du groupe électrogène est assuré par un démarreur électrique alimenté par deux ensembles de batteries d'accumulateurs au plomb 24 Volts, avec chargeurs et coupes batteries associés pour chaque jeu de batteries et un voyant montrant l'état de la batterie et permettant à celle-ci de débiter en continu un courant faible.

Les batteries seront associées à un chargeur. Celui-ci sera de type statique auto régulé. Un système de démarrage de secours pourra être mis en place si précisé dans le descriptif des travaux. Celui-ci pourra être de type électrique ou pneumatique selon les cas.

Le système de démarrage devra permettre d'assurer trois essais de 3 secondes toutes les 5 secondes, avec permutation d'un jeu de batterie sur l'autre à l'issue de la 3ème tentative.

Les batteries seront au plomb étanches et sans entretien et permettront d'alimenter le démarreur et les automatismes de fonctionnement.

La capacité des batteries sera calculée en tenant compte du séquentiel de démarrage du groupe avec une autonomie de 15 minutes.

La marque et le type de batteries seront laissés à l'initiative du fournisseur.

Les batteries seront placées dans un bac de rétention étanche et capotée à côté du groupe ou montée sur le SKID pour certain modèle. Dans la mesure du possible, elles seront isolées du moteur, pour leur éviter des températures élevées réduisant leur autonomie. L'implantation des batteries sera validée avec le maître d'ouvrage ou son Représentant.

La visualisation de la charge des batteries se fera par ampèremètres intégrés au tableau de l'armoire de contrôle / commande.

Pour le fonctionnement en automatique la commande de démarrage devra être coupée dès que le moteur atteint une vitesse minimale indispensable à son lancement.

#### 2.8.6.2 Préchauffage du moteur d'entraînement

La température ambiante mini lors des démarrages du GE est fixée à  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Afin de permettre le démarrage et surtout la prise en charge du groupe électrogène dans des conditions satisfaisantes pour le moteur, un préchauffage automatique de l'huile est demandé.

Des thermostats commanderont ou couperont l'alimentation électrique du système de réchauffage d'huile moteur, par rapport à un seuil de température (à déterminer en fonction de la conception du groupe électrogène).

#### 2.8.6.3 Appoint d'huile

Un système d'appoint de l'huile moteur avec bêche additionnelle munie d'un niveau à lecture directe (type tube transparent) sera prévu.

Ce système sera muni de sécurités empêchant tout remplissage moteur arrêté.

Le fonctionnement ne pourra se faire que moteur tournant et la commande du remplissage sera prise par rapport au niveau d'huile restant dans le carter moteur.

La bêche sera munie d'un système permettant d'en effectuer sa vidange et sera installée du côté de la jauge à huile moteur.

#### 2.8.6.4 Thermostats et pressostats

Le moteur sera équipé de pressostats et de thermostats à contacts pour la surveillance de son fonctionnement et de sa sécurité.

#### 2.8.6.5 Vibrations

Les vibrations entre le châssis du groupe électrogène et le sol seront absorbées par les pots élastiques, le génie civil existant ne permettant pas la réalisation d'une dalle masse flottante.

#### 2.8.6.6 Isolation phonique

Il devra être prévu une isolation phonique du local GE et/ou une insonorisation du GE dans le cas de GE capote pour être conforme à l'arrêté du 23 janvier 1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement pour les installations classées pour la protection de l'environnement et/ou du décret n° 94-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique.

Dans tous les cas l'isolation phonique devra au minimum limiter le niveau sonore moyen à 75 dB (A)/7ml à l'extérieur immédiat du local.

La tolérance maxi sera de + 1 dB (A).

Un contrôle du niveau sonore sera effectué à 1 mètre et à 1,60 mètre du sol dans l'axe de la porte.

Les revêtements absorbants proposés seront constitués de panneaux de classe de résistance au feu (M1).

#### 2.8.6.7 Eclairage

Pour les opérations de maintenance, un éclairage fixe sera à installer de part et d'autre du moteur et de l'alternateur sur les murs du local.

### 2.8.7 Alimentation en fuel

#### 2.8.7.1 Citerne

Il sera installé une citerne pour l'alimentation du Groupe électrogène elle devra être conforme aux spécifications ci-après, sauf spécifications particulières dans le descriptif des travaux ou contraintes liées au site.

La capacité de la citerne est prévue pour une autonomie minimum de 48 heures sauf spécifications particulières dans le descriptif des travaux.

La citerne double enveloppe, conforme aux normes et textes réglementaires sera fournie avec tous ces accessoires et en particulier :

- les équipements nécessaires à la mise à la terre de la cuve.
- un trou d'homme permettant la mise en place des piquages nécessaires.
- un évent débouchant à plus de 3 mètres.
- une jauge automatique ramenée en salle du groupe électrogène.
- les tuyauteries de liaison entre la citerne et la nourrice.
- la vanne pompier entre la citerne et le réservoir journalier.
- le limiteur de remplissage.
- le détecteur de fuite.

#### 2.8.7.2 Réservoir journalier (si prévu)

Si le titulaire prévoit un réservoir journalier, ce réservoir journalier sera à installer dans le local GE.

Sa capacité sera de 500 litres maxi.

Ce réservoir comprendra :

- les différentes ouvertures (arrivée carburant, retour des fuites injectrices, trop plein, purge, évent),
- un niveau visible avec vannes d'isolement.
- les niveaux à contacts permettant la commande de la pompe et de la signalisation seront :
  - niveau très bas, inférieur au seuil de mise en marche de la pompe pour la signalisation et le report d'alarme,
  - un niveau bas pour la commande automatique d'une des deux pompes électriques,
  - un niveau haut pour arrêter la pompe,

un niveau très haut en redondance au niveau haut, mais avec inhibition de la marche forcée de la pompe à carburant. Il servira également de niveau d'alarme pour report à l'automatisme.

Le dispositif de remplissage du réservoir possèdera les accessoires suivants :

deux électro-pompes (normale / secours) de remplissage automatique (commandée par les niveaux à contact du réservoir),  
une électrovanne en série avec chaque électro-pompe,  
une pompe manuelle de secours by-passant les électro-pompes,  
Un bac de rétention pour le gasoil de capacité supérieure à celle du réservoir journalier sera prévu sous le réservoir.

Ce bac sera muni :

d'un contact bas pour la signalisation "fuite gasoil",  
d'un contact haut pour l'arrêt de la pompe.

Une vanne de police entre la nourrice et le groupe électrogène sera prévu.

### 2.8.8 Tuyauterie d'échappement

L'échappement du groupe doit être connecté à une tuyauterie

La tuyauterie d'échappement devra être déterminée pour que la perte de charge totale sur les gaz d'échappement engendré par la tuyauterie ne dépasse pas la valeur définie du moteur thermique associé.

La tuyauterie d'échappement intérieure et extérieure, y compris les silencieux, devra être étanche et calorifugée au moyen de laine minérale avec jaquette en inox pour la protection contre le rayonnement direct

Elle devra être pourvue d'ouverture(s), du type plaque facilement retirable, pour pouvoir effectuer les maintenances aisément (changement des constituants placés dans la sortie d'échappement, silencieux, vérification du conduit, ...).

La dissipation calorifique extérieure à la gaine d'extraction d'air chaud et de l'échappement sera telle que lors de fonctionnement prolongé du groupe électrogène (plus de 4 heures consécutives) au ¾ de sa charge, il sera possible de toucher le caisson (ou la gaine) sans avoir de préjudices pour l'intervenant.

Afin d'éviter les efforts de dilatation sur les tuyauteries des compensateurs de dilatation devront être mis en place en nombre suffisant et selon les spécifications suivantes :

Mise en place de compensateur sur la tuyauterie entre 2 points fixes.

Les compensateurs de dilatation ne doivent pas supporter la masse de la tuyauterie.

Sur les tuyauteries de grande longueur la dilatation devra être répartie sur plusieurs compensateurs.

Les points bas et les parties les plus froides du circuit d'échappement devront être impérativement munis de purges des condensats. Cette purge devra être raccordée au réseau d'évacuation des eaux les plus proches.

Pour pouvoir respecter les normes de bruit et en fonction de l'environnement sur site sur la tuyauterie d'échappement, il devra être mis en place les silencieux ayant les caractéristiques nécessaires à l'atténuation du bruit.

## 2.8.9 Armoire de contrôle / commande et de puissance du groupe électrogène

### 2.8.9.1 Tableau de commande / contrôle et de puissance

L'armoire de contrôle/commande et de puissance du groupe électrogène devra comprendre :

- les sécurités câblées du groupe électrogène,
- le système d'automatisme du groupe permettant l'ensemble de ces modes de fonctionnement,
- les appareillages de contrôle et de commande du groupe électrogène,
- les organes de contrôle/commande et de puissance des équipements auxiliaires nécessaire à son fonctionnement. Certains de ces équipements pourront avoir leur propre coffret de contrôle, commande et de puissance (exemple : coffret pour l'alimentation en carburant, coffret ou armoire de refroidissement ou ventilation du local, coffret du circuit éventuel de refroidissement secondaire du moteur, ...).

La commande sera réalisée à partir de relayage électromécanique commandé par automate.

L'alimentation de l'armoire de commande-contrôle et de puissance sera commune avec celle du circuit de démarrage du groupe.

L'armoire de commande/contrôle et de puissance comportera en façade avant de manière non exhaustive :

- un wattmètre, Lecture sur chaque phase
- un voltmètre, > indifféremment sur le secteur
- un ampèremètre, ou le groupe électrogène
- un fréquencemètre,

Nota : L'Entreprise pourra proposer une centrale de mesure communicante remplaçant les fonctionnalités décrites ci-dessus.

- un tachymètre,
- un compteur horaire,
- un compteur du nombre de démarrages,
- la température d'huile moteur, (faisant apparaître les températures maxi et mini de fonctionnement admises par le moteur, directement sur cadran ou si impossibilité par marquage),
- la pression d'huile moteur, (avec système de repérage de la pression mini et maxi spécifique au moteur employé marqué directement sur cadran ou si impossibilité par marquage),
- la température d'eau de refroidissement du moteur,
- un voltmètre de la tension des batteries.
- la charge des deux batteries,
- le débit des deux batteries (ampèremètre),
- un voyant de non-démarrage sur batterie 1 et 2,
- un bouton poussoir d'effacement de la signalisation lumineuse,
- les commutateurs et les boutons poussoirs nécessaires au choix du mode de fonctionnement et au pilotage en local du groupe électrogène et de ses accessoires,
- un commutateur de priorité du jeu de batterie pour les démarrages,
- les commandes des pompe électriques gasoil auto et essai, (la position essai n'est pas une position fixe et elle ne pourra rester sélectionnée que par l'opérateur),

le potentiomètre de réglage de la tension de sortie, (avec système de neutralisation pour éviter tout dérèglement par personnel non qualifié),  
un bouton poussoir test lampes,  
un (ou des) bouton poussoir du type "coup de poing arrêt d'urgence" permettant l'arrêt immédiat du groupe électrogène en cas d'incident grave et coupant le normal-secours tout en isolant l'utilisation de toute source d'énergie,  
un by-pass permettant d'isoler électriquement le groupe électrogène pour les opérations de maintenance et de dépannage, mais autorisant l'alimentation des chargeurs batteries. Il autorise ainsi la possibilité de tester toutes les séquences d'automatisme de la centrale sans perturber l'utilisation,  
les commandes et signalisations des équipements de refroidissement tels que aérorefroidisseurs, pompes de circulation, ...  
les commandes permettant le fonctionnement en auto ou en manuel des systèmes de refroidissement du local GE s'ils ne sont pas mis sur un coffret ou une armoire spécifique.

Toute anomalie de fonctionnement, signalée par l'appareillage de contrôle, se traduira par l'allumage d'un voyant lumineux rouge situé sur la face avant du tableau de commande.

Les alarmes et défaut seront au minimum :

mini tension,  
surtension,  
surcharge, disjonction,  
sous fréquence,  
sur fréquence,  
pression d'huile,  
température d'huile,  
température eau moteur,  
survitesse,  
tension batteries,  
non-démarrage batterie n°1,  
non-démarrage batterie n°2,  
défaut moteur aéro-refroidisseur,  
défaut pompes de circulation d'eau,  
défaut extracteur du local,  
défaut d'isolement,  
niveau bas fuel, défaut pompe fuel,  
niveau très haut fuel,  
fuite fuel,  
niveau bas huile,  
arrêt d'urgence,  
indisponibilité, qui regroupera au moins les états suivants :  
pompe fuel qui n'est pas sur la position automatique,  
disjoncteur utilisation ouvert,  
by-pass en service,  
le groupe n'est pas en fonctionnement automatique,

Les défauts suivants provoqueront l'arrêt immédiat du groupe :

survitesse,

pression d'huile insuffisante,  
température eau moteur trop élevée,  
température huile moteur trop élevée,  
arrêt d'urgence,  
surtension électrique.

Les défauts suivants provoqueront l'arrêt différé du groupe (temporisation à définir avec le maître d'ouvrage) :

mini tension,  
surcharge,  
sur fréquence,  
sous fréquence,  
défaut d'isolement (en régime de neutre IT).

Les états du groupe électrogène visualisés en face avant du tableau de commande seront au minimum :

maintenance à effectuer (elle est active pour chaque vidange du moteur 200 heures mini, et ne peut être désactivée que par un spécialiste ou du personnel formé),  
groupe en position automatique,  
groupe en position manuel,  
mode essais,  
démarrage sur banc de batteries N°1,  
démarrage sur banc de batterie N°2,  
présence tension secteur,  
présence tension groupe électrogène.

### 2.8.9.2 Automate

Le titulaire sera tenu de fournir au maître d'ouvrage : le programme source commenté de l'automate sur support informatique (CD ROM), les organigrammes et listings commentés du programme sur format papier et l'appareillage de paramétrage de l'automate.

L'automate devra pouvoir fournir un journal de bord retraçant au moins les 100 derniers événements horodatés, et la possibilité de les retranscrire sur imprimante via une prise informatique RS 232. Il devra de plus pouvoir communiquer avec la supervision.

### 2.8.9.3 Télésurveillance

Afin d'effectuer la télésurveillance du groupe électrogène, il devra être reportés à la supervision :

les alarmes et les défauts. Ces reports pourront être réalisés après regroupements (à définir avec l'exploitant lors des études d'exécution du titulaire),  
les états de fonctionnement et les mesures principales du GE

## 2.8.10 Montage et câblage

### 2.8.10.1 Disposition générale

La disposition de l'appareillage et l'exécution du câblage permettront :

d'accéder commodément aux organes et/ou aux modules interchangeables,

de remplacer chaque organe et/ou module séparément.

La partie câblage des auxiliaires sera réalisée à l'aide de conducteurs souples ou semi-rigides avec un isolement au polychlorure de vinyle. La section minimale utilisable sera de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Ces conducteurs seront rangés dans des goulottes et les fils seront terminés par des cosses soudées ou serties.

La conception mécanique et la fixation des divers éléments devront garantir un parfait serrage (écrou, rondelle, etc.).

Le serrage des conducteurs devra garantir un excellent contact et une très bonne fixation, sans risque de blessure pour ces conducteurs.

Les cartes enfichables des circuits imprimés seront guidées et/ou fixées. Des détrompeurs interdiront leur interversion et leur retournement.

#### 2.8.10.2 Intensité admissible dans les conducteurs

Le choix de la section des conducteurs des câbles devront s'opérer en fonction des intensités maximales.

#### 2.8.10.3 Repérage

Toute liaison constituée par un câble ou un fil devra avoir à ses deux extrémités un repérage correspondant à celui inscrit sur le schéma électrique de l'installation.

Les sous-ensembles, les organes fonctionnels, les circuits imprimés et les composants électroniques porteront une indication de repérage correspondant au schéma électrique et à la nomenclature.

La fonction des appareils de commande et de contrôle, placés en face avant, sera clairement indiquée.

Tous les organes de commande-contrôle seront identifiés par des étiquettes gravées ou sérigraphiées.

Elles seront en matière plastique mat avec des caractères d'une hauteur minimale de 4 mm et seront collées et rivetées ou sinon fixées par l'organe de contrôle/commande.

Les étiquetages des câbles ou fileries sur le groupe électrogène subissant des températures élevées et/ou aux hydrocarbures devront être prévus en conséquence.

Toutes les indications de repérages devront être indélébiles et parfaitement lisibles.

#### 2.8.10.4 Régime du neutre

Une borne « masse », reliée électriquement à la tôle, sera à prévoir sur chaque ensemble. Elle autorisera le raccordement d'un conducteur de protection de section égale ou supérieure à celle des conducteurs d'alimentation.

Toutes les pièces métalliques d'un ensemble devront constituer une masse électrique unique, la séparation fortuite de l'une d'entre elles ne doit pas agir sur l'interconnexion des autres.

Les éléments coulissants ou pivotants susceptibles de présenter un potentiel dangereux, seront reliés à la tôle par des tresses ou des câbles souples.

#### 2.8.10.5 Consignes de sécurité

Les inscriptions nécessaires à toutes les manœuvres d'exploitation et d'entretien courant et relatives à la prévention des accidents, seront placées visiblement aux points utiles. Elles seront indélébiles et imperdables.

Les canalisations d'échappement apparentes seront calorifugées ou comporteront une protection par grillage (facilement démontable) lorsqu'elles présentent un danger de brûlure pour le personnel chargé de l'exploitation.

Les coffrets et tableaux de commande seront dotés de serrures fermant à clés.

Pour les panneaux d'accès au moteur/alternateur, les systèmes de fermeture à triangle ou carré seront admis.

Les bornes de raccordement et les organes sous tension ne seront pas accessibles de l'extérieur.

### 2.8.11 Alimentation en air et/ou ventilation du local

La ventilation du local ou si besoin le système de refroidissement du local sera dimensionné par le titulaire au cours de son étude pour permettre l'évacuation des dégagements thermique restituer dans le local par le GE en pleine charge et son échappement dans les conditions ambiantes les plus défavorables, pour permettre éventuellement l'alimentation en air du GE et pour permettre le renouvellement de l'air du local.

Si le site est pollué, l'air pour l'alimentation du GE et pour la ventilation du local devra être préfiltré.

Les volets s'ouvriront avant le démarrage du GE et de la ventilation. La ventilation s'arrête et les volets se ferment sur détection incendie.

### 2.8.12 Détection et protection incendie du local

Un système de détection incendie adapté à un local pour groupe électrogène sera mis en place.

En cas de détection incendie, le système de sécurité incendie commande l'arrêt du groupe électrogène et l'arrêt de la ventilation (arrêt du ventilateur et fermeture des volets).

Des déclencheurs manuels d'incendie seront situés à l'accès du local.

Des signalisations lumineuses et des avertisseurs sonores seront prévus pour avertir le personnel du site en cas d'incendie

Des extincteurs d'incendie seront prévus dans le local.

Un système d'extinction automatique d'incendie sera mis en place si la réglementation l'exige.

## 3 Prescriptions générales automatismes et supervision

### 3.1 Principe de fonctionnement des installations

L'ensemble des installations fonctionnera d'une manière autonome et automatique suivant différents modes de fonctionnement. Ces modes devront être validés lors de la phase d'études du titulaire.

#### 3.1.1 Fonctionnement automatique

##### 3.1.1.1 Fonctionnement automatique local via les automates programmables industriels (API)

###### **En fonctionnement normal**

Le site fonctionne de manière automatique sans intervention manuelle.

En cas de défaut d'un équipement, celui-ci doit être transmis à l'automate et à la supervision.

En cas de défaut d'un équipement comportant plusieurs équipements redondants, un équipement en redondance disponible doit être mis en service et le défaut transmis à la supervision.

Lorsqu'un équipement est rendu indisponible (mise sur arrêt, ouverture des protections, défaut, autres, ...), cette information doit être remontée à l'automate et la supervision.

###### **En fonctionnement dégradé automatique (par l'API)**

Lorsque les données rentrant dans l'élaboration du processus de contrôle – commande ne sont plus conformes ou validées, l'automate gère les positions de repli sous contrôle par un algorithme dégradé.

Les informations qui déclenchent ce mode de fonctionnement, sont par exemple :

- défauts grandeurs hydrauliques réglées,
- défaut alimentation électrique,
- défaut d'un ou plusieurs équipements,
- défaut instrumentation,
- perte du réseau de communication.

Ce fonctionnement dégradé consistera par exemple en des alternatives simples telles que le passage sur horloge pour les équipements notamment asservis à des capteurs, ou la mise en route automatique d'équipements installés en secours.

Les fonctionnements en mode dégradé sont maintenus jusqu'à l'effacement et l'acquiescement des défauts. Dès le retour de la donnée manquante rentrant dans l'élaboration du processus, l'installation repart d'elle-même en fonctionnement automatique, selon des séquences programmées sur l'automate.

Nota : Ces fonctionnements dégradés automatiques n'existent que si le traitement concerné est en position auto. Par ailleurs, l'automate doit générer pour la supervision une information de type "fonctionnement dégradé".

### 3.1.1.2 Fonctionnement automatique local câblé

En cas de défaillance d'un API ou de choix de l'exploitant, certaines parties des installations que cet API pilote devront pouvoir fonctionner dans un mode automatique secouru câblé.

Le report des alarmes se fera via le dispositif de télésurveillance.

Nota : L'automate doit générer, pour la supervision, une information de type "fonctionnement dégradé automatique câblé".

### 3.1.2 Fonctionnement en mode manuel

Ce mode est limité à des fonctions de maintenance et de vérification du fonctionnement des équipements.

Ce mode de fonctionnement ne passe pas par l'automate et reste opérationnel, même dans le cas où ce dernier est hors service.

Dans ce mode, les sécurités intrinsèques aux équipements doivent rester actives. Elles sont traitées en hard et retransmises à l'automate.

Le passage en mode manuel se fera par action sur un commutateur au niveau des armoires de commande, par le personnel autorisé. Les commandes manuelles seront actionnées par boutons poussoirs Marche et Arrêt, soit depuis les armoires, soit depuis des coffrets locaux pour les équipements « dangereux » qu'il est préférable de manœuvrer à vue.

Tous les commutateurs de choix seront envoyés à l'automate pour la gestion des modes de marche.

Les indicateurs et organes de commande seront conformes aux prescriptions générales.

### 3.1.3 Fonctionnement en mode manuel supervisé

Ce mode de fonctionnement permet la prise en compte de parties d'installations par le superviseur.

Cette prise en compte se limite au passage de télécommandes :

- de demandes de marche ou d'arrêt d'équipement (exemples : ouvertures vannes, fermeture vannes, marche pompes, arrêt pompes...).
- de lancements de cycles.

L'automate reste maître de la réalisation ou non des demandes provenant de la supervision, en fonction des conditions de sécurité liées à l'équipement (exemple : interdiction de mettre en marche une pompe si les conditions de marche en amont et en aval de celles-ci ne sont pas requises (vanne ouverte, niveau d'eau insuffisant, etc.)). Dans le cas d'un refus de la demande, l'automate pourra remonter un message d'avertissement pour en donner la cause.

De même, des messages d'avertissement devront être envoyés au superviseur par l'automate.

### 3.1.4 Fonctionnement en mode supervisé externe

Ce mode doit permettre à l'agent d'astreinte la consultation des vues disponibles sur la supervision à l'aide d'un ordinateur extérieur au superviseur via un modem et une liaison RTC.

Des dispositifs de sécurité doivent interdire l'accès à toute personne ne disposant pas de droits d'accès.

De plus après la saisie d'un mot de passe et si la supervision n'est pas en mode manuel supervisé (priorité à la supervision locale du site), l'exploitant pourra dans le mode supervisé externe réaliser des télécommandes et des téléajustages qui sont à définir par le titulaire lors de ses études d'exécutions en collaboration avec l'exploitant ou le maître d'ouvrage.

## 3.2 Spécifications techniques générales d'automatisme

### 3.2.1 Généralités

Les Automates Programmables Industriels seront d'un type à soumettre à l'approbation de la maîtrise d'ouvrage.

Toutes les communications devront se faire sous protocole ouvert aux standards internationaux. Les protocoles exclusivement propriétaires sont interdits sauf accord du maître d'ouvrage sur justification de l'entreprise.

### 3.2.2 Constitution des automates, matériels et logiciels pour les automates.

Les automates seront programmables de type industriel. Ils assureront le contrôle des informations de signalisation, de défaut, de mesures de tous les équipements installés, conformément aux prescriptions générales et particulières.

#### 3.2.2.1 Composition des automates

Chaque automate sera composé des équipements suivants :

- les racks de base et les racks d'extensions
- une alimentation;
- une unité centrale (avec 40 % de mémoire disponible);
- les cartes de communication nécessaires pour assurer les communications.
- les cartes d'entrées TOR
- les cartes de sorties TOR
- les cartes d'entrées ANA
- les cartes de sorties ANA

Nota : Chaque réseau ou bus de communication fera l'objet d'une carte spécifique. Il ne pourra pas être prévu une seule carte pour deux types de communication.

#### 3.2.2.2 Caractéristiques principales des automates

Les automates programmables répondront aux caractéristiques générales suivantes :

- configuration complète avec un module d'alimentation et un module unité centrale, composé de l'unité de traitement proprement dite et de la mémoire de stockage du programme et des données. Ce module aura une capacité suffisante pour répondre aux besoins de l'installation majorés de 40 %
- température ambiante de fonctionnement de 0 à 40 °C minimale dans le cas d'une ventilation naturelle.
- Les racks seront munis de leurs modules de ventilation forcée si nécessaire.

fonctions mathématiques, trigonométriques intégrées directement à la CPU : les calculs sur carte PC sont proscrits.

sûreté d'exploitation, réalisation d'auto test systématique effectuant le contrôle du bon fonctionnement de(s) processeur(s), des bus, des entrées/sorties des coupleurs.

détection de défaut sur chaque carte.

### 3.2.2.3 Spécifications matérielles liées à l'automatisme

Les cartes analogiques seront à isolation galvanique pour chaque entrée et sortie.

Les entrées et sorties analogiques pour les informations entre ouvrages seront équipées de parafoudre.

Les sorties automate attaquant des électrovannes ou des circuits fortement inductifs, d'une puissance équivalente à 75 % de la capacité de coupure de cette sortie, devront être découplées par des relais adaptés.

L'automate, les modems, les électroniques devront être raccordés à la terre avec toutes les technologies adaptées pour éviter les remontées de parasites indésirables et suivant les prescriptions des constructeurs.

L'automate, la scrutation des informations d'entrées, les modems, les sondes de niveau, les convertisseurs devront être alimentés par l'intermédiaire d'un onduleur afin d'assurer la continuité de surveillance des installations, malgré l'interruption temporaire de l'alimentation électrique.

Les protocoles de communication seront à définir et à développer selon le type d'automate retenu.

Le câblage des E/S TOR et Analogique sur les cartes automates s'effectuera à l'aide d'un dispositif de précâblage pour raccordement rapide par limandes et bornier interface type téléfast ou similaire. Les informations seront raccordées via des borniers de brassage.

Une prise de courant 10A 2P + T, raccordée sur le 230 V ondulé sera prévue, installée dans la cellule automate de l'armoire, pour permettre l'alimentation des consoles et micro-ordinateurs de paramétrage et de programmation.

### 3.2.2.4 Logiciels d'automatisme

Le titulaire devra fournir le logiciel de paramétrage des automates avec sa console de paramétrage type pocket et le logiciel de programmation des automates installés sur un micro-ordinateur type PC portable également à fournir.

## 3.2.3 Dimensionnement des automates

Pour toute l'installation, l'étude de l'automatisme débutera par l'analyse fonctionnelle avec le dénombrement réel des entrées et sorties et des ports de communications.

Cette étude permettra de :

- définir le fonctionnement et de dénombrer les paramétrages,
- vérifier qu'aucun élément n'a été oublié pour assurer correctement l'automatisation.

Les entrées automates seront au minimum :

toutes les positions automatiques, manuelles et choix de fonctionnement ;  
toutes les recopies contacteurs moteurs ou relais ou fin de course pour les retours de

Marche des actionneurs :

tous les défauts moteurs ;  
tous les défauts spécifiques nécessaires aux procédés ;  
tous les niveaux logiques nécessaires aux procédés ;  
toutes les mesures analogiques nécessaires aux procédés ;  
toutes les présences tensions et d'état des alimentations (onduleur, chargeur-redresseur, transformateur, ...).;  
les informations puissance et consommation du TGBT (4-20 mA et impulsion de comptage ou réseau de communication) ;

Les sorties automates seront au minimum et de manière non exhaustive :

tous les ordres de marche des équipements,  
toutes les consignes en 4-20 mA,  
toutes les sorties pour visualisation (voyants alarmes et afficheurs) gérées par l'automate.

L'automate, les racks déportés, et les limandes et borniers devront être dimensionnés et équipés pour le traitement des équipements prévus avec 10 % d'entrées et 10 % de sorties en réserve, câblées et équipées jusqu'aux borniers interfaces.

Les racks de chaque automate devront également avoir 20 % d'emplacement libre en réserve, avec au minimum 2 emplacements de libre.

### 3.2.4 Fonctionnalités de l'automatisme

Dans chaque automate, en fonction des besoins du traitement, les fonctionnalités suivantes seront intégrées :

gestion des communications, rack déporté E/S, inter-automate, supervision, terminal de dialogue opérateur (IHM), démarreurs, variateurs, etc.,  
mise à l'heure avec synchronisation automates-supervision,  
gestion des tarifications du distributeur d'énergie et le délestage éventuel (les E/S devront être prévues en conséquence),  
gestion des coupures et reprises secteur,  
gestion des différents modes de fonctionnement,  
gestion des comptages et des temps de fonctionnement (compteurs journaliers et totalisés avec report à la supervision pour archivage et édition de rapport de production),  
gestion des défauts électriques,  
gestion du fonctionnement des machines :

- temps entre enclenchements successifs,
- temps entre déclenchement et enclenchement,
- gestion du nombre de démarrages.

gestion des discordances entre les ordres de marche et les retours de marche ☒ gestion des discordances des niveaux TOR (entre eux et avec les mesures analogiques),

gestion des défauts des mesures analogiques et des discordances de mesures,  
gestion des permutations et secours automatiques,  
régulations PID,  
diagnostics automatés.

### **Traitement des valeurs analogiques**

L'automate gèrera la mise hors plage des signaux analogiques.

Lorsque l'instrument le permet, le défaut de cet instrument devra être remonté par mise hors plage de son signal 4-20 mA, sinon il devra être remonté sur une entrée TOR.

Les process utilisant des valeurs analogiques en entrées seront assurés sous forme de " mode dégradé " en cas de dysfonctionnement des appareils de mesure ou pertes de l'information de mesure (cas de rupture de communication).

Ce mode dégradé sera basé sur des informations tout ou rien ou sur un fonctionnement temporel et/ou de consignes préprogrammées.

Lorsque deux instruments sont utilisés pour une même mesure, une mesure sur choix de l'exploitant sera prise en compte en priorité. Le basculement sur l'autre mesure s'effectuera sur défaut de l'instrument prioritaire.

En cas d'écart entre les deux mesures, supérieur à une tolérance prédéfinie, un message de mesure non valide sera remonté à l'exploitant, la mesure prioritaire étant toujours prise en compte par l'automate.

Ce message sera également remonté si les deux instruments sont en défaut. Dans ce cas, les procédés utilisant cette mesure passeront en mode dégradé.

## **3.2.5 Informations de mesures et de contrôle gérées par l'automate**

L'automate va recevoir, transmettre et gérer des informations correspondant aux entrées TOR, aux sorties TOR, aux entrées ANA, aux sorties ANA.

A titre d'exemple, pour les types d'équipements suivants, l'automate gèrera la liste non exhaustive des informations suivantes :

### **Centrale hydraulique**

- position auto du commutateur (etor);
- position gonflage manuel du commutateur (etor);
- position choix du moteur Normal / Secours (etor);
- retour marche centrale (etor);
- défaut moteur 1 (etor);
- défaut moteur 2 (etor);
- défaut centrale (alimentation) (etor);
- défaut niveau très bas d'huile (etor);
- défaut pression basse accumulateurs (etor);
- défaut température haute huile (etor);
- alarme niveau bas d'huile (etor);
- alarme filtre colmaté (etor);

autres informations éventuelles liées au fonctionnement de la centrale (électrovanne, bypass, d'isolement, ...) à définir lors des études d'exécution du titulaire (etor, stor, eana).

#### Vanne hydraulique

position auto du commutateur (etor)  
position manu du commutateur (etor)  
vanne en ouverture (etor)  
vanne en fermeture (etor)  
position vanne ouverte (etor)  
position vanne fermée (etor)  
recopie de position de la vanne (eana / 4-20mA) pour vanne positionnable  
commande ouverture et fermeture (4-20mA) pour vanne positionnable (sana)  
commande ouverture (stor) pour vanne TOR  
commande fermeture (stor) pour vanne TOR  
voyant défaut vanne (stor)  
autres informations éventuelles liées au fonctionnement hydraulique de la vanne et de son bloqueur de tige éventuel (robinets hydrauliques, ...) à définir lors des études d'exécution du titulaire (etor, stor, etc.).

#### Si verrouillage mécanique de la vanne

position vanne déverrouillée (etor)  
position vanne verrouillée (etor)  
éventuelle commande verrouillage consignation vanne (stor)

#### Vanne motorisée électriquement

positions auto du commutateur (etor)  
positions manu du commutateur (etor)  
position vanne ouverte (etor)  
position vanne fermée (etor)  
retour de marche ouverture, fermeture (etor)  
défauts motorisation (etor), y compris les limiteurs de couple à l'ouverture et fermeture  
commande ouverture (stor)  
commande fermeture (stor)

#### Clapet ou vanne manuelle

fin de course position fermée (etor)  
fin de course position ouverte (etor)

#### Moteurs à démarrage direct

position auto du commutateur (etor)  
position manu du commutateur (etor)  
retour de marche (etor)  
disjoncteur moteur ouvert (défaut) (etor)  
les défauts regroupés des protections intrinsèques de la machine protégée (ipsotherme, sonde PT100, humidité, pression différentielle pour ventilateur, ...) (etor)  
commande de marche, éventuellement une commande PV et une commande GV (stor)

### Moteurs avec démarreurs électroniques

position auto du commutateur (etor)  
position manu du commutateur (etor)  
retour marche moteur (etor)  
fin de démarrage (etor) (stor du démarreur)  
disjoncteur ouvert (défaut) (etor)  
les défauts regroupés des protections intrinsèques de la machine protégée (isotherme, sonde PT100, humidité, etc.) (etor)  
défaut démarreur (etor) (stor du démarreur)  
électronique de puissance démarreur court circuité (etor) (si non réalisé en interne au démarreur);  
pour les groupes électropompes, marche à vide (etor)  
pour les moteurs  $\geq 10$  kW, information intensité ou puissance moteur (eana 4-20 mA) (sana du démarreur)  
commande de marche (stor)

Les démarreurs doivent avoir la possibilité de communiquer par une liaison de communication série avec l'automatisme, pour la remontée d'informations et paramétrage éventuels.

### Moteur avec variateur électronique

position auto du commutateur (etor)  
position manu du commutateur (etor)  
retour marche moteur (etor); (stor du variateur)  
disjoncteur variateur ouvert (défaut) (etor)  
les défauts regroupés des protections intrinsèques de la machine protégée (isotherme, sonde PT100, humidité, etc.) (etor)  
défaut variateur (etor); (stor du variateur)  
pour les groupes électropompes, si nécessaire, marche à vide (etor)  
intensité (eana) (sana du variateur) (4-20 mA)  
consigne variateur (sana) (eana du variateur) (4-20 mA)  
commande de marche (stor); (etor du variateur)  
1<sup>ère</sup> vitesse présélectionnée (PV) du variateur (STOR) (ETOR de variateur) option  
2<sup>ème</sup> vitesse présélectionnée (GV) du variateur (STOR) (ETOR de variateur) option  
vitesse du moteur option

Les variateurs doivent avoir la possibilité de communiquer par une liaison de communication série avec l'automatisme, pour la remontée d'information et paramétrage éventuels.

### Coffrets fournis avec les équipements

Pour chaque coffret, en fonction du mode de fonctionnement des équipements gérés par ce coffret :

position « auto » du commutateur (etor)  
position « manu » du commutateur (etor)  
position « local » du commutateur (etor)  
demande de marche ou autorisation de marche (stor)  
défaut de synthèse (etor)  
arrêt d'urgence (etor)  
acquit défaut (etor) (si nécessaire)

toutes informations nécessaires à la visualisation des états et mesure des équipements gérées par le coffret ainsi que celles nécessaires au traitement par les automates et à la gestion par la supervision.

### Instrumentation

Pour l'instrumentation, les informations à remonter à l'automate sont celles nécessaires au traitement et celles nécessaires au suivi des installations sur supervision. Il devra être prévu au minimum :

Pour chaque mesure analogique (hauteur, débit...) :

- mesure (4-20 mA);
- défaut transmetteur (etor ou par le signal 4-20mA hors plage).

Pour les réservoirs, les entrées TOR, issues des capteurs de niveau indépendants des mesures de niveau analogique (exemple poire), permettant :

- la sécurité des équipements, exemple niveau très bas pour les pompes (coupure Hard);
- la remontée d'alarme (niveau des eaux, débordement, inondation, ...);
- un fonctionnement en mode dégradé géré par l'automate pour assurer un minimum de traitement en cas de défaillance des instruments des mesures analogiques;
- un fonctionnement en mode manuel (report du seuil pour information).

### Informations électriques

informations d'état ou de mesures par armoire ou source existante :

- présence des 3 phases (400 VAC) (etor);
- présence 230 VAC ondulé(etor);
- présence 24 VCC (etor);
- présence 48 Vac (etor);
- puissance active (eana);
- puissance réactive (eana);
- facteur de puissance (eana);
- acquittement défaut (etor) (un par armoire);
- essai lampe (éventuellement un par armoire) (etor);
- arrêt d'urgence général armoire (etor), coupe également en Hard toutes les commandes dont le 48 Vac;
- position du Disjoncteur Général Basse Tension ouvert (défaut) (etor);
- position ouvert (défaut) des disjoncteurs de distribution générale (etor);
- défaut regroupé de la batterie de condensateur (etor).
- position des interrupteurs de couplage et inverseur de source.

informations d'état ou de défauts des ASI :

- défaut regroupé de l'ASI (etor)
- marche sur onduleur (etor)
- défaut onduleur (étor)
- fin d'autonomie onduleur (étor)
- défaut d'alimentation du redresseur (étor)
- marche sur chargeur batterie (etor)

- défaut chargeur batterie (etor);
- fin d'autonomie chargeur batterie (etor);

information réseaux de communication et automate :

- défaut automate, éventuellement chien de garde automate;
- défauts des différents réseaux de communication (etor).

### Divers

report information éclairage en service par zone (etor)

report éventuel trappe d'accès fermée (etor)

pour chaque système de climatisation (si ces informations sont disponibles) :

- report de marche de la climatisation (etor)
- report de mise à l'arrêt de la climatisation (etor)
- défaut de synthèse (etor)

pour chaque système de sécurité (détection incendie, détection intrusion, détection de gaz, centrale d'accès) :

- marche centrale, éventuellement zone détection active (etor);
- défaut de la centrale (etor);
- pour incendie et intrusion, alarmes détection regroupées ou par zone (à définir lors des études d'exécution avec le Maître d'ouvrage);
- pour les gaz, un seuil bas d'alerte pour information, un seuil d'alarme pour action (etor), éventuellement une mesure de concentration (eana) (à définir lors des études d'exécution avec le Maître d'ouvrage).

pour les locaux et armoires électriques :

- seuils de température haut et bas (etor)
- seuil d'hygrométrie bas (etor).

depuis le compteur électronique du fournisseur d'énergie :

- préavis de dépassement de puissance souscrite (etor).
- diverses informations tarifaires issues d'un contact sec (etor).

## 3.3 Spécifications techniques générales supervision

### 3.3.1 Objectifs de la supervision

#### L'optimisation de la conduite des installations

Il s'agit de :

collecter toutes les informations tout ou rien et analogiques des équipements des ouvrages de la nouvelle usine, et de les restituer en temps réel sur :

- synoptiques écrans couleur
- imprimante alphanumérique (fil de l'eau des évènements)
- imprimante graphique (courbes, etc...)
- imprimante fil de l'eau pour les états éventuels et défauts.

agir sur le process par des télécommandes et/ou des téléréglages

archiver les informations sous forme d'historiques exploitables en temps différé et de les restituer sur :

- fenêtre écrans;
- imprimante graphique (courbes et rapport).

#### L'optimisation de la gestion des installations

Il s'agit, à partir des informations archivées, de permettre aux exploitants de disposer des :

bilans des débits et autres paramètres;  
temps de fonctionnement et nombre de démarrages journaliers des moteurs;  
opérations de maintenance des équipements;  
autocontrôles.

### 3.3.2 Fonctionnalités de la supervision

#### 3.3.2.1 Informations transmises à la supervision

De manière générale et de façon non exhaustive, il sera transmis à la supervision :

toutes les valeurs des e/s des API  
tous les défauts et alarmes  
des informations mesurées par la centrale de mesure (à définir avec le maître d'ouvrage et l'exploitant, au minimum I, P, cos  $\varphi$ , et le comptage des énergies consommées)  
les temps de marche et nombre de démarrages de tous les moteurs  
les informations de comptage pour la sortie de bilans, les statistiques et la maintenance des équipements (temps de marche, nombre de démarrages)  
l'état des API et de chacune de leurs cartes  
l'état des communications

### 3.3.2.2 Téléréglages - Télécommandes

#### **Téléréglages**

L'exploitant pourra paramétrer à partir de synoptiques spécifiques (non exhaustif) /

- les seuils de mesures
- les consignes de fonctionnement
- les variables des organes à fonctionnement cyclique (fréquence et durée)
- les temporisations de fonctionnement d'équipement
- la mise à l'index des compteurs.

#### **Télécommandes**

L'opérateur devra pouvoir passer les télécommandes nécessaires au fonctionnement de l'installation.

Nota : Pour les téléréglages et les télécommandes des codes d'accès hiérarchisés seront prévus.

### 3.3.2.3 Programmation des automates depuis la supervision

Fonctionnalité à prévoir si elle n'est pas assurée via des postes de programmation portables.

### 3.3.2.4 Synoptiques animés

Des synoptiques écrans des installations sont à prévoir.

Il s'agit de représenter les différentes étapes du traitement sous forme de vues animées pour visualiser :

- l'état des organes pilotés (marche, arrêt, auto, défaut)
- les grandeurs physiques ou chimiques sous forme numérique ou bargraphes.

#### **Règle de représentation par exemple**

##### Pour les moteurs

- marche, en vert
- arrêt, en jaune
- en manuel, apparition d'un pavé blanc

##### Pour les vannes

- ouverte, en vert
- fermée, en jaune
- en manuel, apparition d'un pavé blanc
- en défaut, apparition d'un pavé rouge
- en manœuvre, en orange (uniquement pour les vannes motorisées)

Pour les niveaux TOR des réservoirs : le niveau lorsqu'il est atteint, apparition de l'information.

Les niveaux analogiques sont représentés sous forme de bargraphes.

L'accès aux différents synoptiques sera possible à l'aide de la souris ou des touches de fonctions prédéfinies.

Les bandeaux d'alarmes seront prévus.

Ces règles de représentation seront à définir avec la maîtrise d'ouvrage et l'exploitant en fonction du logiciel de supervision retenu et de leurs habitudes.

### 3.3.2.5 Archivage des données

Un système sera mis en place ayant pour but l'archivage des données TOR et ANA importantes : positions des vannes, mesures au sens large (toutes les minutes) et tous les défauts de l'installation (sur apparition).

Ce système intégrera la possibilité de stocker toutes les informations : journal des alarmes, des événements, journal des valeurs (en particulier les positions, niveaux...).

Les données, formatées et horodatées devront être extractibles du système par une personne non-spécialiste, par l'intermédiaire d'un logiciel du marché ou déjà utilisé par le client. Le stockage définitif des données archivées sera réalisé sur CD-ROM ou DVD.

Dans tous les cas, le maître d'ouvrage devra récupérer toutes les sources et exécutables des programmes de transfert (déchargement).

Les données dont celles pour la sortie des bilans et statistiques devront se présenter, au choix du maître d'œuvre soit sous la forme d'un fichier type MS-EXCEL (\*.xlsx), soit d'un fichier ASCII (\*.TXT par exemple). L'ergonomie de ce logiciel sera à approuver par le maître d'œuvre. Eventuellement, l'entreprise pourra proposer la gestion de ces données à l'aide d'un logiciel de base de données à fournir.

valeurs TOR : enregistrement à chaque apparition et disparition de la variable.

valeurs ANA : archivage selon un delta par rapport à l'enregistrement précédent (delta) paramétrable depuis la supervision en unité physique.

Les valeurs affichées seront horodatées et référencées en clair par fichier :

valeurs ANA : 1 fichier/24 h.

valeurs TOR : 1 fichier/8 jours de 24 h.

En cas de perte de communication entre les automates et la supervision, dès le rétablissement de la communication, les informations stockées dans les automates devront être récupérées par la supervision.

## 3.3.3 Matériels et logiciels

### 3.3.3.1 Matériel

Les matériels informatiques pour la supervision et la bureautique devront être au minimum :

1 micro-ordinateur de dernière génération pour la supervision avec 1 écran 21 pouces et :

- carte communication avec le réseau Ethernet inter-automates,
- cartes multivoies et toute autre carte de communication nécessaire au projet.

1 micro-ordinateur de dernière génération pour la bureautique avec 1 écran de 21 pouces et

- carte communication avec le réseau Ethernet inter-automates,
- toute autre carte de communication nécessaire au projet.

d'une imprimante couleur jet d'encre format A3.

### 3.3.3.2 Logiciels

Les logiciels à fournir sont :

- un système d'exploitation par micro-ordinateur Windows de dernière génération,
- un logiciel de supervision : ce logiciel sera un logiciel du commerce. Son fournisseur et son type seront fournis préalablement à l'accord du maître d'ouvrage Il sera fourni une version RUN TIME et développement.
- une suite bureautique type Microsoft office Pro de dernière génération pour la sortie des bilans et statistiques,
- le logiciel ou un module du logiciel de supervision pour l'astreinte,
- gestionnaires Réseaux dont Ethernet,
- tout autre logiciel nécessaire au projet.

### 3.3.4 Vues à développer

Ces vues devront être représentatives de l'ensemble des équipements .Cette liste n'est pas exhaustive. Elle devra être approuvée par le maître d'ouvrage.

- une vue générale du site permettant d'activer les autres vues du site,
- les vues par unité fonctionnelle des installations du site et pour chaque équipement. Elles indiqueront les reports de niveaux des capteurs et leurs défauts, les indications des détecteurs de niveau, les cotes génie civil, ainsi que tous les sens d'écoulement.
- les vues des auxiliaires du bâtiment, qui comporteront l'ensemble des données concernant les auxiliaires du site (ventilation, chauffage, climatisation, alarme incendie, alarme intrusion, ...)
- les vues distribution énergie, qui représenteront le schéma unifilaire des installations électriques, avec l'état de chaque départ.
- les vues automates, qui représenteront l'architecture automates avec l'ensemble des cartes, avec l'état de chacune de celles-ci, de l'alimentation automates et des communications.

## 3.4 Analyse fonctionnelle, organique et programmation

### 3.4.1 Analyse fonctionnelle d'un automate

Le titulaire devra réaliser l'analyse fonctionnelle complète des installations contrôlées par l'automate qui décrira exhaustivement le fonctionnement de l'ensemble des installations.

Cette analyse fonctionnelle devra décrire les fonctionnements normaux dans les différentes configurations. Elle devra également décrire les modes dégradés, les positions de repli...

Cette analyse fonctionnelle devra être exhaustive et développer les fonctions et chapitres suivants :

- présentation générale de l'installation (Plan du site, PID, ...),
- architecture générale des communications (composants et réseaux),
- présentation des façades d'armoires et pupitres,
- les automatismes par unité fonctionnelle et pour chaque équipement,
- description des sécurités de l'installation avec :

- protection du personnel,
- sûreté de fonctionnement de chaque actionneur,

- liste de tous les défauts à gérer avec :
  - leur niveau,
  - leur influence sur le process,
  - les actions que les opérateurs devront réaliser.

définition des communications et des tables d'échanges de communications de l'automate avec :

- la supervision,
- les autres automates,
- le terminal de dialogue opérateur,
- les autres équipements en communication avec l'automate

la liste des entrées et sorties (adresse automate, mnémonique, fonction et type (capteur, bouton, ...)),  
les modes de marche (auto, manu, passage d'auto vers manu et inversement, retour secteur, traitement de l'arrêt d'urgence, etc.),  
les grafkets de fonctionnement de niveau 1 des installations et équipements du site.

Ces derniers sont la formalisation des chapitres du cahier des charges décrivant le fonctionnement séquentiel. Ces grafkets seront renseignés de façon littérale, et ils seront entièrement neutres par rapports aux technologies (automates) employés.

Toutes les Entrées/Sorties automates, les paramètres de régulation et les seuils de fonctionnement du process, en plus des informations spécifiées particulièrement dans la description du système de contrôle / commande des installations devront être à disposition dans la table d'échange de l'automate concerné et celles des supervisions.

Les tables d'échanges des communications devront être structurées pour permettre la transmission aux supervisions et au système de télétransmission, de l'ensemble de ces informations.

Les structures de table d'échanges devront permettre de rajouter, sans modification de celles-ci ou avec des modifications mineures, la transmission d'informations supplémentaires liées au rajout d'équipements.

### 3.4.2 Analyse organique de l'automate

L'analyse organique dérivée de l'analyse fonctionnelle est un document qui devra permettre de structurer et de rédiger le code programme. Ce document sera l'outil qui permettra de naviguer facilement dans le programme et à en comprendre sa structure.

Toutes les variables y seront commentées. Tous les grafkets et autres outils seront rédigés en tenant compte des technologies employées (type d'automate, appellation machine des variables, ....).

Dans l'analyse organique devront être détaillés les chapitres suivants :

la structure du programme par bloc, en mettant en évidence leur fonction et les différents liens entre eux),  
la présentation (commentaire exhaustif) de chaque bloc (nom, fonctions, variables manipulées, ....). Cette présentation peut être éventuellement complétée par des organigrammes,  
la présentation de tous les grafkets de niveau 2 (avec représentation des variables automate). Ces grafkets sont réalisés avec ceux de l'analyse fonctionnelle. Ces derniers pourront être complétés avec des étapes en plus si les règles de programmation de l'automate l'exigent.

la liste de toutes les variables automatées commentées.

### 3.4.3 Analyse fonctionnelle de la supervision

Cette dernière sera développée conformément au descriptif fonctionnel défini précédemment au chapitre 3.1.

Son but est de définir les différentes pages écrans, la structure des menus, les règles d'animations, l'archivage, etc.

Elle sera développée avec la participation du maître d'ouvrage et de l'exploitant pour tenir compte des règles de représentation qu'ils utilisent pour des ouvrages similaires.

Cette analyse devra détailler les chapitres suivants :

architecture système sur laquelle on retrouve l'ensemble des sites (automates, autre supervision, ...) avec leurs adresses,

arborescence des menus. Cela permettra de définir tous les menus déroulant ainsi que les sous menus qui en dépendent,

accès opérateurs. Tous les opérateurs n'auront pas les mêmes droits sur la supervision (visualisation seulement, modifications de paramètres, commandes manuelles, ....). Ceci sera géré avec des mots de passe. L'analyse fonctionnelle devra donc définir le nombre de niveaux et les droits de chaque niveau.

présentation des pages écrans. Afin de pouvoir gagner du temps, ces dernières seront dessinées directement avec l'outil de supervision. Ces présentations seront la copie conforme des écrans et un commentaire expliquera comment chaque page est animée.

si la page est un écran de recette ou de paramétrage, un commentaire décrira chaque paramètre (fonction, limites de saisie, accès, ...),

cette analyse intègrera aussi une copie des tables d'échanges issue des analyses fonctionnelles des automates.

les communications de la supervision :

- le personnel d'astreinte,
- l'automatisme,
- les autres équipements et systèmes en communication avec la supervision.

### 3.4.4 Analyse organique de la supervision

L'analyse organique devra particulièrement détailler les points suivants :

nom des modules,

leur rôle,

les liens entre les modules,

organigramme de chaque module,

les variables commentées.

### 3.4.5 Analyse fonctionnelle des terminaux de dialogue opérateur

Son but est de définir les différentes pages écrans, la structure des menus, les règles d'animations, etc.

Elle sera développée avec la participation du maître d'ouvrage et de l'exploitant pour tenir compte des règles de représentation qu'ils utilisent.

Cette analyse devra détailler les chapitres suivants :

arborescence des menus. Cela permettra de définir tous les menus déroulant ainsi que les sous menus qui en dépendent.

accès opérateurs. Tous les opérateurs n'auront pas les mêmes droits d'accès sur le terminal de dialogue opérateur (visualisation seulement, modifications de paramètres, commandes manuelles, ...). Ceci sera géré avec des mots de passe. L'analyse fonctionnelle devra donc définir le nombre de niveaux et les droits de chaque niveau.

présentation des pages écrans. Afin de pouvoir gagner du temps, ces dernières seront dessinées directement avec l'outil du dialogue opérateur. Ces présentations seront la copie conforme des écrans et un commentaire expliquera comment chaque page est animée.

si la page est un écran de recette ou de paramétrage, un commentaire décrira chaque paramètre (fonction, limites de saisie, accès, etc.).

## 3.4.6 Programmation

### 3.4.6.1 Prestations à réaliser

Dans le cadre du présent marché l'entreprise devra faire :

- la programmation des automatismes du site,
- la programmation des terminaux dialogue opérateur,
- la programmation de la communication inter-automates et autres équipements communicants (démarreurs, variateurs, centrales de mesures, etc.),
- la programmation du système de supervision,
- la programmation de la communication des automates avec la supervision,
- la programmation des communications entre les systèmes de télétransmission et la supervision.

### 3.4.6.2 Règles générales de programmation des API

La structure du programme devra être hiérarchisée en fonction des différents niveaux de fonctionnement (programme faisant appel à différents sous-programmes, etc...). Le programme sera décrit fonctionnellement par un grafset de niveau 2, comprenant notamment les différents modes dégradés et gestion des défauts. Celui-ci sera soumis à validation du maître d'ouvrage.

L'organigramme doit reporter tous les blocs qui le concernent.

Les mnémoniques de ces blocs doivent être cohérents avec ceux de l'organigramme. Ils doivent être commentés.

Toute variable doit être décrite par rapport à sa fonctionnalité et correctement (indiquer les blocs dans lesquels elle est utilisée).

Aucune variable ne devra nuire au bon déroulement du programme et à son intégrité (pas de mise en stop de l'API). La procédure de réinitialisation de l'automate sera complètement autonome et ne nécessitera pas d'intervention extérieure. La disparition d'une E/S et l'apparition d'une valeur erronée n'entameront pas l'intégrité du programme. Ces cas seront traités logiciellement (Arrêt cycle ; défauts) sans mise en stop de l'API.

Les tables de données doivent être décrites selon leur fonctionnalité et porter un nom compréhensible. Elles doivent être correctement renseignées.

Tous les calculs mathématiques seront réalisés dans l'unité centrale et elle seule.

D'une manière générale, les langages graphiques seront privilégiés. Si la méthode d'indexation de variable est utilisée, celle-ci devra se limiter à la gestion de tables de données uniquement (et en aucun cas à la gestion des entrées/sorties).

Le langage à contacts ne devra pas utiliser les particularités liées à un constructeur ou une technologie.

Le langage « list » est proscrit au bénéfice des langages de type graphique (ladder, graphe) et littéral.

Les tables de données, les listings et les sources de programmes seront commentés quel que soit le langage utilisé.

Dans l'ensemble du programme, aucun mot de passe ne sera utilisé par le programmeur (en particulier pour protéger les blocs).

Le cahier de recette doit être réalisé à partir de l'analyse fonctionnelle et validé par le maître d'ouvrage avant utilisation.

#### 3.4.6.3 Sauvegarde du programme et du paramétrage

Une sauvegarde du programme automate et du paramétrage de celui-ci sera fourni sous format informatique (Cdrom).

### 3.5 Spécifications techniques générales télésurveillance

Une unité de téléalarme sera prévue. Elle sera indépendante de la supervision et de l'automate (les solutions de type logiciel + modem seront proscrites). Elle permettra notamment le renvoi des alarmes par appel téléphonique (message vocal et SMS) et/ou télématique (mail). Les alarmes seront paramétrables sur apparition de défaut process ou autre événement (dépassement de seuil sur mesure, intrusion,...). Les procédures et séquences d'appel seront paramétrables selon un répertoire et un calendrier. Tous les matériels et logiciels nécessaires à ces paramétrages seront fournis.

En parallèle aux informations échangées avec l'automate programmable, les états de fonctionnement des organes concernés par le mode dégradé hors automate défini ci-dessus et les informations liées à la sécurité du site ou des opérateurs seront amenés au module de télésurveillance par entrée TOR.

### 3.6 Spécifications techniques générales téléphonie

L'installation comprendra a minima :

- un système de téléphonie raccordé au standard actuel. Chaque local principal sera équipé d'un poste. Il sera prévu a minima un poste téléphonique sans fil à la norme DECT.
- un interphone au niveau du portail d'entrée ;
- un contrôle d'accès par code ou badge ;
- une détection anti-intrusion sur tous les bâtiments et portails d'accès :
  - contact sec (sur toutes les ouvertures)
  - alarme volumétrique sur locaux nobles

## 4 Spécifications techniques générales des câbles et cheminements

### 4.1 Spécifications générales des câbles à utiliser

#### 4.1.1 Choix des câbles

Tous les câbles utilisés seront conformes à la normalisation française ou européenne les concernant.

Tous les câbles transitant dans une zone inondable de l'ouvrage seront choisis par rapport aux contraintes particulières du milieu environnant, à savoir : immersion permanente ou temporaire, agressions chimiques, agressions mécaniques etc...

Les câbles seront repérés par étiquetage (cf. § concerné ci-après dans ce document).

Les conducteurs des multiconducteurs le seront également de façon similaire à la filerie d'armoire ou coffret.

##### 4.1.1.1 Calcul des sections de câbles

On se reportera en particulier aux normes NF C 13-200 pour les câbles HTA, et à la norme NF C 15-100 pour les câbles basse tension.

Les sections des conducteurs de câbles seront déterminées en fonction :

- de l'intensité admissible,
- de la chute de tension en régime nominal et transitoire,
- du mode de pose (chemins de câbles, conduits, câbles enterrés...),
- des coefficients de proximité pour pose jointive de câbles,
- du calibre de réglage des protections,
- de la protection contre les courts circuits,
- de la protection contre les contacts indirects compte tenu du schéma de liaison à la terre,
- de la chute de tension maximale admissible de 6 % pour l'éclairage et 8 % pour les autres utilisations entre le point d'origine des installations BT et le point d'utilisation le plus éloigné.

La section des conducteurs des câbles sera adaptée à l'intensité à véhiculer avec les critères suivants :

- circuit puissance Section minimale 2,5 mm<sup>2</sup>.
- circuit contrôle / commande Section minimale 1,5 mm<sup>2</sup>.
- circuit 4/20 mA ou 0/10 V Section minimale 0,6 mm<sup>2</sup> blindé.

Tous les câbles de l'installation seront repérés conformément au paragraphe correspondant du présent document.

##### 4.1.1.2 Les câbles haute tension

Les câbles utilisés seront à isolant sec (Polyéthylène Réticulé Chimiquement) à champ radial de tension assignée 12/20 kV, NORME NFC 33220.

Ils seront composés de :

- une âme rigide en cuivre,
- un écran semi-conducteur extrudé,
- un isolant de polyéthylène réticulé chimiquement,
- un écran semi-conducteur,
- un écran ruban cuivre,
- une gaine en PVC.

#### 4.1.1.3 Les câbles basse tension

Les câbles utilisés pour la basse tension seront du type suivant :

- U 1000 R2V (U1000 AR2V autorisé pour les sections égales ou supérieures à 70 mm<sup>2</sup> avec raccordement par cosses bi-métal),
- HO7 RNF (pour les liaisons souples),
- câbles blindés pour les liaisons entre les variateurs et les moteurs,
- U 1000 RVFV (pour les liaisons fixes armées ou directement enterrées),
- U 1000 RGPV (pour les liaisons fixes armées ou directement enterrées, pouvant être immergées),
- câbles spéciaux pour les liaisons souples immergées (exemple SUBCAB),
- H 07 VK pour les fileries en armoire,
- pyrocâble,
- câbles mesure de type blindé écran général sans feuillard de diamètre 0,9 mm minimum, suivant la norme AFNOR 87 – 202.

#### 4.1.1.4 Méthodes de repérage des câbles d'une installation

Chaque câble électrique de l'installation devra être repéré de manière visible et ne pas nuire à l'esthétique. Il sera réalisé grâce à des bagues enfilées sur support porte repère attaché par colliers (ex : Sterling type plio – markers ou DUPLIX de chez LEGRAND). Le repérage autocollant ou manuscrit est interdit.

Le repérage a lieu d'une manière générale :

- aux deux extrémités ;
- tous les 20 mètres ;
- à chaque entrée / sortie de fourreau ou traversée de paroi;
- à chaque changement de dalle ou de chemin.

Le repérage des câbles est constitué comme suit :

TENANT / NOM et N° DU CABLE / ABOUTISSANT

Chaque tenant et aboutissant sera repéré par 2 ou 3 lettres suivies d'un numéro d'ordre. La codification de ce repérage sera suffisamment parlant pour connaître l'équipement ou l'installation raccordé et sera à définir avec l'exploitant.

Remarque : le tenant ou l'aboutissant ne sera pas mentionné quand il s'agit d'une des 2 extrémités concernées.

Nom et numéro du câble : repérage par une ou plusieurs lettres (selon le type de câble) suivies d'un numéro d'ordre unique pour l'installation.

Les types de câbles :

H : Haute Tension,  
P : Puissance BT,  
E : Eclairage (partie puissance) ; Prise de courant ; Chauffage,  
C : Contrôle / Commande,  
S : Signalisation,  
M : Mesure (boucle de courant),  
MBN : Mesure Bas Niveau (liaison numérique capteur ...),  
T : Téléphone,  
AI : Alimentation Instrumentation (alimentation d'un convertisseur de mesures indépendante de la boucle),  
I : Informatique,  
DI : Détection Incendie,  
Etc.

Carnet de câbles :

Un carnet de câbles complet de l'installation sera fourni en complément des schémas électriques.

Celui-ci fera apparaître les éléments suivants :

repère du câble (tenant, nom et numéro, aboutissant) ;  
tenant (en toutes lettres) ;  
aboutissant (en toutes lettres) ;  
longueur du tronçon ;  
repère du/des cheminements  
nature du câble ;  
section des conducteurs.

Repérage des câbles multiconducteurs :

Les conducteurs des câbles multiconducteurs seront repérés comme la filerie interne de l'armoire.

Les conducteurs des câbles de puissance seront repérés par la couleur des conducteurs (pas nécessité de bague de repérage).

Raccordements des câbles 4G et 5G : Le principe suivant sera adopté pour le raccordement des câbles de puissance en fonction des couleurs des conducteurs :

	CABLE 4G	CABLE 5G
<b>PE</b>	V/J	V/J
<b>Neutre</b>	--	B/C
<b>Phase 1</b>	B/C	NOIR
<b>Phase 2</b>	BRUN	BRUN
<b>Phase 3</b>	NOPIR	NOIR

## 4.2 Spécifications des passages de câbles

### 4.2.1 Chemins de câbles

Les chemins de câbles seront galvanisés à chaud après perforation sauf contre-indications dans les spécifications particulières.

En ce qui concerne les zones humides ou agressives (local réactif), il sera fait usage de chemins de câbles de type PVC, sauf contre-indications dans les spécifications particulières.

Les câbles cheminant individuellement hors des chemins de câbles ainsi que les câbles de raccordement des auxiliaires (PC, ECL, etc...), seront posés sous conduit type tube IRL ou en tube métallique pour les zones avec risques mécaniques. Le câblage sera de type METRO.

Le supportage des chemins sera effectué à l'aide de consoles, par suspente, pendard, zeds. Pour les chemins de câbles en PVC, il sera en PVC ou en acier inoxydable fixé à l'aide de chevilles inoxydables ou chimiques. L'espace maximal entre les supports sera de 1,5 mètre environ.

La dimension des chemins de câbles sera adaptée au nombre de câbles transportés, avec une réserve de 30 %.

Attention : Les câbles "courants faibles" (mesure, communication, détection incendie...) chemineront dans des chemins de câble distincts de ceux utilisés pour les câbles de puissance : distance d'au moins 30 cm entre eux.

### 4.2.2 Tubes et fourreaux dans les ouvrages

Pour les câbles devant cheminer sous gaine électrique, les diamètres seront largement dimensionnés compte tenu du nombre de câbles à passer.

Conformément à la NFC 15-105, pour le remplissage des fourreaux, la règle des 1/3 de plein et 2/3 de vide devra être respectées

Les gaines seront bouchées à leurs extrémités par de la résine polyuréthane.

La fixation des gaines au génie civil se fera par l'utilisation de colliers et de colliers intermédiaires fixés à l'aide de chevilles chimiques. Les scellements auront une profondeur minimum de 60 mm.

Distances de fixations : on posera un point de fixation tous les 40 cm.

Pour les tubes rigides en plastique, exemple tube IRL, les changements de direction ou dérivations s'effectueront par raccords plastiques à serrage extérieur (coudes, tés, raccords mâle ou femelle, manchons...).

### 4.2.3 Traversées de parois - Passages étanches

Pour tout percement dans les ouvrages ou bâtiments, il sera prévu un fourreau scellé laissant libre les câbles.

Toutes les réservations au-dessus du niveau du terrain naturel des bâtiments seront obturées après passage des câbles, ainsi que celles non utilisées (matériaux coupe-feu – type mousse de polyuréthane ou plâtre).

Toutes les traversées étanches de cloisons, de voiles seront assurées par des passe câbles en acier inoxydable avec modules d'étanchéité appropriés.

Ces modules seront de type MCT AFIMES ou similaire.

Toutes les traversées de parois extérieures des bâtiments et inférieures au niveau du sol seront rendues, si nécessaire, étanches (cas des entrées de pénétrations immergeables et pas de remontées des fourreaux traversant jusqu'au niveau du terrain naturel) l'étanchéité devra être assurée comme pour les traversées étanches de cloisons par des bagues ou cadres MCT AFIMES (ou similaire).

## 4.2.4 Travaux de canalisations électriques souterraines

### 4.2.4.1 Liaisons entre bâtiments

Les câbles pour les liaisons entre les bâtiments devront cheminer sous fourreaux enterrés et chambres de tirage.

### 4.2.4.2 Conditions générales d'établissement

L'établissement des canalisations électriques souterraines doit être conforme notamment aux dispositions :

- de la norme NFC 15-100,
- des règles et prescriptions de France Télécom et des autres concessionnaires pour les réseaux du site.

### 4.2.4.3 Tracé des canalisations

Les changements de direction sont déterminés de telle façon que les rayons de courbure du câble, après pose, ne soient pas inférieurs à 10 fois son diamètre. Pour le tirage en fourreau, les rayons de courbure du câble ne devront pas être inférieurs à 20 fois son diamètre et respecter les rayons de courbure minimum des fourreaux.

Le traçage sur le chantier de la fouille à ouvrir se fait par le titulaire, en respectant les données du projet technique.

En cas de problèmes de compatibilité entre le cheminement des canalisations du présent marché avec des réseaux existants ou mentionnés sur les plans des autres réseaux, le titulaire est tenue de participer à des réunions de coordination organisées sur le site par le maître d'ouvrage.

Dans le cas où la dépose puis la remise en place des clôtures existantes seraient nécessaires, elles seront effectuées à la charge et aux frais du titulaire du marché.

### 4.2.4.4 Pose des canalisations

Les câbles HTA auront une couverture minimale de protection de 0,90 m.

Les câbles basse tension auront une couverture minimale de protection de :

- 1,00 m sous chaussée,
- 0,60 m dans les autres cas.

Les câbles France Télécom et autres courants faibles auront une couverture minimale de protection de :

- 0,80 m sous chaussée,
- 0,40 m dans les autres cas.

Ces valeurs s'entendent à partir de la génératrice supérieure du câble ou du conduit.

Lorsque des canalisations sont à installer avant l'achèvement de la viabilité, des précautions spéciales doivent être prises pour qu'en fin de travaux elles se trouvent à un emplacement et à une profondeur conforme aux prescriptions ci-dessus.

Lorsque les niveaux et les emplacements des autres ouvrages ne sont pas définis et garantis, la pose devrait être, en principe différée (dans tous les cas un plan indiquant les niveaux futurs doit être joint au projet).

#### 4.2.4.5 Dimension des tranchées et fouilles

La largeur de la tranchée doit permettre le respect des règles de pose édictées dans les divers documents ou spécifications techniques réglementaires. Elle sera au minimum de 0,40 m pour les tranchées et de profondeur inférieure ou égale à 0,65 m et de 0,80 m au-delà de cette profondeur.

#### 4.2.4.6 Exécution des terrassements - Démolitions

Dans tous les cas et préalablement à l'ouverture des fouilles, le titulaire :

- découpera soigneusement le revêtement de surface à la tranche suivant un marquage au sol préalablement établi,
- démolira avec soin le béton,
- déposera avec soin les pavages si existants,
- évacuera les déblais non réutilisables (autres que la grave naturelle).

L'emploi de la masse pour ces travaux est interdit. Les matériaux destinés à être réemployés doivent être laissés dans un état tel qu'ils puissent être récupérés lors de la réfection de revêtement.

Les circulations des piétons et des véhicules seront maintenues. Aussi, le titulaire devra-t-il réduire au minimum l'emprise du chantier et dans tous les cas, assurer la circulation des piétons et des véhicules.

Pour maintenir ces circulations, il pourra être tenu compte des différentes possibilités d'accès aux voies de circulation.

Le titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires à sa charge et à ses frais pour maintenir en service les accès des bâtiments du site.

Le trottoir, les chaussées et les panonceaux seront maintenus dans un parfait état de propreté, à la charge et aux frais du titulaire.

#### 4.2.4.7 Remblaiement - Réfection des revêtements

Le remblaiement se fera à l'aide de déblais extraits et criblés et de matériaux d'apport : chaque couche sera compactée.

Les fourreaux ou câbles, posés sur une couche de 0,10 m de sablon, seront recouverts d'une couche de sablon de 0,10 m d'épaisseur.

La réfection des revêtements devra être réalisée à l'identique de l'existant, y compris la repose des pavages éventuels.

En tout état, le titulaire devra se conformer aux prescriptions du gestionnaire du domaine sur lequel il intervient.

#### 4.2.4.8 Dispositions à prendre vis à vis des autres usagers des sous-sols

Terrassement à proximité d'arbres :

La distance des câbles électriques aux arbres doit être toujours au moins égale à 2,00 m.

Pose à proximité d'autres canalisations :

Les distances minimales à respecter entre les câbles électriques de domaines de tensions différentes, qu'ils soient courant fort ou courant faible, ou entre ces câbles électriques et les autres canalisations, doivent respecter les textes réglementaires et normes s'y rapportant et si nécessaire les prescriptions et règles des concessionnaires.

Dans tous les cas, cette distance ne peut être inférieure à 0,20 m.

Le titulaire devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour maintenir en service et en parfait état, les réseaux qui seront maintenus en place.

Pour tous les réseaux, des demi-coquilles seront fournies et installées par le titulaire autour de chaque réseau rencontré afin d'assurer leur protection.

Les réseaux traversant seront repérés et positionnés.

#### 4.2.4.9 Protection et signalisation des câbles ou fourreaux

Un grillage avertisseur rouge d'une largeur de 0,30 m minimum sera posé à 0,15 m au-dessus des canalisations électriques basse tension courants forts (câbles ou fourreaux).

Un grillage avertisseur vert d'une largeur de 0,30 m sera posé à 0,20 m au-dessus des canalisations courants faibles et FT (câbles ou fourreaux).

#### 4.2.4.10 Pose des fourreaux souterrains

Avant la pose, le titulaire procédera au nivellement du fond de fouille et à la mise en œuvre de 0,10 m de sablon.

Le matériel de tirage sera obligatoirement du type électrique ou à air comprimé.

Il n'est pas autorisé la pose de câble directement en enterré sauf accord de la maîtrise d'ouvrage sur justification du titulaire. Dans ce cas, en aucun cas, les câbles ne seront laissés en fouille remblayée ou non, sans que l'on ne soit assuré de la bonne exécution et de la bonne conservation des dispositifs d'étanchéité terminaux (capuchons thermorétractables, denso).

#### **Caractéristiques des fourreaux pour les canalisations électriques basse tension courants forts et courants faibles**

Fourreaux TPC en polyéthylène haute densité de couleur extérieure rouge, conformes à la norme NFC 68.171 et additifs 1 - 2 et 3. Les diamètres extérieurs retenus sont 50 mm, 63 mm, 110 mm et 160 mm.

Les fourreaux acier goudronnés restent utilisables, après accord de la maîtrise d'ouvrage et si besoin du distributeur d'énergie, quand la couverture est inférieure à 0,50 m sous trottoir ou 0,90 m sous chaussée.

Ils seront du type avec ou sans soudure, conformes aux normes NFA 49-145 et NFA 49-115. Le diamètre intérieur retenu est 100 mm minimum.

Lorsque les fourreaux acier ne pourront être utilisés, on pourra les remplacer par des tôles en acier galvanisé de 1 m x 0,40 x 0,004 m ou par des caniveaux en briques pleines de 0,06 m x 0,011 m x 0,22 m posées sur chant pour protection des câbles ou des fourreaux TPC, l'intérieur du caniveau sera rempli de sable.

L'occupation des fourreaux ne devra pas être supérieure au 2/3.

#### **Séparation câble courants forts et câble courants faibles**

Les câbles courants forts, contrôle / commande et mesures chemineront dans des fourreaux différents. Un fourreau en réserve sera prévu pour chacun de ces domaines de signal.

On doit s'efforcer de disposer les fourreaux concernés à un intervalle d'au moins 0,10 m. La séparation des câbles courants forts et des câbles courants faibles doit être maintenue (0,30 m si possible) dans les chambres de tirages et aux entrées dans les bâtiments.

#### **Caractéristiques des fourreaux pour câbles France Télécom**

Fourreaux TPC de mêmes caractéristiques que ci-dessus, couleur verte ☐ 63 non annelé.

#### **4.2.4.11 Chambres de tirage**

Les chambres de tirage pourront être de type préfabriqué, de formes et de dimensions adaptées au nombre de fourreaux.

Des chambres de tirage différentes devront être prévues pour les câbles HTA et les câbles BTA.

Les trappes seront en fonte et auront une résistance de 250 kN et de 400 kN si passage de véhicules lourds ou si passage fréquent de véhicules.