

**ÉCOLE  
NORMALE  
SUPÉRIEURE  
DE LYON**

15 parvis René-Descartes  
BP 7000, 69342 Lyon cedex 07  
Tél. +33 (0)4 37 37 60 00  
[www.ens-lyon.fr](http://www.ens-lyon.fr)

**fortil** Committed to  
Sustainable  
Performance

FORTIL  
35, avenue Général de Gaulle  
69110 Ste Foy-Lès-Lyon

---

# Cahier des clauses techniques particulières n°2025-18 Lot 007

---

## COURANT FORT

---

Aménagement d'une  
plateforme de Cryo-  
Microscopie  
électronique BSL2 au  
sous-sol du MLE

---



## Sommaire

<b>I</b>	<b>GENERALITES</b>	<b>9</b>
1.1	CONTEXTE GENERAL POUR LOCAUX DU LABORATOIRE BSL2	9
1.2	OBJET DU DOCUMENT	9
1.3	EMPLACEMENT ET LOCALISATION	9
1.4	MISSION DE LA MAITRISE D'ŒUVRE	11
1.5	OBJET DU PRESENT DOCUMENT	11
1.6	ETENDUE DES TRAVAUX	11
1.7	NORMES ET REGLEMENTATIONS	12
1.8	PRINCIPES CONSTRUCTIFS PARASISMIQUES	15
1.9	LABEL :	16
1.10	DOCUMENTS DE LA CONSULTATION	16
1.11	VARIANTES ET OPTIONS	17
1.12	OBLIGATION DE L'ENTREPRISE	17
1.13	CONNAISSANCE DU PROJET	18
1.14	ETAT DES LIEUX	19
1.15	CONTRAINTES D'INTERVENTION SUR UN SITE INDUSTRIEL EN EXPLOITATION	19
1.16	CONFIGURATION DES SYSTEMES EXISTANTS	20
1.17	REGLES DE CONCEPTION	20
1.18	OBLIGATION DE L'ENTREPRENEUR	21
1.18.1	Agrément du Maitrise d'œuvre	21
1.18.2	Echantillons	21
1.18.3	Reconnaissance des lieux	22
1.18.4	Protection des ouvrages	22
1.18.5	Nettoyage	22
1.18.6	Informations du personnel d'exploitation du Maitre d'ouvrage	23
1.18.7	Coordination des travaux	23
1.18.8	Conditions requises	23
1.18.9	Cahier des Clauses Administratives Particulières	23
1.18.10	Qualifelec	24
1.18.11	Variante et options	24
1.19	CONTENU DES PRIX	24
1.20	GARANTIE	25
1.21	HYGIENE ET SECURITE	27
1.22	ASSURANCE QUALITE	27
1.23	QUALITE DES FOURNITURES	28
1.24	ROLE DES FOURNISSEURS	28
1.25	PROTECTIONS	28
1.25.1	Protection contre les chocs et dégradations diverses	28
1.25.2	Protection des ouvrages - matériaux – matériels	29
1.25.3	Protection contre la corrosion	30
1.25.4	Mise à la terre	30
1.26	ACOUSTIQUE	30
1.27	AUTRES SPECIFICATIONS GENERALES	31
1.27.1	Sécurité à l'exécution	31
1.27.2	Mise en service	31
1.27.3	Entretien - Maintenance	31
1.28	LIMITES DE PRESTATIONS	31

1.29	TRAVAUX ANNEXES A LA CHARGE DU PRESENT LOT .....	31
<b>2</b>	<b>DOCUMENTS EXIGES .....</b>	<b>33</b>
2.1	DOSSIER D'EXECUTION DE CHANTIER.....	33
2.1.1	Généralités .....	33
2.1.2	Plan de Protection BT .....	34
2.1.3	Notes de calcul BT .....	34
2.1.4	Réservations / Scellements .....	35
2.2	DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES .....	36
2.2.1	Généralités .....	36
2.2.2	« Dossier des Ouvrages Exécutés » comprenant : .....	36
2.2.3	« Dossier d'Exploitation et de Maintenance » comprenant : .....	37
<b>3</b>	<b>REGLES DE CALCULS .....</b>	<b>38</b>
3.1	BASE ELECTRIQUE .....	38
3.2	CALCULS DES PUISSANCES .....	38
3.2.1	Force .....	38
3.2.2	Coefficient d'extensibilité .....	39
3.2.3	Eclairage .....	39
3.2.4	Prises de courant .....	39
3.3	NOTES DE CALCUL .....	40
3.4	EMI – EMC .....	41
3.4.1	Problème des interférences et compatibilité electromagnétique (EMI – EMC) .....	41
3.5	ECHAUFFEMENT .....	42
3.5.1	Nota : .....	42
3.6	CHUTES DE TENSION.....	42
3.7	CHUTE DE TENSION ADMISSIBLE .....	42
3.8	EQUILIBRAGE.....	43
3.9	POUVOIR DE COUPURE .....	43
3.1	RESISTANCE MECANIQUE.....	43
3.2	SELECTIVITE .....	43
3.3	PERTURBATIONS .....	44
3.4	CANALISATIONS .....	44
3.5	CONDUCTEUR DE NEUTRE .....	45
3.6	CONDUCTEUR PEN .....	45
<b>4</b>	<b>EXIGENCES DE CONTROLE .....</b>	<b>45</b>
4.1	ESSAIS USINE-FAT .....	45
4.1.1	Recettes Usine des matériels avant Transport sur site .....	45
4.1.2	Essais d'acceptation.....	46
4.1.3	Essais individuels de l'appareillage. ....	47
4.1.4	Compte-rendu d'essais. ....	48
4.2	ESSAIS SUR SITE-SAT .....	48
4.2.1	Dispositions générales.....	48
4.2.2	Vérifications générales en cours de travaux .....	49
4.2.3	Vérifications à l'état statique.....	49
4.2.4	Vérifications en fonctionnement.....	49
4.2.5	Compteurs .....	49

4.2.6	GTC .....	50
4.2.7	Essais de performance .....	50
4.2.8	Liste de fiches Autocontrôles .....	50
4.3	PRE-RECEPTION OPR .....	52
4.4	FORMATIONS ET PRESCRIPTIONS DES GARANTIES .....	53
4.4.1	Prescription des formations .....	53
<b>5</b>	<b>DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE .....</b>	<b>54</b>
5.1.1	Document de sécurité .....	54
5.1.2	Dossier à fournir après la commande .....	55
5.1.3	ANALYSE AMDEC / FMEA .....	55
5.1.4	2.3 VALIDATION DES DOCUMENTS .....	56
5.1.5	Dossier d'exécution .....	56
5.1.6	Dossier d'ouvrages exécutés et de maintenance (DOE) .....	59
5.1.7	Encadrement de chantier .....	59
5.1.8	Installation de chantier - Engins de chantier - Protection du chantier - Manutention .....	60
5.1.9	Responsabilité des parties .....	60
5.2	ESSAIS ET RECEPTION DES TRAVAUX .....	61
5.3	FORMATION DU PERSONNEL ENS .....	63
5.4	LIMITES DE PRESTATIONS .....	63
5.4.1	Tableau des limites .....	64
5.5	COORDINATION AVEC LES AUTRES LOTS .....	64
5.6	GRAVATS, NETTOYAGE, GOULOTTES DE CHANTIER .....	64
5.7	PRECAUTIONS TECHNIQUES .....	64
5.8	DEMARCHE QUALITE .....	65
<b>6</b>	<b>INFLUENCES EXTERNES .....</b>	<b>66</b>
6.1	GENERALITE .....	66
6.2	TEXTES OFFICIEL DE REFERENCE .....	67
6.3	ORIGINE ET NATURE DES INSTALLATIONS .....	67
<b>7</b>	<b>RECAPITULATIF D'ALIMENTATION .....</b>	<b>68</b>
7.1	RESEAU NORMAL .....	68
7.2	RESEAU SECOURS .....	69
7.3	REGIME DE NEUTRE .....	69
<b>8</b>	<b>LOCALISATIONS .....</b>	<b>69</b>
8.1	INSTALLATIONS EXISTANTES .....	69
8.2	DEPOSE DES INSTALLATIONS .....	70
8.2.1	Dépose du matériel électrique existant dans l'ENS .....	70
<b>9</b>	<b>DESCRIPTION GLOBAL .....</b>	<b>70</b>
9.1.1	Bases de calculs .....	72
9.2	SOURCE D'ALIMENTATION GENERAL .....	72
9.2.1	Section des conducteurs .....	73
9.2.2	Protections .....	73
9.2.3	Principe de sélectivité .....	74

9.2.4	Taux d'harmoniques.....	74
9.3	LIMITES DE PRESTATIONS AVEC LES AUTRES LOTS:.....	75
9.4	RESISTANCE MECANIQUE.....	75
9.5	INDICE DE SERVICE.....	75
9.6	INDICE DE PROTECTION.....	75
9.7	IMPERATIFS.....	76
9.7.1	Socle.....	76
9.8	EQUILIBRAGE DES PHASES.....	76
9.9	POUVOIR DE COUPURE (PDC).....	76
9.10	SELECTIVITE.....	77
9.11	PARAFONDRE.....	77
9.12	COMPTEURS D'ENERGIES.....	77
9.13	COMPOSITION.....	78
9.14	DEGRE DE PROTECTION.....	78
9.14.1	Protection électrique tête de groupe et départs terminaux.....	78
<b>10</b>	<b>ARCHITECTURE BASSE TENSION .....</b>	<b>81</b>
10.1.1	Généralités.....	81
10.1.2	Essais types.....	81
10.1.3	Vérifications individuelles.....	83
10.1.4	Equipements.....	84
10.1.5	Câblage.....	85
10.1.6	Circuit de puissance.....	87
10.1.7	Circuits auxiliaires.....	88
10.1.8	Alimentation spécifique.....	88
10.1.9	Repérage des câbles.....	89
10.2	REPERAGE ARMOIRES.....	90
10.2.1	Installation Electrique.....	90
10.2.2	Etiquettes.....	90
10.2.3	Affichage.....	91
10.2.4	TG -CRYO.....	92
10.2.5	Lampes de signalisation.....	95
10.2.6	Réserves.....	103
10.2.7	Interaction SSI.....	104
10.2.8	Cellules du TG-CRYO.....	104
10.2.9	Type d'unité fonctionnelle :.....	105
10.2.10	Appareillage.....	105
10.2.11	Appareils d'arrivée.....	106
10.2.12	Appareils de départs.....	106
10.2.13	Circuits de sécurité.....	106
10.3	SOURCE-ASI.....	107
10.3.1	Généralités.....	107
10.3.2	Caractéristiques.....	107
10.3.3	Armoire Batterie.....	109
10.3.4	Dégagement minimum exemple.....	110
10.3.5	Schéma fonctionnel.....	110
10.3.6	Options.....	111
10.3.7	Redresseur Chargeur.....	111
10.3.8	By Pass.....	112

10.3.9	Communication.....	113
10.3.10	Appareil de mesure.....	113
10.3.11	ARMOIRE TGO.....	114
10.4	ARMOIRE TD-MICROS.....	117
10.4.1	Equipements TD Micros.....	121
10.4.2	Caractéristiques générales.....	121
10.4.3	Equipements électriques.....	121
10.5	TRANSFORMATEUR D'ISOLEMENT.....	123
10.6	COMPENSATION REACTIVE.....	124
10.7	INTERACTION SSI.....	125
<b>11</b>	<b>DISTRIBUTION ELECTRIQUE.....</b>	<b>125</b>
11.1.1	Principe de distribution.....	126
11.1.2	Traverse de parois.....	126
11.1.3	Etanchéité.....	128
11.2	BOITES DE JONCTION.....	128
11.3	FORCES MOTRICES.....	129
11.4	COORDINATION DE LOTS.....	129
<b>12</b>	<b>EQUIPEMENT TERMINAUX.....</b>	<b>129</b>
12.1.1	Niveaux d'éclairage.....	129
12.1.2	Eclairage Intérieur du Laboratoire du bâtiment ENS.....	130
12.1.3	Eclairages complémentaires.....	132
12.1.4	Auxiliaire de commande.....	133
•	OPERATEUR.....	134
•	GLACIOS.....	134
•	AQUILOS.....	134
•	VITRIFICATION.....	134
12.1.5	Prise de courant.....	134
12.1.6	Nourrices équipés (option).....	Erreur ! Signet non défini.
12.1.7	Prise de courant 3P+T, 32A (option).....	Erreur ! Signet non défini.
<b>13</b>	<b>BOITIER D'ARRET D'URGENCE DEPORTE.....</b>	<b>135</b>
13.1.1	Arrêt d'urgence-AU.....	135
<b>14</b>	<b>ECLAIRAGE DE SECURITE.....</b>	<b>135</b>
14.1.1	Foyers lumineux.....	136
<b>15</b>	<b>CIRCUIT DE TERRE.....</b>	<b>140</b>
15.1.1	Liaisons équipotentielle principales.....	140
15.1.2	Liaisons équipotentielle secondaires.....	141
15.1.3	Dalle Cuve Azote.....	144
15.1.4	Ceinturage boucle de terre.....	144
15.1.5	Connexions au ceinturage d'équipotentialité.....	145
15.1.6	Liaison LES.....	145
	Liaison Equipotentiel Secondaire (LES) pour microscopes.....	145
15.1.7	Contrôleur d'isolement (CPI).....	146

<b>16</b>	<b>PROTECTION Foudre</b>	<b>147</b>
16.1.1	Généralité	147
16.1.2	Paratonnerre	148
16.1.3	Descente de Terre	150
16.1.4	Compteur d'impact	152
16.1.5	Pattes d'oies	152
16.1.6	Schéma Prise de Terre	152
16.1.7	Dispositif de protection	153
16.1.8	Parafoudre Type 1 et 2	153
16.1.9	Raccordement	153
<b>17</b>	<b>CHEMINS DE CABLES</b>	<b>154</b>
17.1	DISTRIBUTION INTERIEUR/EXTERIEUR	154
17.2	SEPARATION DES RESEAUX	157
17.3	IMPLANTATION CHEMINS DE CABLES	158
17.4	CARACTERISTIQUES DES CHEMINS DE CABLES	158
17.5	PASSAGE DANS LES MURS COUPE-FEU	159
17.6	PASSAGE AU DROIT DES JOINTS DE DILATATION	159
17.7	REPRISE ETANCHEITE	160
17.8	CHEMINS DE CABLES EN TERRASSE	161
17.8.1	Mode de pose	161
17.9	DIMENSIONS	163
17.10	SUPPORTS	163
17.11	MISE EN OEUVRE	165
17.12	TRAVERSEE DE JOINTS SISMIQUES :	166
17.13	CONDUITS ET COLLIERS	167
17.13.1	Tubes IRL3321	167
17.13.2	Tubes IRL5557	167
17.14	CABLAGE ET DERIVATION	167
17.15	BOITES DE JONCTION	168
17.16	GOULOTTES	169
<b>18</b>	<b>GESTION DES POINTS CENTRALISES</b>	<b>169</b>
18.1	PRESCRIPTION SPECIFIQUES	169
18.2	ARMOIRE GTC ACTUELLE	170
18.3	ARMOIRE GTC FUTURE	170
18.4	CABLAGE GTC	171
18.5	SOUS REPARTITEUR GTC	171
18.6	RESEAU DE COMMUNICATION GTC	172
18.7	CONNECTIQUE OPTIQUE ET PRISE TERMINALE RJ45	172
18.8	MODULE ENTREES / SORTIES	172
18.9	POINTS GTC	172
<b>19</b>	<b>REGULATION</b>	<b>172</b>
19.1	INTRODUCTION	172
19.2	GENERALITES	173
19.3	PANNEAU DE BRASSAGE OPTIQUE	173

19.4	PANNEAU DE BRASSAGE RJ45 DATA CUIVRE .....	173
19.5	CORDONS DE BRASSAGE « CUIVRE » .....	174
19.6	IDENTIFICATION ET REPERAGE DES LIAISONS .....	174
19.7	TESTS STATIQUES.....	175
19.8	TEST DES LIAISONS « CUIVRE ».....	175
19.9	TEST DES LIAISONS OPTIQUES .....	176
19.10	EXIGENCES FONCTIONNELLES .....	178
19.11	COMMUNICATION.....	178
19.12	REGULATION.....	179
19.13	PLC MASTER.....	179
19.14	HMI.....	180
<b>20</b>	<b>INSTALLATION PROVISOIRE DE CHANTIER.....</b>	<b>180</b>
20.1	INSTALLATIONS DE CHANTIER PROJET .....	180
<b>21</b>	<b>INSTALLATIONS DE CHANTIER.....</b>	<b>181</b>
21.1	ARMOIRE CHANTIER.....	181
	ARMOIRE DIVISIONNAIRE « CHANTIER » .....	181
21.2	ALIMENTATIONS ELECTRIQUES.....	182
21.3	COFFRET DE CHANTIER.....	182
21.4	ECLAIRAGE INTERIEUR / EXTERIEUR.....	183
<b>22</b>	<b>PRESTATIONS DE FIN DE CHANTIER.....</b>	<b>183</b>
22.1	GENERALITES.....	183
22.2	CONTROLES.....	183
22.3	ESSAIS .....	184
22.4	VISITE PREPARATOIRE A LA RECEPTION .....	185
22.5	ASSISTANCE TECHNIQUE DE MISE EN SERVICE.....	185
22.6	GARANTIE.....	186
22.7	NETTOYAGE, MISE A GRIS, MISE A BLANC.....	187
<b>23</b>	<b>MISE EN SERVICE - RECEPTION FAT/SAT .....</b>	<b>187</b>
23.1	DEFINITION DU PROCESSUS.....	187
23.2	PROTOCOLE DES TESTS ET PROCES-VERBAUX .....	188
23.3	FAT.....	188
23.4	SAT STATIQUES .....	189
23.5	RECEPTION MECANIQUE.....	189
23.6	MISE EN SERVICE .....	190
23.7	SAT DYNAMIQUES .....	190
23.8	RECEPTION.....	191

## I GENERALITES

### 1.1 CONTEXTE GENERAL POUR LOCAUX DU LABORATOIRE BSL2

Le projet de l'ENS de Lyon consiste à l'aménagement d'un laboratoire BSL2 au sous sol du bâtiment MLE de l'ENS de Lyon pour y installer des microscopes.

Ce projet a pour objectif la réalisation d'alimentation électrique pour les locaux du laboratoire BSL2

Les travaux visent à installer l'alimentation des nouvelles forces motrices, tel que l'alimentation des unités gainables , des prises d'alimentations ,des coffrets l'alimentations des salles , des portes sectionnelles ,des groupes froids, de CTA ,ainsi que de l'armoire CVC, le contrôle d'accès , la sécurité incendie ...etc.

Ces travaux auront aussi pour but de mettre en place l'éclairage pour les locaux du laboratoire BSL2

Liste non exhaustive.

### 1.2 OBJET DU DOCUMENT

Le présent document a pour objet la description des Travaux du lot ELEC relative à la distribution de puissance pour toute les locaux du laboratoire BSL2

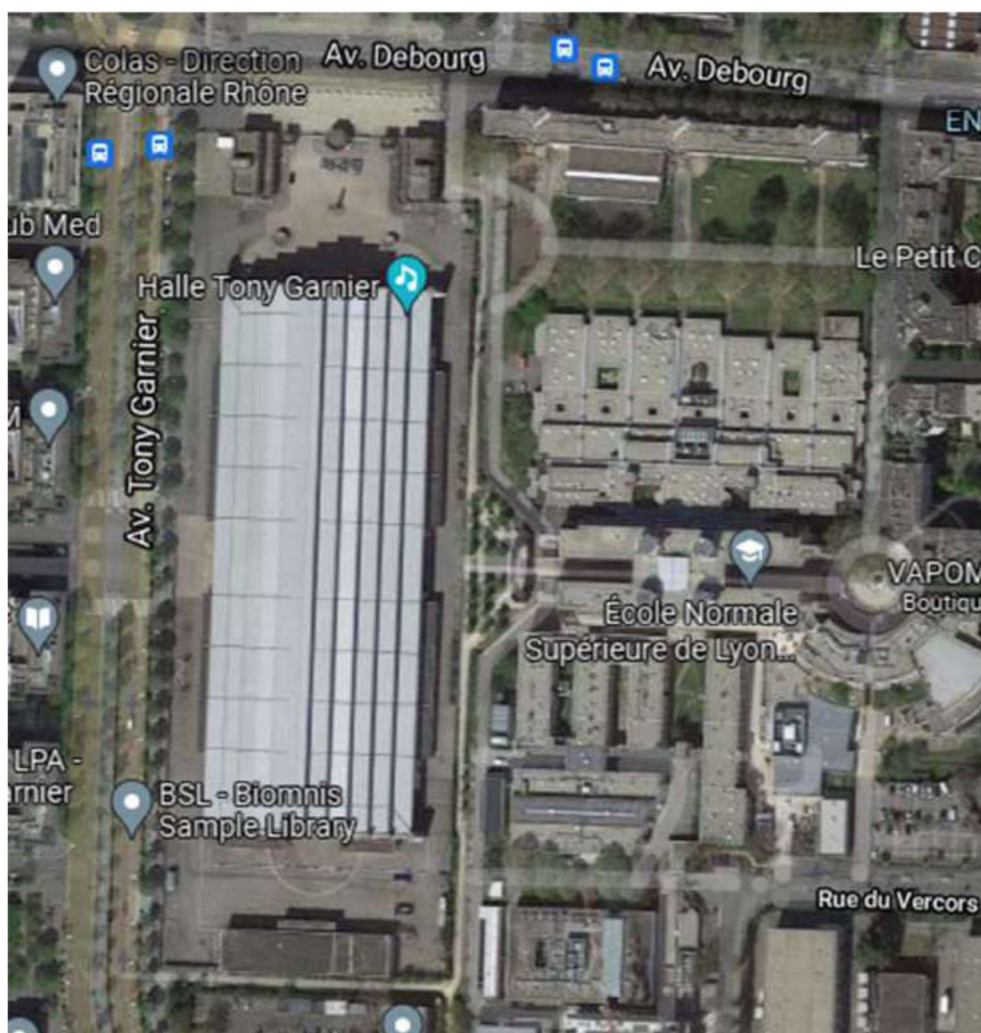
### 1.3 EMPLACEMENT ET LOCALISATION

Le projet se situe au sein de l'École Normale Supérieure (ENS) de Lyon

Établissement public national à caractère scientifique,culturel et professionnel

Adresse : 15, Parvis René Descartes - BP 7000 –

69342 Lyon Cedex 07



Emplacement de l'établissement ENS de Lyon

## 1.4 MISSION DE LA MAITRISE D'ŒUVRE

FORTIL est missionnée pour les études suivantes :

- Phase DIAG / FAISA
- Phase Avant-Projet
- Phase PRO / DCE

Le présent document traite de la phase DCE.

La limite de la prestation concernera l'architecture de la basse tension 15-100.

L'intervention sera concentrée sur la mise en place du TG et armoires divisionnaires.

## 1.5 OBJET DU PRESENT DOCUMENT

Le présent document a pour objet de décrire les performances techniques des installations d'électricité CFO CFA SSI GTC, à atteindre dans le cadre du projet d'habilitation du bâtiment ENS.

## 1.6 ETENDUE DES TRAVAUX

Les travaux d'électricité CFO CFA SSI GTC comprennent :

- Mise en place d'une zone de chantier
- Mise en place Cheminement de câbles
- Adaptation du Réseau de Terre existant

Les travaux d'économie de la construction comprennent :

- Adaptation des murs et plafond de l'ENS (rebouchage, peinture, ...)

Les travaux de Chauffage / CVC pour le projet comprennent :

- Adaptation du système de chauffage , électricité (y compris solution temporaire lors des travaux)
- Adaptation du système de ventilation et de climatisation
- Adaptation du système GTC
- Mise en place d'Alimentations Electriques Principales
- Installation d'un Onduleur pour les besoins du bâtiment ENS
- Mise en place d'équipements de prise de courant et d'éclairage
- Mise en place des cheminements de chemins de câbles pour le CFO-CFA SSI ( TGBT,TD,TGO, , Contrôle d'accès, Anti-intrusion, Wifi, Ethernet...)
- Pose de toute la filerie CFO-CFA dans la zone Techniques et Tertiaires.
- Mise en place des armoires et tableaux divisionnaires

- Mise en place du raccordement des équipements Terminaux BT (Eclairage intérieur, Eclairage de sécurité, Eclairage extérieur, appareillage BT, SSI, Baies informatiques, Contrôle d'accès, Anti-intrusion, video surveillance , wifi,PC,RJ45...)
- Pose et raccordement de protection foudre
- Climatisation et ventilation des locaux techniques
- Essais-Mesures avant réception

### 1.7 NORMES ET REGLEMENTATIONS

Les travaux seront réalisés conformément aux réglementations, aux documents officiels français, normes en vigueur, cahier des charges C.S.T.B., prescriptions D.T.U. et tous les arrêtés, décrets, circulaires qui régissent la construction faisant l'objet du présent projet, dans leur version la plus récente, notamment :

- Norme UTE C12-100 : protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
- NF C 12464-1 relative à l'éclairage artificiel intérieur
- NF C 12464-2 relative à l'éclairage artificiel extérieur
- La norme NF EN 13032-2 (novembre 2017) spécifie les données requises pour vérifier la conformité des lampes et luminaires aux exigences des normes NF C 12464-1 et NF C 12464-2
- NF EN 15193 Performance énergétique des bâtiments-Exigences énergétique pour l'éclairage.
- NF C 13-100 : Conception de système et mise en œuvre d'installations électrique de puissance de tension nominale supérieur à 1kV, notamment pour les Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public de deuxième catégorie complété et modifié
- Au guide UTE C 15107 : Détermination des caractéristiques des canalisations préfabriquées et choix des dispositions de protection
- Norme NFC 13-200 : installations électriques haute tension
- Norme NF C 52-112, EN 50588 et directive EcoDesign pour les transformateurs HTA/BT
- Norme NFC 15-100 et amendements A1/A2/A3/A4: installations électriques à basse tension

- U.T.E. C 15-103 : choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes
- NFC 15-105 : détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection
- Norme NFC 15-106 : section des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle
- Norme NFC 15-402 : règles d'installation des ASI
- Norme UTE C15-559 : installation d'éclairage en TBT
- Norme UTE C17-100 / NF EN 62305 et C17-102 : protection contre la foudre
- Norme NFC 17-200 : éclairage extérieur
- Norme NFC 71-022 : règles générales d'éclairage de sécurité
- Norme NFC 71-800/801/805/820 : blocs autonomes d'éclairage de sécurité
- Règlementation énergétique française 2012 (RT2012)
- RE 2020
- Au guide UTE C 15401 : Guide pratique concernant l'installation de groupes moteurs thermiques générateurs.
- NF S 61-940 : Systèmes de Sécurité (S.S.I.) – Alimentations Électriques de Sécurité (A.E.S.) – Règles de conception, complétée et modifiée.
- NF E37-312 : Groupes Electrogènes utilisables en tant que sources de sécurité.
- Au guide UTE C 15443 : Guide pratique - protection contre les surtensions d'origine atmosphérique, installations de parafoudres.
- NF C 61-740 : Parafoudres pour installations basse tension, complétée et modifiée.
- Décret 1056 du 14 novembre 1988 pour l'exécution des dispositions du livre II du Code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions de travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Les Documents Techniques Unifiés (D.T.U.) publiés par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)
- Les documents scientifiques du C.S.T.B et notamment ceux concernant la protection des bâtiments contre les effets de la foudre.
- Recommandations décrites dans l'ETUDE TECHNIQUE Foudre

L'entreprise devra vérifier à tout moment qu'elle ne se trouve pas dans l'obligation de tenir compte de nouvelles normes, lois, décrets, règlements parus avant la signature du marché et l'exécution de ses ouvrages. Il est tenu de les appliquer et d'en informer le Maître d'œuvre.

- Règlement sanitaire départemental
- Le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 concernant l'exécution des dispositions du livre II du code du travail, en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, ainsi que les arrêtés et circulaires s'y rapportant.
- La circulaire relative aux conditions techniques d'alimentation électrique des établissements de santé (circulaire DHOS/E4/2006/393).
- NFC 14.100 Installations de branchement à basse tension
- Prescriptions UTE C 18.508 / NF C 18.510 / UTE C 18.530.
- Les guides UTE : règles et prescriptions
- Règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public Arrêté du 11 septembre 2023 modifiant l'arrêté du 25 juin 1980
- Les installations électriques respecteront la directive Européenne 2004/40/CE relative à la protection et à la limitation des perturbations électromagnétiques.
- Les avis techniques instruits et prononcés par un groupe spécialisé de la commission Ministérielle créée par l'arrêté du 2 décembre 1969, compte tenu des réserves formulées par la Commission Technique de l'A.R.C.E. S, pour tout matériau, matériel ou procédé de mise en œuvre non traditionnelle.
- Les exigences de la qualification d'Entreprise APSAD
- Le recueil des éléments utiles à l'établissement et à l'exécution du projet de marché (R.E.E.F).

Pour toute évolution de la réglementation en cours de réalisation, il appartiendra à l'adjudicataire d'en informer, par écrit, le Maître d'œuvre et devra proposer les solutions permettant d'être en conformité à la réception des ouvrages.

**Nota :**

***Cette énumération, indicative et non limitative n'exclut pas les textes ou règlements particuliers applicables à des spécialités déterminées, ou à des cas d'espèce.***

***Les documents, textes et règlements applicables au projet, sont ceux à jour et en vigueur à la date de soumission. Dans le cas où un point du projet ne serait pas conforme à une publication en vigueur, l'entreprise devra le signaler au Maitrise d'oeuvre, avant la remise de son offre.***

***Les Documents Techniques Unifiés (D.T.U.) publiés par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) sont également des documents de références.***

***Tous les frais d'une modification du projet dus à l'entreprise, une fois le marché passé, seront à la charge de celle-ci.***

***Si, en cours de travaux, de nouveaux documents entraînent en vigueur, l'Entreprise devra établir un Avenant correspondant aux modifications, de façon à livrer à la mise en service, une installation conforme aux dernières dispositions.***

***Toute installation non conforme à la nouvelle réglementation en fin de chantier, serait totalement refusée et à reprendre à ces frais par le titulaire du présent lot.***

## **1.8 PRINCIPES CONSTRUCTIFS PARASISMIQUES**

Conformément à l'arrêté du 24 octobre 2010 et aux décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, relatifs à la réglementation parasismique, il sera prévu à cet effet les règles suivantes :

- Fixations du **TGN, TGOND, Armoires Divisionnaires, Alimentations Sans Interruption** par chaises ainsi que par socles au sol béton et non posées sur faux planchers (si présence de faux planchers),



Les équipements ci-après doivent être fixés au sol ou aux parois porteuses. En cas de cloisons (plâtre, double peau métal, ...) non porteuse, un cadre support (réalisé et à mettre en place pour reprendre les efforts en tête de TG/ Armoires Divisionnaires vers la dalle la plus proche.

## ■ Centres d'énergies

Pour éviter tout déplacement différentiel, les équipements techniques, les réseaux et d'une manière générale tout type de gaines seront accrochés aux planchers (ou dallages), aux murs et aux plafonds par un support rigide.

### 1.9 LABEL :

Lorsque, pour un matériel déterminé, les normes prévoient l'attribution de la marque de qualité aux normes N.F, N.F. Electricité ou de la marque de qualité USE, la qualité de ce matériel doit être garantie par la présentation d'un procès-verbal de conformité aux normes, délivré par un organisme habilité à cet effet.

Les matériels doivent présenter toutes les qualités de solidité, de pérennité, d'isolation, de rendement et de bon fonctionnement désirables.

Ils doivent notamment répondre aux réglementations ou spécifications techniques générales ou fondamentales concernant l'usage auquel ils sont destinés.

De manière générale, l'ensemble du matériel devra être estampillé NF.

### 1.10 DOCUMENTS DE LA CONSULTATION

Les documents techniques du projet précisent les solutions, les matériels et les dispositions à adopter pour assurer le programme à réaliser.

Les marques et types cités ci-après s'entendent avec la mention « OU EQUIVALENT ».

Les choix se porteront prioritairement sur ces marques et type de matériels. L'entreprise a la faculté de proposer d'autres matériels ou matériaux, mais à la condition qu'ils soient de qualité et de performances au moins équivalentes à celles prévues dans les documents de l'offre et que la garantie constructeur soit au moins identique.

Le Maître d'ouvrage se réserve le droit d'imposer le matériel prévu dans les documents de l'offre, ou tout autre matériel de qualité équivalente, en cas d'incertitude sur la qualité, les performances, la garantie, etc., des matériels proposés par l'entreprise.

Les matériaux, équipements et travaux, qui ne rempliraient pas rigoureusement les conditions stipulées dans les documents de l'offre, seront refusés et leur remplacement quelle que soit sa valeur à la charge de l'entreprise.

Les indications de dimensionnement portées sur les documents de l'offre (encombrement, puissance, débits, dimensions des réseaux, etc...) sont données à titre indicatif et devront être vérifiées par l'entreprise lors de l'exécution des travaux.

Les entreprises devront impérativement présenter leurs offres suivant les bordereaux cadres de la Décomposition du Prix Global et Forfaitaire, prévus à cet effet et qu'elle pourra compléter si elle le juge nécessaire.

Une réponse de l'entreprise qui ne respecterait pas la décomposition de notre cadre de bordereau ne sera pas analysée.

**ATTENTION : L'ensemble des postes comprennent la fourniture, pose et raccordement de tous les éléments.**

### 1.11 VARIANTES ET OPTIONS

L'entrepreneur devra impérativement répondre à la solution de base.

Néanmoins, il aura la possibilité de proposer toutes variantes qu'il juge intéressante, mais elles devront figurer en dehors du cadre du PRIX GLOBAL joint au dossier de l'offres et qu'il doit remplir obligatoirement.

Ces variantes feront l'objet d'une offre forfaitaire établie sur un formulaire séparé.

Certaines options sont éventuellement demandées dans le présent cahier. L'entrepreneur devra y répondre obligatoirement sous peine de voir sa proposition non retenue.

### 1.12 OBLIGATION DE L'ENTREPRISE

L'entrepreneur doit obtenir les divers accords à délivrer par ENS pour la réalisation de tout ou partie de ces ouvrages.

L'entreprise doit prévoir un matériel qui puisse être introduit sans difficultés dans le bâtiment par les ouvertures figurant sur les plans de l'offres.

Si ces conditions ne sont pas remplies, les travaux qui s'avéreront indispensables (création d'ouvertures, remise en état des lieux, etc...) seront à la charge de l'entreprise.

Si certains éléments de l'installation ne peuvent être livrés en temps utile, l'entreprise est tenue d'achever le montage du reste de l'installation en laissant les attentes nécessaires.

L'aménagement autour des appareils doit :

- Permettre de circuler autour des appareils
- Laisser aisément accessibles toutes les parties constitutives des matériels
- Permettre le démontage de tout ou partie des matériels sans dépose d'autres matériels
- Comporter les équipements nécessaires à la manutention des matériels

- Assurer la mise hors d'eau des matériels
- Assurer la protection mécanique des organes ou canalisations susceptibles d'être heurtés
- Rendre accessibles les appareils de contrôle, de mesure, de régulation et de sécurité pour leur lecture et leur réglage.

### 1.13 CONNAISSANCE DU PROJET

L'Entrepreneur devra prévoir tous les travaux indispensables pour le parfait achèvement des ouvrages de son lot, quand bien même il n'en serait pas fait mention dans les descriptions d'ouvrages, dès que ces travaux sont nécessaires à la réalisation du projet.

L'Entrepreneur reconnaît, à cet effet, s'être rendu compte exactement des travaux à exécuter, de leur importance et de leur nature.

Les caractéristiques portées au présent descriptif et sur les plans sont données à titre indicatif. Il appartiendra à l'entrepreneur d'effectuer ses propres calculs.

Il devra inclure dans son offre tous les appareillages, échafaudages, moyens de levage et de manutention nécessaire à l'exécution de ses ouvrages.

Il reconnaît avoir suppléé par ses connaissances professionnelles aux détails qui auraient pu être omis au CCTP présent ou sur les plans.

De ce fait il ne saurait être accordé, en aucun cas, une majoration quelconque du prix soumissionné.

En conséquence, l'entrepreneur devra signaler par écrit à la remise de son offre, toute omission, manque de concordance ou erreur qui aurait pu se glisser dans l'établissement des documents de l'offre.

Faute de quoi, il sera réputé avoir accepté les clauses du dossier et s'être engagé à fournir toutes les prestations de sa spécialité nécessaire au parfait achèvement de l'ouvrage.

#### 1.14 ETAT DES LIEUX

L'entrepreneur réunira tous les renseignements nécessaires à l'appréciation des difficultés d'exécution imposées par la disposition des lieux et des mitoyens existants (difficultés d'approvisionnement et d'accès des engins, exigences de voiries et de police, etc...).

En conséquence, sa proposition est censée tenir compte des divers impératifs résultant du lieu d'implantation et il ne pourra prétendre par la suite à aucun supplément ou plus-value sous prétexte que ses prévisions, basées sur les seules indications figurées aux plans et devis descriptif se révéleraient insuffisantes vu l'importance réelle des travaux ou aux sujétions imposées par les diverses particularités du projet, cette clause s'applique à l'étendue de ses prestations.

De plus, l'entrepreneur sera responsable de tous désordres qui seraient occasionnés par l'exécution de ses travaux et des incidents dus à la non-observation des prescriptions ou règlements en vigueur dont il devra réparation à ses frais, y compris tous les frais de réparation des dommages causés par ses engins et camions tant à l'intérieur du bâtiment que sur la voirie publique.

#### 1.15 CONTRAINTES D'INTERVENTION SUR UN SITE INDUSTRIEL EN EXPLOITATION

Pour établir son offre, l'entreprise se rendra sur les lieux afin de vérifier l'étendue de ses prestations, dans son contexte, concernant notamment la prise en compte des installations existantes.

**Pour toute coupure électrique, une demande écrite devra être transmise au Maitrise d'oeuvre qui la validera en accord avec la maitrise d'ouvrage.**

**Pour les coupures impactant des équipements essentiels, les travaux seront réalisés en horaires décalés.**

Les périodes d'intervention seront données par le Maitrise d'oeuvre.

**Dans tous les cas et en priorité, l'entreprise veillera à assurer la continuité de service de l'alimentation électrique et des systèmes courants faibles dans les secteurs exploités du site.**

**D'une manière générale, l'entreprise inclut dans son offre toutes les alimentations (sources autonomes, protections, câbles, supportages, ...) dites provisoires, nécessaires à la continuité de l'exploitation et au bon déroulement du planning d'intervention, pendant toute la durée des travaux.**

L'entreprise ne pourra se retrancher derrière d'éventuels errements ou oublis du présent dossier pour déroger à l'objet de son marché qui est l'exécution complète des travaux du corps d'état ELECTRICITE

#### **1.16 CONFIGURATION DES SYSTEMES EXISTANTS**

Les travaux du présent lot consistent à déposer ou ajouter des matériels sur des installations existantes. La prestation de l'entreprise comprend l'adaptation de ces systèmes.

La modification des programmes informatiques sur des logiciels propriétaires (tel que superviseur, programmation automate ou autre) sera effectuée par le personnel de l'entreprise ou en sous-traitance, aux fournisseurs de matériels.

La mise en conformité se fait au fur et à mesure des travaux, selon le phasage et la mise à disposition des installations et non au terme du projet.

Cette liste est non exhaustive.

#### **1.17 REGLES DE CONCEPTION**

Le présent CCTP, ainsi que les documents qui y sont annexés, ont pour objet d'exprimer, avec la plus grande précision possible, les principes conceptuels, ainsi que les dispositions générales auxquels doivent satisfaire les ouvrages et/ou installations à réaliser.

Il appartient à l'Entreprise, choisie entre autres critères pour sa compétence professionnelle :

- D'attirer l'attention du Maitrise d'oeuvre sur l'éventuelle inadéquation de certains principes ou dispositions générales proposés, du fait de la nature ou de la destination des ouvrages et/ou installations à réaliser,
- De lui demander tous éclaircissements qui lui paraîtrait nécessaires pour pouvoir, en toute connaissance de cause, et en toute responsabilité, procéder à ses propres études d'exécution, puis à la réalisation des ouvrages et/ou installations prévus au titre du présent lot.

Il est précisé que les approbations qui peuvent être données par la maitrise d'oeuvre portent sur le respect, par l'Entreprise, des principes conceptuels et dispositions générales fixés par lui.

Elles ne constituent en rien un contrôle de la pertinence des calculs, études d'exécution, et détails de réalisation, qui restent de la responsabilité exclusive de l'Entreprise.

## **1.18 OBLIGATION DE L'ENTREPRENEUR**

### **1.18.1 Agrément du Maitrise d'oeuvre**

Tout ouvrage de références différentes de celles prévues aux pièces marché, dont les plans ou échantillons n'auront pas obtenu l'agrément du Maitrise d'oeuvre avant exécution, sera refusé lors de la réception.

L'entrepreneur a l'entière responsabilité de la fourniture du matériel tant vis à vis des caractéristiques techniques que de sa bonne adaptation aux ouvrages et des délais de livraison.

Ceci même pour du matériel spécifié dans les Cahiers des Charges.

Sous-traitance :

**L'entrepreneur devra déclarer systématiquement toute sous-traitance de son marché.**

**Il ne sera pas toléré plus d'un niveau de sous-traitance.**

### **1.18.2 Echantillons**

L'entrepreneur sera tenu de soumettre à l'approbation du Maitrise d'oeuvre, un échantillon de chaque appareil proposé. Pour les matériels d'encombrements importants, il pourra être fourni des documentations détaillées avec les photographies de ceux-ci.

Tout échantillon ne correspondant pas techniquement, qualitativement ou esthétiquement au matériel prévu pourra être refusé.

### 1.18.3 Reconnaissance des lieux

Le marché étant à prix global et forfaitaire, l'entrepreneur du présent lot est reconnu avoir pris connaissance :

- Des lieux sur lesquels seront réalisés les travaux définis au marché ainsi que leurs moyens d'accès.
- De la situation et des dimensions des locaux techniques et des gaines, des conditions de manutention du matériel, etc...

Il ne pourra pas, en effet, invoquer après sa notification, la méconnaissance de telle ou telle caractéristique de lieux ou des accès aux locaux pour réclamer des suppléments au montant de sa soumission.

### 1.18.4 Protection des ouvrages

L'entrepreneur est tenu de prévoir toutes les protections nécessaires pour éviter que les installations réalisées par un autre corps d'état soient détériorées à la suite de ses interventions.

L'entreprise est responsable de ses installations jusqu'à la réception et doit prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter toutes dégradations.

Elle est chargée du gardiennage de ses installations ainsi que du matériel entreposé sur le chantier.

L'entreprise adjudicataire devra, pendant l'exécution des travaux, maintenir en parfait état les locaux et accès intérieurs ou extérieurs des bâtiments (pour les pompiers, les ambulances), issues de secours, etc...

### 1.18.5 Nettoyage

Après chaque intervention, l'entreprise ayant terminé une tâche devra un nettoyage fin, dans les locaux où elle est intervenue, y compris l'enlèvement des déchets et gravats aux décharges publiques.

L'aire occupée au sol par les matériaux ou matériels sera régulièrement remise en état de propreté pendant la durée des travaux.

### **1.18.6 Informations du personnel d'exploitation du Maître d'ouvrage**

Dès la prise de possession de l'installation par le Maître d'Ouvrage et à une date fixée en accord avec lui, l'entrepreneur déléguera un ou plusieurs de ses représentants qualifiés pour la durée nécessaire afin d'informer le personnel désigné par le Maître d'Ouvrage.

### **1.18.7 Coordination des travaux**

Les prestations de l'entrepreneur devront être parfaitement coordonnées avec celles des autres intervenants du chantier et cela dans le respect du planning général des travaux.

Le présent lot devra réclamer en temps utile les plans de calepinage des lots « Plafonds suspendus », « Plafonds Salle Blanche » sur lesquels tous les lots techniques concernés porteront l'implantation de leurs matériels respectifs afin d'obtenir une installation correcte et esthétique.

L'entrepreneur devra prendre connaissance de l'ensemble du dossier « Tous Corps d'Etat ».

### **1.18.8 Conditions requises**

L'entrepreneur exécutant ces travaux devra être titulaire des qualifications professionnelles nationales se rattachant aux travaux du présent lot.

Les entrepreneurs devront avoir réalisé des ouvrages d'importance et de technicité similaire.

Ces références devront être accompagnées de toutes garanties complémentaires concernant la responsabilité et la couverture des entreprises par les assurances correspondantes.

### **1.18.9 Cahier des Clauses Administratives Particulières**

L'entrepreneur devra prendre connaissance du CCAP commun à tous les lots dans lequel il trouvera toutes les indications utiles concernant :

- Les pièces contractuelles
- Les délais d'exécution
- Les pénalités
- La préparation et la coordination des travaux
- L'établissement des comptes

- Les variations dans les prix
- Les conditions de règlement
- La retenue de garantie
- La réception
- Le compte prorata
- Les assurances
- Etc...

#### **1.18.10 Qualifelec**

Fourniture des attestations de QUALIFELEC suivant le cadre de réponses à la consultation.

Si le présent lot n'a pas ces attestations QUALIFELEC, il devra, à ses frais, les obtenir et les présenter au Maître d'Ouvrage.

#### **1.18.11 Variantes et options**

Sans Objet

### **1.19 CONTENU DES PRIX**

Les prix fournis s'entendent toutes dépenses incluses et en particulier :

- L'éco-participation ou éco-contribution conformément à la directive 2002/96-CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)
- La main d'œuvre y compris éventuellement les heures supplémentaires.
- Le transport, le déchargement, la mise en place, le réglage et le raccordement des matériels.
- Tous les travaux et essais spécifiés dans les diverses pièces constituant le dossier de consultation.
- Le maintien en bon état ainsi que la réparation et le remplacement de toutes les pièces qui seraient révélées défectueuses pendant le délai de garantie, à l'exclusion de la remise en état des avaries pouvant survenir du fait d'une mauvaise conduite des installations.
- Les fournitures des plans, schémas, notices descriptives et tableaux d'entretien nécessaires à la bonne exploitation des installations (guide d'exploitation et d'entretien).
- Reconstitution du degré coupe-feu des cloisons ou d'une paroi coupe-feu.
- Les études, essais et contrôles.
- Les assurances.

- Les frais éventuels de stockage du matériel, de gardiennage, de mise en place d'une baraque de chantier si nécessaire.
- Le nettoyage et l'enlèvement des débris qui lui sont propres.
- Les sujétions dues au travail simultané avec des ouvriers d'autres corps d'état.
- Les taxes.
- Le phasage des travaux
- Les formations
- Les essais et autocontrôles
- La mission de synthèse
- Les réunions de chantier, de coordination et pilotages des essais avec la GTC, de coordination SSI, de coordination et pilotages des essais coordonnés du présent lot
- Les PV de mise en service
- Toutes les remarques émises par le bureau de contrôle

**Les quantités figurant sur la décomposition du prix global forfaitaire de consultation ne sont fournies qu'à titre indicatif, en conséquence l'entrepreneur devra en vérifier l'exactitude avant l'établissement de sa proposition.**

L'entrepreneur s'engage, du seul fait de répondre à l'offre à exécuter dans les règles de l'Art une installation complète en parfait ordre de marche ; il ne pourra être réclamé de supplément ultérieurement pour tout matériel qui aurait été omis au D. P. G. F. mais prévu au descriptif ou sur les plans, ou que la conception imposerait par elle-même.

***Nota : Sauf indications contraires dûment précisées "hors fourniture" ou "hors mise en place", tout matériel mentionné dans le C.C.T.P. ou le D.P.G.F. est sous-entendu fourni, posé, fixé et raccordé y compris toutes sujétions.***

## 1.20 GARANTIE

Les prestations dues au titre du présent lot sont assorties des garanties telles que définies par les articles 1792 - 1792.1, 1792.2, 1792.3, 1792.4, 1792.5, 1792.6, ainsi que 2270 au code civil :

- **Délai de garantie** : Pendant une période d'un an à compter de la date de réception, l'entrepreneur doit garantir l'installation dans les conditions indiquées ci-après
- **Garanties de fourniture** : Tout le matériel fourni par l'Entreprise est garanti contre tous vices de construction ou de nature, pendant une durée d'un an à dater de la réception.

- **Garanties de l'installation** : Toutes les installations faites par l'Entreprise sont garanties conformes aux règles de l'art et conforme aux dispositions d'exécution approuvées par le Maître d'œuvre.
- **Garantie de parfaite réalisation** : L'installateur garantit, d'une façon formelle, la parfaite réalisation des travaux faisant l'objet de la spécification technique suivant les Règles de l'Art et compte tenu des Règlements et des Décrets en vigueur.
- **Garanties de fonctionnement** : L'installation est garantie en bon état de fonctionnement pendant une durée de deux (2) ans à dater de la mise en service régulière après la réception.
- **Garantie Matériel** : L'entrepreneur garantit son matériel et son installation contre tous vices de fabrication et de montage

Au cours de cette période, l'Entreprise est tenue de procéder aux vérifications et réglages qui n'ont pu être effectués avant la réception en raison notamment des conditions climatiques extérieures.

En particulier, elle doit faire en sorte que les conditions ambiantes demandées soient effectivement obtenues, pendant les périodes les plus défavorables d'hiver et d'été.

Dans le cas où l'Entreprise ne réussirait pas à assurer les conditions requises pendant la période de garantie, le Maître d'ouvrage pourrait faire procéder aux travaux nécessaires, dans les conditions prévues par ailleurs.

Pendant la période de garantie, l'entrepreneur devra remplacer, à ses frais, toutes les pièces défectueuses ou toute partie de l'installation qui aura été endommagée par suite d'une défectuosité.

Pendant ce même délai, il devra sur simple demande, procéder aux réparations et aux modifications nécessaires à la remise en marche de l'installation.

Le personnel demandé devra être envoyé dans les :

- 24 heures pour les pannes urgentes
- 72 heures pour les pannes mineures

qui suivent la réception de la demande, délai de route non compris, si l'entreprise a son siège en dehors de la localité.

Si l'entrepreneur n'a pas envoyé de personnel dans les délais impartis, les travaux pourront être exécutés à ses frais par un tiers, indépendamment des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice.

Tous accidents, bris ou détériorations qui se produiraient pendant la durée de garantie et qui seraient la conséquence d'une surcharge, d'une imprudence ou d'un cas de force majeure sont exclus de la garantie

### **1.21 HYGIENE ET SECURITE**

L'entrepreneur se conformera aux règlements en vigueur concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs en prévoyant notamment l'incorporation des mesures de sécurité dans les méthodes et mise en œuvre des ouvrages.

En application de la loi du 31 décembre 1993 et des décrets :

- N° 94.1159 du 26 décembre 1994
- N° 92.158 du 20 février 1992
- N° 95.543 du 4 mai 1995
- N° 95.607 du 6 mai 1995
- N° 95.608 du 6 mai 1995
- Et arrêté du 7 mars 1995
- Textes à paraître : arrêté sur les travaux à risques particuliers.

Un coordonnateur de réalisation de niveau 2 sera nommé et mandaté par le Maître d'Ouvrage.

Les honoraires de ce coordonnateur ne sont pas à la charge des entreprises.

L'attention des entreprises est particulièrement attirée sur le respect du Code de travail, de la Sécurité et de la Prévention de la Santé lors des opérations de Bâtiment ou de Génie Civil.

Toutes les précautions seront donc prises pour la sécurité des tiers et du personnel du chantier.

Tous les éléments en vue de l'établissement du dossier d'intervention ultérieure seront transmis au coordonnateur de sécurité.

### **1.22 ASSURANCE QUALITE**

Le Titulaire mettra en œuvre, pour la réalisation de ces installations, respecter la chartre graphique de ENS.

Le titulaire proposera pour ces pièces écrites, une charte graphique qui devra soumettre à l'ensemble des lots.

### 1.23 QUALITE DES FOURNITURES

Sauf dispositions particulières explicitées à l'article "autres données particulières du lot" les matériaux et matériels utilisés seront neufs et sans défauts.

Leurs qualités seront en rapport avec leur emploi, et/ou avec l'utilisation des ouvrages et/ou installations dans lesquels ils sont intégrés.

Ils sont à mettre en œuvre conformément aux prescriptions des fabricants et fournisseurs, dès lors que de telles prescriptions existent.

Lorsque, dans une catégorie de matériels, il existe des matériels conformes à des normes ou possédant une marque de qualité ou ayant fait l'objet d'un agrément ou avis technique dans le cadre d'un organisme professionnel, ces matériels doivent être utilisés en priorité.

L'emploi éventuel d'autres matériels est subordonné à un accord préalable du Maître d'œuvre.

Dans le cas où l'entrepreneur veuille proposer des matériels autre que ceux décrits dans le CCTP, l'entrepreneur devra présenter au Maître d'Ouvrage, ainsi qu'au Maître d'œuvre ces matériels pour une validation.

### 1.24 ROLE DES FOURNISSEURS

L'entreprise est tenue de signaler à ses fournisseurs (notamment lorsqu'il s'agit de matériaux ou équipements non traditionnels) les conditions d'utilisation des ouvrages et/ou installations dans lesquels ils sont destinés à être intégrés.

Elle doit s'enquérir auprès d'eux des éventuelles spécifications particulières de mise en œuvre à respecter dans ce contexte.

Elle doit, le cas échéant, demander leur assistance technique notamment en début de réalisation, afin qu'ils puissent contrôler, par eux-mêmes la qualité de mise en œuvre des matériaux ou équipements fournis par eux.

### 1.25 PROTECTIONS

Les matériaux et équipements seront livrés et entreposés sur le site sous les emballages et dans les conditions de stockage que requière leur nature ou que préconise leur fabricant.

#### 1.25.1 Protection contre les chocs et dégradations diverses

Les éléments présentant une fragilité quelconque seront protégés mécaniquement et contre la projection de toutes matières susceptibles de les dégrader, même superficiellement (mortier, plâtre, produits chimiques, etc...) par les moyens

appropriés à leur nature.

L'Entreprise adjudicataire de chaque lot d'ouvrage doit l'exécution de ses protections au titre de son forfait.

Il en assure dans les mêmes conditions :

- L'entretien,
- Le remplacement si nécessaire,
- Les déposes et reposes en cours de chantier qui seraient nécessaires à ses propres travaux ou à ceux des autres corps d'état,
- La dépose définitive et l'enlèvement en fin de chantier.

Il est en outre précisé que les Entreprises sont tenues pour responsables des dommages causés à l'aspect des parements apparents des ouvrages destinés à rester bruts.

En conséquence, ils veillent à ce que la main-d'œuvre employée par eux sur le chantier n'exécute sur ces parements des graffitis, épaufrures, rayures ou autres.

Tout manque à cette clause et non réparable sans porter préjudice à l'aspect de l'ouvrage sera sanctionné par la démolition et la réfection de l'ouvrage incriminé, aux frais de l'Entreprise responsable ou, dans le cas d'impossibilité de déceler l'Entreprise responsable, portés au compte prorata.

### **1.25.2 Protection des ouvrages - matériaux – matériels**

Les Entreprises sont tenues pour responsables des ouvrages de leur lot et doivent la protection jusqu'à la réception.

Il est en outre précisé que :

- Pour toute opération présentant un risque d'incendie, chaque Entreprise devra obtenir préalablement un permis feu. Cette autorisation est délivrée par l'exploitant pour une durée égale au plus à 24 heures.
- Les détériorations constatées en cours de chantier sont réparées ou remplacées par et aux frais de l'Entreprise responsable.
- Les détériorations causées par des tiers, la preuve étant fournie, sont réparées aux frais du compte prorata.
- Toutefois, si un gardiennage de chantier a été décidé en accord avec les Entreprises, c'est l'Entreprise qui assure le gardiennage qui supporte les frais de réparation.

- Il devra prendre toutes les précautions nécessaires contre les risques d'accidents, d'éboulements ou autres, pouvant déprécier ou endommager les constructions voisines, ainsi que leurs infrastructures du fait de ses ouvrages.
- Il restera seul responsable de tous dommages et préjudices causés aux tiers, ainsi qu'aux propriétés mitoyennes, y compris les fondements et les revêtements des chaussées et trottoirs aux abords du projet.
- Chaque Entreprise est responsable des matériaux et matériels qu'elle a approvisionnés. Ils sont couverts par une assurance vol et incendie, à moins que l'Entrepreneur ne préfère être son propre assureur.
- Le remplacement des matériaux et matériels posés et disparus par vol est assuré par l'Entreprise dont les matériaux et matériels ont disparu.
- Les frais entraînés par ce remplacement sont supportés par une assurance vol. Toutefois, si un gardiennage de chantier a été décidé en accord avec les Entreprises, c'est l'Entreprise qui assure le gardiennage qui supporte les frais de remplacement.

### 1.25.3 Protection contre la corrosion

Tous les éléments utilisés pour la construction ou pour une installation ou équipement quelconque, à l'exception du béton, seront livrés sur le chantier, revêtus, après nettoyage et brossage, sur toutes leurs parties, y compris celles destinées à être scellées, cachées ou devenant inaccessibles après pose, d'au moins une couche de peinture ou de produit de nature appropriée constituant une protection efficace et durable contre l'humidité et l'oxydation.

Tous les matériaux seront protégés contre l'oxydation.

### 1.25.4 Mise à la terre

Éléments à raccorder au réseau de terre existant et futur :

- Toutes les masses de récepteurs sous tension non reliées à la terre par l'intermédiaire des conducteurs de protection.
- Les canalisations métalliques (fluide, gaz, ...).

## 1.26 ACOUSTIQUE

Afin d'améliorer le confort dans la zone de travail et pour les sources sonores autres que celles du bâtiment énergie :

- Les sources en façade des bâtiments (Admission d'air et autres sources) devront être munies de pièges à son si nécessaire de telle sorte que le niveau de pression acoustique à 2 m soit inférieur à 50 dB(A).
- Les sources en toiture des bâtiments (rejet d'air) devront être munies de pièges à son si nécessaire de telle sorte que le niveau de pression acoustique à 2 m soit inférieur à 55 dB(A)

## **1.27 AUTRES SPECIFICATIONS GENERALES**

### **1.27.1 Sécurité à l'exécution**

L'entreprise fera en sorte que son personnel puisse intervenir dans le respect des dispositions du Code du Travail, et que l'encadrement veille à leur scrupuleux respect par le personnel de l'entreprise en intervenant pour son compte, détaché sur le site.

### **1.27.2 Mise en service**

Avant la réception, toutes les installations doivent être mises en fonctionnement normal par l'Entreprise.

Celle-ci procède aux réglages et mises au point nécessaires, et s'assure, avant la réception, que les performances de l'installation sont conformes au C.C.T.P. : températures des circuits d'eau et d'air, débits, températures, et hygrométries ambiantes, vitesse d'air dans les gaines et les locaux, niveaux de bruit, pressions, pressions relatives, rendement des appareils, etc...

### **1.27.3 Entretien - Maintenance**

L'entreprise doit remettre au Maître d'ouvrage un dossier de maintenance préalablement à la réception.

Un dossier Maintenance est joint à la consultation (voir liste de livrables) et l'entrepreneur de ce présent lot devra prendre en charge les prestations décrites dans ce dossier.

## **1.28 LIMITES DE PRESTATIONS**

Sauf indications contraires dûment précisées « hors fourniture » ou « hors mise en place », tout matériel mentionné dans les CCTP & DPGF est sous-entendu fourni, posé, fixé et raccordé y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

## **1.29 TRAVAUX ANNEXES A LA CHARGE DU PRESENT LOT**

Les prix unitaires comprennent toutes les prestations définies à l'article correspondant du présent document ainsi que toutes les dépenses générales définies dans ce même

document et dans le C.C.A.P.

Les prestations dues au titre du présent lot comprennent :

- L'ensemble des documents administratifs demandés par le Maître d'Ouvrage ou la maîtrise d'oeuvre justifiant de l'état financier de l'entreprise et de ses sous-traitants (Lutte contre le travail clandestin)
- Les études (calculs, plans d'exécution et autres documents nécessaires à la réalisation des ouvrages et/ou installations dus au titre du marché) qu'elles soient, ou non soumises à l'approbation d'un organisme de contrôle.
- L'établissement des documents nécessaires pour la validation de dossiers d'agrément auprès des distributeurs publics d'énergie.
- Les plans de réservations, scellements et autres, nécessaires à la coordination avec les autres lots.
- La diffusion de ces documents à la Maîtrise d'oeuvre, à l'organisme de contrôle et suivant les besoins du chantier.
- La vérification de la bonne exécution des réservations, scellements et autres contraintes de coordination dues par d'autres entreprises.
- Les prestations de réception en usine des équipements principaux (Tableaux Généraux BT, Alimentation Sans Interruption, ...etc.)
- La fourniture, le transfert à pied d'œuvre, le stockage, la complète mise en œuvre de tous les matériaux et matériels nécessaires à la réalisation des ouvrages et/ou des installations.
- L'amenée, l'installation, l'entretien puis l'évacuation des engins, échafaudages et tous autres moyens nécessaires à la réalisation des ouvrages et/ou installations.
- La mise à disposition du personnel qualifié et des matériels nécessaires aux opérations de coordination, contrôle, essais et réception.
- Les prestations d'accompagnement nécessaires au parfait achèvement des ouvrages et/ou installations dus au titre du présent lot, y compris les sujétions et fournitures accessoires, qu'elles soient ou non citées dans la description des unités d'œuvre.
- La garantie des installations pièces et main d'œuvre dans les conditions définies au CCAP ainsi que dans le plan de maintenance, inclus extension de garantie fournisseur s'il y a lieu.

**Points particuliers :**

Font notamment partie de la fourniture :

- Les installations provisoires de chantier à disposition de tous corps de métier intervenant pendant la durée des travaux, à savoir Eclairage de chantier, coffret de chantier, alimentations diverses propres au chantier, ...
- Les fourreaux pour traversées de toutes les parois, avec le matériau de bourrage (fourniture et pose) compatible avec les caractéristiques de la paroi traversée,
- La protection anticorrosion du matériel ainsi que la peinture définitive,
- L'enlèvement de ses déblais ou gravois,
- La mise en ordre et le nettoyage des locaux techniques avant la réception,
- Le dépoussiérage des appareils en fin de chantier,
- La main-d'œuvre nécessaire aux réglages et aux essais y compris les interventions dans le cadre de la garantie,
- Les moyens d'acheminement, de levage et de manutention pour la mise en place des matériels,

**2 DOCUMENTS EXIGES****2.1 DOSSIER D'EXECUTION DE CHANTIER****2.1.1 Généralités**

L'entreprise titulaire du présent lot réalisera ses études d'exécution de chantier, nécessaire pour la réalisation des travaux.

La base d'étude sera constituée des éléments suivants :

- Les pièces contenues dans le dossier de consultation,
- Les documents techniques des installations électriques existantes,
- Les relevés complémentaires à réaliser sur site

Aucune mise en œuvre n'est réalisée sans préalablement avoir fait l'objet d'études et d'une validation par la Maitrise d'oeuvre, sous peine de devoir déposer des installations non adaptées.

Dès sa notification, l'entreprise fournira un planning détaillé pour son lot s'intégrant dans le planning général.

Les documents d'études nécessaires à l'exécution des travaux seront produits dans

un délai en rapport avec ce planning.

Par homogénéité avec les installations existantes et en accord avec le dossier de consultation, les sélections de matériels (marque et type) sont soumises à l'approbation du Maître d'œuvre et de la maîtrise d'ouvrage.

### 2.1.2 Plan de Protection BT

L'entrepreneur prendra connaissance du plan de Protection BASSE TENSION (comprenant les calculs et dimensionnements électriques du réseau BT existant et futur) nécessaire à la réalisation au projet ENS UNITE 4

Les études décrivent le phasage de travaux permettant d'arriver à l'installation finale, tout en préservant la disponibilité de l'énergie et la sécurité électrique.

Les notes de calcul établies intègrent :

- Calculs des intensités de charge,
- Calculs des Icc,
- Dimensionnement des liaisons électriques,
- Etude de la sélectivité
- Définition du plan de protection (choix des protections et de leurs réglages),
- Calculs des courants homopolaires,
- Calculs des chutes de tension,
- Calculs des courants de court-circuit au niveau des transformateurs HT/BT,

Les calculs ont été faite dans les différentes configurations du réseau, selon les sources d'alimentation, en mode normal et dégradé, et en régime transitoire, notamment lors des remises sous tension.

L'entreprise pourra consulter les notes de calculs établis à partir du logiciel conforme à la norme CEI 60909 « Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif ».

Les logiciels utilisés sont (à titre d'exemple) : **ETAP, CANECO, XLPRO CALCUL, SEE-ELECTRICAL, ...etc.**

### 2.1.3 Notes de calcul BT

L'entreprise réalisera les notes de calculs à partir de logiciel agréé par l'UTE voir ci-dessus et utilisé pour le calcul des installations électriques.

Toute nouvelle liaison fait préalablement l'objet d'un recalcul de la protection amont et

de la section des conducteurs.

Au terme du marché, les notes de calculs seront remises sous format papier et logiciel pour exploitation par le maître d'ouvrage ou entreprise tierce.

L'installation dans son ensemble devra présenter des critères de sélectivité totale-pour les circuits des locaux.

**La sélectivité totale doit être obtenue pour les installations de sécurité, conformément à l'imposition du règlement de sécurité.**

Pour le réseau ondulé, le calcul des protections magnétiques des départs sera réalisé en prenant en compte le courant de court-circuit de la voie ondulée.

#### Liste non exhaustive Phase EXE

L'entrepreneur de ce présent lot devra remettre un dossier EXE comportant à minima les ensembles suivants :

- Une maquette numérique au format RVT ;
- Les plans d'implantation du matériel au format DWG
- Les plans de câblage des Tableaux Généraux Basse Tension « Normal » et « Secours » ;
- Les plans de câblage des Tableaux Divisionnaires, Coffrets Secondaires,
- Les schémas électriques unifilaires,
- Les notes de calculs BT,
- Les notes d'éclairage de chaque local,
- Les synoptiques détaillés des systèmes,
- Les documentations des matériels,
- L'étalonnage des capteurs le cas échéant (détection gaz par exemple),
- Listings de programmation et de configuration,
- Cahier d'essais « Usine » et « Site »
- Analyse fonctionnelle de l'architecture électrique (**prenant en compte les cas de fonctionnement Normal, Dégradé et spécifique compréhensible par un non-automaticien**)

#### **2.1.4 Réservations / Scellements**

Les entreprises désignées pour l'exécution des travaux du présent marché, devront soumettre les plans de réservation au Maître d'oeuvre et au Maître d'Ouvrage pour

approbation avant l'engagement des travaux.

Toutes trémies, trous, et feuillures à réserver à la construction devront être exécutés par l'entreprise du gros œuvre.

Si les renseignements sont fournis en retard au gros œuvre l'entrepreneur du lot défaillant aura à sa charge l'incidence financière de l'intervention.

Tous les scellements seront effectués avec le plus grand soin par chaque lot intéressé.

Tous les fourreaux, taquets,...etc., seront livrés en temps utile pour être mis en place aux endroits indiqués par les plans, de telle sorte que soient évités après coup tous les percements, raccords,...etc.

Les entreprises devront vérifier la bonne implantation de ces réservations ou incorporations avant coulage des ouvrages.

En cas d'inexactitude ou omission dans ces travaux, le responsable prendra à sa charge une nouvelle réservation ou incorporation exacte.

De ce fait, l'attention des entreprises est particulièrement attirée sur la coordination des interventions, l'entrepreneur défaillant étant responsable totalement.

D'une manière générale, chaque entreprise aura à sa charge tous les percements, scellements et calfeutrements ainsi que tous rebouchages, qui sont le fait de ses propres travaux ou de l'implantation de son propre matériel.

Les rebouchages seront exécutés par chaque entreprise et regarnis dans le matériau d'origine, y compris tous raccords de finition, ciment, plâtre, enduit garnissant, peinture, etc... s'ils sont exécutés "après coup" pour une cause dépendant de l'entrepreneur.

Sauf spécifications contraires dans les CCTP, chaque entreprise doit assurer le parfait raccordement de ses ouvrages avec le support livré par un autre corps d'état chargés de la finition (couvre-joints, caches fixations, éléments de "rattrapage", etc...).

## **2.2 DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES**

### **2.2.1 Généralités**

Avant la réception des installations, en accord avec les délais indiqués au CCAP, l'entreprise doit remettre un dossier des ouvrages réalisés constitués des ensembles suivants :

#### **2.2.2 « Dossier des Ouvrages Exécutés » comprenant :**

- Une maquette numérique au format RVT (version à définir dans le cadre de la charte BIM du projet),
- Les plans d'implantation du matériel au format DWG,

- Les schémas électriques unifilaires,
- Les notes de calculs, BT
- Les notes de calculs d'éclairage,
- Les synoptiques détaillés des systèmes,
- Les documentations des matériels,
- Coordonnées des fournisseurs et fabricant,
- Procès-verbaux de conformité et d'agrément,
- Listings de programmation et de configuration,
- Cahiers de recettes et d'essais

### 2.2.3 « Dossier d'Exploitation et de Maintenance » comprenant :

- La description littérale des installations nouvelles,
- La description des modes de fonctionnement normaux,
- La description des modes de fonctionnement en régime dégradé,
- Les procédures d'interventions pour maintenance,
- Une notice d'utilisation, d'entretien et de maintenance des installations avec périodicité des contrôles,

L'entreprise prendra en compte et fera évoluer le plan de maintenance initié par le Maitrise d'oeuvre.

- Mise à jour des documents d'archives pour les installations modifiées dans le cadre du projet
- La fourniture des certificats exigés par les différentes administrations.

Les dossiers DOE seront présentés par spécialité des lots courants forts et courants faibles,...etc.,soit :

- Courants Forts BT
- Courants Faible
- GTC

Tous ces documents seront remis en un exemplaire au Maitrise d'oeuvre pour validation.

Lorsque la maitrise d'oeuvreestimera que le Dossier des Ouvrages Réalisés comprend l'ensemble des éléments nécessaires à l'exploitant, l'entreprise procédera à la

composition de dossiers supplémentaires (nombre d'exemplaires papier et numérique selon CCAP)

Dans le même temps que la remise des documents, l'entreprise ou les fournisseurs de matériel procéderont à l'instruction du personnel du site chargé de l'exploitation des installations.

### 3 Règles de calculs

#### 3.1 BASE ELECTRIQUE

Tension HTA :	20 kV
Tension BT :	B2 400/230 Volts TRI + N + T
Fréquence :	50 Hz
Régime de neutre :	TNC en amont du Tableau Général Basse Tension TNS en aval du Tableau Général Basse Tension
Protection des circuits :	Uniquement par disjoncteurs (sauf cas particuliers) associés à des dispositifs différentiels résiduels. Les caractéristiques des disjoncteurs seront appropriés à la nature du ou des récepteurs (pouvoir de coupure, courbe, déclencheurs, ...etc.). Les protections protégeront l'ensemble des pôles distribués (phase(s) + Neutre)

#### 3.2 CALCULS DES PUISSANCES

Pour calculer le bilan de puissance, l'Entrepreneur devra respecter les puissances indiquées sur :

- Le bilan de puissances joint
- Les légendes sur les plans
- La liste des points en attente

##### 3.2.1 Force

Les alimentations forces spécifiques (20 A, 32 A, ...) seront comptées pour la puissance demandée.

Les circuits qui alimenteront les moteurs, de démarrages fréquents, devront avoir une section calculée en tenant compte à la fois du courant de démarrage et de la fréquence de ces démarrages.

### 3.2.2 Coefficient d'extensibilité

Pour toutes les canalisations issues des TGN / TGO et alimentant des points en attente, il sera pris un coefficient d'extensibilité de 20% pour la protection et pour les sections de câbles.

Tous les câbles et appareils seront calculés pour supporter la puissance maximale de l'installation qu'ils desservent, ainsi que l'intensité de court-circuit pendant le temps nécessaire au fonctionnement des protections.

Ils devront être adaptés aux conditions du lieu d'implantation.

Cependant, pour certains circuits devant répondre ultérieurement à des accroissements de puissance, les sections de câbles devront être alignées non pas sur la valeur de l'intensité maximale calculée, mais sur la valeur de l'intensité nominale de la protection du départ.

Les circuits concernés seront transmis par la Maitrise d'Ouvrage et au Maitrise d'oeuvre en cours de chantier. Le soumissionnaire devra en alerter la maitrise d'oeuvre au moment opportun.

### 3.2.3 Eclairage

Les valeurs des puissances des appareils d'éclairage et des appareils électriques décrits sont celles que donnent les catalogues des constructeurs ; en règle générale, il sera retenu la **technologie à LED**.

Chaque circuit d'éclairage doit être calculé avec une puissance maximale de 2 300 W.

### 3.2.4 Prises de courant

Chaque circuit doit être calculé avec une puissance maximale de 3680 W ou regroupant au maximum 8 prises de courant lorsque la section des conducteurs du circuit est de 2.5mm<sup>2</sup>.(voir NFC 15-100 §771.314.2.1 **Socles de prise de courant** ),

Les sections devront être calculées pour assurer un service continu et en tenant compte des éléments suivants :

### 3.3 NOTES DE CALCUL

Avant réalisation, les notes de calcul et tous les plans de distribution avec calibre des disjoncteurs et section de câbles seront soumis à l'organisme de contrôle et au B.E.T pour accord avant exécution des installations.

L'entrepreneur du présent lot devra toutes les notes de calculs conformément à la NF C 15.100 et notamment les vérifications vis à vis des contraintes thermiques et des protections contre les surcharges. (voir NFC 15 100 §533.3)

Tous les câbles seront calculés pour supporter la puissance estimative maximale de l'installation qu'ils desservent ainsi que l'intensité de court-circuit pendant le temps nécessaire au fonctionnement des protections.

L'entreprise aura à sa charge toutes les notes de calculs des BT, les études de sélectivité.

Quel que soit le type d'alimentation, la sélectivité des protections sera totale jusqu'au point le plus éloigné des installations (y compris au sein d'un même tableau, la filiation ne sera pas adoptée).

Afin d'assurer une sélectivité totale entre protection, il sera utilisé des procédés de sélectivité ampérométriques, chronométriques, en fonction des cas.

Par ailleurs, un dossier complet des plans d'exécution schémas, etc. ... précisant le courant de court-circuit (ICC), les pouvoir de coupure (PDC) de chaque appareil de protection...

Les indications suivantes devront être précisées :

- Par tableau TGde distribution
  - Icc Ph/ph
  - In
  - Icc Ph/N
- Par disjoncteur
  - In (calibre)

- Réglage du dispositif thermique
- Réglage du dispositif magnétique
- Caractéristiques des canalisations
  - Origine / Aboutissant
  - Tension
  - Longueur
  - Section
  - Unipolaires ou multipolaires
  - Nature du câble
  - Coefficients selon Norme C 15.100
  - Mode de pose
  - Impédance
  - Chute de tension %

### 3.4 EMI – EMC

#### 3.4.1 Problème des interférences et compatibilité électromagnétique (EMI – EMC)

L'attention de l'entrepreneur est particulièrement attirée sur ces problèmes.

A cet effet, il aura à sa charge de vérifier avec les entrepreneurs des autres corps d'états que la mise en œuvre de ses matériaux et matériels est conforme à la susceptibilité électromagnétique des matériaux et matériels mis en œuvre dans ces corps d'états.

Au cas où il serait le premier intervenant, il spécifiera à tous les entrepreneurs concernés le niveau de susceptibilité de ces équipements (de façon non limitative câbles, blindages, caméras, matériels informatiques, chemins de câbles...etc.).

Si lors de différents essais, des phénomènes non conformes aux prescriptions apparaissaient, il appartiendrait aux entreprises de Courants Forts et Courants Faibles de déterminer l'origine du phénomène et d'y remédier.

En cas de litige, un laboratoire indépendant sera nommé par le Maître d'Ouvrage et effectuera, à la charge de ces entreprises une investigation permettant d'instruire l'origine du phénomène.

Il émettra alors une préconisation qui devra être suivie de son application immédiate à la charge des entrepreneurs.

### 3.5 ECHAUFFEMENT

Compte tenu de la température du milieu dans lequel sont placés les canalisations et appareillage, les intensités admissibles compatibles avec l'échauffement seront celles indiquées par la norme NF C 15-100 et les recommandations des constructeurs.

- Chute de tension maximale tolérée de type B: 6 % pour l'éclairage et 8 %, (voir NFC 15-100 §525 chute de tension tableau 52 W)
- Règles de la Norme C 15.100 concernant l'échauffement et le calibrage des protections par disjoncteur (voir §3.6 Chute de

#### 3.5.1 Nota :

Sauf indications contraires, les sections ou les intensités des canalisations sont indiquées pour des conducteurs en cuivre.

Lors de l'exécution, si le cuivre est remplacé par de l'aluminium, une fiche de travaux modificative valorisée sera présentée au Maître d'Ouvrage, en tenant compte des impacts sur les supportages des câbles (chemins de câbles, fourreaux, etc. ...)

### 3.6 CHUTES DE TENSION

En dehors de toute valeur numérique, conforme à la réglementation, celles-ci ne devront jamais dépasser une limite qui soit incompatible avec le bon fonctionnement au démarrage et en service normal de l'utilisation alimentée par la canalisation intéressée.

#### 3.7 CHUTE DE TENSION ADMISSIBLE

Les canalisations seront calculées pour une chute de tension maximum et globale de conformément à la norme NFC 15 100 §525 chute de tension tableau 52 W:

- Pour les installations de type B :
  - 6 % pour les circuits éclairage
  - 8 % pour les autres usages

Pour les autres usages pour l'appareil le plus éloigné, entre le tableau général et le point d'alimentation le plus éloigné, les autres circuits étant alimentés et chargés normalement.

### 3.8 EQUILIBRAGE

L'entreprise devra impérativement équilibrer les installations sur les trois phases.

Seul un déséquilibre inférieur à 10% sur l'ensemble des circuits force et éclairage sera admis.

### 3.9 POUVOIR DE COUPURE

Pour tous les dispositifs de protection contre les courts-circuits, le courant maximal présumé au point d'installation du dispositif de protection doit être inférieur au pouvoir de coupure de ce dispositif voir NFC 15100 §533.3.1

### 3.1 RESISTANCE MECANIQUE

Cette part de calculs concerne particulièrement la tenue des matériaux aux efforts statiques dynamiques et électrodynamiques.

En conséquence, les installations tels que chemins de câbles, jeux de barres, serrurerie, supports, etc. ... devront être calculées et adaptées à leurs fonctions considérées à terme, en prenant en compte les extensions normales et demandées soit 30%, afin de ne subir aucune déformation et supporter des surcharges normales.

Leur mise en œuvre devra être particulièrement soignée et les matériels utilisés de première qualité.

### 3.2 SELECTIVITE

Il est rappelé que les puissances indiquées ne sont données qu'à titre indicatif et que le titulaire du présent lot devra en demander confirmation aux corps d'état intéressé (chauffage/climatisation, etc. ...) de même que la nature du courant distribué.

L'électricien devra également s'assurer auprès des corps d'état techniques des intensités de démarrage de leur installation, de la nature et des calibres des protections à leur charge pour éviter un double emploi ou une mauvaise utilisation, exemple : la protection différentielle doit être assurée au plus près des utilisations.

Il est rappelé que pour assurer une continuité de service dans une distribution B.T., tout défaut doit provoquer uniquement l'ouverture du disjoncteur placé immédiatement en amont de ce défaut.

**La sélectivité demandée est TOTALE.**

### 3.3 PERTURBATIONS

Tous les matériels mis en œuvre devront être conformes à l'article 444 de la norme NF C 15-100 § 444.3 concernant l'aptitude d'un équipement ou d'une installation à fonctionner de manière satisfaisante dans leurs milieux électromagnétiques, sans produire eux-mêmes des perturbations néfastes pour tout ce qui se trouve dans leurs environnements.

*Des règles particulières relatives à la cohabitation des réseaux de puissance et de communication sont données dans le guide UTE C 15-900.*

### 3.4 CANALISATIONS

Les canalisations seront mises en œuvre conformément à la NF C 15-100.

Les notes de calculs des câbles seront fournies pour l'ensemble du réseau électrique depuis le réseau ENEDIS jusqu'aux récepteurs suivants :

- Éclairage
- Prises
- Moteurs
- Armoires et tableaux
- Par étapes logiques exprimées sur un synoptique unifilaire intégré au logiciel de calcul.

Ce logiciel sera agréé par l'U.T.E., suivant les normes et guides C 13-200, C 15-100, C 15-101 et C 15-105.

### 3.5 CONDUCTEUR DE NEUTRE

La base de calcul sera celle recommandée dans la norme UTE = C 15-105 : § B.3 pour un TH (Taux d'Harmoniques rang 3) compris entre 15 et 33 %.

Cet article recommande :

- La section du conducteur de neutre sera égale à celle de la phase
- Le conducteur neutre sera systématiquement protégé
- Un facteur de réduction de 0,84 à appliquer aux valeurs de courants admissibles pour les câbles et conducteurs PR 3 ou PVC 3 des tableaux BD et BE (C 15-105), lorsque le conducteur de neutre est chargé

Ces dispositions sont applicables pour l'ensemble de l'opération ; il ne sera pas admis de réduction de la section neutre.

### 3.6 CONDUCTEUR PEN

La section du conducteur PEN doit être au moins égale à la plus grande valeur résultant de l'application des trois conditions suivantes :

- Au moins égale à 10 mm<sup>2</sup> (Cu) ou 16 mm<sup>2</sup> (alu)
- Répondre aux conditions imposées, aux conditions de protection (§ 4.3 – NFC 15-106) et aux conducteurs de protection des masses (§ 4.4 – C 15-106)
- Répondre aux conditions imposées pour la section du conducteur neutre par le § 543.4 de la NF C 15-100

## 4 EXIGENCES DE CONTROLE

### 4.1 ESSAIS USINE-FAT

Tous les frais (déplacement, hôtel et autre) seront pris en charge par l'entrepreneur titulaire du lot CFO concerné.

#### 4.1.1 Recettes Usine des matériels avant Transport sur site

Le matériel est réceptionné en usine, en présence du Constructeur, du Maître d'Ouvrage, de l'Assistant à la Maîtrise d'Ouvrage, du Maître d'oeuvre ou de ses représentants.

Une réception des TGNormal / TGO en usine, notamment pour la vérification, voire les adaptations des automatismes

Il est procédé par exemple pour les **Tableaux Généraux Basse Tension** :

- Vérifications et essais.
- Essais de qualification.

Le constructeur remet avec son offre les certificats d'essais réalisés.

Ces essais sont de type déjà effectués sur des tableaux de caractéristiques semblables et comprendront :

- Pour les tableaux :
  - La vérification des limites d'échauffement
  - La vérification des propriétés diélectriques
  - La vérification de l'efficacité du circuit de protection
  - La vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite
  - La vérification du fonctionnement mécanique
- Pour l'appareillage :
  - Vérification des limites d'échauffement
  - Vérification des qualités diélectriques
  - Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux
  - S'il y a lieu la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit et du courant nominal de courte durée admissible
  - Vérification des limites de fonctionnement
  - Vérification de l'endurance mécanique
  - Vérification de l'aptitude à supporter les courants de surcharge

#### **4.1.2 Essais d'acceptation.**

Les essais d'acceptation sont réalisés par le constructeur en présence du Maître d'œuvre ou de ses représentants

Ils comportent :

- **Un examen visuel** (aspect, peinture, finition, soudures tôlerie, anneaux de levage, serrage des boulons de montage, serrage du jeu de barres, conformité de serrage dynamométrique des connexions principales, alignement des appareils de mesure, des organes de manœuvre, télécommande et signalisation et des étiquettes de désignation)
- **Contrôles dimensionnels** (bornes, barres et files, lignes de fuite et distances d'isolement, entraxes de fixation, côtés hors tout, masses)
- **Vérification qualitative et quantitative** de la documentation technique contractuelle fournie avec le tableau et l'appareillage
- **Vérification du fonctionnement mécanique** des tiroirs et de l'interchangeabilité des appareils
- **Vérification de l'existence, et de la conformité**, des plaques signalétiques, étiquettes de repérage et désignation, pancartes d'avertissement et de mise en garde, repérage des appareillages divers, repérage des fileries, repérage des bornes et des borniers, repérage des circuits de terre, repérage de couleur des phases, et autres marques et repérages complémentaires suivant spécification particulière
- **Vérification qualitative et quantitative** des pièces consommables, d'usure et de rechange suivant spécification particulière
- **Vérification des protections** contre l'accès des personnes aux pièces sous tension (y compris vérification des verrouillages)
- Vérification des circuits de protection (raccordement effectif et continuité)
- Vérification de la filerie
- Essais diélectriques des circuits principaux
- Essais diélectriques des circuits auxiliaires
- Contrôle des relais de protection par injection de courant correspondant au réglage défini dans la liste des réglages

#### 4.1.3 Essais individuels de l'appareillage.

- Essais de fonctionnement mécanique (pour les disjoncteurs)
- Essais diélectriques
- Essais des déclencheurs (réglage) pour les disjoncteurs seulement

- Essais des relais et appareillage de commande et signalisation

#### 4.1.4 Compte-rendu d'essais.

- Un compte-rendu d'essais est transmis au Maitrise d'oeuvre.
- Le compte-rendu doit dans tous les cas préciser :
  - Les valeurs théoriques attendues
  - Les valeurs de tolérances admises
  - Les résultats des mesures effectuées, y compris les valeurs intermédiaires ayant entraîné un refus provisoire, s'il y a lieu
- Le compte-rendu est incorporé à la documentation technique contractuelle, dont il fait partie intégrante

Tout matériel et équipement ne peut pas être expédiés sur le chantier avant un accord écrit du Maitrise d'oeuvre ou de ses représentants.

## 4.2 ESSAIS SUR SITE-SAT

L'entreprise procèdera à des autocontrôles et des essais de fonctionnement de toutes les installations nouvelles, à consigner par écrit.

Avant la mise à disposition ou la réception des installations, l'entreprise remettra un « Dossier d'essais » comprenant :

- Les fiches d'autocontrôles,
- Les fiches d'essais

Tous les matériels, les appareils de mesures, et les fournitures diverses nécessaires à la réalisation des essais seront fournis et posés par l'installateur à ses frais, ainsi que la main d'œuvre.

L'Entrepreneur reste propriétaire de ces matériels et appareils. Il devra produire pour chaque appareil de mesures un certificat d'étalonnage en cours de validité.

### 4.2.1 Dispositions générales

Lors des essais de contrôle, l'installateur doit fournir tout le matériel nécessaire, les installations provisoires éventuelles, les instruments de mesure et de contrôle, ainsi que le personnel qualifié.

Préalablement aux vérifications du Maitrise d'oeuvre, auront été remises par l'entrepreneur, toutes les fiches d'autocontrôle correspondantes.

#### **4.2.2 Vérifications générales en cours de travaux**

Elles ont lieu avant le calorifugeage et s'effectuent en présence du Maitrise d'oeuvre, de ses représentants et de l'installateur.

Il est procédé à la vérification :

- De la mise en œuvre du matériel,
- De la conformité des installations en fonction des prestations figurant au marché,
- De l'état du matériel.

Tous les essais peuvent être différés tant qu'une partie quelconque des fournitures ou de leur mise en œuvre n'est pas acceptée.

#### **4.2.3 Vérifications à l'état statique**

Ces vérifications seront réalisées de façon exhaustive, avant les mises en service et porteront sur (liste non limitative) :

- Equipements
  - Principe d'installations des appareils (luminaires, armoires électriques, PC, ...)
  - Accessibilité des équipements pour leur maintenance,
- Armoires électriques
  - Mise en place des organes de sécurité,
  - Mise à la terre.

#### **4.2.4 Vérifications en fonctionnement**

##### **Appareils de mesure à fournir**

L'entreprise devra fournir au début des essais un certain nombre d'instruments de mesure portatifs, qui serviront au Maitrise d'oeuvre, puis aux responsables de l'exploitation à contrôler certains paramètres pendant les essais, et qui resteront sous la responsabilité de l'Entreprise.

La garde de ces instruments incombera à l'Entreprise jusqu'au jour de la réception.

#### **4.2.5 Compteurs**

La totalité des compteurs énergétiques et électriques sera vérifiée et étalonnée

#### 4.2.6 GTC

La GTC fera l'objet d'une mise en service très soignée. Le claquage des points sera documenté. Les tests suivants seront effectués

- Vérification de la conformité des écrans de la supervision,
- Vérification de la communication avec l'ensemble des équipements pilotés
- Vérification de la communication avec les compteurs (comparaison entre les données in situ et les données de l'interface)
- Vérification de la remontée des défauts et alarmes,
- Vérification du pilotage (changement des points de consigne, des programmes horaires, etc)

#### 4.2.7 Essais de performance

La performance de l'installation sera suivie sur 1 semaine pour contrôler la qualité des régulations et du pilotage. La GTC permettra de suivre les comportements des équipements et du bâtiment ainsi que les consommations énergétiques associées. Des mesures complémentaires pour éventuellement parfaire l'analyse.

#### 4.2.8 Liste de fiches Autocontrôles

Les documents ci-après doivent être fournis au Maitrise d'oeuvre d'exécution et au BET pour chaque élément concerné :

- Essais de fonctionnement
- Essais arrêt d'urgence Electricité, Haute Qualité et CVC
- Essais des boites à clés des Tableaux Généraux
- Essais délestages
- Essais des Alimentations Sans Interruption
- Alarmes techniques et commandes – GTB
- Compteurs énergétiques et centrales de mesures – GTB
- Liaisons RS – GTB
- Vérification niveaux éclairements
- Essais Tableaux Généraux et Tableaux Divisionnaire suivant ci-après :

## TABLEAU N°

## FOLIO N°

**Schéma de l'armoire**

Calibre et nature de la coupure ou de la protection générale.

- .....

**Calibre et nature des protections principales :**

- Lumière
- Prise de courant
- Petite force

**Installations avalées sous tension, à vide :**Mesures des tensions

- Phase 1, Phase 2.....
- Phase 2, Phase 3.....
- Phase 1, Phase 3.....
- Phase 1, neutre.....
- Phase 2, neutre.....
- Phase 3, neutre.....

**Installations avalées en charges :**Mesures des tensions

- Phase 1, Phase 2.....
- Phase 2, Phase 3.....
- Phase 1, Phase 3.....
- Phase 1, neutre.....
- Phase 2, neutre.....
- Phase 3, neutre.....

Mesures des intensités

- Phase 1 .....
- Phase 2 .....
- Phase 3 .....

Mesure de tension sur les prises de courant les plus éloignées de l'armoire.....

TABLEAU N°	FOLIO N°
<p><b>Mesure de l'isolement</b></p> <p>Valeur de la mesure entre chaque conducteur actif et la terre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Départ n° .....</li> <li>• etc...</li> </ul> <p>Valeur de la mesure entre conducteurs actifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Départ n° .....</li> <li>• etc...</li> </ul> <p>Vérification de l'efficacité des mesures de protection contre les contacts indirects :</p> <p>Vérification des conditions de fonctionnement des dispositifs de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuit n° .....</li> <li>• etc...</li> </ul> <p>Valeur de la résistance de la prise de terre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuit n° .....</li> <li>• etc...</li> </ul> <p>Vérification du renvoi des alarmes à la gestion technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul> <p>Vérification du fonctionnement des circuits éclairage de sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blocs</li> <li>• Télécommandes.....</li> </ul>	

### 4.3 PRE-RECEPTION OPR

La pré-réception OPR et la réception de l'installation devront s'inscrire dans le planning contractuel des travaux.

Elles devront être précédées par tous les contrôles et essais mentionnés au paragraphe précédents et par un contrôle réglementaire assuré par l'organisme désigné.

L'entrepreneur devra prendre l'initiative de l'organisation de ces essais et contrôles et devra informer le Maître d'Ouvrage ou ses représentants.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que les essais seront réalisés par lui avant la pré-réception par le BE, laquelle pré-réception n'étant faite que pour constater le bon fonctionnement des équipements.

Le procès-verbal devra être établi lors :

- De la réalisation des essais et contrôles
- De la réception de l'installation.

Lors de la visite, en vue de la réception, qu'effectuera le Maître d'oeuvre, les vérifications porteront particulièrement sur :

- La conformité des installations aux normes et règlements en vigueur
- La conformité au Cahier des Charges et aux documents graphiques
- Le contrôle de la qualité du matériel installé
- La vérification de la protection contre les contacts directs dans les tableaux, coffrets et armoires

#### **4.4 FORMATIONS ET PRESCRIPTIONS DES GARANTIES**

##### **4.4.1 Prescription des formations**

L'entreprise procédera à la formation du personnel technique du site sur les systèmes électriques mis en œuvre dans le cadre du projet.

Ces formations se réaliseront au moment de la réception des installations, à raison de 2 à 3 séances de formation par système technique courants forts et courants faibles.

Il définira les programmes de formation nécessaires aux personnels en place afin qu'ils soient en mesure de maîtriser les installations le plus rapidement possible.

Cette formation devra prendre en compte les ouvrages et les équipements installés ainsi que tous les outils spécifiques nécessaires aux opérations de maintenance.

Dès la prise de possession de l'installation par le Maître de l'Ouvrage et à une date fixée en accord avec lui, l'entrepreneur déléguera un de ses représentants qualifiés afin d'informer le personnel désigné par le Maître de l'Ouvrage.

L'installateur instruira le personnel sur les bases des notices d'exploitation avec :

- Les commentaires et les illustrations par des exercices pratiques sur les installations.
- La simulation de cas (incidents et remèdes).
- Les opérations d'entretien à effectuer.

- La mise en garde concernant certaines installations et précautions à prendre, etc...

Il sera prévu plusieurs formations adaptées au personnel de l'établissement :

- Une de premier niveau à l'attention des utilisateurs courants
- Une de second niveau à l'attention du personnel d'entretien des installations électriques et habilités à manipuler et maintenir ces organes.

Au minimum, les formations suivantes dédiées :

- 1 formation dédié à la BT
- 1 formation aux fonctionnements dégradés
- 1 formation sur le Tableaux Généraux installés
- 1 formation réservée aux Alimentation Sans Interruption.
- 1 formation à la distribution électrique
- 1 pour l'exploitation de la partie Electrique sur la GTB

La formation sera supportée par des documents en fonction du thème abordé. Ils seront remis à chaque participant, en particulier chacun devra posséder un document précisant les fonctions d'exploitations simplifiée des ensembles mentionnés ci-dessus.

En fin de formation, les personnels devront savoir agir sans hésitation ni ambiguïté sur les matériels en place sachant exactement les actions produites.

Ces formations seront validées par un acquit de stage simplifié à faire signer aux stagiaires, à remettre au Maitrise d'oeuvre.

Deux mois après ces premières formations initiales, il sera à nouveau prévu une remise à niveau sur le sujet des formations ci avant.

## 5 DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE

Le délai estimatif du prix global et forfaitaire, avec description détaillée des ouvrages en qualité et prix unitaire, sera fourni avec la prestation.

### 5.1.1 Document de sécurité

L'entreprise doit fournir pour chaque jour de travail, durant la totalité des travaux, les documents suivants ;

- Contrat de travail ;
- Permis feu ;
- Permis de travail ;
- SIPSI
- Etc.

L'ensemble des documents à fournir sera revu lors de la réunion kick-off de démarrage.

### 5.1.2 Dossier à fournir après la commande

- Les documents ci-après seront adressés au Maitrise d'oeuvre :
- Liste prévisionnelle des plans avec calendrier de remise
- Liste prévisionnelle des fiches techniques avec calendrier de remise
- Liste prévisionnelle des notes de calcul avec calendrier de remise
- Liste prévisionnelle des échantillons avec calendrier de remise
- Le sommaire prévisionnel des dossiers de recollement

Liste non exhaustive

### 5.1.3 ANALYSE AMDEC / FMEA

Cette étude FMEA sera à réaliser si la demande est clairement précisée dans le CCTP.

Au titre de sa proposition, le soumissionnaire devra prévoir des études FMEA permettant de juger de la robustesse des installations. Ces analyses FMEA permettront de tirer les conclusions de type :

- Modification d'architecture pour fiabiliser le système
- Déterminer les tâches de maintenance nécessaires à la fiabilisation de l'installation

Il devra fournir son évaluation du niveau de la maintenabilité des installations qu'ils se proposent de mettre en œuvre.

Ce niveau sera défini selon les critères suivants :

**Premier critère** : Quelle sera l'exigence de temps maximum durant lequel l'équipement et/ou système sera hors service pour assurer les opérations d'entretien et/ou de dépannage. (MTTR)

**Deuxième critère** : Quelle sera l'exigence qualitative de "maintenabilité" qui conduira tant le constructeur que l'installateur à prendre les dispositions indispensables pour y satisfaire, à savoir :

- Si les réparations et ou entretiens se font sur place ou en atelier,
- Si les réparations doivent être réalisées ou non par l'échange d'éléments réparables
- Si les éléments réparables sont ou non du type « enfichable » ou interchangeables, sous ou hors tension
- Si la maintenance est exécutée ou non selon une procédure précise,
- Si la localisation des éléments défailants est réalisée ou non par dispositif particulier
- Si ces opérations requièrent ou non une qualification spécifique pour le personnel de maintenance.

**Troisième critère** : Probabilité des pannes et/ou incidents (MTBF).

(Mean Time Between Failures)

C'est le délai moyen entre deux défaillances réparables d'un produit ou d'un système.

C'est un indicateur essentiel pour déterminer la fréquence des défaillances du système et donner une idée de sa fiabilité.

#### **5.1.4 2.3 VALIDATION DES DOCUMENTS**

L'ensemble des documents transmis avant exécution devra être validé avant toute commande de matériel ou lancement de travaux.

#### **Rappel :**

Toute opération engagée par le soumissionnaire et nécessitant modification serait à sa charge.

#### **5.1.5 Dossier d'exécution**

La liste des documents ci-dessous correspond aux documents à fournir pour la réalisation des travaux, ils correspondent aux études d'exécution et de détail.

Les documents ci-après seront adressés au Maitrise d'oeuvre :

- Etudes de génie civil
- FMEA et Analyses fonctionnelles (automates et puissance)
- Etudes de court-circuit sélectivité
- Note de calcul (foudre, sections de câbles, châssis, supports, éclairage, ...)

Remarque : pour rappel, la détermination dans la note calcul de la chute de tension globale doit être réalisée depuis la source (**Transformateur** ou **Onduleur**).

- Plans d'ensembles (par niveau)
- Les plans des équipements
- Les plans de réservation (passage des murs, planchers et cloisons)
- Dimensionnement et implantation des chemins de câbles
- Implantation des équipements
- Plans d'exécution : 1/50 avec des détails et des coupes au 1/20
- Les fiches techniques des matériels
- Les procédures de tests et de mise en service
- Les schémas unifilaires de puissance, du contrôle et de la signalisation
- Les schémas de verrouillage,
- Les fiches de réglage des protections
- Les plans de bornier pour les liaisons extérieures,
- La nomenclature détaillée du matériel avec extrait des documentations fournisseur,
- Rapport concernant l'étude de court-circuit.
- Le plan d'implantation des équipements électriques.
- Note de calcul des châssis des matériels
- Plans des châssis
- L'architecture et le synoptique des communications avec le FEMCS
- Les Tables d'échange de données.
- Implantation des équipements dans les locaux électriques,
- Plans des liaisons équipotentielles avec position (+ repères) des répartiteurs
- Implantation des équipements fournis par le présent lot,
- Dimensionnement et implantation des cheminements des liaisons du présent lot en coordination avec les autres lots (structure, fluides, CVC, ...),

- Architecture électrique générale et diagrammes de distribution des circuits Puissance, HQ, Secours, Eclairage et petite Force motrice (FM).
- Schémas développés et plans d'équipement des matériels à la charge du présent lot.
- Notes de calcul des canalisations puissance à la charge du présent lot
- Carnets de câbles des canalisations puissance, petite Force motrice (FM), éclairage et prise de courant
- Les fiches techniques des matériels utilisés spécifiant notamment les cotes, masses, caractéristiques électriques, normes de références, ...
- Les schémas et plans d'implantation interne des armoires électriques y compris la nomenclature du matériel
- Fourniture des résultats de l'étude acoustique dépendant du matériel installé et de l'environnement
- Plan d'implantation des chemins de câbles de distribution de puissance ;
- Mémoire technique avec fiche technique des équipements et appareillage ;
- Planning des travaux détaillé avec phasage ;
- Planning des approvisionnements ;

De par la signature de son marché, le titulaire du présent lot s'engage à fournir en temps voulu, les documents ci-dessus et à répondre à toute demande complémentaire pouvant lui être notifiée par le Maître d'œuvre

Aucune exécution ne devra être engagée sans approbation de ces pièces, par le Maître d'œuvre.

Toutes les pièces composant le dossier d'exécution seront référencées sur une liste de document permettant le suivi des dates, des indices et des approbations durant toute la durée du chantier.

Les schémas de principe renseignés seront affichés sur panneau plastifié en paroi de chaque Tableau technique concerné.

### 5.1.6 Dossier d'ouvrages exécutés et de maintenance (DOE)

A la fin des travaux et avant réception, l'entreprise fournira les documents suivants sous forme Papier et sous forme de fichiers informatiques (PDF, DWG,RVT) :

- Les certificats d'assurances en cours de validité au moment de la réception
- Le descriptif général des installations (extraits CCTP)
- Une nomenclature du matériel installé donnant :
  - La désignation du matériel
  - Provenance, marque, type, adresse du service après-vente, liste des fournisseurs avec coordonnées à jour des représentations locales et nationales
  - Hypothèses ayant permis la détermination
  - Les caractéristiques techniques au point de fonctionnement nominal
  - Les instructions de marche simplifiée sur la conduite et l'entretien des installations (notice d'exploitation)
  - Les procès-verbaux d'agrément des équipements liés à la sécurité : filtres, etc...
  - Une notice détaillée de mise en service et de maintenance établie par le constructeur avec copie des certificats de garantie voire certificats d'épreuves et essais réglementaires
  - La liste détaillée des pièces de rechange nécessaires à la maintenance courante
- Les schémas de synoptique de l'installation représentant celle-ci sous une forme simplifiée et permettant d'identifier les différents organes et équipements notamment ceux mentionnés dans les instructions de marche y compris les diverses instrumentations
- Les plans des ouvrages exécutés (plans d'EXE mis à jour des modifications survenus au cours du chantier,DWG+XREF)
- Les schémas électriques conformes à l'exécution
- Les schémas, organigrammes et notice de régulation
- Les analyses fonctionnelles de chaque système
- Les procès-verbaux d'essais des installations justifiant les valeurs obtenues après réglages complets notamment :
  - Rapports de mises en services des matériels
- Les procès-verbaux des organismes de contrôle
- Les fiches de présence aux séances des formations

### 5.1.7 Encadrement de chantier

L'encadrement de chantiers est de la responsabilité de l'entrepreneur :

- La bonne exécution des opérations planifiées par l'encadrement des travaux ;
- Le garant de la réalisation des tâches en termes de qualité et délais ;

- Il veille à optimiser les coûts de production sur chantier et gère les aléas techniques, organisationnels et humains.
- Il assure le management terrain des équipes et veille au respect des règles d'entreprise et consignes de sécurité sur les chantiers.

Sur un chantier, le chef de chantier pilote les équipes et leur charge tout au long de la durée du chantier.

En fonction de la taille du chantier, il pourra être assisté d'un assistant chef de chantier.

Les chefs d'équipe assurent l'animation du travail.

### 5.1.8 Installation de chantier - Engins de chantier - Protection du chantier - Manutention

Cela comprend tous les moyens de levage, de protection individuelle et des machines, ainsi que la manutention des équipements.

Ce poste comprend également l'installation (base de vie) tout au long du chantier (voir plan d'installation de chantier).

### 5.1.9 Responsabilité des parties

Pendant la phase de chantier, les responsabilités des parties prenantes du projet sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

	FORTIL	ENS	Fournisseur(s)
Etablit le plan de prévention			
Vérifie le plan de prévention			
Signe le plan de prévention			
Rédige les modes opératoires pour décrire avec précision les activités de chantier			
Vérifie les modes opératoires			
Signe les modes opératoires			
Fournit les informations pour établir les permis de travail			
Prépare les permis de travail			
Signe les permis de travail			
Met en œuvre les moyens de prévention et protection, individuels et collectifs, définis dans le plan de prévention et les permis de travail			

Vérifie le respect des consignes de sécurité			
Vérifie le bon état général du chantier			
Réalise les demandes de consignation			
Réalise les consignations			
Communique les écarts sécurité suite aux visites chantier et s'assure de la définition et mise en place de plan d'actions			

**R** : Responsable

**P** : Participant

## 5.2 ESSAIS ET RECEPTION DES TRAVAUX

Une fois que tous les travaux "tous corps d'état" seront terminés, il sera ensuite procédé aux étapes de tests, de vérifications et de contrôles supplémentaires suivantes :

L'exécution des essais et vérifications figurant sur les listes COPREC ne dispensera pas les entreprises d'effectuer les autres essais et vérifications qui peuvent leur incomber, en application de la réglementation en vigueur, des clauses du marché ou des spécifications et procédures particulières au Maître d'ouvrage.

Le contrôle technique des installations se fera en trois étapes :

L'entreprise réalisera les tests d'autocontrôle jusqu'à obtention des résultats demandés dans le CCTP. Ces tests porteront entre autres sur :

- Le contrôle des points d'entrées sorties automates (SIEMENS OU AUTRE) et des valeurs de capteurs au moyen d'instruments de mesure avec certificats d'étalonnage en cours de validité
- La programmation des capteurs, variateurs, actionneurs
- Les réglages des protections électriques et vérifications des déclenchements sur court-circuit et sur surcharge
- Les essais de performance des différents équipements (puissances électriques, tension, intensité, vitesse de rotation).
- Essais de fonctionnement de longue durée de l'ensemble des installations.
- Les essais fonctionnels selon l'analyse fonctionnelle et les tests fonctionnels prévus, y compris les redémarrages après coupure secteur, les coupures

réseaux et les modes dégradés (le test de toutes les sécurités est une obligation (antigel, détection de fumées, etc...))

- Si le dépassement de consigne est impossible ou susceptible d'endommager les installations, le déclenchement sera simulé, le cas échéant, au niveau du relayage électrique.
- Toutes les sécurités de fonctionnement seront systématiquement testées, après vérification d'autocontrôle de l'entreprise.
- Mesure de l'isolement
- Vérification de la continuité des conducteurs et de la gaine métallique (mises à la terre)
- Contrôle de l'efficacité des mesures de protection contre les contacts indirects
- Contrôle de dispositifs de protection contre les surintensités
- Contrôle des dispositifs de connexion des conducteurs
- Contrôle des puissances absorbées.

*Cette liste n'est pas limitative et tous les essais complémentaires permettant de vérifier les performances des installations devront être effectués.*

- Par suite de ces autotests, l'entreprise remettra au Maitrise d'oeuvre un cahier de recette avec l'ensemble des tests, et ce au minimum dix jours avant les opérations préalables à la réception.
- L'entrepreneur sera prévenu des dates auxquelles auront lieu les OPR et devra y participer.
- Lors des opérations préalables à la réception conjointes entre l'entreprise et la Maitrise d'oeuvre, certains tests par sondage et les tests de sécurité pourront être à nouveau effectués afin de vérifier la bonne conformité des installations.

A partir de résultats satisfaisants aux niveaux des OPR pourront être déclenchées les phases de réception définitive.

Tous les documents demandés pendant les OPR devront figurer dans les DOE.

### **Opérations de réception :**

Les réceptions seront prononcées conformément au CCTP.

Au moment de la réception et des essais, il sera facturé à l'entreprise tout déplacement inutile, causé au bureau d'études du fait d'une mauvaise organisation du planning ou d'un avancement insuffisant des travaux de l'entreprise. De même, tout déplacement lié à de multiples visites de levée de réserves sera facturé.

### 5.3 FORMATION DU PERSONNEL ENS

L'entreprise devra, en outre, assurer une prise en mains des installations par une formation du personnel d'entretien et de maintenance selon un programme à définir en fin de chantier. Pour les installations spécifiques telles que régulation et programmation, la formation sera assurée par le fabricant.

Compte tenu de la spécificité des installations, cette formation représente un minimum de 6 demi-journées, éventuellement non consécutives.

### 5.4 LIMITES DE PRESTATIONS

Fournitures et travaux à la charge de l'entreprise :

- La mise en œuvre de l'intégralité des fournitures ainsi que l'exécution des travaux divers décrits ci-après,
- Les documents nécessaires pour une parfaite exécution des travaux non compris, ainsi que les plans dits de chantier ou d'atelier et notes de calculs, y compris notes de calculs acoustiques ou documents qui s'avèreraient nécessaires à la réalisation des ouvrages de toute nature,
- Les plans de réservation fournis 1 mois avant travaux,
- La formation du personnel de maintenance et d'entretien des installations après réception de celles-ci par la Maîtrise d'ouvrage.

Sont également à la charge de l'entreprise :

- Percements et rebouchages avec les mêmes caractéristiques du mur existant.
- La fourniture et pose des plaques signalétiques sur toute les armoires et les chemins de câbles.
- Les dispositifs d'atténuations internes et externes pour le respect des niveaux sonores imposés,
- La protection des matériels pour éviter toutes détériorations au cours des travaux.
- Les déchargements, stockages et manutentions de tous les matériels sur le chantier.
- Toutes les pièces consommables avant réception par le Maîtrise d'Ouvrage.
- Les analyses fonctionnelles décrivant la gestion des équipements (CA, DI ...).

A la charge de ENS :

- Consignations électriques des armoires existantes par le personnel habilité.
- La mise à disposition d'un espace dans le site à proximité du chantier pour le stockage et l'installation de chantier

#### 5.4.1 Tableau des limites

En cas de contradiction entre le présent CCTP et le document fixant les limites de prestations, la maîtrise d'oeuvre arbitrera dans l'intérêt du chantier ce qui ne remet pas en cause l'aspect forfaitaire du marché de travaux.

Toutes les prestations décrites font parties intégrantes du marché forfaitaire de l'entreprise concernée.

#### 5.5 COORDINATION AVEC LES AUTRES LOTS

Il est bien précisé que les entreprises soumissionnaires devront prendre connaissance de l'ensemble des dossiers concernant l'opération, tant en ce qui concerne les plans que les devis descriptifs.

L'entrepreneur devra prendre contact avec les lots dont les ouvrages seront en liaison avec les siens propres à assurer une parfaite coordination à l'exécution.

Les dimensions et longueurs des ouvrages seront relevées sur les plans du contractant et seront contrôlées sur place.

L'entrepreneur ne pourra se prévaloir de la méconnaissance des documents contractuels pour prétendre à une majoration quelconque de son prix forfaitaire.

#### 5.6 GRAVATS, NETTOYAGE, GOULOTTES DE CHANTIER

L'entreprise devra le nettoyage des locaux dans lesquels elle sera intervenue, ainsi que l'évacuation de leurs gravats, déchets et emballages.

L'entreprise doit réaliser le nettoyage au minimum toutes les semaines pour la réunion de chantier voir tous les jours si nécessaire dans le but qu'aucun éléments ne reste sur le chantier.

Celui-ci doit être et rester propre (déchets, équipements ne peuvent trainer sur le site).

Si ces prescriptions n'étaient pas respectées, elles seraient imputées à l'entreprise défaillante, chaque fois que l'origine des gravats pourra être définie.

#### 5.7 PRECAUTIONS TECHNIQUES

Traverse de parois

Le percement de parois fera l'objet de soin particulier. Ce conférer au paragraphe 11.1.2.

## 5.8 DEMARCHE QUALITE

Les entreprises appliqueront une démarche qualité dont le principe sera précisé par le Maitrise d'oeuvre lors des premières réunions de coordination.

La logique de cette démarche est le « contrôle par anticipation ». Elle se traduit par les mesures suivantes :

- L'obligation d'établir des plans d'exécution précis et cohérents pour tous les ouvrages et d'indiquer sur ces derniers des moyens pratiques facilitant la mise en œuvre
- L'obligation de prévoir un conducteur de travaux pour assister les ouvriers.
- Chaque entreprise établissant un plan doit indiquer les ouvrages environnants pouvant conditionner ou affecter la mise en œuvre de ses ouvrages. Si cela implique une coordination avec des interfaces de plusieurs corps d'état, il doit être établi des plans de synthèse coordonnés par le Maitrise d'oeuvre.
- Agrément préalable des échantillons, des prototypes ou des témoins mis en œuvre dans les conditions réelles de chantier.
- Réalisation des travaux en conformité avec les plans d'exécution et avec les matériaux prévus sans y apporter de modification non maîtrisée.

### Tenue des ouvriers

- Les ouvriers seront des salariés des entreprises titulaires des marchés ou éventuellement de leurs sous-traitants.
- Les ouvriers seront identifiables par un badge déclinant clairement leur identité et la société qui les emploie.

### Hygiène et sécurité

- L'Entrepreneur chargé de la réalisation des travaux se conforme parfaitement à l'ensemble des dispositions prévues par le Code du Travail et par la réglementation en vigueur à la date d'exécution des travaux. L'application desdites dispositions relève totalement de la responsabilité de l'Entrepreneur.
- Les travaux se déroulent dans un bâtiment existant. Il est donc formellement interdit de faire du feu dans les bâtiments et aux abords et d'utiliser du matériel présentant un danger d'incendie (chalumeau, disqueuse, etc...) sans l'obtention préalable d'un permis de feu à demander au SPS ou au client.

Ce dernier doit être validé quotidiennement par le service des pompiers ou par les services de ENS. En outre, l'entrepreneur doit disposer, sur le lieu d'emploi des chalumeaux ou disquesuses, d'un extincteur de 9 litres à poudre n'ayant pas dépassé la date de péremption et d'un extincteur de 9 litres à eau pulvérisée. En aucun cas, les extincteurs de l'établissement ne pourront être pris en compte pour l'obtention du permis de feux. Enfin, l'entreprise est obligatoirement et valablement assurée contre les risques d'incendie dans les bâtiments en travaux.

- Les intervenants devront porter tenues couvrantes (T-shirt et short interdits, pantalon et manches longues obligatoires).

- Ils devront également être en possession de gants, casque ou casquette de sécurité, chaussure de sécurité, lunettes ou sur-lunettes de sécurité.
- Pour les travaux de flamme et de projections incandescentes, l'entreprise devra protéger les ouvrages et installations adjacentes par des bâches ignifugées. L'autorisation pour débiter les travaux sera soumise à un contrôle préalable du Maitrise d'oeuvre.

## 6 Influences externes

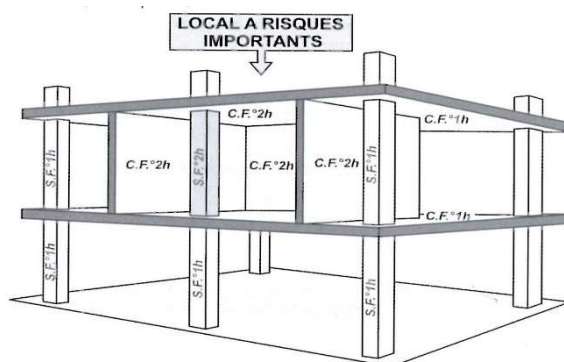
### 6.1 GENERALITE

Le code et la classification des influences externes auxquelles l'installation électrique est soumise doivent être déterminés dans chaque cas en fonction des conditions locales ou s'exerce l'activité considérée.

Les hypothèses à respecter en priorité sont :

- AA 4 : Température Ambiante Tempérée (-5°C à +42°C),
- AB 4 : Condition climatique Tempérée (-5°C à +40°C),
- AD 1 : Présence d'eau négligeable,
- AF 1 : Présence de poussière en quantité appréciable,
- AG 3 : Environnement pouvant être soumis à des chocs d'énergie au plus égaux à 6 J (en dessous de 2 m).

La conception des installations électriques des locaux à risques particuliers doit être établie dans les conditions requises définies à l'article 422 par la norme d'installation NF C 15-100 pour les locaux présentant des risques d'incendie (condition d'influence externe BE2).



## 6.2 TEXTES OFFICIEL DE REFERENCE

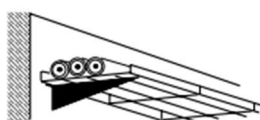
La base de référence des spécifications techniques applicables au projet, est constituée par des documents officiels, non annexés matériellement au dossier du marché, et représentée d'une façon générale par :

- Les textes législatifs, décrets, arrêtés, circulaires et règlements en vigueur, publiés par la Direction des Journaux Officiels.
- Le code du travail (hygiène et sécurité)
- Le règlement sanitaire départemental en vigueur sur les lieux des travaux
- Arrêté du 26 Février 2003 relatif aux circuits et installations de sécurité
- Décret n° 881056 du 14/11/88 Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
- Textes relatifs à l'utilisation et aux économies d'énergie.
- Ensemble des Avis Techniques délivrés par la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, ainsi que les prescriptions générales qu'elle a éditées.
- Les DTU, avis techniques et normes Françaises.
- Le code du travail
- Le règlement parasismique appliqué à la région et les règles NV (neige et vent).

## 6.3 ORIGINE ET NATURE DES INSTALLATIONS

Les points d'origine des réseaux électriques destinés à distribuer le bâtiment ENS sont :

- Réseau Haute Tension : Distribution du réseau Normal à partir du réseau public 20kV (Poste HT/BT à l'extérieur du bâtiment ENS).
- Réseau Normal Basse Tension : Distribution BT à partir du nouveau TGN ,pour le bâtiment ENS, possédant **30% de réserve de puissance**. Coefficient appliqué après foisonnement de 0.7.
- Réseau Secours : Distribution du réseau Secours à partir d'un Groupe Electrogène sur le TDG (poste GE a l'extérieur du bâtiment ENS)
- Réseau Ondulé : Distribution du réseau Ondulé à partir d'un Onduleur placé dans le bâtiment ENS, **Réserve 20% observé sur l'Alimentation Sans Interruption (Réseau Ondulé)**
- Puissance unitaire des prises de l'ordre de 150VA pour le bilan de puissance
- Alimentation des armoires divisionnaires dimensionnée sur la puissance non foisonnée pour permettre une évolution future



- sur des treillis soudés ou sur des corbeaux,

14

- Mode de pose 14 pour l'ensemble des notes de calculs BT.

## 7 Récapitulatif d'alimentation

### 7.1 RESEAU NORMAL

Le réseau normal depuis le local transfo ,alimente le bâtiment ENS qui se résume a :

Local transfo Transformateur huile 1200 kVA Regime de neutre :PEN ICC3 27.5 kA		
---	--	--

Liaison BT entre le local transfo et le locaux ENS		
--	--	--

## 7.2 RESEAU SECOURS

La distribution du réseau secouru est réalisée à partir d'Onduleurs de 20 kVA raccordé sur l'inter-sectionneur des tableaux généraux pour chaque besoins du laboratoire.

L'ensemble de ces onduleurs seront placé dans le local Onduleur qui se trouve à l'intérieur du bâtiment ENS

## 7.3 REGIME DE NEUTRE

Le régime de neutre de l'installation basse tension est le schéma TNC/S suivant les règles de la NFC 15.100, pour le réseau normal

Un second régime de neutre (IT) sera mis en place par le biais d'un transformateur d'isolement placé en aval du tableau général (TG)

# 8 Localisations

## 8.1 INSTALLATIONS EXISTANTES

Ce poste comprend les prestations nécessaires afin de repérer l'ensemble des installations existantes.

Après ce repérage, l'entrepreneur ne pourra plus prétendre ne pas connaître les subtilités des installations existantes. L'entrepreneur sera censé connaître les installations.

Ce repérage a pour but :

- De pouvoir intervenir judicieusement pour optimiser la reprise des tableaux électriques existant à conserver
- De connaître l'emplacement des tableaux électriques existants
- De pouvoir intervenir au mieux lors des coupures des installations
- De pouvoir intervenir au mieux pour raccorder les nouvelles armoires et coffret électrique
- Connaître les emplacements des chemins de câble et échelles à câble existants
- Intervenir sur les TGBT existants
- Connaître les emplacements du matériel existant et futur.

## 8.2 DEPOSE DES INSTALLATIONS

### Généralités

Le démontage et les interventions sur les installations existantes doivent être réalisés avec beaucoup de rigueur et de réflexion pour ne pas perturber les locaux du bâtiments ENS en activités.

Si la modification des installations d'électricité doit prendre en considération l'existence de l'occupation des autres parties du bâtiment, l'attitude des intervenants (ouvriers et techniciens) sur le chantier doit également refléter cette réalité.

Tant la tenue vestimentaire que le langage seront adaptés aux circonstances de promiscuité du chantier avec des locaux en activité.

### 8.2.1 Dépose du matériel électrique existant dans l'ENS

Ce poste comprend le démontage et évacuation du matériel électriques alimentant tous les équipements existant type : Luminaires , Chemins de câbles, Prises, Câbles électriques CFO/CFA, ainsi que tout le matériel qui ne serait pas nécessaire au projet de l'ENS.

## 9 Description global

***Les présents travaux devront être réalisés selon le planning d'intervention général joint au présent projet, ainsi qu'au planning de phasage de travaux.***

Les installations du présent lot devront être réalisées conformément aux normes en vigueur avec fourniture, pose et raccordement en ordre de marche, ainsi que les essais et la mise en service y affaissant.

La coordination avec les Entreprises installant des équipements, dont le fonctionnement est lié aux travaux du présent lot, est due au titre du présent lot.

De plus, L'Entrepreneur a l'obligation de prendre connaissance des dossiers des autres Corps d'état, au moment de l'appel d'offres, du fait des interfaces de ce lot avec les autres.

L'Entrepreneur ne pourra évoquer la mauvaise compréhension des documents, et de l'étendue des prestations à réaliser pour justifier de travaux supplémentaires, l'offre étant forfaitaire.

L'Entrepreneur s'engage à respecter les exigences et le délai de la Maitrise d'oeuvre.

L'Entrepreneur, avant de remettre son offre, devra procéder à toutes les vérifications, calculs et études nécessaires pour assurer la conformité avec les règles en vigueur et le bon fonctionnement de l'installation.

De ce fait, il ne saurait être accordé, en aucun cas, une majoration quelconque du prix soumissionné.

L'Entrepreneur à sa charge, la fourniture, le transport, le montage à pied d'œuvre, la préparation et la mise en œuvre de tous les matériaux nécessaires à la bonne exécution des ouvrages du présent lot.

Il devra assurer la conduite et la surveillance du chantier jusqu'à la réception des travaux.

Toute partie métallique devra recevoir, en atelier, une protection antirouille après dégraissage et décalaminage.

Cette protection pourra se faire par l'application d'un primaire antirouille ou par la réalisation d'un thermo laquage, d'une métallisation, d'un électro-zingage.

L'Entrepreneur devra aménager un emplacement pour entreposer d'une façon rationnelle et à l'abri de tous, les matériaux fragiles dont la qualité risquerait d'être affectée par l'eau et les chocs, afin que leur qualité soit intacte au moment de leur mise en œuvre.

Il restera responsable de ses ouvrages pendant la période de stockage sur le chantier et pendant la durée globale de la garantie.

Le non-respect de cette instruction conduirait au refus des éléments endommagés jusqu'à remplacement.

L'Entrepreneur devra s'assurer, sous sa totale responsabilité, de la convenance des produits qu'il mettra en œuvre à la prestation demandée, ainsi que de la compatibilité de ceux-ci entre eux et avec les supports placés par d'autres lots.

Lorsque les fabricants auront fixé des règles d'emploi pour les produits de leur fabrication, ces règles devront être observées.

L'Entrepreneur devra de même se conformer aux prescriptions des avis techniques obtenus pour les matériaux.

Avant d'entamer une quelconque prestation, L'Entrepreneur devra procéder à la réception des supports sous l'arbitrage de la Maitrise d'oeuvre; vérification des niveaux et du respect des côtes réservées pour la pose de ses ouvrages notamment.

En cas de défaut de réception et de commencement de travaux, la maîtrise d'œuvre considérera que le support a été réceptionné.

Le présent lot devra alors supporter les contraintes qu'implique l'état des supports.

La fourniture, la mise en place et le repli de tous les échafaudages nécessaires à l'exécution des travaux décrits ci-après incombent à ce lot.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les dispositions pour ne pas détériorer les ouvrages des autres corps d'état durant la réalisation de ses travaux.

Il supportera les conséquences de toute dégradation des dits ouvrages ; nettoyage ou remplacement des éléments abîmés.

L'Entrepreneur devra procéder à la protection efficace de ses ouvrages jusqu'à la réception par le Maitrise d'oeuvre.

L'Entrepreneur devra effectuer un nettoyage périodique journalier au fur et à mesure du déroulement de ses travaux et de la libération quotidienne du local et de la zone impactée par les travaux et des cheminements d'accès.

Au moment de la réception des ouvrages, il devra exécuter les nettoyages nécessaires pour rendre les ouvrages en état de propreté et d'utilisation.

Ces nettoyages incluent l'évacuation des emballages et protections provenant de ses propres fournitures et des éléments non utilisés.

Les ouvrages devront être réceptionnés par la Maitrise d'oeuvre.

La réception comprendra les opérations suivantes :

- La vérification de la conformité des travaux réalisés avec le projet approuvé,
- La vérification de l'exécution des travaux suivant les règles de l'art,
- La vérification du bon état de finition.

***L'Entrepreneur devra livrer les ouvrages parfaitement terminés, suivant les règles de l'art, et suppléer par ses connaissances professionnelles aux détails qui pourraient avoir été omis par la maitrise d'œuvre dans la prescription et qui seraient nécessaires au parfait achèvement de l'ouvrage.***

La garantie est totale, pièces, main-d'œuvre et déplacements. Sa période aura pour origine la date de réception des ouvrages.

### 9.1.1 Bases de calculs

L'Entrepreneur à sa charge, le relevé des installations et protections existantes pour :

- Vérification du pouvoir de coupure des protections principales existantes.
- Vérification des courants de court-circuit de chaque tableau.
- Vérification des protections contre les surcharges et les réglages des disjoncteurs.
- Vérification du schéma de mise au neutre de l'installation et de la protection du neutre.
- Vérification de la sélectivité et de la filiation totales des installations depuis son origine principale.
- Vérification de la compatibilité du matériel à installer avec le matériel existant.
- Vérification des sections de câbles et de sa typologie.

**Les notes de calcul, faisant partie de ce dossier, constituent les éléments de celles devant être établies pour l'exécution. Nature du courant**

- Haute Tension voir schéma synoptique
- Basse tension : 410 V /230V
- Fréquence : 50 Hz
- Régime du neutre d'utilisation : TNC/S

## 9.2 SOURCE D'ALIMENTATION GENERAL

**Rappel :**

Chaque Armoire (TG et TGO) est alimentée par le TGBT qui lui-même est alimenté par un transformateur 1250kVA.

Les tensions BT sont de 400V entre phases et de 240 / 230 V entre phase et neutre. La fréquence est de 50Hz.

Le régime de neutre sera de type TNC/S pour l'ensemble du réseau

Le régime de neutre sera de type IT pour l'alimentation des microscopes

Le TGBT T4 ayant deux socles de réserves en attente ,il sera mis en place deux disjoncteurs de tête pour l'alimentation de l'armoire TG CRYO et l'armoire HVAC

Ces disjoncteurs seront de type débrochable.

**La protection HVAC sera de type:**

Disjoncteur ComPacT NSX250F, 36 kA à 415 VAC, déclencheur MicroLogic 2.2 250 A, 4 pôles 4d, de la marque Schneider ou équivalent

**La protection ELEC (TG CRYO) sera de type:**

Disjoncteur ComPacT NSX160F, 36 kA à 415 VAC, déclencheur MicroLogic 2.2 160 A, 4 pôles 4d, de la marque Schneider ou équivalent

***Les protections seront à définir suivant la note de calcul***

**9.2.1 Section des conducteurs**

Les sections des conducteurs devront être établies suivant les prescriptions réglementaires.

L'Entrepreneur devra les vérifier de façon à ce qu'elles soient conformes aux tableaux de la Norme NFC15.100 et que la chute de tension maximale admissible entre le transformateur et le point d'utilisation le plus défavorable est de :

- 3 % pour les circuits éclairages.
- 5 % pour les circuits force et prises de courant.

**9.2.2 Protections**

Les protections mises en œuvre doivent permettre :

- La coupure de l'alimentation au premier défaut d'isolement.
- La protection contre les contacts indirects par dispositif différentiel.
- La protection contre les surintensités par disjoncteur magnétothermique.

Les installations desservant les locaux et les dégagements non accessibles au public devront être commandés et protégés indépendamment de celles accessibles au public.

Les locaux à risque d'incendie devront être établis dans les conditions requises par la Normes NFC15.100.

### 9.2.3 Principe de sélectivité

La coordination des dispositifs de coupure automatique est assurée de façon à ce qu'un défaut survenant en un point quelconque de l'installation soit éliminé par le disjoncteur placé immédiatement en amont du défaut.

- **Sélectivité ampèremétrique** : la protection est sélective si le rapport entre les seuils de réglage est supérieur à **1,6**.

- **Sélectivité chronométrique** : le déclenchement de l'appareil amont est temporisé, celui de l'appareil aval est plus rapide.

La protection est sélective si le rapport entre les seuils de protection contre les courts-circuits est supérieur ou égal à **1,5**.

**La sélectivité demandée est totale**, circuits Normaux, Ondulés et de Sécurité sur l'ensemble des équipements des opérations liées au présent projet.

L'électricien devra, également, transmettre, auprès des autres corps d'état, la nature, la marque, la référence et le calibre de protections, en amont des équipements, et protections à leur charge pour éviter un double emploi ou une mauvaise utilisation et permettre, aux autres corps d'état, la continuité de sélectivité de l'installation électrique

Il devra également transmettre les typologies et sections de câbles à raccorder par le lot technique concerné ainsi que ce dernier puisse prévoir les plages à bornes adaptées aux sections de câbles mise en attente.

### 9.2.4 Taux d'harmoniques

Le dimensionnement du réseau électrique et des équipements devra tenir compte des courants harmoniques de rang 3 et multiples de 3 générés par les charges non linéaires avec les hypothèses suivantes :

- Liaisons Transfos / TG: taux THDI entre 15 et 33%,
- Distribution principale (aval TGBT) : taux THDI entre 15 et 33%,
- Réseaux informatiques (en aval des onduleurs), moteurs à variation de fréquence : taux TDHI > 33%,

L'incidence des courants harmoniques sera limitée en adoptant les dispositions suivantes :

- Filtration ou dispositions de construction adaptées pour tout équipement.

### 9.3 LIMITES DE PRESTATIONS AVEC LES AUTRES LOTS:

- Fourreaux enterrés : à la charge du lot VRD,
- Fourreaux en dalle béton : à la charge du lot GO.

### 9.4 RESISTANCE MECANIQUE

Cette part de calculs concerne particulièrement la tenue des matériaux aux efforts statiques, dynamiques, et électrodynamiques.

En conséquence, les installations telles que chemins de câbles, jeu de barres, serrurerie, supports, etc. devront être calculées et adaptées à leurs fonctions considérées à terme, en prenant en compte les extensions normales et demandées, afin de ne subir aucune déformation et supporter des surcharges normales.

### 9.5 INDICE DE SERVICE

Tous les tableaux principaux devront comporter selon la CEI 61439-2

Pour les TGBT/TGO	Pour les Armoires divisionnaires et coffrets divisionnaires
Forme 4b	Forme 1
ID WWW	ID FFF
IS 333	IS 111

### 9.6 INDICE DE PROTECTION

Le matériel électrique devra pouvoir supporter, sans dommage, les influences externes, essentiellement poussières, humidité, contraintes mécaniques à l'emplacement où il est installé.

Les degrés de protection contre les influences externes sont symbolisés par les lettres **IP** suivies de deux chiffres :

- Pénétration de corps solides et protection des personnes
- Pénétration des liquides

Par les lettres **IK** suivies de deux chiffres :

- Résistance aux chocs mécaniques

L'indice de protection d'un appareil ne devra pas être diminué par la pénétration des canalisations.

Les presse-étoupes sont obligatoires.

## 9.7 IMPERATIFS

Chaque armoire sera dimensionnée avec une réserve de 30%. Tous les appareils de protection seront bipolaires, tri ou tétrapolaires.

Tous les pôles seront protégés par déclencheurs magnétothermiques ou électroniques.

L'étiquetage de la porte du local par le symbole « **homme foudroyé** » devra être installer.



### 9.7.1 Socle

Les armoires au sol reposent sur un socle.

Les socles sont inclus dans la présente entreprise et le prix est compris dans le prix du tableau.

## 9.8 EQUILIBRAGE DES PHASES

Les équilibrages des phases devront être réalisés au tableau ou coffret de protection le plus proches de la zone considérée.

Toutes les dispositions seront prises pour assurer un équilibrage des phases aussi satisfaisant que possibles.

Dans tous les cas où cet équilibrage ne pourrait être obtenue (canalisation +2 phases + neutre par exemple), la chute de tension sera calculée en tenant compte de ce déséquilibre.

Le déséquilibre entre les phases ne devra pas excéder 15 %.

L'équilibrage des phases sera effectué soit a partir du bilan de puissance soit a partir de la note de calcul.

## 9.9 POUVOIR DE COUPURE (PDC)

Les appareils de protection des différents circuits devront assurer le pouvoir de coupure au point considéré, suivant les résultats du calcul des ICC.

### 9.10 SELECTIVITE

Les bases de calculs de l'installation, devront correspondre à la norme NF C 15 100 et être définies à partir de la tension nominale de fonctionnement de l'installation.

Une note de calcul issue de logiciels agréés UTE et certifié ELIE de type Caneco, Ecodial, XLPro Calcul ,EcoStruxure Power Design, SEE Electrical sera à fournir dans le DOE à l'issue du chantier, pour justifier le calcul de section de câbles, chutes de tension, intensité de court-circuit, sélectivité et protections contre les contacts directs et indirects.

**L'installation devra impérativement respecter une sélectivité totale.**

Il sera toutefois admis d'utiliser le principe de sélectivité renforcée par filiation de Schneider ou équivalent ,TRI+ P +Tc.

### 9.11 PARAFoudre

La mise en œuvre sera conforme à la NFC 15-100 Paragraphe 443 et 534 et aux recommandations du guide pratique de L'UTE C 15.443 de juillet 1996.

Un 1<sup>er</sup> parafoudre sera installé au niveau du disjoncteur général et câblé en dérivation sur les bornes en aval du disjoncteur général du **TGBT**.

La protection efficace des équipements se fera par la coordination entre le parafoudre de tête et un second placé en amont 1<sup>er</sup> interrupteur différentiel.

Chaque appareil devra permettre le rapport à distance des défauts parafoudre.

### 9.12 COMPTEURS D'ENERGIES

Installations de compteurs d'énergies suivants la réglementation thermiques RT2012 ou RE2020.

Le comptage devra s'effectuer par armoire électrique, ou par étages, ou par tranche de de 500m<sup>2</sup> de SU RT.

La répartition sera effectuée sur le principe suivant :

- Installation de chauffage
- Installation de refroidissement
- Installation de production d'eau chaude sanitaires
- Installation d'éclairage

- Installation de prise de courant
- Installation de centrales de ventilation : 1 compteur par centrale
- Installation de plus de 80A
- Autres installations...

***Se référer au chapitre " Mesure et signalisation"***

### 9.13 COMPOSITION

Tous les appareils seront repérés.

Tous les câbles et fileries seront repérés.

Les câbles seront disposés de telle manière qu'une mesure d'intensité par pince Ampère métrique soit toujours possible.

L'ensemble sera relié au circuit de terre général.

La continuité des masses sera assurée par tresse Cuivre.

L'indice de protection des tableaux ainsi que l'indice de service est mentionné au CCTP, conforme à la norme NF EN 60439.1

Dans l'armoire des jeux de barres seront installés.

Une ventilation naturelle de l'armoire haute et basse, sera assurée

Les armoires seront de type tôle acier traité anticorrosion

Revêtement intérieur et extérieur par peintre époxy polyester

Les serrures des armoires seront toutes identiques : modèle à convenir avec le maître d'Ouvrage.

Clés Normalisées ,compatibles avec les serrures :405, 455, 2342E, H520, 242E.

### 9.14 DEGRE DE PROTECTION

Coffret + plastron + porte : IP 66 compris serrure à clé.

#### 9.14.1 Protection électrique tête de groupe et départs terminaux

Le différentiel sera de sensibilité :

- **30 mA** pour la protection des départs vers des éléments avec risques de contacts directs type prises ou de sensibilité
- **300 mA** pour tous les autres éléments
- Pour des applications générales on privilégiera l'utilisation d'un bloc différentiel de type **AC**.
- Pour les applications nécessitant une continuité de service ou pour les installations présentant des perturbations (harmonique, composante continue, températures ou influence externe etc.) on privilégiera l'utilisation d'un bloc différentiel de type **Asi**.

**A noter que l'utilisation des interrupteurs différentiels est proscrite.**

Les disjoncteurs devront être conforme aux certifications IEC/EN 60898-1 et IEC/EN 60947-2.

Les disjoncteurs devront :

- Tenir une tension impulsionnelle **U<sub>imp</sub>** de 6kV (sous l'onde 8/20 µs) qui garantit une protection contre des surtensions générées sur le réseau de distribution TRI+ P +T
- Tenir une tension d'isolement **U<sub>i</sub>** de 500V et un degré de pollution de niveau 3.

*La bande verte reflétant l'état réel des pôles devra être mécaniquement liée aux contacts (Concept VisiSafe)*

- Etre classe II face avant conformément aux normes IEC 60364 § 410 – IEC 61140 § 7.2.3 et § 7.3.1.1. sous tension 230/400V Les bornes de raccordement du disjoncteur devront être IP20
- Etre qualifiés NF
- Etre munis d'un détecteur de défaut court-circuit ou surtension visible face avant à l'aide d'un voyant mécanique rouge (Concept VisiTRI+ P +Tp)
- Posséder une enveloppe thermoplastique 100 % recyclable et valorisable
- Etre conforme aux directives ROHS : pas de substance interdite, et REACH
- Les disjoncteurs boîtier-moulé de calibres **Inferieur à 160 A** seront de type **DX<sup>3</sup>** de chez LEGRAND ou techniquement équivalent, conformes aux recommandations générales de la CEI 60947-1 et -2 ou aux normes correspondantes en vigueur dans les pays membres (VDE 0660 ; BS4752 ; NF EN 60947-1 et -2).
- Les disjoncteurs boîtier-moulé de calibres **supérieurs à 160 A** seront de type **DPX<sup>3</sup>** de chez LEGRAND TRI+ P +Tc ou techniquement équivalent, conformes aux recommandations générales de la CEI 60947-1 et -2 ou aux normes correspondantes en vigueur dans les pays membres (VDE 0660 ; BS4752 ; NF EN 60947-1 et -2).

Ils auront les caractéristiques suivantes :

- Catégorie A avec impérativement un pouvoir assigné de coupure en service (**I<sub>cs</sub>**) égal à 100 % du pouvoir de coupure ultime (**I<sub>cu</sub>**)T
- Tension assignée d'emploi de 690 V CA (50/60 Hz),

- Aptes au sectionnement selon les normes CEI 60947-1 et -2 § 7-27 et pour la Catégorie de Surtension IV et jusqu'à la tension assignée d'isolement de 690 V suivant la CEI 60664-1
- Une isolation classe II (selon CEI 60664-1) entre la face avant et les circuits de puissance internes.
- Le mécanisme de fonctionnement des disjoncteurs boîtier-moulé sera du type à fermeture et ouverture brusques avec déclenchement libre de la poignée de manœuvre.
- Tous les pôles devront manœuvrer simultanément en cas d'ouverture, de fermeture et de déclenchement
- Equipés d'un sectionnement à coupure pleinement apparente conformément à la norme CEI 60947-2 § 7-27
- Les disjoncteurs boîtier-moulé pourront recevoir un dispositif de verrouillage en position "sectionné", acceptant 3 cadenas
- Les disjoncteurs boîtier-moulé seront équipés d'un dispositif indépendant de leur déclencheur magnétothermique ou électronique qui provoque le déclenchement sur des courants de court-circuit de forte valeur
- Le réglage des protections se fera simultanément sur l'ensemble des pôles
- Thermique réglable
- Magnétique réglable Exemple (de 5 à 10 fois le courant nominal pour les types C)
- La protection du neutre devra être réalisable ; et sera identique ou de valeur réduite généralement égale à la moitié de la protection des phases suivant la NFC15 100
- Les auxiliaires doivent être physiquement visibles de l'avant du disjoncteur boîtier moulé.
- Les disjoncteurs boîtier moulé équipés de commandes rotatives doivent pouvoir recevoir un verrouillage en position « sectionnée », avec un câble de cadenassage.

- Le code QR doit être fourni sur le disjoncteur boîtier moulé pour donner accès aux informations suivantes :
  - Caractéristiques
  - Documentation : Cycle de vie des actifs, conseils techniques et documentation produit

## 10 ARCHITECTURE BASSE TENSION

### 10.1.1 Généralités

Les tableaux sont du type prémonté en usine (interdiction que les tableaux soient usinés et montés sur le chantier), constitué de cellules assemblées par des colonnes juxtaposables avec séparation verticale, suivant la typologie choisie de l'armoire (coffrets ,armoires fixées au mur, armoires au sol).

Les tableaux devront répondre aux spécifications de la norme NF EN IEC 61439-1&2 permettant d'obtenir des **ensembles vérifiés**.

Pour ce faire, l'ensembles des 12 essais type (constructeur d'origine) et des 10 vérifications individuelles de série (constructeurs d'ensembles).

### 10.1.2 Essais types

Tableau D.1 – Liste des vérifications de conception à effectuer

N°	Caractéristique à vérifier	Articles ou paragraphes	Options de vérification disponibles		
			Vérification par des essais	Vérification par le calcul	Vérification par les règles de conception
1	Résistance des matériaux et des parties:	10.2	OUI	NON	NON
	Tenue à la corrosion	10.2.2	OUI	NON	NON
	Propriétés des matériaux isolants:	10.2.3	OUI	NON	NON
	Stabilité thermique	10.2.3.1	OUI	NON	NON
	Tenue des matériaux isolants à la chaleur normale	10.2.3.2			
	Tenue des matériaux isolants à une chaleur anormale et au feu dus aux effets électriques internes	10.2.3.3	OUI	NON	NON
	Tenue aux rayonnements ultraviolets (UV)	10.2.4	OUI	NON	NON
	Levage	10.2.5	OUI	NON	NON
	Impact mécanique	10.2.6	OUI	NON	NON
	Marquage	10.2.7	OUI	NON	NON
2	Degré de protection procuré par les enveloppes	10.3	OUI	NON	OUI
3	Distances d'isolement et lignes de fuite	10.4	OUI	OUI	OUI

### 10.1.3 Vérifications individuelles

N°	Caractéristique à vérifier	Articles ou paragraphes	Options de vérification disponibles		
			Vérification par des essais	Vérification par le calcul	Vérification par les règles de conception
4	Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection:	10.5			
	Continuité réelle entre les masses de l'ENSEMBLE et le circuit de protection	10.5.2	OUI	NON	NON
	Efficacité de l'ENSEMBLE pour les défauts externes	10.5.3	OUI	OUI	OUI
5	Intégration des appareils de connexion et des composants	10.6	NON	NON	OUI
6	Circuits électriques internes et connexions	10.7	NON	NON	OUI
7	Bornes pour conducteurs externes	10.8	NON	NON	OUI
8	Propriétés diélectriques:	10.9			
	Tension de tenue à fréquence industrielle	10.9.2	OUI	NON	NON
	Tension de tenue aux chocs	10.9.3	OUI	NON	OUI
9	Limites d'échauffement	10.10	OUI	OUI	OUI
10	Tenue aux courts-circuits	10.11	OUI	OUI	OUI
11	Compatibilité électromagnétique (CEM)	10.12	OUI	NON	OUI
12	Fonctionnement mécanique	10.13	OUI	NON	NON

Vérification	Essai
Degré de protection	S'assurer que l'on n'a pas accès à des pièces sous tension
Distance d'isolement	Si D < valeur donnée (14mm): essai de tension de choc
Lignes de fuite	On mesure si inspection visuelle non possible
Protection contre les chocs électriques et intégrité du circuit de protection	Vérification par sondage du serrage correct des connexions du PE
Intégration des appareils de connexion et des composants	Respecter les notices constructeur
Circuits électriques internes et connexions	Vérification par sondage des serrages
Bornes pour conducteurs externes	Nombre, type et identification des bornes
Operations mécaniques	Efficacité des éléments de commande mécaniques, des verrouillages et des loquets
Propriétés diélectriques	Essai à la tension industrielle (essai diélectrique) ou vérification simple de la résistance d'isolement (jusqu'à 250A)
câblage, performance de fonctionnement et fonction	Vérification de la complétude des informations & marquages, inspection des câblages et tests fonctionnels si nécessaire

La maîtrise d'œuvre se réserve le droit de réceptionner ces ensembles en usine.

Dans chaque local technique, le synoptique de l'installation sera présenté plastifié sur un support plan rigide, l'ensemble étant fixé au mur du local ou sur le côté intérieur de la porte de l'armoire et les schémas électriques des Tableaux seront installés à l'intérieur du tableau.

Les consignes claires et résumées d'entretien répétitif des équipements contenus dans un local technique seront réunies sur un tableau installé dans les mêmes conditions que ci-dessus.

La disposition du matériel à l'intérieur de ces ensembles devra être homogène entre les différentes armoires.

Il ne sera pas accepté d'avoir des marques différentes d'équipement électrique à l'intérieur des Tableaux électriques.

Chaque ensemble possédera un indice de protection en adéquation avec l'ambiance dans lequel il sera implanté et des prescriptions de la norme NF C 15-100.

Les Tableaux électriques auront leur bord supérieur situé à 2,00 m maximum au-dessus du sol fini.

L'implantation indiquée sur les documents graphiques devra faire l'objet d'une confirmation du Maître d'œuvre avant l'exécution.

### **Rappel :**

Les Tableaux seront réalisés par assemblage d'éléments préfabriqués, en tôle électro zinguée, pliés, nervurés, d'excellente résistance à la corrosion et aux rayures, avec fond, cadres latéraux, toit et porte (porte uniquement pour les armoires non placées dans les gaines ou placards déjà équipés de portes menuisées).

Les portes des armoires seront munies de serrures au standard ENS.

Voir paragraphe "Composition"

### **10.1.4 Equipements**

Dans chaque Tableau, en reprise du ou des câbles d'arrivée, il sera prévu un organe d'isolement avec commande en face avant et permettant la coupure en charge de tous les conducteurs actifs.

Cet organe possédera un **déclencheur à émission de courant**.

L'organe principal d'isolement de l'ensemble des Tableaux pourra être verrouillé en position ouverte par dispositif amovible ou fixe suivant le type d'appareil.

D'une manière générale, la protection des circuits prises de courant sera assurée par des disjoncteurs associés à un système différentiel haute sensibilité.

La protection des circuits se fera exclusivement par disjoncteurs magnéto thermiques (sauf cas particulier Exemple: Article EL16-Reglement de sécurité contre l'incendie) dont les caractéristiques seront appropriées à chaque récepteur (pouvoir de coupure, courbe, nombre de déclencheur, etc. ...).

Tous les organes de protection et de commande le nécessitant seront équipés des auxiliaires nécessaires aux commandes à distance, asservissements, prises d'information et de signalisation, etc. ...

Un bornier d'alarmes, de télécommandes et de signalisation sera installé dans chaque armoire si besoin.

Les contacts d'informations à renvoyer à distance seront du type "contact sec" sur bornier en attente.

Chaque contact sera soigneusement et clairement repéré et raccordé individuellement sur borne.

La mise en parallèle ou en série pour une information de synthèse se fera exclusivement au niveau du bornier de signalisation.

Chaque contact sera raccordé individuellement sur bornes, la mise en parallèle ou en série pour une information de synthèse se fera exclusivement au niveau du bornier de signalisation

### 10.1.5 Câblage

Les distributions principales se feront obligatoirement par l'intermédiaire de barres préfabriquées.

Les jeux de barres seront réalisés en cuivre et calculés pour supporter sans dommages et sans déformation le courant de court-circuit de l'installation.

Les écartements des barres et supports seront calculés pour satisfaire à une bonne tenue dans l'atmosphère dans laquelle elles sont installées.

Les dérivations seront impérativement exécutées par cosses avec plage de raccordement de même nature que le jeu de barres et fixées par vis.

L'identification des circuits principaux sera réalisée selon le repérage européen d'harmonisation HD 308 S2 par les couleurs suivantes :

- Phase 1 : Marron
- Phase 2 : Noir
- Phase 3 : Gris
- Neutre : Bleu

Les circuits auxiliaires seront identifiés par la couleur :

Rouge pour le courant Alternatif,;

Bleu pour le courant Continu.

Le câblage des auxiliaires sera soigné et sera installé sous goulotte.

La double coloration Vert-Jaune sera exclusivement réservée aux circuits de protection.

Le câblage interne des armoires sera réalisé sous goulotte plastique perforée avec couvercle.

La dimension de ces goulottes permettra une réserve de 30 % minimum.

Les conducteurs, qui d'une manière générale seront de la série **H07V**, seront en tout état de cause adaptés à l'utilisation et aux courants transportés et aboutiront sur un bornier constitué de blocs isolants encliquetables, posés côte à côte sur rail **DIN**.

Ce bornier servira également pour le raccordement de tous les circuits terminaux et fractionnaires.

Toutes les extrémités de câbles seront munies de cosses ou d'embouts.

Chaque conducteur de protection de double coloration "Vert-Jaune" devra aboutir individuellement sur une barre afin de respecter la continuité.

***Entre deux connections, aucune épissure, ni soudure ne sera admise sur les câbles qu'ils appartiennent à des circuits principaux, auxiliaires ou de protection.***

Pour les conducteurs actifs, il sera admis au maximum deux arrivées ou deux départs sur une même plage de raccordement des organes de commande et de protection.

Dans le cas où plus de deux conducteurs doivent aboutir sur une même plage de raccordement, il sera fait usage d'une queue de barre ou d'une barrette de séparation de phase.

***L'utilisation de bornes reliées regroupant simultanément plusieurs conducteurs en un même point de serrage sera interdite.***

### **10.1.6 Circuit de puissance**

Les liaisons de puissances seront réalisées en :

- Câbles mono conducteurs câblés multibrins pour l'alimentation à partir du jeu de barres principal, des appareillages basse tension dont l'intensité nominale est inférieure ou égale à 100 A ;
- La section de jeu de barres principal est calculée en fonction des sources placées en amont du Tableau et des réserves envisagées.

Les réductions de section des jeux de barres des colonnes ne seront admises que dans la mesure où l'intensité admissible dans la section réduite est supérieure d'au moins 20 % à la somme des intensités nominales des appareils alimentés, y compris les réserves installées et non équipées.

**Une section de barres calculée en fonction des puissances foisonnées estimées ne pourra être acceptée.**

La section globale des barres de neutre ne peut être inférieure à la moitié de la section globale des barres de chacune des phases.

Les appareillages basse tension sont alimentés par des dérivations dimensionnées en fonction du calibre nominal de l'appareil alimenté et non de l'intensité de réglage de ses relais.

La distribution en câbles mono conducteurs est issue soit d'un jeu de barres auxiliaires, soit des barrettes de répartition.

***Le regroupement de plusieurs conducteurs sertis sur une même cosse est strictement interdit.***

Les câbles de section supérieure ou égale à 10 mm<sup>2</sup> sont posés en nappes non jointives.

### 10.1.7 Circuits auxiliaires

La filerie des circuits auxiliaires est réalisée au moyen de conducteurs de la série U500 SV (H07 V-K).

Les circuits auxiliaires sont protégés individuellement, cette protection intégrera un report d'ouverture câblé sous forme d'une synthèse par Tableau; on prévoit au moins autant de protections que de fonctions et de tensions utilisées, soit au minimum :

- Commande
- Relayage d'asservissement
- Relayage d'alarme
- Signalisation de fonctionnement
- Signalisation d'alarme
- Mesures.

Ces circuits ont les sections minimales suivantes :

- Commande, relayage, signalisation : 1,5 mm<sup>2</sup>
- Mesure de tension : 2,5 mm<sup>2</sup>
- Mesure d'intensité : 4 mm<sup>2</sup>.

Ces sections correspondent à des minima et leurs valeurs exactes devront être vérifiées par note de calcul (en particulier pour les prises auxiliaires sur les jeux de barres principaux).

Les fils sont placés sous goulottes largement dimensionnées et préservant une réserve minimale de 20 % en volume.

Lorsque la disposition en torons est nécessaire (goutte d'eau de porte par exemple), ceux-ci sont gainés sous conduits cintrables.

Les raccordements intérieurs se font par cosses ou embouts pré isolés correspondant à la section du fil utilisé.

### 10.1.8 Alimentation spécifique

En règle générale, les alimentations pour les autres corps d'états seront amenées au droit des équipements désignés par les autres corps d'état et laissées en attente sous forme de boîtes de dérivation dûment repérées.

Ces alimentations seront issues des TD de la zone d'influence concernée, selon la puissance demandée.

Les alimentations à prévoir seront :

- Les baies de brassages,

- Le lot HVAC
- Le lot plomberie
- Le lot incendie
- Le Tertiaire
- Les alimentations CRYO
- Les alimentations GLACIO
- Les alimentations Vitrification

Liste non exhaustive

### 10.1.9 Repérage des câbles

Pour chaque TG et TD, un schéma sera fixé à l'intérieur repérera tous les appareils, suivant les indications énoncées dans ce document.

Par ailleurs, chaque appareil sera identifié par une étiquette gravée sur plastique rigide, à l'exclusion des systèmes autocollants (les systèmes d'impressions autocollants seront systématiquement refusés).

Il sera prévu une glissière permettant de positionner les étiquettes et de pouvoir les repositionner ou les remplacer sans modifications excessives.

Les étiquettes seront placées sous les commandes des différents appareils, mais en aucun cas sur le capot des appareils.

Lorsque ce repérage s'effectuera sur les plastrons, ceux-ci seront également repérés afin d'interdire d'éventuelles inversions.

Tous les câbles et fils, principaux ou secondaires, seront clairement bagués et repérés.

Toutes les bornes encliquetables seront repérées par étiquette pré-imprimée, montée directement sur la borne.

L'entrepreneur soumettra au Maitrise d'oeuvre, pour accord, les principes de repérages et les types de repères (étiquettes, médailles, etc. ...).

Il pourra être utilisé des repères de couleurs identiques à l'intérieur d'un même groupe et de couleurs différentes entre les groupes.

## 10.2 REPERAGE ARMOIRES

### 10.2.1 Installation Electrique

Lors de l'exécution de son travail, l'entreprise est chargée de repérer de manière claire et régulière l'ensemble du câblage ainsi que le signallement de tous les tableaux électriques.

Une documentation complète, avec notices d'entretien, est fournie pour tous les appareils faisant partie de l'entreprise.

Les étiquettes seront de type :

- Etiquette en PVC gravé au laser y compris repérage et fléchage ;
- Coloris : suivant la technique – Modèle à fournir pour approbation du Maitrise d'oeuvre.

### 10.2.2 Etiquettes

En face avant des Tableaux général et Divisionnaires, il sera prévu des étiquettes regroupant l'ensemble des informations nécessaire à l'exploitation et à la maintenance.

Cette étiquette sera de type Dilophane, avec une **Ecriture noir sur fond blanc**

TABLEAU GENERAL BASSE TENSION NORMAL	
TGN CRYO	
SOURCE	
Tension / régime de neutre	
Nature / Section de câble	
Puissance disponible	
ICC3 / ICC1 / Delta U%	
Indice de service / forme	

De plus, pour chaque Tableau Divisionnaire, l'entrepreneur de ce présent lot devra également le repérage de chaque circuit le modèle suivant :

■ **1<sup>e</sup> ligne**

- **Chiffre** : Numéro de la colonne du TD
- **Lettre** correspond à : **F** pour fusible, **Q** pour sectionneur, **D** pour disjoncteur
- **Chiffre** : dans l'ordre des disponibilités des départs dans le TD

■ **2<sup>e</sup> ligne**

- **Bat** : numéro du bâtiment ,exemple Batiment : Cryo 2
- **Arb** : arborescence depuis le TD comprenant 2 chiffres :
- **X** : Réseau Normal (**N**) ou Ondulé (**O**)
- **N°** de l'armoire par exemple s'il s'agit de la 1<sup>e</sup> armoire = 21
- S'il s'agit pour le même bâtiment de la 2<sup>e</sup> armoire : 22 puis 23...

1Q16

CRYO-2 – TD O-MICRO 1-21

### 10.2.3 Affichage

#### **Plans et schéma de principe des installations de mutualisation**

Lors de l'exécution de son travail, l'entreprise est chargée de repérer de manière claire et régulière l'ensemble du câblage ainsi que le signallement de tous les tableaux électriques.

A la fermeture du chantier, l'entrepreneur est tenu de faire parvenir au Maître d'ouvrage, les plans complets de l'installation telle qu'elle aura été effectivement réalisée, avec indications, repérages et légendes de toutes les canalisations généralement quelconques.

Tous les documents sont à fournir en trois exemplaires, chacun sous farde cartonnée. Les clichés deviennent la propriété du Maître de l'Ouvrage.

Une documentation complète, avec notices d'entretien, est fournie pour tous les appareils faisant partie de l'entreprise.

Les affichages seront de type :

- Plans et schémas de principe en couleurs au format A3 ;
- Pose murale dans un cadre derrière une vitre ;

## TGBT T4

L'armoire tgbt t4 contient deux socles brochable/débrochable, sur lequel viendront se placer

Un disjoncteur 250A prévu pour l'alimentation des nouveaux besoins HVAC

Un disjoncteur 160A prévu pour l'alimentation des nouveaux besoins ELEC

### 10.2.4 TG -CRYO

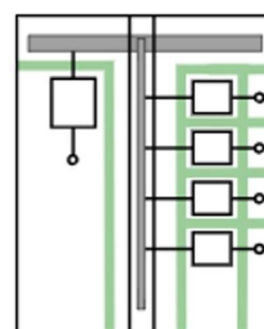
Marque Enveloppe : LEGRAND ou équivalent

Marque Equipement : LEGRAND ou équivalent

#### 10.2.4.1 Caractéristiques principales

Le TG N-CRYO, à positionner dans le local CFO ENS, aura pour caractéristiques générales :

- Nom : **TG N-CRYO**
- Localisation : LT CFO (ENS)
- Régime de neutre : TN-S
- Réserve de puissance : **30 %** (suivant le bilan de puissance)
- Réserve de place équipable : **30 %**
- Indice / degré de protection
  - IP30 pour Enveloppe + plastron
  - IP2XB (prévention des contacts directs sur les parties sous tension)
- Raccordements par le Haut
- Portes Pleines avec serrure RONIS N°2131A
- Indice de Service: **333**



Forme 4b

— Jeux de barres  
— Séparation

- Indice de débromabilité : **WWW**
  - W : Débromable
  - F : Fixe
  - D : Déconnectable
  - 1<sup>ère</sup> lettre : Puissance Amont
  - 2<sup>ème</sup> lettre : Puissance Aval
  - 3<sup>ème</sup> lettre : Auxiliaire
- Forme 4 b:
- Tension assignée d'emploi (Ue) : 400 V +15%
- Tension assignée des auxiliaires de commande : 230 V
- Tension d'isolement (Ui) : 1000 V
- Catégorie de surtension : IV
- Fréquence nominale (F) : 50 Hz
- Tension assignée de tenue aux chocs(Uimp) : 12 kV
- Courant assigné de court-circuit conditionnel (Icc) :
  - ICC3 maxi = 95 kA
  - Ik1 maxi = 100 kA
- Compartiment Gaine à câbles équipée sur l'ensemble de la hauteur
- Espace suffisant pour la remontée et le raccordement des câbles, les plages de raccordement nécessaires seront installées
- Tension d'emploi assignée : 1000 V ;
- Tension d'essai : 2000 V ;
- Raccordement : avant ;
- Courant assigné du jeu de barres : 250 ou 400 A ...etc.; suivant note de calcul

#### 10.2.4.2 Contraintes

Les éléments sont en acier protégé contre la corrosion et recouverts d'un revêtement polyester texturé.

La rigidité des enveloppes est suffisante pour résister à toutes les contraintes dynamiques ou thermiques pouvant résulter d'un court-circuit, ainsi qu'aux chocs ou percussions résultant du fonctionnement normal de l'appareillage.

Une bonne ventilation permet d'éviter toute élévation anormale de température à l'intérieur.

Les câbles sont disposés de manière telle qu'une mesure d'intensité par pince soit toujours possible. se référer au chapitre composition.

#### **10.2.4.3 Jeux de barres**

Les tableaux disposeront d'un jeu de barre principal horizontal (Cuivre) sur toute la longueur du tableau et de jeux de barre verticaux (Cuivre) disposés dans chaque colonne de distribution.

Cloisonnement du jeu de barre principal 3 phases + Neutre.

La disposition des jeux de barres devra permettre le contrôle thermographique.

Ils présenteront les caractéristiques suivantes :

- Courant assigné de courte durée JDB principal : 100 KA /1 seconde
- Courant assigné de courte durée JDB secondaire : 50 KA /1 seconde

Ils seront de type sans entretien de manière à éviter les coupures pour les opérations systématiques de maintenance.

Les unités fonctionnelles jusqu'à 630 A sont raccordées sans perçage au moyen de connexion à pinces.

Le tableau dispose d'une barre PE reprenant l'ensemble des masses du tableau et les conducteurs de protection des câbles de distribution.

Chacune des colonnes de distribution est équipée de barre PE verticale et une barre collectrice horizontale interconnecte l'ensemble.

#### **10.2.4.4 Equipements Electriques**

L'appareillage de protection des circuits de distribution est uniquement constitué de disjoncteurs.

Le Tableau Général Basse Tension TGN-CRYO sera équipé exclusivement de disjoncteurs à déclencheurs électroniques pour les calibres >100A.

L'ensemble de l'appareillage doit supporter les courants de court-circuit pendant le

temps nécessaire au fonctionnement des protections.

### 10.2.5 Lampes de signalisation

Les lampes de signalisation sont installées sur la face avant des armoires, coffrets et leur alimentation sera installer en amont de l'interrupteur différentiel principal du tableau qu'ils éclairent.

Les lampes de signalisation sont du type LED.

Tous les tableaux et coffrets sont équipés de trois témoins de présence tension Tri LED.

#### Présence tension :

- Teinte blanche.
- Le câblage sera de couleur orange type C2.

Sur chaque tableau, il est prévu :

- Protection contre les contacts directs (portes ouvertes) IP2X
- Compléments de protection contre les contacts directes (caches bornes / écran plexiglas)
- Coupure d'urgence en façade
- 1 interrupteur d'arrivée Général 4x XXXX A (suivant note de calcul) équipé d'une bobine à émission type MX + protection par sectionneur porte fusible asservi à un arrêt d'urgence déverrouillable à clé équipé d'une protection mécanique contre les risques d'enclenchement intempestif
- Jeu de barres 3L+N de XXXA minimum (suivant note de calcul)
- Face avant support de plastron montée sur cadre pivotant permettant un contrôle thermographique infrarouge aisé barre de fixation des têtes de câble parallèle aux bornes de raccordement
- Compartiment Gaine à câbles équipée sur l'ensemble de la hauteur
- Disjoncteurs débrochables de type XXXA (suivant note de calcul) (calibre supérieur à 250A) pour Forces Motrices
- Disjoncteurs débrochables de type XXXA (suivant note de calcul) (calibre supérieur à 250A) pour le transformateur d'isolement

- Disjoncteurs débrochables de type **XXXXA** (suivant note de calcul) (calibre supérieur à 250A) pour l'onduleur
- Disjoncteurs débrochables de type **XXXXA** (suivant note de calcul) (calibre supérieur à 250A) pour le By-Pass de l'onduleur
- Disjoncteurs fixes modulaires
  - De type 2x10A pour l'éclairage (avec différentiel 300mA sur Général Circuit **ECL**)
  - De type 2x16A (avec différentiel 30mA) pour circuit **PC Ménage** (10 PC au max)
  - De type 2x16A (avec différentiel 30mA) pour circuit **PC Bureautique / Salle Blanche** (6PC au max)
  - De Type **XXA Maximum** (avec différentiel si nécessaire) pour **Petites Forces Motrices**
  - 1 Disjoncteur 4x **XXX** A différentiel 30mA assurant la protection des **X** prises de courants Triphasé 32A, y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD (suivant note de calcul)
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA SI assurant la protection des PDU des Baies VDI ,SR, y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD
  - Protection Electrique **Circuit de commande**
    - 1 disjoncteur 2x10A différentiel 300mA,
  - Protection Electrique **Voyant de présence Tension**
    - 1 disjoncteur 2x10A différentiel 300mA
  - Protection Electrique **Général Eclairage Intérieur**
    - 2 disjoncteurs Généraux 4x25A différentiel 300mA assurant la mise En/Hors tension du jeu de barre « Eclairage Intérieur », y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD

- avec **en aval du Jeu de barre Eclairage Intérieur**, les départs suivants :
  - 6 Disjoncteurs 2x10A assurant la protection des éclairages de la zone, associé à des contacteurs pour le relaying.
  - 1 Disjoncteur 2x10A de réserve
- Disjoncteurs de protection **Eclairages Extérieur** .  
**Sans objet**
- Protection Electrique **Général Prise de Courant Mono**
  - « **X** » Disjoncteurs Généraux 4x40A assurant la mise En/Hors tension du jeu de barre « Prise de courant Mono », y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD avec **en aval du Jeu de barre PC mono**, les départs suivants :
    - « **X** » Disjoncteurs 2x16A différentiel 30mA SI assurant la protection des prises de courant
    - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA SI de **réserve**
- Protection Electrique **Général Prise de Courant Tri**
  - « **X** » Disjoncteurs Généraux 4x63A assurant la mise En/Hors tension du jeu de barre « Prise de courant Tri », y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD avec **en aval du Jeu de barre PC tri**, les départs suivants :
    - « **X** » Disjoncteurs 4x31A différentiel 30mA SI assurant la protection des prises de courant
    - 1 Disjoncteur 4x32A différentiel 30mA SI de réserve
- Protection Electrique **Divers**
  - « **X** » Disjoncteurs Généraux 4x63A assurant la mise En/Hors tension du jeu de barre « Divers », y compris compteur d'énergie

communicant, compris OF/SD avec **en aval du Jeu de barre Divers**, les départs suivants :



- 1 Disjoncteur 2x32A différentiel 30mA assurant la protection **Baie VDI**
- 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA SI de réserve

■ Protection Electrique **CVC**

- « **X** » Disjoncteurs Généraux 4x63A assurant la mise En/Hors tension du jeu de barre « Forces Motrices CVC », y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD avec **en aval du Jeu de barre FM-CVC** les départs suivants :
  - « **X** » Disjoncteurs 2x16/32A assurant la protection des équipements CVC
  - 1 Disjoncteur 2x16A différent de réserve

■ Protection Electrique **Forces Motrices**

- « **X** » Disjoncteurs 2x..A assurant la protection des forces motrices
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection **Unités Gainables**
  - 6 Disjoncteurs 2x16A différentiel 30mA assurant la protection **Unités Intérieures**
  - **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection **SSI**
  - 2 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection **Ballon ECS**
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection **CTA**
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection de **Alim UTEX**
  - **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection **Aérotherme**
  - **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection des **Alim Extracteur**

- **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection des **Coffrets Interlock**
  - **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection des **Roll-up door**
  - **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection des **Cassettes Clim**
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection de **Alim EP UPS**
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection de **Rack Sécu**
  - **X** Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA assurant la protection des **Alim portes Sectionnables**
  - 1 Disjoncteur 2x16A différentiel 30mA SI de réserve
- Pré-équipés de répartiteurs "MULTICLIP" 4P-250A sur toute la hauteur du tableau (ou techniquement équivalent)
  - Protection des jeux de barres contre les contacts directs permettant le montage de nouveaux départs disjoncteurs sur systèmes "MULTICLIP" sans coupure électrique et avec jeu de barres sous tension
  - Distributions des sources d'alimentation auxiliaire pour l'alimentation des télécommandes, signalisation et automatisme,
  - Une prise de courant "Technique" 230 V - 2 x 10/16A + T.
  - Parafoudre Type 1
  - Système de comptage DIGIWARE D50 type SOCOMEC 
  - Eclairage modulaire en haut d'armoire, allumage par ouverture de la porte
  - 3 Voyants LED de présence tension, phase par phase 
  - Télécommande d'éclairage de sécurité, y compris fonction de mise au repos des blocs
  - Sur les arrêts d'urgence en face avant des Armoires, les arrêts d'urgences seront équipés de garde métallique type ZBZ1604 de marque SCHNEIDER ou équivalent



**Rappel :**

***Le type de calibrage des protections noté ci-dessus XXX A, sera fourni suivant la note de calcul établie par l'entreprise en charge du lot.***

**10.2.5.1 Borniers**

- Pour report GTC –
  - 1 bornier dans chaque colonne du tableau constitué de bornes sectionnables à ressort type "WAGO" ou équivalent au pas de 6mm
  - Contacts SD et position, ramené sur un bornier unique par Tableau en attente pour la supervision GTC.
  - **Chaque départ sera ramené indépendamment**
- Pour présence Tension du jeu de barre
- Pour la distribution des auxiliaires 230 Vac : 1 bornier dans chaque colonne du tableau constitué de bornes sectionnables à ressort type "WAGO" ou équivalent au pas de 6mm
- Pour les bobines MX : 1 bornier dans chaque colonne du tableau constitué de bornes sectionnables à ressort type "WAGO" ou équivalent au pas de 6mm
- Pour Distribution 24 Vdc : 1 bornier dans chaque colonne du tableau constitué de bornes sectionnables à ressort type "WAGO" ou équivalent au pas de 6mm
- Plaque de repérage sur façade (avec ICC + Régime de neutre)
- Repérage de l'appareillage par étiquettes gravées : noir sur blanc pour circuits N/S
- Pochette à plans à l'intérieur du Tableau Général
- Bornes et raccordements, y compris ensemble des accessoires
- Et tout le matériel nécessaire au divers raccordement

**10.2.5.2 Disjoncteurs débrochables**

**Disjoncteurs débrochables montés sur châssis fixe : calibre  $\leq$  à 250A**

Les disjoncteurs de calibre inférieur ou égal à 250 A seront montés dans des tiroirs débrochables connectés sur des embases équipées de contacts élastiques pour le raccordement automatique au jeu de barre vertical du tableau.

Les raccordements des câbles de départ se font sur plages fixes hors du volume du compartiment du disjoncteur.

Les auxiliaires disposent de raccordement par système débrochable.

Les départs délestables sont motorisés au moyen de blocs de télécommande électriques permettant ainsi de pouvoir être actionnés en mode local / distance au moyen d'un commutateur et de bouton poussoir enclenchement /déclenchement montés sur la face avant de l'unité.

Certains départs sont équipés de bobines de déclenchement à émission de tension.

Les blocs de déclenchement sont de type magnéto thermique ou électronique (si >100A) à adapter suivant la note de calcul pour permettre notamment la sélectivité totale.

Les signalisations Ouvert / Fermé / Défaut sont visibles en face avant de chacune des unités.

### 10.2.5.3 Protection des Auxiliaires

#### Disjoncteurs de protection des auxiliaires de commande et de signalisation

Disjoncteurs fixes équipés de contacts auxiliaires de signalisations de position.

Tous les contacts à ouverture de signalisation de position d'ouverture des disjoncteurs et tous les contacts de signalisation de « fusion fusible » seront câblés en série et ramenés sur un bornier en attente pour un report d'alarme à distance de synthèse de défaut "position ouverte" d'une protection pour la GTC

### 10.2.5.4 Inverseur de source

Sans objet

### 10.2.5.5 Raccordement TGBT/Tranfo

- Raccordement par câbles sur TGBT

- Dispositif de boulonnage pour la jonction électrique et mécanique des différents éléments.
- Le serrage est fait à l'aide de boulons dont l'écrou est à tête sécable pour assurer le serrage correct garantissant une pression de contact nécessaire et suffisante du dispositif de jonction sur les conducteurs actifs.
- Chaque éclisse :
  - Est repérée avec un numéro défini avec le client
  - Est équipée d'une étiquette d'enregistrement de température maximum atteinte

### 10.2.5.6 Mesure et Signalisation

#### Appareils de mesure / de signalisation

**Marque : SOCOMEC (ou équivalent) – DIGIWARE D50 (pour centrale de mesure principale) / COUNTIS**

Comptage et mesure de l'énergie électrique

Chaque alimentation de Tableau principaux sera équipée d'une centrale de mesure communicante (P, U, V, I phase + neutre, harmoniques, cos phi, kW, kWh, ...) de type SOCOMEC ou EMDX3 Access de marque LEGRAND, ou équivalent.

Les valeurs seront mesurées en valeur efficace vraie en délivrant des trains d'impulsion sur contact libre permettant de transmettre la puissance instantanée

Ces centrales de mesures seront dissociées des disjoncteurs

Les appareils de mesure seront prévus encastrés en façade des tableaux Principaux pour chaque arrivée de chaque tableau et pour chaque départ spécifique.

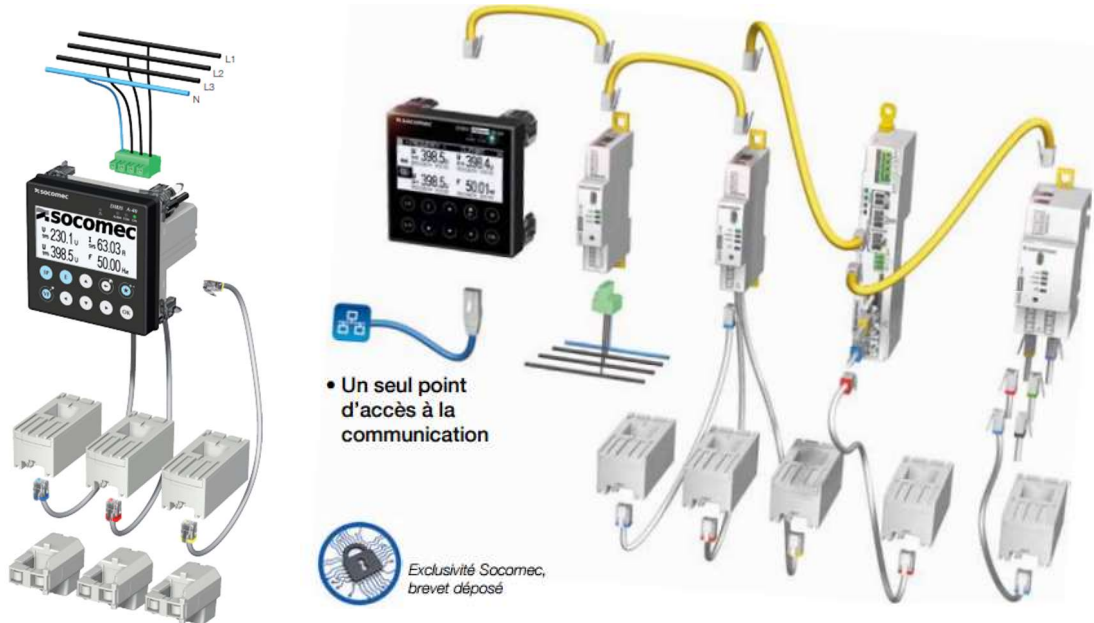
Centrale de mesure électronique se compose:

- Un affichage sur écran rétro-éclairé LCD.
- Communication RS485 Sortie numérique type ModBus ou M-Bus TCP / IP pour exploitation par la GTC (via RJ45).
- Mémoire EEPROM pour sauvegarde des données et des mesures

Les compteurs seront répartis de la manière suivante :

- Interface de contrôle DIGIWARE D50 (pour chaque TG/ TGO / TD)

- Module de mesure de Tension COUNTIS U10 / U30 (Armoire Divisionnaire)
- Module de mesure du Courant COUNTIS I31 / I35 / I61 (Armoire divisionnaire)
- Interface de gestion C32
- Bloc d'alimentation P15



### Conforme aux normes

IEC 61557-12  
 UL 61010 Guide FTRZ/PICQ Fichier E257746  
 ANSI C12.20

### 10.2.6 Réserves

#### Réserve puissance

- Réserve en puissance : 50%

#### Réserve Physique

- Réserve en physique : 50%

#### Réserve Equipement

- Réserve tiroir XXXXA : nombre = X
- Réserve tiroir XXXXA : nombre = X

### 10.2.7 Interaction SSI

L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement :

- Relais (contact sec) dans chaque Tableau Général dans le cas d'extinction confirmé pour coupure du Tableau Général
- Prise en compte de toutes les étanchéités des armoires
- Contact à prévoir pour la surveillance de l'ouvertures des portes

### 10.2.8 Cellules du TG-CRYO

Chaque cellule est formée d'un ensemble autoporteur en tôle d'acier électrozinguée formée de 2 mm, protégée par un revêtement époxy polyester et comportant 4 compartiments :

- Le compartiment jeu de barres qui renferme :  
A la partie supérieure le jeu de barres principal en cuivre électrolytique de section appropriée,  
A la partie arrière ou latérale un jeu de barres secondaire en cuivre électrolytique relié au jeu de barres principal  
Aux différents appareils contenus dans la cellule :
- Une barre de terre de section 25x5 mm<sup>2</sup> avec barrette de coupure à chaque extrémité, permettant le raccordement sur le circuit extérieur (le sectionnement au moyen de la barrette nécessite l'emploi d'un outil)
- Le compartiment d'appareillage : à la partie avant de l'ensemble de base et sur toute la hauteur,  
Le compartiment appareillage renferme les tiroirs, socles ou chariots supportant l'appareillage,
- Le compartiment raccordement des câbles : situé à l'avant pour le raccordement des câbles par le bas ou situé à l'arrière pour le raccordement des câbles par le haut ou par le bas,
- Le compartiment auxiliaire :  
Ce compartiment renferme les collecteurs de polarités éventuels et tous les accessoires des appareillages de puissance, tels que : voyants, boutons poussoirs, relayage, circuits imprimés.

- Le cloisonnement et la séparation de ces compartiments les uns des autres sont fonction du type de protection que l'on désire.

### 10.2.9 Type d'unité fonctionnelle :

Pour les unités fonctionnelles de calibre supérieur ou égal à 63 A (y compris protections de l'alimentation des TD et Onduleur) : mobilité de type WWW : Amont et Aval débrochable (sur tiroir débrochable pour l'intersectionneur d'arrivée ; débrochable sur socle pour les autres

- Sur base VX3 de marque LEGRAND ou équivalent
- Pour les unités fonctionnelles de calibre inférieur à 63 A : mobilité de type WFD : amont débrochable et aval fixe sur répartiteur de rangée HX3 type plug-in de marque LEGRAND ou équivalent.

- Schéma de Liaison à la Terre (**SLT**) : Mise au neutre – schéma TNS.

### 10.2.10 Appareillage

#### Rappel

Le choix des appareils de protection et de coupure doit tenir compte des intensités nominales mises en jeu, du pouvoir de coupure et du degré de sélectivité.

Les Tableaux principaux seront munis de voyants TRI-LED présence tension phase par phase et des reports d'état correspondants.

Les Tableaux principaux seront équipés de disjoncteurs devant assurer seuls, par construction, le pouvoir de coupure requis.

Tout défaut devra provoquer le déclenchement du seul disjoncteur placé immédiatement à l'amont, sans nuire à la continuité de service des départs voisins.

L'information défaut sera laissée en attente sur borniers convenablement repérées pour report d'information à la GTC.

Tous les disjoncteurs sont équipés à minima d'un contact de défaut SD.

Une réserve de 30 % d'intensité des jeux de barres et 30 % de place pour des départs seront prévues dans le TG pour les extensions éventuelles futures.

### 10.2.11 Appareils d'arrivée

Ils seront à commande manuelle directe, par poignée à travers le plastron.  
Il sera tenu compte du pouvoir de fermeture de l'appareil et de la coordination des calibres avec le disjoncteur situé en amont de l'interrupteur.

#### **Accessoires mécaniques :**

- Capot cache bornes,
- Eventuellement, plage de raccordement pour les câbles de puissance lorsque ceux-ci ont une section dépassant la capacité de raccordement ou lorsqu'il y a plusieurs câbles en parallèle par phases.

#### **Accessoires électriques :**

- Relais manque de tension sur le jeu de barres (contact inverseur ramené sur bornes),
- Contact auxiliaire de position OF sorti sur bornes,
- Bobine de déclenchement à émission de courant (230 V 50 Hz).

### 10.2.12 Appareils de départs

Les appareils de protection divisionnaire seront du type boîtier moulé équipé de déclencheurs magnétothermiques ou électroniques.

L'appareillage modulaire à ce niveau de l'installation sera prohibé, sauf exception validée par le Mandataire.

Le type de disjoncteur sera déterminé en fonction du courant de court-circuit pouvant se développer à l'intérieur du tableau.

Le type de déclencheur sera déterminé de façon à assurer en priorité la protection des personnes, pour une longueur et une section de câble données et également pour assurer une bonne sélectivité des déclenchements par défaut.

### 10.2.13 Circuits de sécurité

Les circuits suivants seront raccordés en amont de la coupure générale du TGN:

- Equipements de sécurité incendie (AES de l'ECS, du CMSI, des matériels déportés, ...).

## 10.3 SOURCE-ASI

### 10.3.1 Généralités

Les équipements informatiques et équipements spécifiques nécessitant des besoins en énergie électrique Ondulé seront alimentés de façon distinct par des Alimentations Statique interruptible (ASI ou Onduleur) triphasée, ayant une capacité propre à leur besoins avec une autonomie de 5 minutes sur fonctionnement batteries à pleine Charge, type Legrand ou équivalent

Il fera état de 3 onduleurs distincts afin de pouvoir assurer l'alimentation sans interruption de:

- Alimentation du Microscope AQUILOS 2
- Alimentation du Microscope GLACIOS CRYO
- Alimentation du TGO pour l'ensemble nécessaire du laboratoire BSL2



***Le Glacios et L'AQUILOS ne sont pas équipés d'un système d'arrêt automatique:***

***Il y a donc nécessité d'avoir une personne techniquement formée pour lancer manuellement l'arrêt des appareils en cas de coupure prolongée au-delà de la durée des batteries d'onduleur***

***Cependant en cas de coupure intempestive de l'alimentation du Glacios (ou de l'Aquilos), il est possible de les redémarrer dans les 24 h qui suivent, sachant que le "vide" ne sera atteint qu'après un laps de temps.***

***Il faut donc prévoir une télé-alarme pour intervention de l'ingénieur cryoEM dès la coupure électrique afin qu'il puisse intervenir dans les 24h***

### 10.3.2 Caractéristiques

Alimentation des microscopes AQUILOS 2 et GLACIOS CRYO

Les onduleurs placés dans le local GLACIOS seront alimentés depuis l'armoire **TD Micros**

Cette spécification concerne la fourniture et l'installation complète d'une Alimentation Sans Interruption (ASI) modulaire, triphasée on-line avec un ensemble de batteries.

**Marque : LEGRAND (ou équivalent)**

Les sources « Ondulées » comporteront une « Alimentation Sans Interruption-**ASI**» composée des éléments principaux suivants :

## ■ Batterie d'accumulateurs

Batterie au Lithium-Ion .

Une protection fusible de la batterie d'accumulateur

## ■ Voie **Onduleur** :

L'interrupteur d'arrivée

Un redresseur chargeur triphasé

Un onduleur triphasé + N

## ■ Voie **by-pass** :

L'interrupteur d'arrivée

Le transformateur d'isolement

Le contacteur statique

L'interrupteur de départ

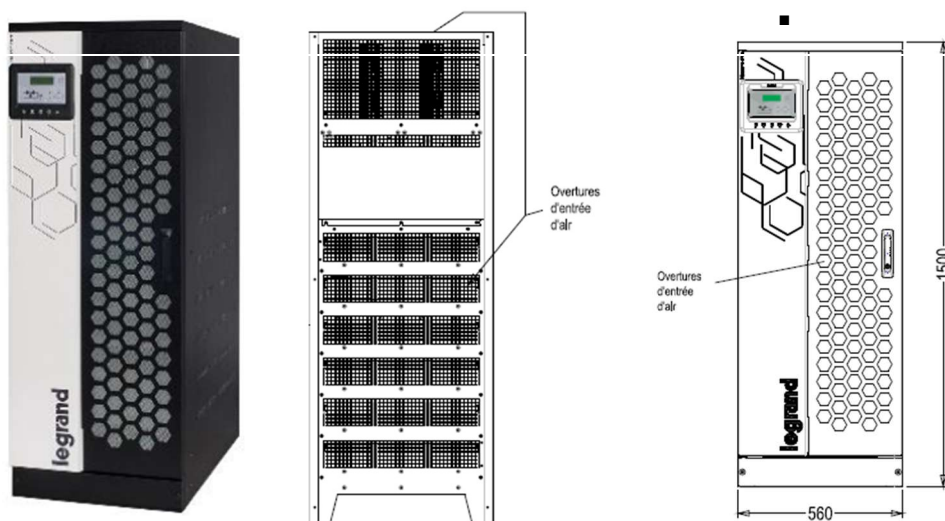
L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement de Alimentation Sans interruption (ASI) pour

## ■ Le microscope AQUILOS 2

## ■ Le microscope GLACIOS CRYO

- Technologie : On-Line Double Conversion VFI-SS-111
- Type UPS : LEGRAND- KEOR T 5 kVA
- Dimensions : Hauteur 1650mm ; Largeur 400mm ; Profondeur 800mm ; Poids 185 kg sans batterie.
- Puissance nominale : 20 kVA (compris 20% de réserve);
- Type de batterie :VRLA
- Capacité de l'unité 9 Ah (12v)
- Facteur de puissance en entrée : > 0,99 ;
- Facteur de puissance en sortie : 1 ;
- Efficacité double conversion : Jusqu'à 96 % à pleine charge (+/- 0,5 %).
- Les raccordements électriques se font en partie médiane de l'UPS
- Taux de distorsion harmonique (THDin) : <7% à charge pleine
- Convertisseur AC/DC : IGBT PFC
- Type de ByPass statique automatique : Interrupteur a thyristors électronique Triphasé+N

- L'armoire onduleur intègre les Batteries VRLA 220 V nécessaires pour l'autonomie totale de 10kW – 5 min à 100%



### 10.3.3 Armoire Batterie

- Armoires batteries préconfigurées et montées en usine
- Technologie : VRLA - AGM Plomb-acide, scellées, sans entretien
- Installation en Armoire
- Indice de Service : IP20
- Sécurité chimique avec protection des étagères contre la corrosion de l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Autonomie : 5 min
- Mise en parallèle jusqu'à 6 onduleurs pour accroître la puissance ou faire de la redondance

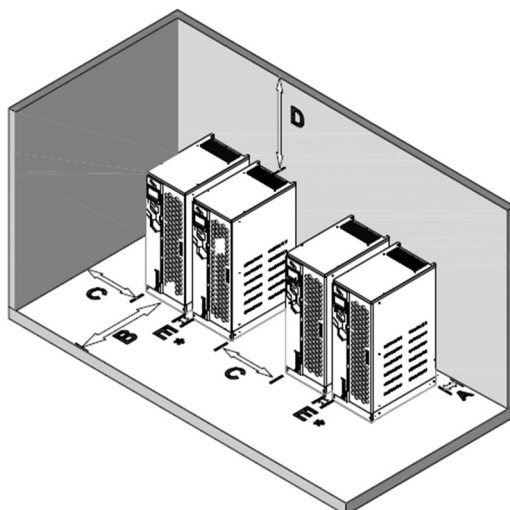
### Onduleur Principale

L'onduleur principale sera alimenté directement depuis le Tableau Général Basse Tension **TG CRYO** par le biais de 2 Protections / alimentations :

- La 1<sup>ère</sup> ligne réseau alimentera l'étage « redresseur » de l'ASI dit « réseau Normal » ; depuis **TG CRYO**
- La 2<sup>ème</sup> ligne réseau alimentera l'étage By-Pass de l'ASI (pour la maintenance), dit « réseau By-Pass » ; depuis **TG CRYO**

### 10.3.4 Dégagement minimum exemple

Se référer aux spécifications techniques décrites dans le **Manuel de fonctionnement de l'ASI**, proposé par le fournisseur

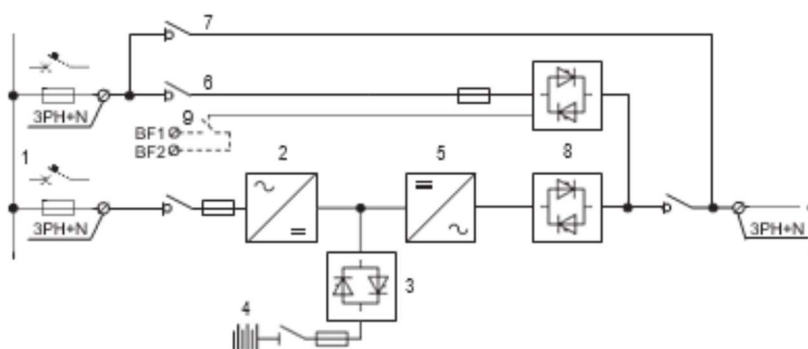


Exemple non contractuel

- Cet onduleur alimentera un Tableau Général Ondulé TGO qui regroupera les protections des jeux de barres Réseau ondulé des armoires divisionnaires.
- Afin de garantir la pérennité de l'équipement, le présent respectera les côtes de dégagement fournis par le constructeur.
- L'installation sera livrée en ordre de marche.

### 10.3.5 Schéma fonctionnel

Ce schéma fonctionnel s'appliquera pour l'ensemble des 3 Onduleurs



### 10.3.6 Options

- Armoire batterie
- Interface série RS-485 (protocole mod-bus)
- Adaptateur SNMP
- Kit d'interface parallèle
- Load-Sync interface de carte kit
- Transformateur d'isolement
- Coffret de fusible mural

Les onduleurs seront alimentés directement depuis le Tableau Divisionnaire principale **TD Micros** par le biais de 2 Protections / alimentations :

- La 1 ère ligne réseau alimentera l'étage « redresseur » de l'ASI dit « réseau Normal » ; depuis [TD-Micros](#)
- La 2 ème ligne réseau alimentera l'étage By-Pass de l'ASI (pour la maintenance), dit « réseau By-Pass » ; depuis [TD-Micros](#)

### 10.3.7 Redresseur Chargeur

Le redresseur sera dimensionné pour simultanément alimenter l'onduleur à puissance nominale et maintenir le niveau de charge de la batterie ou la recharger après une autonomie.

Le redresseur-chargeur comportera notamment les éléments suivants :

- Un filtre anti-réinjection harmonique, si nécessaire,
- Un pont redresseur assurant la régulation de la tension de sortie,
- Le chargeur de batterie de type auto-adaptatif asservi à la température ambiante,
- Une self de lissage destinée à éliminer l'ondulation résiduelle. La composante alternative résiduelle ne devra pas avoir d'incidence sur la durée de vie de la batterie,
- L'automatisme électronique de commande et de contrôle.

Après une absence réseau, et lors de son retour, le redémarrage du redresseur s'effectuera automatiquement, après une temporisation programmable.

Les caractéristiques minimales du redresseur sont les suivantes :

- Tension d'entrée triphasée : 410 V  $\pm$  10 %
- Fréquence d'entrée : 50 Hz  $\pm$  10 %
- Stabilité de tension de sortie :  $\pm$  1 % charge équilibrée /  $\pm$  3 % charge déséquilibrée
- Rendement en mode haut rendement : 98 %
- THDi : <3 % à 100% de la charge / <9 % à 25% de la charge
- THDU : <2 % pour charge linéaire de 100%  

<3 % charge linéaire de 100%
- Temporisation de démarrage : Adaptatif 1 à 40 sec (configurable)
- Pouvoir de court-circuit onduleur : 3.5 In
- Capacité de surcharge – Mode Normal : 150% pendant 1 min / 125% pendant 10min
- Capacité de surcharge – Exploitation Batterie : 115% pendant 1 min
- Capacité de surcharge – Mode By pass : 125% en continu

### 10.3.8 By Pass

Le by-pass permet l'alimentation de l'utilisation directement par le réseau normal pendant les périodes d'indisponibilité des onduleurs.

Le by-pass automatique rentre en action à la suite d'une détection de défaut interne à la chaîne onduleur.

Le by-pass de maintenance est à action manuelle pour les interventions planifiées.

Un système anti retour (feed back) qui évite les renvois de puissance de la source batterie vers le réseau amont, en cas de disparition de ce dernier, sera intégré au by pass.

#### Transformateur d'isolement en sortie - Tension d'entrée :

- Nominale : 410 V
- Nature : Triphasé + neutre
- Régime du neutre : Schéma TNS
- Fréquence Nominale : 50 Hz
- Tolérance : + 1%

### 10.3.9 Communication

Les informations suivantes sont à ramener sous la forme de liaison numérique à destination de la GTC :

- Redresseur-chargeur en marche.
- Utilisation onduleur.
- Utilisation sur réseau secours.
- Alarme générale.
- Autonomie restant sur batterie.
- Défaut ventilation interne.
- Pré-alarme fin autonomie batterie.
- Position des organes de coupure.
- Fonctionnement sur by-pass automatique
- Fonctionnement sur batterie

#### 10.3.9.1 Connection au réseau TCP / IP

Des prises RJ45 seront installées à proximité des **ASI** (Alimentations Sans Interruption).

#### 10.3.9.2 Carte de communication

L'entrepreneur de ce présent lot devra pour chaque Alimentation Sans Interruption, une carte de communication propre à chaque ASI ayant les fonctions suivantes :

- Connexion au réseau TCP / IP (voir ci-dessus)
- Gestion en réseau de l'ASI (mode administrateur uniquement, pas d'accès extérieur site)
- Port de communication : Carte de contact relais, RS232, USB, Emplacement d'interface réseau: Mod-Bus RS485, SNMP-Ethernet
- Configuration des fonctions de l'ASI et du système

### 10.3.10 Appareil de mesure

Un appareil de mesure et visualisation sur écran tactile LCD des grandeurs suivantes :

- Caractéristiques du réseau d'entrée et du réseau de sortie,

- Taux d'harmoniques,
- Tension aux bornes de la batterie,
- Courant de charge ou de décharge de la batterie,
- Tensions composées du réseau d'alimentation du redresseur-chargeur,
- Courants absorbés par le redresseur-chargeur,
- Sortie communicante MODBUS TCP/IP

### 10.3.11 ARMOIRE TGO

#### Caractéristiques d'entrée :

- Nominale .....:410 V
- Nature .....:3P + PE + T
- Régime du neutre.....: Schéma TNS
- Fréquence Nominale : ..... 50 Hz
- Protection amont : ..... Disjoncteur

#### Caractéristiques de sortie :

##### Caractéristiques nominales :

- Fréquence nominale .....:50 Hz
- Tension nominale .....:410 V
- Nature .....:3P + PE + T
- Régime du neutre.....:Schéma TNS

#### Performances exigées :

- Charge comprise entre 0 et 100 % de PN
- Facteur de puissance admissible : 0.7capacitif à 0,5 inductif sans déclassement

#### Tolérance :

- En régime statique ..... : <1 % quelle que soit la charge
- En régime dynamique : Impact de charge 100% : + 5 % après 2ms
- Temps de rétablissement..... : 20 ms
- Fréquence Nominale ..... : 50 Hz
- THDU ..... : <2 % pour charge linéaire de 100%

- THDU ..... <3 % pour charge linéaire de 100%

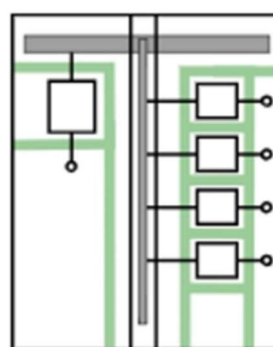
### Caractéristiques en régime dégradé

En cas de montée très rapide du courant et avant que la tension de l'onduleur ne sorte de ses fréquences :

- **Réseau présent** : L'utilisation sera commutée sans coupure sur le réseau (by-pass automatique)
- **Réseau absent** : L'onduleur devra pouvoir générer un courant de court-circuit supérieur à  $3,5 I_n$  durant 20 ms afin d'assurer la sélectivité.

Le TGO, à positionner dans le local spécifique, aura pour caractéristiques générales :

- Nom : TGO
- Localisation : LT CFO (ENS)
- IS223 et de forme 3B.
- Régime de neutre : TN-3
- Réserve de puissance : 20 % (suivant le bilan de puissance)
- Réserve de place équitable : 30 %
- Indice / degré de protection
  - IP30 pour Enveloppe + plastron
  - IPXXB (prévention des contacts directs sur les parties sous tension)
- Raccordements par le Haut
- Portes Pleines avec serrure RONIS N°2131A



Forme 3b

## Caracteristiques techniques du TGO

- L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement de :
- Tableau Général TGO
- Type de Réseau : Ondulé
- Localisation : Local CFO -Niveau RDC - Bâtiment ENS
- **Disjoncteur Général**
  - 1 Disjoncteur 4x XXX A (suivant note de calcul) avec déclencheur électronique Micrologic adapté
  - Cet inverseur sera associé à une bobine MX permettant la coupure en cas de d'urgence, compris OF/SD
- **En Aval du Disjoncteur Général**
  - Protection Electrique **Circuit de commande**
    - 1 disjoncteurs 2x10A différentiel 300mA,
    - Y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
  - Protection Electrique **Voyant de présence Tension**
    - 1 disjoncteurs 2x10A différentiel 300mA
    - Y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
  - Protection Electrique **Multiclip n°1**
    - 1 disjoncteur 4x63A avec déclencheur électronique réglable **Multiclip 1**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD avec en aval les départs suivants :
      - 1 disjoncteur 2x32A différentiel 30mA **Baie VDI SR-VDI**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
      - 1 disjoncteur 2x32A différentiel 30mA **Baie SR-GTC**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
      - 1 disjoncteur 2x16A différentiel 30mA **Module déporté Contrôle d'accès**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD

- 1 disjoncteur 2x16A différentiel 30mA **Centrale SSI**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
  - 1 disjoncteur 2x16A différentiel 30mA **Prises de courant ondulée**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
  - 5 disjoncteurs 2x10A Courbe D **Extracteur locaux techniques** y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
- Protection Electrique Multiclip n°2
- 1 disjoncteur 4x63A avec déclencheur électronique réglable **Multiclip 2**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD avec en aval les départs suivants :
    - 1 disjoncteur 2x16A **Automate compresseur 1**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
    - 1 disjoncteur 2x16A **Automate système floxal cryogénique**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
    - 1 disjoncteur 4x16A courbe D **Pompe récupération chaleur sur producteur AC**, y compris comptage d'énergie via DIGIWARE D50, compris OF/SD
  - *Nota : l'entrepreneur devra affiner lors de ces études EXE, la liste des protections ci-dessus n'est pas limitative et est une base de chiffrage pour l'entreprise.*
  - *En aucun cas, le présent lot ne pourra arguer d'un manque de précision et présenter un devis supplémentaire.*

#### 10.4 ARMOIRE TD-MICROS

Le(s) tableaux divisionnaires seront fixés au mur, à mi-hauteur.

Ils seront constitués d'enveloppes métalliques de type XL3 de marque LEGRAND, ou équivalent.

Le tableau comprendra des gaines latérales pour les jeux de barres, remontée de câbles et borniers, avec plastrons (afin d'éviter tout contact avec les parties actives) et d'une porte si les TD sont situés dans des locaux techniques ou des locaux de service. Elles seront simplement munies de plastrons si les TD sont placés dans des gaines techniques comportant elles même une porte.

Les tableaux divisionnaires devront posséder une réserve de puissance de 20 % et d'une réserve de place de 30% pour permettre des extensions futures, sur la porte il sera installé une étiquette de sécurité (homme foudroyé).

Leur indice de service sera IS111 ; forme 1b ; niveau de mobilité de type FFF : amont et aval fixe.

Ces tableaux comprendront une enveloppe périphérique en tôle d'acier pliée nervurée recevant :

- Des plaques démontables haute et basse formant passe-câbles,
- Des rails porte appareillage, (ces rails seront conçus pour supporter les poids des appareillages installés).
- Des plastrons modulaires, démontables et laissant accessible et visible l'ensemble de l'appareillage,
- Une tôle pleine fermant la face arrière du tableau.

Chaque tableau électrique sera équipé :

- D'un interrupteur de coupure générale avec bobine MX de déclenchement à émission, contact OF ou commande rotative accessible en façade ;
- Des protections générales des circuits lumières ;
- Des protections générales du circuits Micro AQUILOS2 » ;
- Des protections générales du circuits Micro GLACIO-CRYO » ;
- Des appareils de commande tels que contacteur, télérupteur, ...
- Des appareils de mesure ;
- Parafoudre type 2, y compris disjoncteurs de protection
- Un collecteur de terre ;
- Un bornier de départ.

Les disjoncteurs de calibre supérieur à 63 A seront du type boîtier moulé isolé avec pôles à fermeture et rupture brusques. Ils seront équipés de déclencheurs magnétothermiques ou électroniques et de contacts SD.

Les appareillages basse tension des tableaux divisionnaires et secondaires, de calibre inférieur ou égal à 63 A, seront du type modulaire, conformément aux recommandations internationales IEC 157.1, et à la norme européenne CEE 19.

***Tous les dispositifs de sectionnement et protection seront omnipolaires et devront assurer la coupure simultanée des conducteurs actifs ,neutre inclus (sauf PEN).***

***Les dispositifs de commandes (minuterie, télérupteurs, contacteurs, ...etc.) seront également omnipolaires et assureront la coupure du neutre (sauf PEN).***

Les protections mises en œuvre assureront une sélectivité totale, vis à vis du reste de la distribution.

Des différentiels 30 mA seront prévues sur chaque départ alimentant des prises de courant (PC).

Des différentiels 300 mA seront prévues sur chaque départ alimentant des circuits d'éclairage des locaux humides et locaux à risques.

Pour les charges perturbantes dédiés au matériel Microscopes, y compris chaque circuit sera équipé d'un disjoncteur différentiel de type Hpi (détectent les défauts à composante alternative et continue, immunité renforcée aux déclenchements intempestifs).

Dans les autres cas, les différentiels ne seront pas imposés dans la mesure où les calculs des études d'exécution montreront que les conditions de protection du régime IT sont vérifiées.

Tous les disjoncteurs seront fixés sur des répartiteurs de rangée HX3 type plug-in de marque LEGRAND ou équivalent.

**Attention** : Dans tous les cas, l'équipement du tableau divisionnaire sera de même marque que celle qui équipe les TG CRYO, cela afin d'assurer une parfaite sélectivité entre les protections.

Tous les disjoncteurs du bâtiment appartiendront obligatoirement à une même série, satisfaisant à une unité de présentation et à une facilité de maintenance.

En respect de la RE 2020, les consommations électriques de chacune des installations suivantes seront mesurées :

- Microscope AQUILOS 2 ;
- Microscope GLACIO-CRYO ;

Il sera également prévu un compteur général pour la totalité du TD certifié MID.

Ces compteurs seront placés en tête de chaque répartiteur concerné.

Tous les départs (section  $< 16 \text{ mm}^2$ ) seront ramenés sur bornes.

Les départs  $> 16 \text{ mm}^2$  seront raccordés directement aux bornes des appareils.

Le schéma du tableau sera installé dans une pochette à plans fixée à l'intérieur du tableau, ou de la gaine technique le contenant.

Chaque tableau électrique sera muni d'une étiquette de signalisation reprenant son appellation, son point d'origine et l'intensité de court-circuit de tête de tableau.

### 10.4.1 Equipements TD Micros

Le bâtiment ENS, abritera le tableau Divisionnaire pour les besoins suivants :

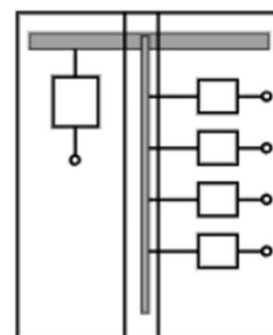
- Réseau Normal/Ondulé
  - TD Micros situé dans Le local CFO Niveau RDC) :
  - Besoins microscopes AQUILOS et GLACIO CRYO

### 10.4.2 Caractéristiques générales

Se conformer aux spécifications techniques du fournisseur

### 10.4.3 Equipements électriques

Le Tableau Divisionnaire sera de type :



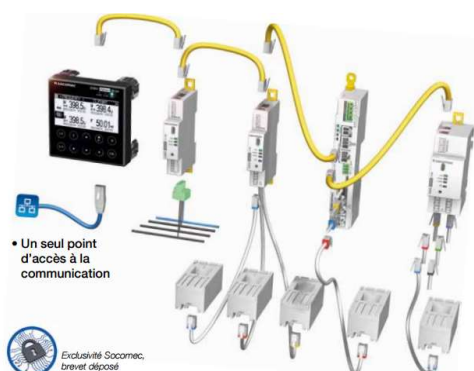
Forme 1

- IS 211, Forme 1
- **Disjoncteur Général**
  - 1 Disjoncteur 3x XXX A avec déclencheur électronique et bloc différentiel électronique réglable. (suivant note de calcul)
  - Ce disjoncteur sera associé à une bobine **MX** à émission de tension permettant la réalisation de la coupure d'urgence depuis 1 déclencheur à membrane à voyants et l'arrêt d'urgence en face avant de l'armoire y compris OF/SD
- **En Aval du Disjoncteur Général**
  - 1 Disjoncteur 2x25A différentiel 30mA SI assurant la protection du Microscope AQUILOS 2, y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD
  - 1 Disjoncteur 2x25A différentiel 30mA SI assurant la protection du Microscope GLACIO CRYO , y compris compteur d'énergie communicant, compris OF/SD

Ces protections placés dans le TD Micros, assureront l'alimentation des onduleurs, afin d'assurer la continuité de service pour les microscopes

### Comptage électrique

**Marque : SOCOMEC (ou équivalent) - DIGIWARE D50 (pour centrale de mesure principale) / COUNTIS**



Les appareils de mesure seront prévus encastrés en façade pour chaque arrivée de chaque tableau et pour chaque départ spécifique.

Centrale de mesure électronique à affichage sur écran LCD.

La centrale de mesure numérique permet la visualisation des grandeurs électriques (courant, tension cos phi, puissance active, réactive, apparente, énergie, taux d'harmoniques, ...) délivrant des trains d'impulsion sur contact libre permettant de transmettre la puissance instantanée.

Sortie numérique type MODBUS TCP / IP pour exploitation par la GTC (via RJ45).

Mémoire EEPROM pour sauvegarde des données et des mesure

Les appareils de mesure seront prévus encastrés en façade pour chaque arrivée de chaque tableau et pour chaque départ spécifique.

Les appareils seront des compteurs d'énergie électrique active modulaire permettant la visualisation des kWh et kW consommés.

Ils auront les caractéristiques suivantes :

- Affichage sur écran rétro-éclairé
- Communication RS485 (ModBus ou M-BUS)

Les compteurs seront répartis de la manière suivante :

- Interface de contrôle DIGIWARE D50 (pour chaque TG/ TGHQ / TD)
- Module de mesure de Tension COUNTIS U10 / U30 (Armoire Divisionnaire)
- Module de mesure du Courant COUNTIS I31 / I35 / I61 (Armoire divisionnaire)

- Interface de gestion C32
- Bloc d'alimentation P15

***Nota : la maitrise d'œuvre devra affiner lors de ces études EXE, la liste des protections ci-dessus***

***Cette liste n'est pas limitative et est une base de chiffrage pour l'entreprise.***

***En aucun cas, le présent lot ne pourra arguer d'un manque de précision et présenter un devis supplémentaire.***

### 10.5 TRANSFORMATEUR D'ISOLEMENT

Dans le local électrique, sera prévu un transformateur d'isolement de 63 kVA

De type Legrand ou équivalent. Ce transformateur d'isolement sera prévu afin de pouvoir changer de régime de neutre TN/IT pour l'alimentation des microscopes.



- Transformateur triphasé d'isolement - IP21
- - Puissance 63kVA- Borne primaire câble souple section 35mm²- Borne secondaire câble souple Ø cosse 8mm- Borne secondaire câble souple section 35mm²- Borne secondaire câble souple Ø cosse 8mm
- Primaire 400V~ couplage triangle - Secondaire 400V~ couplage étoile neutre sorti + N - Cuve RAL7035
- Avec prises de réglage +/- 5% à partir de 50kVA - Avec écran électrostatique
- Conforme à la norme IEC EN 60076-11
- Perte à vide 559 W
- Perte en charge 2312 W
- Poids: 271 kg
- Encombrement: 670x700x610

#### **Rappel :**

*Les points d'ancrages se situent sur les ferrures supérieures, qui ne sont accessibles qu'après dépose du couvercle.*

**Protection du transformateur d'isolement:**

L'alimentation principale du transformateur se fera par une protection placé dans le TG CRYO situé en amont de ce transformateur.

Cette protection de sera du type Legrand ou equivalent (Exemple)

Disjoncteur magnetothermique différentiel DPX<sup>3</sup>160 pouvoirs de coupure 16kA 400V~ - 4P - 160A .



***Les protections seront à définir suivant la note de calcul***

Les liaisons entre la protection partant du TG CRYO vers le transformateur d'isolement se fera par câble de type CR1 et de section **5GXX** suivant la note de calcul

Les liaisons entre le transformateur et la protection amont du tableau divisionnaire TD Micros se fera par câble de type CR1 et de section **5GXX** suivant la note de calcul

3 protections situé dans le TD Micros assureront l'alimentation des 3 onduleurs  
Chaque onduleur assurera l'alimentation de secours des microscopes  
Ces onduleurs seront raccordés par un coffret UPS .

## 10.6 COMPENSATION REACTIVE

Une batterie de condensateur sera mise en place au niveau du TG CRYO afin de diminuer la puissance réactive défini dans la note de calcul. Le réseau sera considéré comme pollué.

Caractéristiques de la batterie de condensateur :

- Capacité : xxx kVAR (suivant le bilan de puissance)
- IP31 / IK10
- Condensateur du type sec (sans imprégnant)
- Régulation : automatique par gradins
- Montage : posé au mur
- Communication MODBUS RS485
- Contact de délestage pour passage sur groupe électrogène



Modèle type VARSET ou équivalent pour réseau pollué avec protection 800A

## 10.7 INTERACTION SSI

- L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement :
- Relais (contact sec) dans le cas d'extinction confirmé pour coupure du Tableau Général

Par la centrale CSMI

## 11 DISTRIBUTION ELECTRIQUE

La totalité de la distribution issue des différentes armoires sera réalisée exclusivement en câbles de type Cca-S2,d2,a2- ou CR1 (C1) de section adaptée aux puissances à véhiculer.

Performance au feu	Euroclasses	Famille de conducteurs ou câbles isolés	
		Câble d'énergie	Câbles de communication
Optimale	B2 <sub>ca</sub> -s1a, d1, a1	K22 et K25	K26, K23, K24 et K209 SF/FTP, S/FTP, F/FTP, U/FTP Câble Fibre optique
Améliorée	C <sub>ca</sub> -s1, d1, a1	FR-N1X1G1, FR-N1X1X2 H07 Z1-R, H07 Z1-K H07 ZZ-F	SYT SF/FTP, S/FTP, F/FTP, U/FTP, SF/UTP, F/UTP, U/UTP Câble à FO de raccordement
Basique	D <sub>ca</sub> -s2, d2, a2		SYT SF/FTP, S/FTP, F/FTP, U/FTP, SF/UTP, F/UTP, U/UTP Câble FO de distribution à extractibilité permanente Câble à FO de distribution
Basique	E <sub>ca</sub>	U1000 R2V, U1000 AR2V, H07 V-U, H07 V-R, H07 V-K H07 RN-F	

### 11.1.1 Principe de distribution

#### Généralités

Les canalisations seront posées en encastrer, dissimulées, non apparentes suivant les conditions de pose indiquée par l'U.T.E.

Toutes les précautions devront être prises afin d'éviter les parasites et les perturbations que pourraient provoquer la proximité des canalisations (NF C 15-900).

Pour l'ensemble des courants forts, les canalisations seront distinctes et éloignées des canalisations courants faibles d'au moins 30 cm, les croisements seront réalisés à 90 degrés. **voir paragraphe "Chemins de cables"**

Chaque fois qu'au minimum 4 câbles chemineront parallèlement, ils seront fixés obligatoirement sur chemins de câbles.

Les câbles isolés chemineront sous fourreaux.

Dans le cas des conduits incorporés en dalles, voiles béton et cloisons, une coordination sera prévue entre le titulaire du présent lot et les lots Gros Œuvre, Cloisons.

Les traversées de parois et trémies se feront impérativement sous fourreaux. Le degré coupe-feu ou phonique de chaque paroi ou traversée sera reconstitué après passage des canalisations et réalisé par le présent lot.

Le repérage et les couleurs des conducteurs devront être conformes à la réglementation.

### 11.1.2 Traverse de parois

En cas de percement du pare-vapeur sur les murs, des manchettes d'étanchéité type KAFLEX / ROFLEX en EPDM de chez PRO CLIMA ou techniquement équivalent sera installées en prenant soin de la pose.



Toutes les saignées et les percements effectués pour le passage des câbles devront être rebouchés soigneusement par le titulaire du présent lot.

Les équipements à prévoir seront conformes à ceux définis sur l'ensemble des plans et du CCTP à venir.

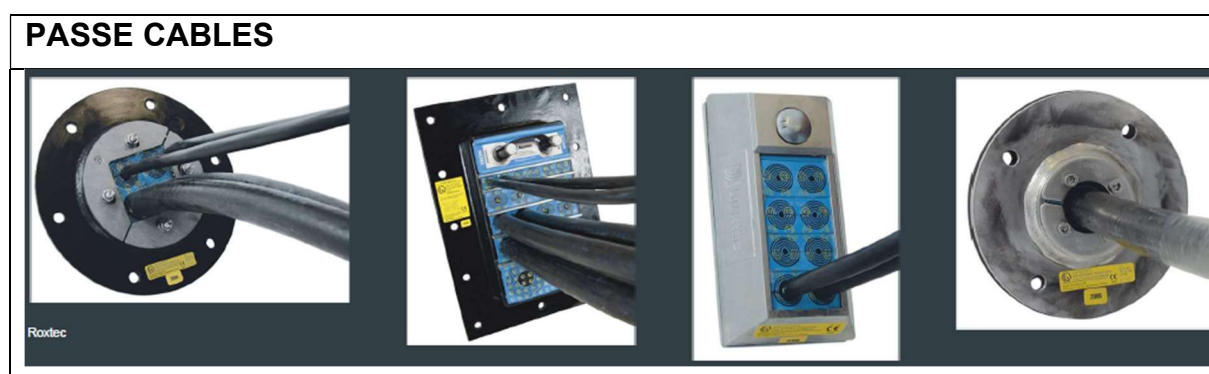
Tous les supports nécessaires à ces alimentations seront prévus (fourreaux, passes câbles, chemins de câbles, etc.) ainsi que toutes les sujétions de fixations et d'adaptations à l'environnement.

Tous les raccordements seront prévus.

Pour les alimentations de matériel, d'armoires à d'autres lots, le présent lot mettra une liaison de câble en attente de 3 m de mou pour attente de raccordement. (Raccordement hors lot.

### 11.1.3 Etanchéité

L'étanchéité aux traversées des murs ou cloisons sera réalisée par des passes câbles type Roxtec de solutions modulaires étanches et coupe-feu pour tous les câbles nécessaires au projet.



Après le percement de paroi, pour le passage de fourreaux ou chemins de câbles, le rebouchage devra être fait de sorte que la paroi traversée retrouve ses caractéristiques originales.

Les câbles seront soigneusement rangés dans les supports de cheminements et repérés au tenant et à l'aboutissant.

Les systèmes de repérage seront exécutés en matière indélébile et inaltérable genre Etiquettes de BRADY ou PARTEX.

### 11.2 BOITES DE JONCTION



Les boîtes de jonction auront les caractéristiques suivantes :

- Boîte de jonction JAS4R..PSE
- Boîte de jonction Aero-souterraines pour réseaux BT.
- Utilisation :
  - Jonction des câbles souterrains avec les réseaux aériens torsadés.
- Caractéristiques :
  - Montage à froid sans mise au rond des conducteurs souterrains sectoraux.
- Boîte composée :
  - D'un corps de boîte inférieur en élastomère.
  - D'un corps de boîte supérieur à 4 entrées, en élastomère.

- D'une bague de verrouillage.
- De quatre manchons de jonction pré isolés type MJPAS ou MJPASE suivant le conducteur souterrain : rond ou sectoral.

Ces manchons sont sertis par rétreint hexagonal avec une matrice hexagonale, sans mise au rond préalable du conducteur sectoral.

**Une coordination devra être faite entre le lot concerné et le lot VRD pour la contrainte des réseaux enterrés avant le commencement des travaux**

### 11.3 FORCES MOTRICES

L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement de liaisons Basse Tension afin de raccorder les différents Tableaux Divisionnaires ou équipements spécifiques :

### 11.4 COORDINATION DE LOTS

Pour toutes les alimentations, le titulaire du présent lot devra coordonner son intervention avec celle des lots concernés afin de bien figer la nature, la puissance et le type du matériel à prévoir en aboutissant (transmission de la note de calcul au point considéré), ainsi que ces obligations liées aux travaux d'étanchéité (**Crosses de sorties**, etc.).

## 12 EQUIPEMENT TERMINAUX

### 12.1.1 Niveaux d'éclairage

Désignation	Niveaux d'éclairage
Salle Blanche, Laboratoire	500 Lux
Circulation et locaux secondaires Salle blanches	500 Lux
Circulation	100 Lux au sol
Escalier	150 Lux au sol

Bureaux	350 Lux
Cafétéria, salle de réunion	300 Lux
Accueil, entrée	200 Lux
Vestiaires, ménages, réserves	250 Lux
Locaux Techniques / Combles / Locaux Stockage	200 Lux
Locaux Techniques VDI / Salle Serveur	250 Lux
Parking intérieur	5 Lux
Parking-Circulation extérieur	10 Lux

### 12.1.2 Eclairage Intérieur du Laboratoire du bâtiment ENS

#### Généralités

Les niveaux d'éclairement moyens sont conformes aux recommandations émises par l'Association Française de l'Eclairage et par les normes régissant les locaux recevant des travailleurs.

Les luminaires seront conformes à la norme NF-EN-60598-1 et l'éclairage du local à la norme NF-EN-12464-1 et 2.

Les appareils d'éclairage seront fournis entièrement équipés, y compris tubes et lampes et appareillage.

Les appareils encastrés doivent être fixés à la structure du bâtiment et non soutenus par les faux-plafonds. Leur implantation sera adaptée en fonction du calepinage des équipements techniques

Les types de sources à utiliser sont à LED

L'ensemble source + driver qui composent un luminaire à LED devra atteindre un rendement minimum de 80 lm/Watt et certifier une durée de vie de 50000 heures.

Dans la mesure du possible, les luminaires qui permettent le remplacement des composants séparément seront privilégiés.

Appareils d'éclairage

Eclairage en intérieur des locaux techniques	<p>Luminaire fonctionnel étanche à LEDs</p> <p>Flux lumineux de(s) lampe(s): 3600 lm</p> <p>Puissance par luminaire: 50 W</p> <p>IP 65</p>	
Eclairage intérieur des zones de préparations	<p>Luminaire fonctionnel étanche a LED</p> <p>Flux lumineux de lampes 8100</p> <p>Puissance par luminaire :42w</p>	
Eclairage en intérieur des locaux Nobles	<p>Luminaire Dalle a LED</p> <p>Le PowerSwitch permet le réglage de différents niveaux d'éclairage</p> <p>via le DipSwitch. Les versions avec ColourSwitch offrent 2 couleurs de lumière dans un luminaire, qui peuvent être sélectionnées via un interrupteur</p>	
Eclairage en intérieur des locaux Nobles et circulation	<p>Module LED type RIDI hautement efficace avec LED Mid-Power pour un éclairage uniforme et un rendement maximal.</p> <p>Driver séparé avec borne de raccordement au réseau,</p>	

	<p>dispositif anti-traction et câble de liaison au module LED.</p> <p>Indice de protection IP44 côté local, IP20 côté plafond</p>	
--	---	--

### 12.1.3 Eclairages complémentaires

Il sera mit en place dans le local du rez de chaussé ainsi que dans le local "Espace non aménagé", des éclairages Tube LED de type LEGRAND ou équivalent

Ce type de luminaire auront pour caractéristiques:

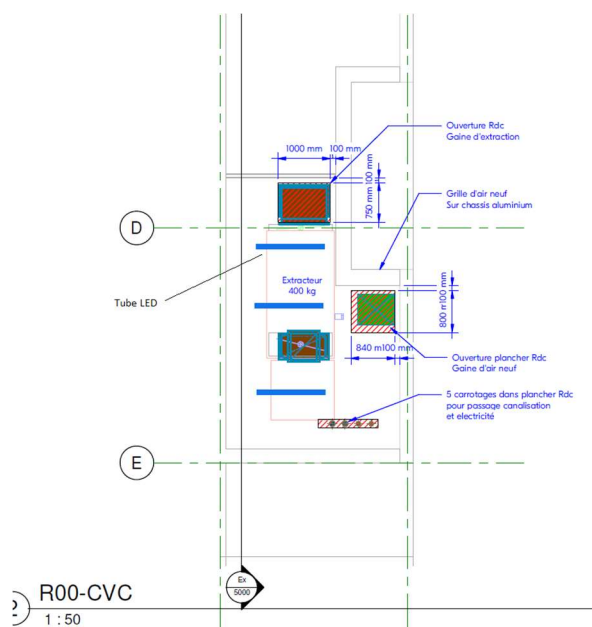
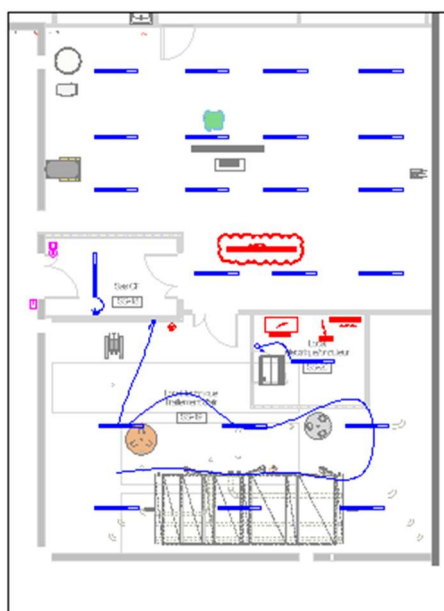
Flux lumineux de(s) lampe(s): 3600 lm

Puissance par luminaire: 50 W

IP 65

Ces luminaires seront à placer pour ,le local Rez de chaussé ,suivant l'implantation du matériel HVAC

Pour l'Espace non aménagé SS-17 un ensemble de luminaire seront implantées suivant le plan 2400137-DCE-ELC-PLN-0020-A-ENS-CFO



### 12.1.4 Auxiliaire de commande





#### ▪ **Commande d'éclairage**

Le matériel mis en œuvre (interrupteur, bouton poussoir, va et vient...) devra porter la marque nationale de conformité NF-USE et seront conformes aux prescriptions de la norme NF C61-110.

L'ensemble de l'appareillage sera installé à une hauteur de 1,10m du sol fini sauf indication particulière.

Le matériel employé sera de marque LEGRAND, ou équivalent :

▪

Interrupteur interieur type Serie celiane composable IP21 –IK04 pour les locaux Tertiaires Module Encastré	▪ 
Prise interieur type Serie celiane composable IP21 –IK04 pour les locaux de service Module Encastré	▪ 
Série PLEXO composable IP55 ou équivalent, pour les locaux techniques à voyant témoin pour les locaux borgnes	▪ 
Prise interieur type Serie celiane composable IP21 –IK04 pour les locaux de service Module Encastré	▪ 

Le principe de commandes d'éclairage et prises d'alimentations seront les suivantes :

#### ▪ **Principes des commandes d'éclairage :**

- Locaux Techniques : Commande locale,
- Locaux de service: Commande par détection de présence

### ■ Gradation des locaux spécifique

Des interrupteurs type gradable seront mis en place pour les locaux suivants:

- OPERATEUR
- GLACIOS
- AQUILOS
- VITRIFICATION

Ces interrupteurs gradables seront de type Legrand ou équivalent

### 12.1.5 Prise de courant

Il sera prévu 2 réseaux de prises de courant indépendants et distincts, à savoir :

- Réseau « Technique » sur lequel sera raccordé l'ensemble des PC des Locaux Techniques.
- Réseau « Service » sur lequel sera raccordé l'ensemble des PC de service des locaux du bâtiment ENS

### Prise de courant 2P+T, 16A

Il sera prévu la mise en œuvre de prise de courant.

- Toutes les PC auront un contact de terre
- Toutes les PC au sol seront encastrés à 0,25 m du sol fini
- Toutes les PC à hauteur seront encastrés à 1,00 m du sol fini
- Les prises ondulées seront détrompées de couleur rouge avec détrompeurs mâles
- Les prises de services seront réparties tous les 15m dans les circulations
- Les circuits de prises de courant seront protégés par des dispositifs différentiels 30mA.
- Nota : Les prises de courant du local CTA seront raccordées depuis l'armoire HVAC afin que ces prises soient coupées avec la coupure FM normalisée HVAC.

Il sera prévu la mise en œuvre de **Poste de Travail** en fonction des zones de service

- Localisation : Locaux de service ,sous-sol ENS

- Poste de Travail **PT 01**
  - Composition : 2PC Normal + 2RJ45
  - Encastré en goulotte
- Poste de Travail **PT 02**
  - Composition : 1 PC Normal + 1 RJ45
  - Encastré en goulotte
- Poste de Travail **PT 03**
  - Composition : 1 PC Normal
  - En saillit dans boîtier étanche

## 13 BOITIER D'ARRÊT D'URGENCE DEPORTE

### 13.1.1 Arrêt d'urgence-AU

Un ensemble de coupure d'urgence sera mis en place.

Les arrêts d'urgence seront de type « bris de glace » situé **dans le poste de sécurité a l'accueil.**

Voir plan : ***Plan d'Implantation PC&FM | PC&FM Layout Plan,***

Les arrêts d'urgence à mettre en place seront :

- 1 Arrêt d'urgence ELECTRICITE général. Cet **AU** agira sur la bobine MX du TG CRYO et celle du TGO
- 1 Arrêt d'urgence VENTILATION. Cet **AU** agira sur le bobine MX du départ CTA  
Le boîtier de coupure générale ventilation devra provoquer l'arrêt de tous les équipements de ventilation

#### Rappel :

- Un Détecteur Autonome Déclencheur (DAD) installé en amont du caisson CTA commande automatiquement l'arrêt du ventilateur et la fermeture d'un registre.
- En cas d'incendie, ce DAD envoie à la centrale CMSI les informations de défaut afin que la centrale CMSI commande l'arrêt du ventilateur, la fermeture du registre et l'arrêt de l'installation.

## 14 ECLAIRAGE DE SECURITE

L'éclairage de sécurité est destiné à permettre, en cas de défaillance de l'éclairage normal, l'évacuation sûre et facile du personnel vers l'extérieur.

Le Laboratoire ENS, sera équipé d'une installation fixe d'éclairage de sécurité assurée par des Blocs Autonomes BAES SATI ADRESSABLE de type C / non permanent.

Cet éclairage de sécurité de type autonome de technologie **SATI** portera le marquage NF AEAS.

L'entreprise devra les prestations suivantes :

- La fourniture et pose des blocs d'éclairage de sécurité de type adressable
- Les télécommandes des éclairages de sécurité (1 par armoire)
- Le logiciel de gestion
- Le câblage en câble type R2V 7G1.5
- Le renvoi de défaut sur l'alarme technique
- L'alimentation ondulée des centrales (chargeur batterie)
- Programmation, paramétrages et essais

Conformément à la Réglementation, il sera prévu un éclairage de sécurité réalisé au moyen de blocs autonomes agréés suivant les Prescriptions des Normes NF C 71-800 et NF C 71-801.

Tous ces blocs devront être du type anti vandale encastrés ou semi-encastrés adressables.

Ils seront de type très basse consommation de type LED.

Les inscriptions sur les blocs « SORTIE », « SORTIE DE SECOURS » et « FLECHE » indiquant le sens de l'évacuation, seront réalisées suivant le principe d'évacuation défini avec les Services de Sécurité.

Conformément à l'article 10 de l'Arrêté du 10 Novembre 1976 (J.O. du 1.12.76) le titulaire doit fournir au Maitrise d'oeuvre un stock égal à 10 % d'éléments de matériel de chaque modèle utilisé avec un minimum de deux pour chaque modèle.

#### 14.1.1 Foyers lumineux

Les points lumineux de sécurité seront constitués par des blocs autonomes 45

lumens de type LED avec accus interchangeable, du type non permanent, avec dispositif de télécommande permettant la mise hors tension lors de coupures volontaires du courant secteur + contrôle de fonctionnement sans coupure secteur avec système de test automatique + signalisation par diodes de l'état du bloc.

Il sera prévu au minimum deux blocs de télécommande : soit un pour les grandes salles et un pour les autres locaux.

Dans tous les locaux de type humides, les blocs autonomes seront de type étanche.

Il sera mis en place des blocs tous les 15 ml dans toutes les circulations, dans les sanitaires et vestiaires, dans tous les escaliers, au-dessus de chaque porte de sortie, porte de recoupement en va-et-vient des circulations, à chaque changement de direction, à la signalisation de chaque obstacle (1ère marche escalier).

Dans les salles recevant plus de 100 personnes ou  $\geq 50\text{m}^2$ , il sera mis en place en complément du BAES d'évacuation un éclairage d'ambiance basé sur un flux lumineux de  $0,5\text{ W/m}^2$  de surface ( $5\text{ lumens/m}^2$ ) et seront munies de blocs autonomes équipés en LED dont le flux lumineux sera de 360 lumens environ.

Dans les locaux techniques, poste de transformation et locaux électrique il sera mis en place des blocs portatifs rechargeables (BAPI).

#### **14.1.1.1 Canalisations**

Les canalisations seront réalisées suivant le même principe que l'Eclairage normal ; chaque bloc sera relié à un circuit d'alimentation Eclairage et au circuit de télécommande et devra comporter un conducteur de protection, soit 5 conducteurs.

La dérivation alimentant un bloc doit être prise en aval du dispositif de protection et en amont du dispositif de commande de l'Eclairage normal correspondant.

La télécommande se fera depuis un seul point situé à loge gardien avec distribution du circuit de commande dans les armoires divisionnaires.

#### **14.1.1.2 Poste de gestion**

Le poste de gestion est à la charge du présent lot. Il sera situé dans le bureau responsable maintenance.






#### 14.1.1.3 Répartition des points lumineux

La répartition des points lumineux doit permettre de répondre aux Eclairéments demandés par la Réglementation :

- Éclairage des locaux techniques
- Eclairage de toutes les circulations (couloirs, sas, escaliers),
- Reconnaissance des obstacles,
- Signalisation de toutes les issues.
- Signalisation des issues des locaux recevant plus de 50 personnes , > 100m<sup>2</sup> (en sous-sol), > 300m<sup>2</sup> (en étage),
- Eclairage des locaux ou hall recevant plus de 100 personnes en étage, plus de 50 personnes en sous-sol (bloc d'ambiance)

#### 14.1.1.4 Equipements

L'éclairage de sécurité sera assuré par des appareils d'éclairage de sécurité conformes aux normes NF EN 60598-2-22 et UTE C 71-802, ils seront admis à la marque NF AEAS et seront du type :

Rep	Description	IP	Type Source	Marque et type	Localisation	Dim L*H	Aperçu
BSE1	Bloc de Secours Evacuation	IP43	LED	Eaton	Issue de secours Locaux nobles / Salle Blanche		
BSE2	Bloc de Secours Evacuation Etanche	IP66	LED	Eaton	Issue de secours Basement / Locaux Techniques		
BSE3	Bloc de Secours Evacuation Zone Atex	IP66	LED	Eaton	Issue de secours Locaux Atex		
BSA1	Bloc de Secours Ambiance	IP43	LED	Eaton	Ambiance		
BSP1	Bloc de Secours Portatif	IP66	LED	Eaton	Loaux techniques		

#### Raccordement Electrique

L'ensemble des canalisations électriques alimentant les blocs autonomes doit être issue d'une dérivation prise en aval du dispositif de protection et en amont de la commande de l'éclairage normal du local ou du dégagement.

## 15 CIRCUIT DE TERRE

L'Entrepreneur devra réaliser l'ensemble des mises à la terre des installations conformément aux prescriptions de la norme C 15.100 et des dispositions suivantes.

Dans le cadre des travaux, il sera prévu l'interconnexion avec le réseau de terre en fond de fouille de type B (boucle).

L'Entreprise devra assurer l'interconnexion de toutes les masses métalliques du matériel qu'elle mettra en œuvre, y compris les gaines ou conduits métalliques de tous fluides des lots techniques conformément à la norme C 15.100.

La terre devra être distribuée à tous les points d'utilisation où se trouvent des appareils électriques, y compris aux appareils d'éclairage de classe II.

Toutes les masses métalliques pouvant être accidentellement mises sous tension, devront être interconnectées entre elles et mises à la terre.

### 15.1.1 Liaisons équipotentielle principales

La prise de terre sera ramenée au droit de chaque TD et du TG CRYO et sera interconnectée au moyen de barrette de coupure réalisée par une platine métallique 150x45 mm, fixation sur goujon pistolet, diamètre 7 mm, pas 150 ou pas vis diamètre 3,5 mm, genre barrette de terre.



Elle sera de type Barrette de coupure type Cosga de chez Legrand ou équivalent- platine métal 150x45 de chez LEGRAND Réf : 0 343 88 ou équivalent.

Il sera prévu dans chaque TGBT/ TD, une barrette de coupure de terre (idem ci-dessus) Accessible et visible, permettant l'interconnexion du réseau de terre.

La liaison vers chacune de ces armoires sera réalisée par un câble cuivre nu de 50mm².

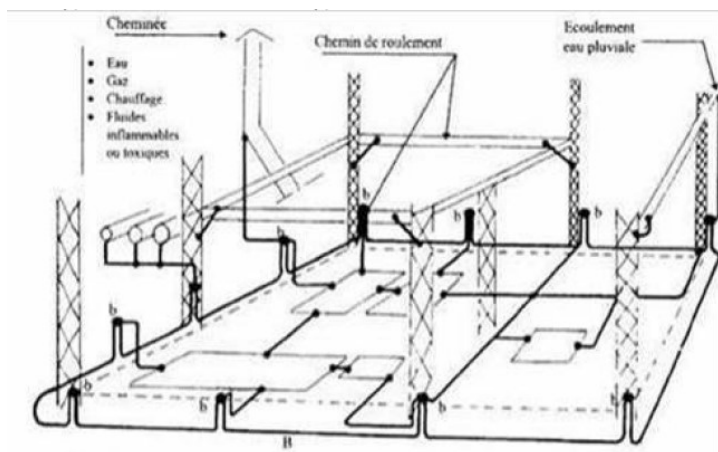
**Nota :**

Le sectionnement du conducteur de protection ne devra être pas autorisé au niveau des luminaires, de façon à assurer la continuité du conducteur en cas de dépose des appareils.

**15.1.2 Liaisons équipotentielles secondaires**

Un conducteur principal d'équipotentialité reliera les éléments conducteurs suivants (liaisons équipotentielles principales générales)

Ce conducteur principal sera réalisées en conducteur d'une section de 50 mm<sup>2</sup> (section pour le cuivre).



Des liaisons équipotentielles locales seront réalisées depuis la barre de répartition de terre avec :

- Porte métallique
- Les canalisations métalliques
- Les chemins de câbles métalliques
- Toutes canalisations métalliques entrantes et sortantes

**Liste non exhaustive**

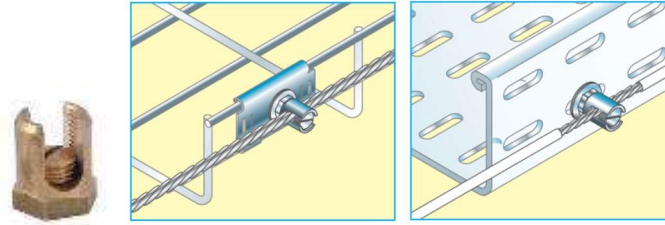
La mise à la terre des chemins de câbles sera effectuée avec :

Un conducteur cuivre nu de 25 mm<sup>2</sup> fixé par attaches sur l'aile extérieure de tous les chemins de câbles électricité principaux.

Ce conducteur sera raccordé aux liaisons équipotentielles principales de terre des LT principaux.



Les raccordements par boulon seront effectués par boulons de terre tous les 15 ml, les autres raccordements, sur la longueur, étant traditionnel



- Les profilés métalliques
- Les éléments de structure métalliques

Toutes les masses métalliques susceptibles d'être mises accidentellement sous tension seront réunies entre elles par des liaisons équipotentielles.

Les points suivants seront réunis au circuit de terre :

- Les canalisations d'eau et de sprinklage (le cas échéant)
- Les grilles de sol métalliques.
- Les huisseries métalliques.
- Les canalisations de chauffage en 25mm<sup>2</sup>
- Les chemins de câble en 25mm<sup>2</sup>
- Les appareils d'éclairage de classe 1.
- Les prises de courant.
- La structure métallique du bâtiment
- Tableaux électriques
- Les canalisations de plomberie,
- Les charpentes métalliques,
- Les ossatures des faux-plafonds,
- Les fers primaires du faux-plafond,
- Etc...

#### Liste non exhaustive

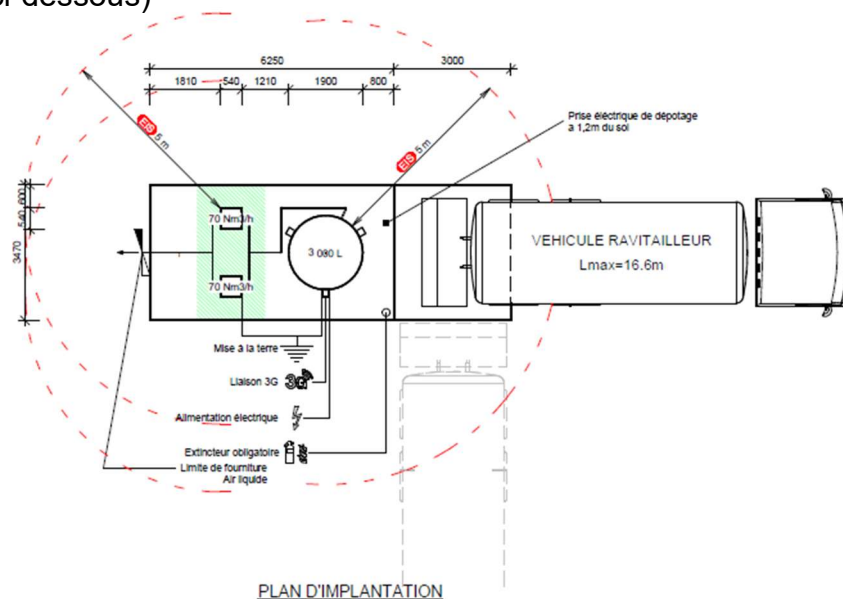
Les huisseries métalliques avec appareillage incorporé dans les locaux non secs ou conducteurs, seront mises à la terre, ainsi que celles des locaux mouillés (tension limite de sécurité UL = 25V),

Il est précisé qu'à tous niveaux de l'installation, il ne doit y avoir qu'un conducteur par borne de raccordement afin que l'adjonction ou la suppression d'une dérivation ne puisse altérer en aucun cas la continuité d'un autre circuit, les dispositifs de dérivation doivent être d'un modèle en conséquence.

Toutes les liaisons devront être connectées par cosses serties avec repérage individuel.

### 15.1.3 Dalle Cuve Azote

Il sera mis en place l'implantation d'une dalle de béton d'une épaisseur de 210 mm, pour le stockage de réservoir d'azote de 3000 litres ainsi que de deux réchauffeurs (Voir schéma ci-dessous)



Une mise à la terre devra être mis en place pour :

- La dalle béton
- La cuve de stockage d'azote
- Des deux réchauffeurs
- La clôture de protection métallique

### 15.1.4 Ceinturage boucle de terre

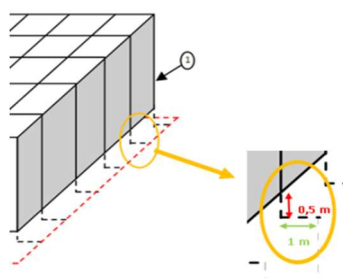
Dans le cadre des travaux, il sera prévu autour de la dalle, la création d'un réseau de terre en fond de fouille de type B (boucle).

Ce réseau de terre sera réalisé au moyen d'une câblette de terre cuivre nu de section 50mm<sup>2</sup> minimale.

Ce conducteur de ceinturage sera enfoui à l'extérieur du bâtiment, à une profondeur d'environ 0,8m minimum.

Cette boucle de terre devra être indépendante de la boucle de terre du bâtiment et sera remontée au droit de la dalle et interconnectée au moyen de barrette de coupure réalisée par une platine métallique 150x45 mm, fixation sur goujon pistolet, diamètre 7 mm, pas 150 ou pas vis diamètre 3,5 mm, genre barrette de terre.

Elle sera de type Barrette de coupure type Cosga de chez Legrand ou équivalent - platine métal 150x45 de chez LEGRAND Réf : 0 343 88 ou équivalent



### 15.1.5 Connexions au ceinturage d'équipotentialité

Les conducteurs suivants doivent être connectés au ceinturage d'équipotentialité

La section d'équipotentialité sera au moins égale à 25 mm<sup>2</sup> elle sera de type cuivre nu

Les liaisons d'équipotentialités locales seront réalisées depuis:

- La cuve de stockage d'azote
- Les deux réchauffeurs
- La clôture de protection métallique

Ces conducteurs seront de type isolé de couleur vert et jaune

### 15.1.6 Liaison LES

#### Liaison Equipotentiel Secondaire (LES) pour microscopes

Tout le matériel sensible sera alimenté par un transformateur spécifique appelé Transformateur d'isolement permettant de changer le régime de neutre (IT), lesquels verront leur masse mise à la terre de façon indépendante du transformateur d'isolement.

Ce raccordement se fera sur une borne de terre distincte qui sera elle-même raccordée directement à la borne de terre principale sans passer par le raccordement à la borne de terre du tableau divisionnaire.

Exemple de mise à la terre



Photo non contractuel

### 15.1.7 Contrôleur d'isolement (CPI)

La norme NFC 15 100 impose l'utilisation d'un contrôleur permanent d'isolement type LEGRAND, SOCOMEC ou équivalent, dans un réseau IT.

Le Contrôleur permanent d'isolement (également contrôleur d'isolement) surveille en permanence la résistance d'isolement du réseau IT (réseaux non mis à la terre) et génère un message en cas de passage en deçà d'une valeur de seuil.

De surcroît, toutes les alimentations électriques non mises à la terre (en schéma IT) se retrouvent sous surveillance de l'isolement.

Dans les alimentations électriques non mises à la terre (schéma IT) aucun conducteur actif n'est directement relié à la terre.

De ce fait, dans le cas d'un défaut d'isolement, seul un faible courant de défaut, causé essentiellement par la capacité de fuite du réseau, peut circuler.

Le fusible placé en amont ne se déclenche pas, l'alimentation en tension – et ainsi la poursuite de l'exploitation – sont assurées.

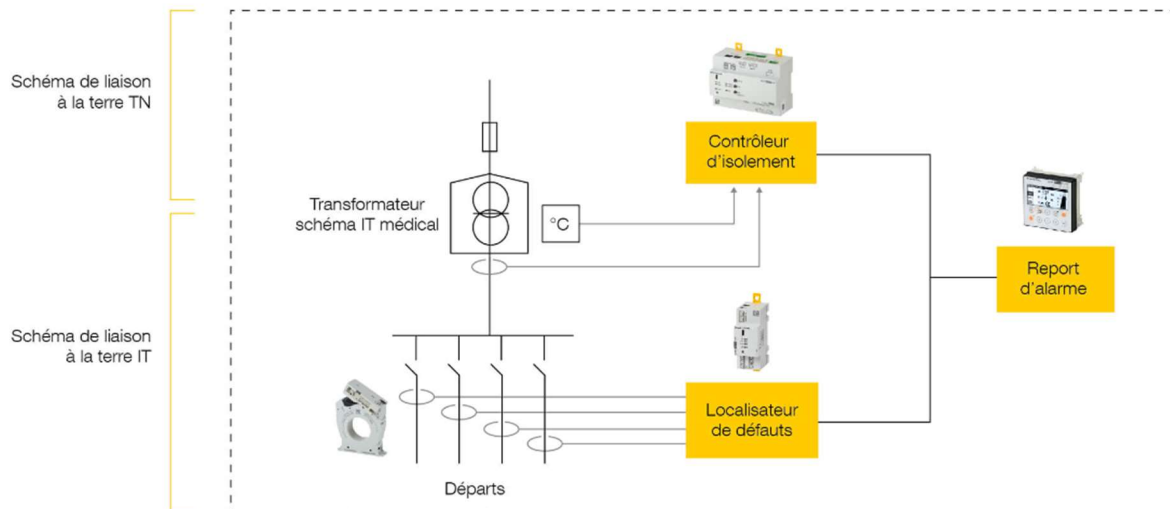
L'information immédiate relative à un danger potentiel est effectuée via ce contrôleur, lequel surveille en permanence la résistance d'isolement entre le réseau et la terre.

#### Exemple de contrôleur d'isolement



Photo non contractuel.

Exemple de Schéma de principe d'une installation en régime IT



## 16 PROTECTION FOUDRE

Afin d'offrir au microscope une qualité optimale de protection contre les champs magnétiques, il sera mis en place une étude de foudre.

***L'installation sera réalisée par une société agréée Qualifoudre (entreprise adjudicatrice ou sous-traitant) type SEFTIM ou France Paratonnerre***

### 16.1.1 Généralité

Une ETF (Etude Technique de Foudre) et une ARF (Analyse de Risque Foudre) seront à réaliser dans le cadre des études du projet ENS.

De cette étude, il devra en ressort des mesures de protections contre les effets directs et indirectes à prendre en compte dans la réalisation de ce projet.

Le bâtiment concerné par le présent CCTP est le bâtiment ENS.de Lyon

### 16.1.2 Paratonnerre

L'ENS sera protégé via une installation de protection contre les effets directs de la foudre de niveau IV.

Il sera donc prévu l'installation de 1 ou plusieurs PDA testables.(suivant ETF)

L'installations de protection foudre sera constitué ,d'une pointes en toiture et d'une descentes cuivrée étamé en façade, dans le cadre du projet sur le bâtiment ENS.

Il sera donc ajouté un Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (**PDA**) en toiture du Batiment ENS.

Le PDA sera monté sur un mât permettant l'échappée nécessaire par rapport aux toitures des alentours.



L'ensemble de l'installation comprendra :

- Le dispositif de capture,
- Les conducteurs de descente,
- Les joints de contrôle,
- La prise de terre,

Les descentes en façade du bâtiment ENS seront fixées par crampons et chevilles, agrafes ou brides suivant les cas, à raison de 3 fixations par mètre.

En bas de la descente, fourniture et pose d'une protection mécanique d'une hauteur de 2 mètres 50 et d'une borne de coupure.

La prise de terre sera réalisée en patte d'oie (de 7 à 8m de longueur minimum) pour la descente de cuivre étamé 30x2 enfouie dans le sol à 0.80 m de profondeur dans une tranchée avec connections de la branche de la patte d'oie par rivetage sur l'âme cuivre du conducteur puis enrobage de soudure.

L'interconnexion avec le circuit de terre général sera réalisée dans un **regard de visite**.

La prise de terre sera constituée par un conducteur de même nature que la descente.

La prise de terre sera reliée par le présent lot à la prise de terre du bâtiment directement au droit de la descente par un dispositif permettant la déconnexion, placé dans un regard de visite portant le symbole normalisé de terre.

L'installateur devra prévoir et installer des compteurs de coups de foudre sur la descente permettant d'assurer le suivi de la maintenance de l'installation, dont le dimensionnement sera adapté à la section de la descente.

Le compteur sera installé sur le conducteur de descente au-dessus du joint de contrôle, à 2 mètres au-dessus du sol.

Sur ce bâtiment ENS, il sera prévu la mise en œuvre d'un ou plusieurs PDA testable ayant les caractéristiques suivantes :

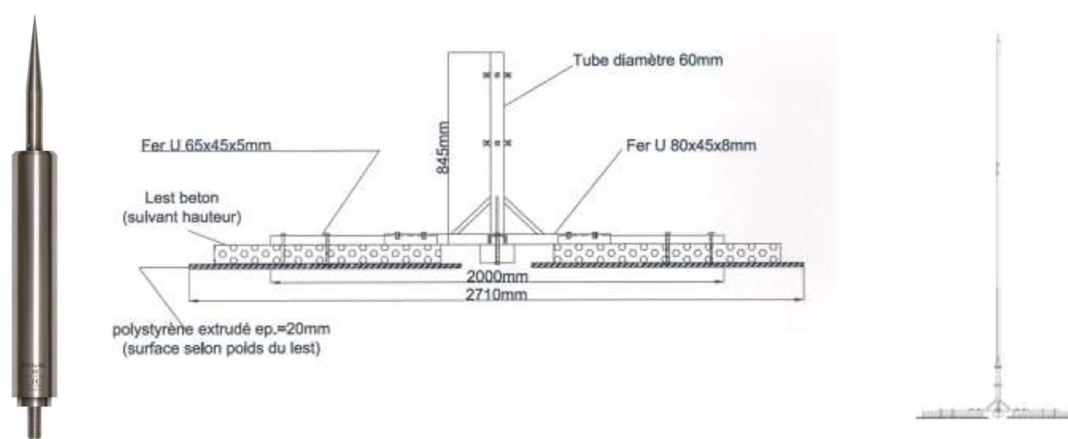
Paratonnerre	Hauteur des mâts	$\Delta t$	Niveau de protection	Rayon de protection
PDA	5 mètres	60 $\mu s$	IV	64,2 m

Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

Afin de limiter le phénomène de tension de pas et de contact à proximité des descentes, des pancartes interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage devront être installées sur chaque descente.

La fixation des PDA sera réalisée au moyen de tétrapode de support de pointe anti-corrosion.

Ce dernier sera conforme à la norme de tenue au vent.



### 16.1.3 Descente de Terre

La prestation à réaliser consiste en la fourniture et la mise en œuvre de tous les équipements nécessaires au fonctionnement de l'installation essentiellement composé de :

- Les conducteurs de descente en conducteur plat Alu (ou Cuivre)
- Les points de prise de terre conforme à la norme EN 62561-2 et testé à un courant de court-circuit de 50Hz pour le passage de parois
- Les passages de joints de dilatations (tresse et boîtier de dilatation)

- L'interconnexion avec le circuit de terre existant de type fond de fouille avec le réseau de prise de terre foudre.
- Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).
- Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.
  - Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins. Il est rappelé que la règle principale pour le cheminement des conducteurs de descente est la distance de séparation calculé à l'étude technique foudre (ETF) à joindre au présent projet .
- Les conducteurs de descente, pour le (s) PDA, doivent être fixés à raison de trois fixations par mètre (environ tous les 33 cm).
- Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.
- Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.
- Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins 2 m au-dessus du niveau du sol.
- Joint de contrôle
- Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.
- Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

### 16.1.4 Compteur d'impact

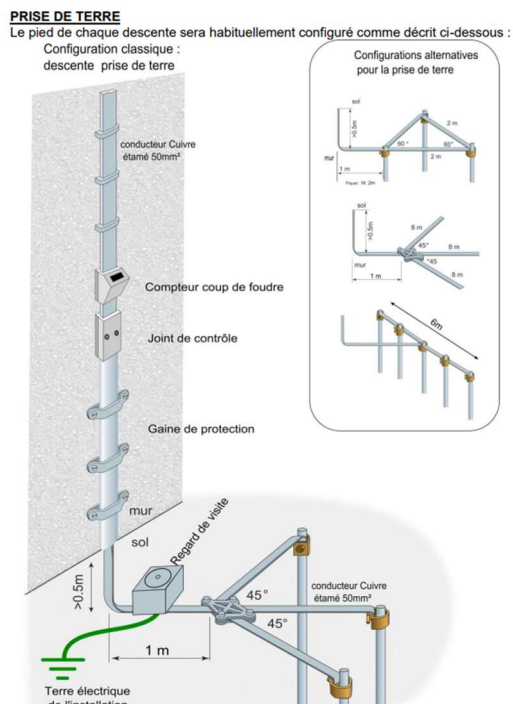
- Selon l'article 21 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, les agressions de la foudre sur site doivent être enregistrées.
- Afin de comptabiliser les impacts de la foudre la solution retenue est la suivante :
- Un compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre,



### 16.1.5 Pattes d'oies

- La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium.

### 16.1.6 Schéma Prise de Terre



### 16.1.7 Dispositif de protection

Il sera prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles, disjoncteurs...). Ce dispositif devra respecter les exigences mentionnées par le fabricant du parafoudre installé.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction de la note conjointe Qualifoudre / F2C sur les dispositifs de protection en amont des parafoudres et des recommandations des fabricants de parafoudres

### 16.1.8 Parafoudre Type 1 et 2

Dans les armoires électriques, et plus particulièrement au niveau du Tableau TGBT, les parafoudres de type I et II, seront installés.

Ces protections sont destinées à être installées à proximité des équipements sensibles.

Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courant 8/20µs (essais de classe II).

Ces parafoudres de type II sont à placer en coordination avec les parafoudres de type I (type I+II) implantés en amont dans le TG CRYO

Ils auront les caractéristiques minimales suivantes :

- Régime de neutre : TNS
- Tension maximale en régime permanent  $U_c \geq 253V$
- Intensité de court-circuit à respecter :  $I_{cc} \geq I_{k3}$
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 µs)  $I_n \geq 5 \text{ kA}$
- Niveau de protection  $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$

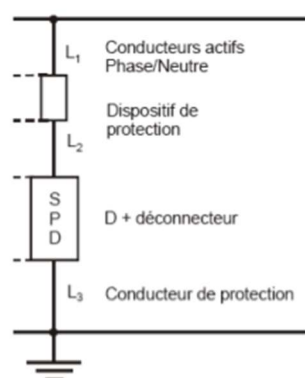
### 16.1.9 Raccordement

Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être strictement inférieure à 0,50 m ( $L_1 + L_2 + L_3$ ).

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443 et à la norme NF EN 62305-4.



## 17 Chemins de Câbles

### 17.1 DISTRIBUTION INTERIEUR/EXTERIEUR

D'une manière générale, les installations courants forts seront posées sur chemins de câbles spécifique, distant de 30cm des chemins de câbles courants faibles, conformément à la réglementation CEM en vigueur.

Les chemins de câbles seront équipés de tous les accessoires nécessaires à leur bonne mise en œuvre.

**Nota:** Les chemins de câbles seront obligatoires dès que plus de 5 câbles chemineront parallèlement.

Ceux-ci seront dimensionnés pour contenir l'ensemble du lot conformément à la description ci-dessous.

Tous les chemins de câbles auront une capacité qui permettra d'augmenter la quantité de câbles de 30 % minimum.

Ces chemins de câbles seront réalisés en fils soudé:

- Electrozingués sur l'ensemble de l'opération, en cablofil de chez LEGRAND ou équivalent. La hauteur d'aile sera de 49 mm au minimum.

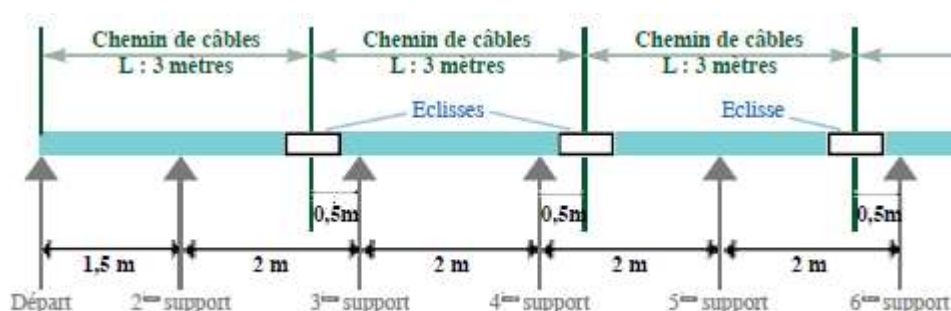
- Les chemins de câbles extérieurs et en vide sanitaires seront du type identique, mais galvanisé à chaud.

Le titulaire du présent lot devra tous les accessoires de fixations tant pour les éléments suspendus que pour ceux posés en applique

Ces accessoires seront galvanisés.

La boulonnerie sera passivée zinguée.

Les écartements entre fixations devront être tels que la rigidité avec le poids maximum pouvant être mis en place à terme ne soit jamais mise en cause.



Il sera utilisé exclusivement des supports, consoles ou pendants rigides, conçus, testés mécaniquement et fournis par le fabricant de chemins de câbles.

Les capacités de charges des consoles et les couples des pendants seront testés suivant la norme CEI 61537.

Dans la mesure du possible, les supports seront installés de telle sorte que l'on puisse introduire latéralement les câbles préalablement déroulés au sol.

Une protection par couvercle sera prévue lorsque les chemins de câbles seront installés apparents à une hauteur inférieure à 1,80 m ou en fonction du risque mécanique de chaque local (toiture, locaux techniques, etc...).

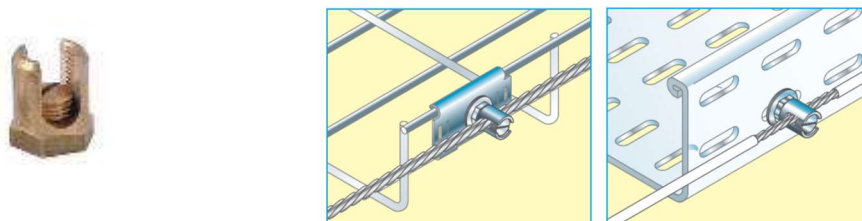
Toutes les extrémités des chemins de câbles ou réservation dans les chemins de câbles devront être équipées de joints type carrossier afin de limiter la détérioration lors de la mise en œuvre.

Tous les changements ou modifications de parcours seront confectionnés avec des pièces préfabriquées ou fabriquées à la demande (coudes, éléments en T...). Il ne sera pas admis d'angle saillant ou de pièces tranchantes pouvant blesser les câbles.

Les chemins de câbles seront pourvus de couvercle au droit des traversées de murs et cloisons et sur les parties apparente en extérieur.

Chaque traversé de cloison ou voile béton devra faire l'objet d'un soin particulier dans la mise en œuvre du rebouchage de façon à ce que la cloison ou le voile traversé retrouve ces caractéristiques d'origine.

Tous les chemins de câbles seront obligatoirement reliés à la terre par un conducteur nu continu.



Un conducteur cuivre nu de 25 mm<sup>2</sup> fixé par attaches sur l'aile extérieure de tous les chemins de câbles électricité principaux. Ce conducteur sera raccordé aux liaisons équipotentielles principales de terre des LT principaux.

Les raccordements par boulon seront effectués par boulons de terre tous les 15 ml, les autres raccordements, sur la longueur, étant traditionnel

- Eclisses entre toutes les longueurs sur les 2 ailes de tous les chemins de câbles



- Tresses de terre de large dimensions (ou éclisses) avec les chemins de câbles secondaires et courants faibles à chaque croisement à 90°.
  - Connections serties pour les dérivations, les connexions visées sont proscrites



- Interconnexion de la Cablette de 25 mm<sup>2</sup> du CDC CFO à tous les TG et TD par un conducteur cuivre nu de 25 mm<sup>2</sup>

## 17.2 SEPARATION DES RESEAUX

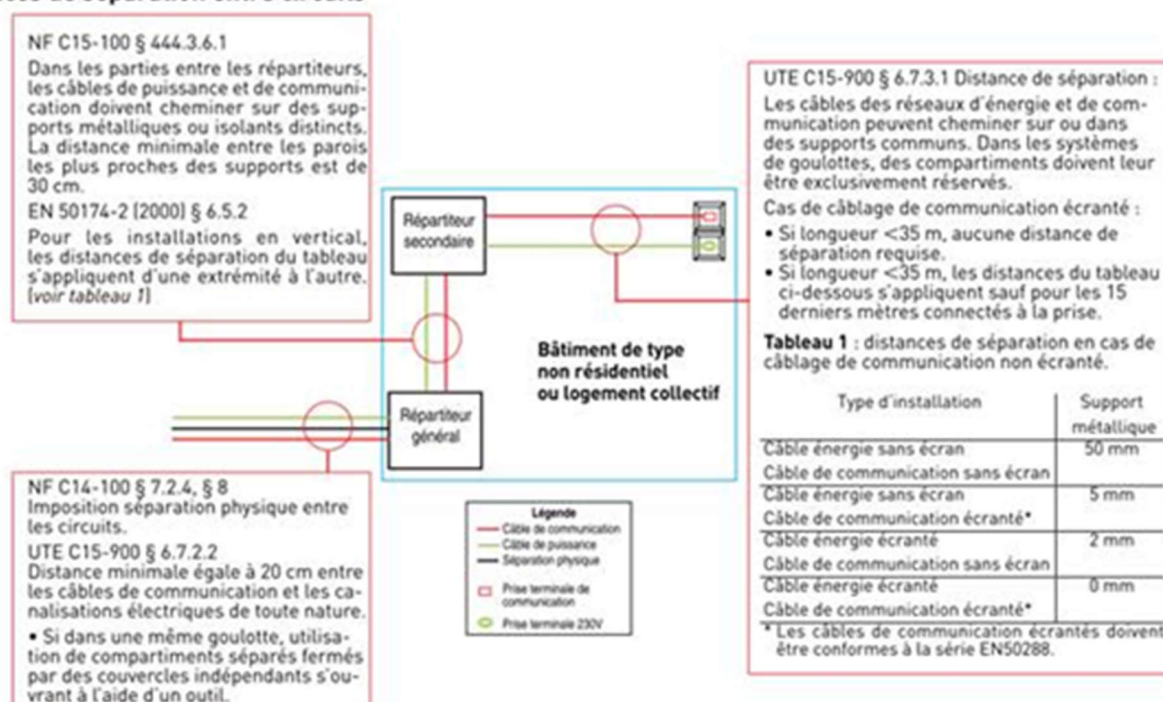
La séparation des réseaux courants forts et courants faibles respectera le principe suivant pour éviter tout problème de courants induits.

Les chemins de câbles courants faibles seront éloignés le plus possible des sources et réseaux suivants pour éviter tout phénomène parasite :

### ■ Réseaux courants forts :

- Distance mini 30 cm si cheminement parallèle > à 5,00 m
- Distance mini 5 cm si cheminement parallèle compris entre 3,00 et 5,00 m
- Distance mini 3 cm si cheminement parallèle < à 3,00 m

#### Distances de séparation entre circuits



- Générateur haut fréquences tel que radio, machines générant des transitoires à haute énergie tel que machinerie ascenseur : distance mini de 3,00 m
- Appareil avec de l'électronique : distance mini de 30 cm

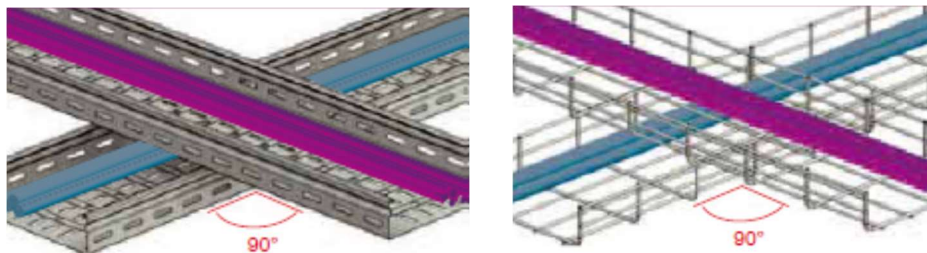
- Les bords de chemin de câble seront protégés par des joints adaptés permettant de ne pas abîmer les câbles par frottement



### 17.3 IMPLANTATION CHEMINS DE CABLES

Des supports communs seront envisagés pour tous les cheminements principaux, à base de goussets, échelles verticales et chemins de câbles latéraux permettant d'introduire latéralement les câbles préalablement déroulés au sol, sans démontage des suspentes.

Les croisements entre les chemins de câbles CFO et CFA se feront exclusivement à 90°.



### 17.4 CARACTERISTIQUES DES CHEMINS DE CABLES

Ces chemins de câbles seront réalisés :

- **Electricité Courants Forts:** en fils d'acier soudés, électro zinguée. La hauteur d'aile sera de 50 mm au minimum.
- **Electricité Courants Faibles :** en fils d'acier soudés, électro zinguée. La hauteur d'aile sera de 50 mm au minimum.
- **Electricité Sécurité Incendie :** en fils d'acier soudés, électro zinguée. La hauteur d'aile sera de 50 mm au minimum.

**Nota** : L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture et la pose de joint de bordure en caoutchouc aux extrémités des chemins de câbles pour ne pas détériorer les câbles

### 17.5 PASSAGE DANS LES MURS COUPE-FEU

Après le passage des câbles, il sera prévu :

- Un rebouchage des réservations avec panneau de laine minérale de type CFS-CT B de marque HILTI avec du mastic coupe-feu acrylique de type CFS-S ACR
- L'intégralité est appliquée de l'enduit coupe-feu de type CFS-CT de marque HILTI sur toute la surface des traversant
- Une protection supplémentaire sur les câbles et chemin de câbles sur 200mm avec l'enduit coupe-feu de type CFS-CT de marque HILTI
- Le calfeutrement sera réalisé selon l'Evaluation Technique Européenne ETE-11/0429 du 24 Novembre 2014.



### 17.6 PASSAGE AU DROIT DES JOINTS DE DILATATION

Les passages des chemins de câbles au droit des joints de dilatation (JD) se fera suivant le principe suivant :

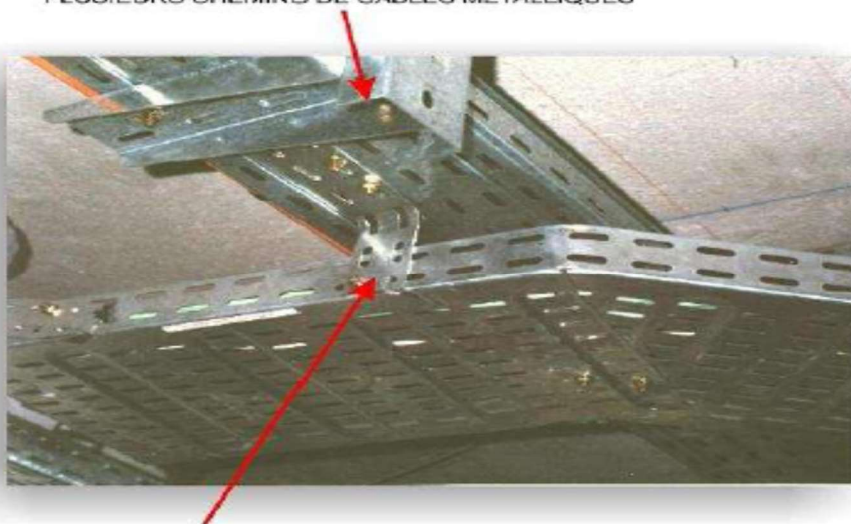
- Interruption du chemin de câble de part et d'autre du joint de dilatation
- Un mou de 15 cm sera laissé sur chaque câble à chaque joint de dilatation. Les supports et conduits devront être prévus en conséquence et laisser la liberté de mouvement au niveau de chaque joint

### 17.7 REPRISE ETANCHEITE

Au niveau des salles blanches, pour chaque cheminement, il sera prévu la reprise de l'étanchéité à l'aide de passes câbles étanches appropriés.



CES SUPPORTS EN EQUERRE PRESENTENT L'AVANTAGE D'ASSURER  
UNE CONNEXION ELECTRIQUE INFERIEURE AU MILLIOHM  
CE QUI REALISE UN EXCELLENT MAILLAGE LORSQU'ELLES SUPPORTENT  
PLUSIEURS CHEMINS DE CABLES METALLIQUES



CETTE PATTE LARGE ET COURTE EST UNE TRES BONNE INTERCONNEXION  
POUR LUTTER CONTRE LES PARASITES HAUTES FREQUENCES

## 17.8 CHEMINS DE CABLES EN TERRASSE

Les chemins de câbles extérieurs seront galvanisés à chaud.

Les chemins de câbles en terrasse seront toujours limités au maximum (quelques mètres), entre la crosse et l'équipement lui-même (**les crosses sont à la charge de ce présent lot**).

Les crosses seront en acier galvanisé, robustes, et auront un diamètre de 50 ou 80 mm suivant les besoins. Elles seront isolées part l'intérieur avec de la laine de minérale afin de limiter les sensations de froid pendant l'hiver.

Depuis la crosse, les canalisations seront posées sous fourreaux anti UV pour rejoindre le point terminal de raccordement.

Si besoin, des compléments en Chemin de câbles (**CDC**) seront prévus entre la crosse et les aboutissants.

Ils seront capotés et fixés sur dallettes béton au-dessus de l'étanchéité.

Le câble doit toujours pénétrer dans l'organe terminal sans pouvoir être touché par les UV.

### 17.8.1 Mode de pose

Il permettra une **protection solaire complète** des câbles C2 et CR1, depuis la crosse jusqu'au récepteur.

En terrasses, les chemins de câbles seront prévus capotés et posés sur des plots. Les plots seront fixés à des dallettes béton à prévoir pour lester les chemins de câbles (résistance au vent).

Ces CDC seront capotés et fixés sur dallettes béton au-dessus de l'étanchéité.

Le mode de pose permettra une protection solaire complète des câbles C2 - CR1, depuis la crosse jusqu'au récepteur :

- Mise en place de fourreaux anti UV type TINB 3422 IK 08 ou équivalent rejoignant le chemin de câbles



- Puis chemins de câbles capotés permettant une occultation solaire de 90% (dalle marine)
- Mise en place de fourreaux anti UV entre les chemins de câbles et le récepteur, le fourreau devant pénétrer par l'intermédiaire de presse étoupe.

## 17.9 DIMENSIONS

L'entrepreneur devra dans le cadre de ces travaux la fourniture, la pose et le raccordement de chemin de câbles pour la basse tension ainsi que pour tous les cheminements Courant faible et le SSI.

Notamment :

- Fourniture, pose et raccordement d'un chemin de câble pour la Basse Tension
  - Type : Cablofil GAC
  - Suspendu sous dalle à l'aide de supportage adapté
  - Largeur : 500/300/200 suivant les plans
  - Chemin de câbles repéré (étiquettes à mettre tous les 5m à minima)
  - Implantation : voir plan fourni en annexe
- Fourniture, pose et raccordement d'un chemin de câble pour la Basse Tension pour cheminement extérieur
  - Type : Cablofil GAC posé sur supportage adapté.
  - Largeur : 300/200 suivant le plan
  - Chemin de câbles capotés et repéré (étiquettes à mettre tous les 5m à minima)
  - Implantation : voir plans fournis en Annexe

L'entrepreneur devra dans le cadre de ces travaux pour les Courants Faibles et pour le SSI :

- Fourniture, pose et raccordement d'un chemin de câble CFA et d'un chemin de câble pour le SSI
  - Type : Cablofil GAC
  - Suspendu sous dalle à l'aide de supportage adapté
  - Largeur : 500/300/200 suivant plan
  - Chemin de câbles repéré (étiquettes à mettre tous les 5m à minima)

## 17.10 SUPPORTS

Le supportage est constitué :





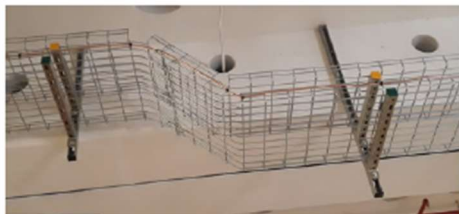

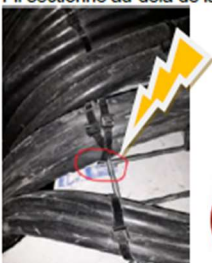





- De pendants centraux, avec chemins de câbles de chaque côté, permettant la pose des câbles sans obstacle.

Les charges doivent être réparties équitablement de chaque côté, aussi symétrique que possible; à minima, les CFO devant être placés de part et d'autre.

- Pour une nappe de chemins de câbles, les pendants latéraux, peuvent être déployer d'un seul côté.

Les embouts de fermeture des supports sont dédiés par fonction :

Exemple de bonne pratique (en vert) et mauvaise pratique (en rouge)

<p>Jonction de cdc avec ailes recouvertes de plaques écran aux angles: standard à suivre</p>  	<p>Jonction de cdc avec éclisses aux angles: refusé</p>  
 	<p>Fil sectionné au-delà de la traverse : refusé</p>  
<p>Coude vertical, par pliage d'1 seule longueur de cdc : exemple à suivre Le calfeutrement est précisé au § suivant</p>  	<p>Coude formé par 2 extrémités de chemins de câbles : refusé</p>  

**Repérage sur cdc et supports**

- Vert sur les CDC CFO et aux extrémités horizontales ou verticales des supports CFO
- Jaune sur les CDC et aux extrémités horizontales ou verticales des supports CFA
- Noir en dessous des supports communs sinon de la couleur du CDC

**17.11 MISE EN OEUVRE**

Les cheminements de câbles doivent être mis en œuvre en cohérence avec les mêmes données d'accélération, le risque majeur étant la rupture de cheminements, donc l'effondrement aussi bien au niveau des supports qu'aux passages des joints parasismiques. En conséquence, les chemins de câbles doivent être solidement fixés sur les parois ou plafonds au moyen de supports rigides résistant aux accélérations.

**Les fixations par tiges filetées sont strictement interdites.**



Les cheminements de câbles doivent être mis en œuvre en cohérence avec les mêmes données d'accélération, le risque majeur étant la rupture de cheminements, donc l'effondrement aussi bien au niveau des supports qu'aux passages des joints parasismiques.

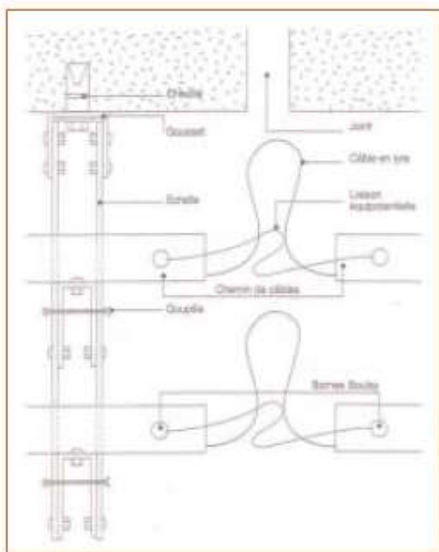
En conséquence, les chemins de câbles doivent être solidement fixés sur les parois ou plafonds au moyen de supports rigides résistant aux accélérations.

**Les fixations par tiges filetées sont strictement interdites.**

### **17.12 TRAVERSEE DE JOINTS SISMIQUES :**

Les chemins de câbles doivent être interrompus au droit des passages des joints parasismiques du bâtiment et à chaque raccordement sur les matériels comme les tableaux.

Lors de la mise en œuvre, les câbles devront comporter, suivant leur section une lyre (boucle à éviter) pouvant absorber les déformations engendrées par les secousses.



***Exemple de mise en œuvre avec lyre et continuité de terre***

### 17.13 CONDUITS ET COLLIERS

#### 17.13.1 Tubes IRL3321

Le cheminement des câbles en Locaux techniques, et les descentes en locaux techniques, se feront sous tube IRL3321 Ø adapté, compris support de fixation mural.

**Nota :** Les finitions par découpe à l'onglet des couvercles ou toutes autres dispositions de ce genre ne seront pas acceptées. L'entreprise devra obligatoirement utiliser les accessoires (embouts, angles, ...) réalisés par le fabricant



#### 17.13.2 Tubes IRL5557

Les cheminements nécessitant une protection mécanique seront posés sous conduits type MRL 5557.



### 17.14 CABLAGE ET DERIVATION

Les canalisations électriques seront en cuivre :

- Isolées au P.R.C. pour les canalisations principales et les alimentations spécifiques
- Isolées au P.V.C. ou au P.R.C. pour les canalisations secondaires
- Câbles résistant au feu de type CR 1 lorsque la réglementation l'impose : câbles à isolation et gaine extérieure élastomère de silicone, ruban de protection type PRECIPYR

Dans tous les cas d'installations réalisées avec ces câbles résistant au feu, toutes les protections, jonctions, dérivations, etc. ... seront obligatoirement choisies dans un type de matériel qui assurera la continuité de la résistance au feu.

Les câbles CR1 installés en extérieur seront obligatoirement sous conduits anti-UV.

Tous câbles extérieurs seront installés en chemins de câbles capotés et repérés.

Dans tous les cas, l'isolation correspondra à l'usage du courant transporté et à la protection mécanique pour le type du local traversé.

Pour les transports de grosses puissances, l'emploi des conducteurs aluminium ne sera admis qu'en cas de moins-value.

Dans ce cas, toutes les connexions cuivre / aluminium devront être réalisées par des éléments bimétal.

Les canalisations en câbles unipolaires devront être posées en "trèfle" regroupant à chaque fois les phases et le neutre afin d'éviter des échauffements

Les câbles seront attachés par collier de type RILSAN ou équivalent espacés de 1,00 m au maximum.

Aucune contrainte mécanique ne sera tolérée au moment de leur pose.

Avant leur mise en service, tous les câbles, sans exception, seront contrôlés, en particulier en ce qui concerne la mesure des isollements et de leur repérage.

### 17.15 BOITES DE JONCTION

Il ne sera pas toléré de boîtes de jonction sur les parcours entre les points normalement prévus pour leur raccordement (continuité physique).

Les raccordements, imposés par les dérivations des circuits, seront effectués dans des boîtes réservées à cet effet, et exécutés à l'aide de bornes uniquement.

Ces boîtes seront repérées sur les plans et schémas d'exécution et implantées aux endroits les rendant discrètes et accessibles en permanence.

Les boîtes de raccordements seront en général placées sur l'aile des chemins de câble en faux plafond des circulations, à l'axe des locaux desservis et seront clairement et repérées de façon pérenne.



Les boîtes de raccordements seront en général placées sur l'aile des chemins de câbles en faux plafond des circulations à l'axe des locaux desservis et seront clairement repérées (de façon pérenne).

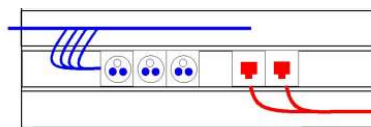
L'ensemble des boîtes de dérivation seront repéré faisant apparaître le circuit et le disjoncteur alimentant le ou les circuits concernés.

Le présent lot pourra choisir une solution autocollante ou manuscrite, mais dans tous les cas l'inscription devra être lisible et claire.

### 17.16 GOULOTTES

La distribution terminale dans les locaux type (Salle de reunion etc...) de l'ENS se fera dans des goulottes d'appareillage 3 compartiments, PVC couleur Blanche, (clippage des appareillages 45x45 direct).

- Câbles de distribution électrique installés dans le compartiment supérieur,
- Appareillages électriques et VDI installés dans le compartiment intermédiaire,
- Câbles horizontaux VDI installés dans le compartiment inferieur (Fibre ,RJ45)



**Nota :** Les finitions par découpe à l'onglet des couvercles ou pas acceptées. L'entreprise devra obligatoirement utiliser les accessoires (embouts, angles, ...) réalisés par le fabricant.

## 18 GESTION DES POINTS CENTRALISES

### 18.1 PRESCRIPTION SPECIFIQUES

L'ensemble des prestations liés à l'automatisme et la régulation devront être conformes aux documents suivants :

- Cahier des Clauses Techniques Général SUPERVISION .
- Carnet de synoptiques GTC.
- Liste Prévisionnelle des points Contrôle Commande GTC.

Un automate en tête des boucles daisy chain (Hors lot) contiendra l'ensemble des programmes.

Le développement de ces programmes est à la charge **du lot GTC supervision**, sur la base de la table d'échange, et de l'analyse fonctionnelle, produite par le **présent Lot**, et validé par le Maitrise d'oeuvre.

## 18.2 ARMOIRE GTC ACTUELLE

Une armoire GTC est existante dans le bâtiment ENS existant et comprend de nombreuses liaisons GTC actives et non actives.

Les travaux de repérage seront nécessaires afin de déterminer ce que l'on conserve et ce que l'on exploite pour la nouvelle installation.

## 18.3 ARMOIRE GTC FUTURE

Le projet comprend la fourniture d'une nouvelle Armoire GTC qui aura les caractéristiques suivantes :

- Armoire métallique avec porte fermée à clé
- Intégration de l'automate de type SIEMENS ou équivalent.
  - Surveillance des cellules HT
  - Enregistrement et archivage des consommations électriques , (possibilité de se raccorder sur la supervision existante )
- Intégration de l'Alimentation Electrique Sécurisé pour cet automate (autonomie : 1h)
- Protections électriques
- Connection sur le réseau IP du site
- Equipé d'une IHM (Interface Homme Machine)
- Bornier GTC
  - Filerie vers Cellules HT
  - Filerie vers compteurs ELEC

Cette Armoire GTC futur permettra :

- La supervision locale de l'ENS permettant de centraliser et d'afficher localement les alarmes ou défauts des équipements de la nouvelle ENS
- La supervision centralisée permettant la retransmission à la GTC des alarmes et/ou défauts des équipements de l'ENS

Cette Armoire GTC futur permettra également le report des défauts et états (sans être exhaustives) à savoir :

- Position Interrupteurs arrivée
- Report des informations des Système de supervision des réseaux
- Fusion fusible transformateur de potentiel
- Défaut de chaque disjoncteur de branchement HTA

- Relais de protection numérique (SEPAM)
- Manque tension 48V
- Manque tension auxiliaire 230V
- Défaut de la cellule « Arrivée Interrupteur »
- Défaut de chaque disjoncteurs simple sectionnement
- Alarmes défaut du transformateur
- Alarmes 1er seuil température du transformateur

#### 18.4 CABLAGE GTC

Toutes les informations de positions et de mesures issus du TGet des TD seront ramenées sur un (des modules ES GTC) fournis par le lot CVC à l'électricien qui les intégrera dans ses tableaux.

Cela concerne :

- Les alarmes (TA)
- Les télésignalisations (TS)
- Les télécommandes (TC)
- Les télécomptages et télémesures <sup>TM</sup>

A titre d'exemple, il pourra être prévu :

TC	25
TA	50
TS	20
TM	60

Liste non exhaustive

La liste et le nombre de points seront établis en coordination avec les autres lot.

#### 18.5 SOUS REPARTITEUR GTC

Batiment ENS

L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement des Sous Répartiteurs dont les caractéristiques techniques sont définies dans le CCTP-CFA :

## 18.6 RESEAU DE COMMUNICATION GTC

L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement de liaisons Cuivre dont les caractéristiques techniques sont définies dans le CCTP-CFA :

## 18.7 CONNECTIQUE OPTIQUE ET PRISE TERMINALE RJ45

### Bâtiment ENS

L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement de prises RJ45 dont les caractéristiques techniques sont définies dans le CCTP-CFA :

## 18.8 MODULE ENTREES / SORTIES

L'entreprise de ce présent lot raccordera ses Modules E/S sur le réseau IP précédemment évoqué, depuis les prises RJ45 disposées à proximité, dont les caractéristiques techniques sont définies dans le **CCTP-CFA** :

### Bâtiment ENS

L'entrepreneur devra fournir, la pose et le raccordement des Modules E/S permettant les remontées des points GTC et auront les caractéristiques suivantes :

## 18.9 POINTS GTC

***Se référer à la liste de points E/S du lot concerné***

## 19 Regulation

### 19.1 INTRODUCTION

Ce document décrit les exigences pour l'ajout d'un nouveau PLC de marque **SIEMENS**.

Ce système PLC Siemens typique comprend plusieurs composants clés fonctionnant ensemble pour contrôler un processus d'automatisation industrielle.

Unité centrale de traitement (UC) :L'UC est le cerveau de l'automate programmable industriel (API). Elle exécute le programme et contrôle les modules d'entrée et de sortie.

Le PLC Master veillera à faire piloter l'ensemble des automates de l'ENS afin de réaliser la distribution de puissance de l'ENS.

***Une intervention devra être prévue sur les automates mis en place ,afin de faire la connexion avec l'automate Master.***

## 19.2 GENERALITES

### Cable cuivre

La distribution cuivre sera réalisée à partir de câbles écrantés U/FTP 4 paires torsadés monobrin, Blindé par paire, d'impédance caractéristique de 100 Ohms, adaptés pour les liaisons de classe EA et appartenant à la catégorie 7.

Tous les câbles doivent être sans halogène et se conformer aux normes de résistance au feu.

L'installateur devra fournir les certificats de conformité (effectué par un laboratoire de tests indépendant) des performances Catégorie 7 du câble

**Le type de câble à mettre en place devra recevoir l'approbation du Maitrise d'oeuvre avant sa mise en place**

Les fibres optiques seront connectées sur le site.

Il est indispensable que le type de câble à fibres optiques choisi réponde à toutes les contraintes d'environnement envisageables (présence d'eau nécessitant une étanchéité longitudinale et radiale, présence de rongeurs, passage en intérieur ou/et extérieur, ...)

Sauf avis contraire, le câble sera de construction diélectrique et ne contiendra aucun élément métallique

## 19.3 PANNEAU DE BRASSAGE OPTIQUE

Les panneaux de brassage optique seront dimensionnés selon le standard 19" pour permettre leur installation dans des baies standard. Un système coulissant permettra l'installation et toute opération ultérieure sans démontage.

Se conférer au CCTP CFA:

## 19.4 PANNEAU DE BRASSAGE RJ45 DATA CUIVRE

Les panneaux de brassage RJ 45 seront dimensionnés selon le standard 19" pour permettre leur installation dans les baies standards et seront d'une hauteur maximale de 2U.

Ils devront pouvoir accueillir 24 ou en cas de manque de place 32 connecteurs RJ45.

Les emplacements non équipés de prises RJ45 seront munis d'un obturateur.

Les répartiteurs 19" seront obligatoirement équipés de facilités de repérage ou d'étiquetage des connecteurs, ainsi que d'un rebord « support de câbles » en face arrière, sur lequel les câbles seront impérativement sécurisés à l'aide de serre-câbles.

### 19.5 CORDONS DE BRASSAGE « CUIVRE »

Pour obtenir les performances de Classe EA, les cordons de brassage Catégorie 7. Tous les connecteurs des cordons Catégorie 7 sont de type générique « Deembedded » avec manchon de protection.

Ils sont de la même marque que celle utilisée pour la constitution du lien permanent (Permanent Link), et référencés au catalogue du fabricant, afin de pouvoir bénéficier de la garantie constructeur sur le canal de transmission (Channel).

Le câble utilisé dans la constitution des cordons répond à la norme Catégorie 7.

Le cordon comprend 4 paires torsadées, constituées de fils de cuivre multibrins. L'impédance de toutes les paires est de 100 Ohms.

Les connecteurs sont munis de manchons de protections.

Le câble utilisé dans la constitution des cordons répond à la Catégorie 7. La gaine extérieure est réalisée dans un matériau qui ne produit pas de fumée toxique (SA-SD) en cas de feu et qui possède des propriétés ignifuges (Flame Retardant).

Pour les cordons de brassage dédiés à la téléphonie (dont le nombre sera précisé par le Maître de l'Ouvrage), la couleur de la gaine peut être différente afin de les différencier des autres câbles de l'installation.

### 19.6 IDENTIFICATION ET REPERAGE DES LIAISONS

Toutes les liaisons doivent être clairement repérées sur les connecteurs, modules et prises, auxquels elles aboutissent (nom de la société, date de l'installation, caractéristique de la liaison, caractéristique du câble, etc...).

Le repérage se fait de manière lisible et indélébile par des étiquettes d'identification inamovible sur les modules des répartiteurs ainsi que sur les prises dans les locaux (marquage à placer derrière le plexi de protection).

Les câbles doivent être identifiés au moins à leurs deux extrémités avec un numéro d'ordre.

La codification des numéros de prise est définie par le Maître de l'Ouvrage en cours de chantier.

### 19.7 TESTS STATIQUES

Ces tests ont pour objet de vérifier que les connexions sont réalisées correctement et que les câbles n'ont pas été endommagés durant la pose. Il faut vérifier que :

- L'isolement entre les conducteurs est correct,
- La continuité entre les conducteurs est correcte,
- L'ordre de connexion des conducteurs est conforme (contrôle du dépairage),
- Les longueurs des liaisons ne dépassent pas les valeurs imposées par la norme (100 mètres),
- La détection des ruptures d'impédances sur les paires (réflectométrie) est correcte,
- La mise à la terre des armoires est effectuée,
- Toutes les liaisons ont été contrôlées.

### 19.8 TEST DES LIAISONS « CUIVRE »

Toutes les liaisons « cuivre » (100 %) doivent être testées en configuration « Permanent Link ». Les résultats doivent être supérieurs aux valeurs données par les normes de configuration

Tous ces tests sont effectués à l'aide d'un testeur de niveau III, dans sa version logicielle la plus récente,

Les fiches de mesures fournies sous le format USB sont également exigées.

Chaque fiche de test doit indiquer :

- La date du test,
- L'identification du lien,
- L'affectation des paires (WIRE MAP),
- la longueur des paires,
- L'impédance,
- La résistance de boucle (DC LOOP RESISTANCE)
- La perte par insertion (INSERTION LOSS)
- La paradiaphonie (NEXT et PS NEXT)
- La télédiaphonie (FEXT et PS FEXT)
- Le rapport Signal/Bruit (ACR et PS ACR / ELFEXT et PS ELFEXT),
- La perte par réflexion (RETURN LOSS),

- Le délai de propagation (PROPAGATION DELAY),
- L'écart de propagation (SKEW),

En outre, la copie du certificat d'étalonnage ou la preuve d'achat (pour un appareil de moins d'un an) du testeur doit accompagner le rapport de test final.

L'ensemble de ces tests est à la charge de la présente entreprise.

### 19.9 TEST DES LIAISONS OPTIQUES

Toutes les liaisons optiques (100 %) devront être mesurées en perte d'insertion à l'aide d'un système d'injecteur et de récepteur suivant le standard ISO/TEC 14 763-3.

Ces mesures ont pour but d'assurer qu'aucune anomalie n'est présente sur la liaison optique :

- Défaut de raccordement,
- Atténuation élevée.

Les fiches de mesures que l'opérateur remplira seront imprimées pour le cahier de recette, une version lisible sous format CD ROM sera également exigée.

Chaque fiche de test devra au minimum indiquer :

- La date du test,
- L'identification du lien,
- La longueur de la fibre,
- L'atténuation mesurée à 850 nm et à 1300 nm.

Les tests seront effectués avec une source lumineuse et un récepteur adapté au type de fibre.

La norme ISO/IEC 14763 définit l'installation et le fonctionnement des systèmes de câblage structurés.

La partie 3 de ce document détaille les procédures de tests à appliquer pour qualifier le sous câblage fibre optique étudiée en conformité avec la norme ISO/IEC 11801 : 2002 et installé en suivant les prescriptions de la norme ISO/IEC 14763-2 (Planning et installation des systèmes de câblages structurés).

En ce qui concerne les fibres multimode, la procédure de test sera basée sur l'utilisation de la méthode 2 de l'IEC 61280-4-1 (méthode avec 1 cordon de brassage, voir en annexe).

Cette procédure est utilisée pour tester les liens pour lesquels l'atténuation due aux connecteurs représente une part importante de l'atténuation totale du lien.

Or, c'est précisément le cas des câblages LAN.

Les appareils de tests seront conformes à la norme ANSI/TIA/EIA-526-14-A.

Les sources optiques seront conformes à la norme ANSI/TIA/EIA-455-50B.

Pour les fibres monomode, la procédure de test à utiliser reprend le même principe. Cette procédure est définie par la méthode 1a de la norme IEC 61280-4-2.

Les appareils de test seront conformes à la norme ANSI/TIA/EIA-526-7-A.

### **Garantie des composants et de la solution globale (25ans)**

L'installation et les composants de câblage sont garantis en tant que système conforme aux normes précitées au travers de l'installateur par le fabricant du système. Celui-ci analyse les tests que l'installateur lui remet et attribue son certificat en cas de conformité totale à ses critères.

Pendant la période de garantie (25 ans), l'installateur est tenu de remédier à toutes les anomalies survenant sur l'installation réalisée.

Il devra procéder à ses frais (pièces, main d'œuvre et déplacements), au contrôle et au remplacement de tout élément défectueux.

Si des anomalies persistent, le Bureau d'études ou le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit de procéder, à la charge de l'installateur et pendant la période de garantie, à tous les essais qu'il jugera nécessaires.

L'installateur devra certifier qu'il possède toutes les compétences, le savoir-faire et le personnel qualifié en nombre suffisant pour réaliser les travaux.

Il devra fournir toutes les attestations nécessaires qui certifient ses compétences auprès du constructeur (et telles que définies par lui) et qui permettront d'obtenir la garantie de celui-ci (charte, certificat, agrément, ...).

A l'issue des travaux, l'installateur fournira les garanties du constructeur, dans la solution de câblage proposée.

L'installation devra être conforme à toutes les spécifications techniques d'installation définies par le constructeur de chaque produit.

### **Switch scalance siemens**

Switch avec double entrée/sortie pour réception de la fibre optique et nombre ports suffisants avec de la réserve pour l'entrée/sortie en liaison cuivre avec les PLC. Voir schéma de réseau.

## 19.10 EXIGENCES FONCTIONNELLES

### Infrastructures

- 1 nouvelle armoire et un coffret seront installés.
- Le PLC Master sera installé dans le local serveur proche du collecteur de distribution de puissance, un ilot d'entrées et sorties déportées sera installé dans chaque armoire de la boucle optique (coffrafin de piloter les vannes et remonter les données de pression/température.
- Le PLC Master sera capable de communiquer avec tous les PLC des chillers présents sur le réseau, de piloter les nouvelles vannes installées lors de ce projet et de remonter les nouvelles données de température et pression de la boucle de distribution de puissance.
- Le PLC Master et ses remote IO seront de type Siemens permettant une communication Modbus avec 4 chillers.
- Chaque vanne comprendra une DO de commande d'ouverture et 2 DI de retour de position ouvert et fermée, soit 24 DI et 12 DO.
- Les mesures analogiques seront de 8 par chiller, soit 24 au total réparties comme suit :
  - 2 AI (pression et température par départ du collecteur), connectées sur le PLC Master soit 4 AI par chiller
  - 1 AI de pression pour chaque ligne au niveau du chiller, connectées sur le PLC Master soit 2 AI par chiller.
  - 1 AI de température par ligne au niveau du chiller, connectées sur le PLC chiller permettant la régulation de vitesse des pompes soit 2 AI par chiller
- En façade de l'armoire PLC (Salle serveur), un HMI Siemens type TP700 sera installé reprenant le synoptique de l'installation PLC.

### 19.11 COMMUNICATION

- Un réseau de communication doit être établi entre les différents PLC. Celui-ci sera composé d'une boucle en fibre optique reliant les 2 tableaux.
- Dans chaque nouveau tableau, un patch panel sera installé
- Des switchs Siemens manageable seront installés dans chaque nouveau tableau. Ceux-ci comprendront une double connexion optique pour être intégré à la boucle. Le switch du coffret devra disposer de 4 connexions cuivre, les 2 autres devront en disposer de 8

- Le protocole de communication sera le protocole Modbus TCP sauf pour les PLC qui ne le permettent pas. Pour ceux-ci, une passerelle de communication Bacnet/Profinet sera installée.
- La communication entre le PLC master et ses remote IO sera en Profinet
- Un câble réseau sera tiré de l'armoire PLC vers le nouveau switch installé dans le local informatique.

### 19.12 REGULATION

- Le nouveau PLC master doit être capable de piloter et remonter les informations suivantes des autres PLC (commande et statut de marche, statut de défaut, consigne de puissance, retour de puissance, statut des pompes, température de retour, vitesse des pompes).
- Par chiller, 2 sondes de températures seront ajoutées pour piloter la vitesse des pompes. Cette gestion sera réalisée dans les PLC des chillers.
- Les PLC existants devront être modifiés pour pouvoir fonctionner en esclave ou de manière indépendante.
- Une cascade de fonctionnement des chillers doit être implémentée selon l'analyse fonctionnelle. Le nombre de chillers en fonctionnement et leur puissance sera fonction de la demande globale de l'installation et de la disponibilité des chillers. En cas de perte d'un chiller, la cascade sera automatiquement recalculée.
- La demande globale de l'installation sera calculée en fonction du débit des pompes, défini par leur vitesse.
- La gestion des coupures d'alimentation sont prévues et traitées selon l'analyse fonctionnelle.
- Une rotation des chillers d'1MW doit être prévue pour uniformiser les heures de fonctionnement tel que décrit dans l'analyse fonctionnelle
- Une gestion de vérification de la communication devra être implémentée afin de garantir le mode de fonctionnement (esclave ou indépendant)
- Le nouveau PLC du chiller 7 doit piloter sa ligne de production.
- Le chiller 5 est capable de récupérer les calories produites. Lorsque la température extérieure descend en-dessous de 10°C et uniquement dans ce cas, le chiller 5 passera prioritaire dans la rotation des chillers de 1MW. Une sonde extérieure sera ajoutée.

### 19.13 PLC MASTER

Le PLC MASTER doit être installé dans l'armoire électrique salle serveur

**Marque : SIEMENS**

### 19.14 HMI

Le HMI doit être installé dans l'armoire électrique salle serveur

**Marque : SIEMENS**

## 20 INSTALLATION PROVISOIRE DE CHANTIER

### 20.1 INSTALLATIONS DE CHANTIER PROJET

L'entrepreneur de ce présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement de :

- Mise en place d'un Tarif Vert pour le projet Laboratoire ENS
  - Tableau HT
  - Transformateur de puissance 630kVA
  - TG« Base Vie Chantier »
  - Y compris démontage et enlèvement en fin de chantier,
- Un Tableau Général Basse Tension « Base Vie Chantier » intégrant les départs suivants :
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Bungalow – Projet Laboratoire »
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Bungalow – Entreprise »
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Chantier – SPARE »
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Chantier – SPARE »
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Chantier – SPARE »
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Chantier – SPARE »
  - Un départ pour l'Armoire Divisionnaire « Chantier – SPARE »
  - Un départ pour coffret Electrique « Poste de Garde Chantier »
  - Un départ pour Station Relevage EP provisoire
- Une Armoire Divisionnaire « Chantier - Facilities » intégrant les départs disjoncteurs pour les forces motrices importantes :
  - Localisation : Extérieur à proximité de la zone « Chantier»
  - Alimentation électrique pour grue (si nécessaire)
  - Alimentation électrique pour les coffrets de chantier (nombre : 2)
  - Divers (Eclairage, ...)
- Un Coffret Electrique « Poste de Garde Chantier »

- Les luminaires de chantier de type Ruban LED (intérieur) et de type Projecteur LED (extérieur),
- Le câblage et les cheminements.

## 21 INSTALLATIONS DE CHANTIER

Le présent aura à sa charge la mise en place des coffrets électriques de chantier, ainsi que de l'éclairage de chantier.

Il sera prévu par le titulaire du présent lot une installation de chantier conforme au décret du 14 novembre 1988 et comprendra :

- Les armoires de chantier,
- L'éclairage provisoire des locaux du chantier et l'éclairage de sécurité provisoire
- Le supportage des câbles d'alimentation divers dit « volant » ainsi que leurs protections mécaniques Les cheminements des câbles d'alimentation des coffrets et/ou éclairage, seront protégés mécaniquement contre les chocs ou l'écrasement.



### 21.1 ARMOIRE CHANTIER

#### ARMOIRE DIVISIONNAIRE « CHANTIER »

L'Armoire Générale de Chantier aura les caractéristiques suivantes :

- Indice de service IP55 / IK08
- Disjoncteur général 40A diff 30Ma
- Disjoncteur secondaire 32A / 16A
- Minimum de 4 PC (2P+T, 16A), 2 PC Tri (3P+N+T, 16A), et 2 PC Tri (3P+N+T, 32A),
- Arrêt d'Urgence de type Coup de Poing

- 
- Départs spécifiques :
  - Grue : Nombre : 1
  - Coffrets de chantier : nombre : 2,
  - Eclairage Intérieur / Extérieur.

Y compris démontage et enlèvement en fin de chantier,

## 21.2 ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

Toutes les alimentations électriques seront disposées sous fourreau qui chemineront en aérien pour ne pas déranger le chantier.

Les alimentations électriques seront de type H07RNF.

Les sections de câbles devront respecter les normes en vigueur tel que la norme NF C 15-100 (mode de pose, chutes de tension, ...).

L'entrepreneur de ce présent lot devra (en souterrain ou aérien) la fourniture, la pose et le raccordement de :

- Coffrets de chantier,
- Eclairage Extérieur,
- Equipements divers.

Le nombre d'alimentations électriques sera évolutif en fonction de l'avancement du chantier.

## 21.3 COFFRET DE CHANTIER

Les travaux comprennent :

- La fourniture, la pose et le raccordement de coffrets de chantier IP 44 double isolation, avec coup de poing d'arrêt d'urgence comprenant chacune :
  - Un disjoncteur différentiel 30 mA tétrapolaire 4 x 40A
  - 4 prises de courant 2 x 10/16 A + T
  - 1 prise de courant 4 x 32 A + T
  - Les protections individuelles de chaque prise
  - 1 voyant de mise sous tension
  - 1 Arrêt d'urgence



## 21.4 ECLAIRAGE INTERIEUR / EXTERIEUR

Un éclairage de chantier sera à installer dans les zones suivantes :

- Voie dédiée aux piétons (au niveau des cantonnements),
- Zone de travaux intérieurs et extérieurs
  - L'éclairage du chantier et l'éclairage d'appoint ponctuel nécessaire aux différents corps d'état. Cet éclairage de chantier pourra être réalisé par luminaire étanche IP65/IK08 type DEVEO de marque TRILUX ou équivalent ou par le biais de cordon lumineux LED type LONG FLEX 10W/M (longueur de 50ml) de marque EUROPOLE ou équivalent (compris connecteur de raccordement sur prise électrique 10/16A+T.

L'ensemble du câblage installé le long des voiries sera protégé mécaniquement contre l'écrasement.

## 22 PRESTATIONS DE FIN DE CHANTIER

### 22.1 GENERALITES

Les essais seront effectués au fur et à mesure de l'avancement des travaux, suivant un planning établi par la Maîtrise d'Œuvre, et l'entreprise.

Les essais et contrôles sont à la charge de l'entrepreneur du présent lot qui fournira les procès-verbaux de chaque essai.

### 22.2 CONTROLES

En cours et en fin de travaux, il sera procédé à des contrôles quantitatifs et qualitatifs des fournitures et mises en œuvre par rapport aux pièces du marché de l'entreprise.

Les essais seront exécutés suivant les fiches techniques AQC avec procès-verbaux correspondants.

Si les résultats constatés ne sont pas satisfaisants, l'entrepreneur sera tenu de commencer dans le délai de huit jours, tous les remplacements, modifications, réparations ou adjonctions nécessaires, le tout à ses frais.

Après exécution de ces ouvrages, il sera procédé à de nouveaux essais. Si ces derniers ne sont pas encore satisfaisants, l'installation pourra être refusée en tout ou partie suivant dire d'un expert choisi, d'un commun accord par les deux parties.

Dans ce cas, l'entrepreneur supportera, par ailleurs, les dépenses de toutes natures résultant de la mauvaise qualité de son installation.

Tous les essais pourront être différés tant qu'une part quelconque des fournitures ou travaux ne sera pas acceptée ; les conséquences en découlant restent à la charge de l'entreprise.

Toute défectuosité constatée sera immédiatement réparée par l'entrepreneur. Les résultats feront l'objet d'un rapport détaillé signé par les représentants de l'entrepreneur.

Les essais pourront être effectués seulement après la remise de la notice de Conduite et d'Entretien par l'entrepreneur.

Toutes les manœuvres seront effectuées par le personnel de l'entrepreneur, sous sa responsabilité, chaque essai pouvant être répété deux ou plusieurs fois.

### 22.3 ESSAIS

Les essais porteront sur le fonctionnement de tous les équipements posés par le présent lot avec fourniture de procès-verbaux.

L'entrepreneur du présent lot devra procéder aux essais et vérifications de fonctionnement de ses installations conformément aux dispositions figurant dans le document technique AQC.

Les résultats seront transcrits sur des procès-verbaux établis suivant les modèles figurant dans le document AQC.

L'entrepreneur doit mettre à la disposition du Maître d'Ouvrage et de la Maîtrise d'œuvre tout le personnel et les appareils de mesure nécessaires à la réalisation des vérifications et des essais.

Les appareils de mesure doivent être agréés au préalable par des agents techniques chargés de la réception (entrepreneur).

En tout état de cause, les essais d'étanchéité seront effectués avant la fermeture des gaines.

#### Essais électrique

- Vérification de la bonne exécution du réseau basse tension

#### Essais Acoustiques

- Vérification des niveaux sonores

#### Essais régulation et asservissements

- Vérification du bon fonctionnement des asservissements et télécommandes et de l'ensemble de l'AF.

### **22.4 VISITE PREPARATOIRE A LA RECEPTION**

Il est procédé, avant la mise en service, en présence de l'entrepreneur sous-traitant ou de son représentant qualifié, à la vérification :

- De la conformité des installations suivant le présent descriptif, les normes et règlements en vigueur,
- De la bonne exécution des installations réalisées, selon les règles de l'art,
- A des contrôles-sondages

Sont notamment vérifiés lors de cette pré-réception :

- Les marques, la qualité et la mise en œuvre du matériel,
- Les appareils de contrôle de sécurité et d'alarme.

Les fournitures manquantes devront être mises en place, celles reconnues insuffisantes ou défectueuses, remplacées et les défauts de montage rectifiés.

Si pour une raison quelconque après leur constatation, il était décidé de conserver les fournitures ou dispositions conformes aux pièces décrites, il serait fait un abattement du forfait.

Tous essais et contrôles pourront être rectifiés tant qu'une part quelconque des travaux et des fournitures ne sera pas acceptée. Les conséquences en découlant restent à la charge du présent lot.

### **22.5 ASSISTANCE TECHNIQUE DE MISE EN SERVICE**

L'entrepreneur prendra toutes dispositions pour assurer à sa charge l'assistance technique de mise en service pour les prestations de son lot.

L'entreprise devra également fournir, lors de la réception, la liste des pièces détachées et des matériaux de rechange à faire accepter par le Maître d'Ouvrage et par la Maitrise d'oeuvre, un mois avant la date de réception. En cas de défaillance dûment constatée, cette assistance sera confiée, à ses frais, à une entreprise spécialisée.

## 22.6 GARANTIE

La période de garantie commence le jour de la réception globale de l'opération.

Pendant la période de garantie, l'entrepreneur est tenu de remplacer, à ses frais, tous les éléments qui seraient reconnus défectueux et de prendre à sa charge les travaux relatifs.

Les remplacements devront s'effectuer dans un délai de 5 jours à partir d'une lettre lui notifiant ces travaux. Dans le cas d'urgence, ce délai est réduit à l'instantané.

L'entrepreneur demeurera responsable de tous les accidents qui pourront résulter de la fabrication, de la combinaison ou de l'installation de ses appareils, ainsi que des dommages et intérêts qui pourraient être réclamés par suite de ces accidents.

S'il survient, pendant le délai de garantie, une avarie dont la réparation incombe à l'entrepreneur, un procès-verbal circonstancié sera dressé et lui sera notifié.

S'il négligeait de faire la réparation dans le délai fixé, l'avarie serait réparée d'office à ses frais.

Aucune réparation de fortune ne sera tolérée et l'appareil complet sera échangé sous garantie et la garantie sera prolongée, pour cet appareil, d'une durée égale à celle d'origine.

Les garanties pour le matériel fourni par l'entrepreneur sont celles fixées par les normes en vigueur et par les conditions syndicales de vente des constructeurs.

La garantie ne s'applique pas au cas où l'avarie serait causée par une négligence, un défaut d'entretien (sous réserve que l'entreprise ait donné au Maître d'Ouvrage, un guide d'usage et d'entretien précis), d'utilisation irrationnelle ou défectueuse et de cas de force majeure, ni aux détériorations causées par des tiers (dans ce cas, l'entreprise devra apporter la preuve de son absence de responsabilité).

Par ailleurs, cette garantie d'un an après réception des travaux ne préjuge en rien sur la garantie générale découlant des publications et règles en vigueur qui déterminent les conditions générales de garantie dues par l'entreprise.

Ainsi, même réceptionné et même après un an de garantie, il reste entendu que tout vice d'installation, même décelé postérieurement à cette période et ayant entraîné des accidents (incendie, etc...), sera imputable à l'entreprise qui devra la réparation des dommages causés tant à l'installation qu'à des tiers.

## 22.7 NETTOYAGE, MISE A GRIS, MISE A BLANC

L'entreprise devra le nettoyage des locaux dans lesquels elle sera intervenue, ainsi que l'évacuation de leurs gravois, déchets et emballages.

L'entreprise doit réaliser le nettoyage toutes les semaines pour la réunion de chantier, voir tous les jours si nécessaire, aucuns déchets ne peut rester sur le chantier.

Si ces prescriptions n'étaient pas respectées, elles seraient imputées à l'entreprise défaillante, chaque fois que l'origine des gravois pourra être définie.

L'entreprise aura également à sa charge la mise à gris et la mise à blanc des locaux classés.

## 23 Mise en service - Reception FAT/SAT

### 23.1 DEFINITION DU PROCESSUS

Le processus de Commissioning, de Mise en Service et de Réception des lots du présent marché permet de s'assurer que le système livré par l'Entrepreneur répond en tout point au présent cahier des charges et que le transfert des installations réalisées pour ENS a lieu dans le respect des attendus.

Les différentes étapes de ce processus sont :

- Inspections (Audit) / Acceptation Usine (FAT) : Cette partie regroupe le suivi des fournisseurs, la vérification de la phase de fabrication et l'approvisionnement du matériel en usine, ainsi que les aspects documentaires associés. Cette phase, sous la responsabilité de l'équipe d'inspection et du fournisseur, se termine par la réalisation des FAT et l'approbation du rapport de FAT, en vue de l'autorisation de la livraison du matériel sur site.
- SAT statiques : cette partie de tests statiques est une étape qui intervient à la fin des opérations de montage et installation, réalisées sur site. Cette phase, sous la responsabilité du fournisseur, se termine par l'acceptation des tests statiques réalisés.
- Mise en Service et SAT dynamiques : cette partie de tests dynamiques couvre l'ensemble des activités de réglage, d'essais, d'étalonnage, de mise en service des installations sur site.
- Cette phase, sous la responsabilité du fournisseur, se termine par la réception définitive et autorise le démarrage des qualifications pour les systèmes concernés.

- Réception définitive : cette étape consiste au transfert de l'installation réalisée suivant le présent cahier des charges de l'Entrepreneur à l'ENS. A cette étape, les performances attendues sont conformes à celles spécifiées.

### 23.2 PROTOCOLE DES TESTS ET PROCES-VERBAUX

L'Entrepreneur rédigera les fiches de test et procès-verbaux pour les phases de FAT, SAT statiques et SAT dynamiques. Les Fiches de tests/procès-verbaux devront contenir obligatoirement :

- Critères d'acceptation définis dans un protocole approuvé par ENS avant l'exécution des tests
- Conditions de tests, résultats, réserves approuvées par l'ENS
- Variations du système post tests approuvés par ENS
- Vérifications des entrées et sorties au niveau de la régulation.
- Vérification de l'AF.
- Vérification de l'ensemble du matériel Autom avant installation. Réaliser des essais à blanc afin de s'assurer de la qualité des composants.

### 23.3 FAT

Cette phase consiste dans les locaux de l'Entrepreneur en :

- La réalisation des tests statiques de nature régulation, électrique, logiciel,
- La réalisation des tests dynamiques : tests en réel du déroulement des cycles raccordé aux utilités de l'Entrepreneur,
- La vérification documentaire.

Ces tests ont fait l'objet d'un protocole et sont réalisés sous la responsabilité de l'Entrepreneur en présence de ENS et/ou ses représentants.

A l'issue de ces tests, un rapport est émis par l'Entrepreneur vérifié par l'ENS et/ou ses représentants et donne lieu à un procès-verbal ou acceptation usine.

L'acceptation usine est réalisée chez le fournisseur après réalisation complète des tests FAT, levée des réserves bloquantes et avant la livraison chez l'ENS.

L'autorisation de démontage et de colisage est donnée par l'ENS après la vérification de levée de toutes les réserves bloquantes : risque sécurité pour les personnes, le matériel ou qualité produit et/ou non atteinte des performances demandées dans le présent CCTP.

## 23.4 SAT STATIQUES

Cette étape consiste en la vérification statique sur site (conformité montage) des équipements.

Pour ce faire, des protocoles de test sont définis permettant de vérifier la conformité de l'installation montée.

Pour certains lots, les vérifications réalisées par le Maître d'Ouvrage (Chef de Chantier et/ou Superviseurs du lot) se feront pendant la construction.

Il est à noter que l'Entrepreneur devra être en mesure de présenter les documents certifiant l'étalonnage, en cours de validité par un organisme agréé, des appareils de tests et de contrôle.

L'Entrepreneur devra réaliser à minima les tests suivants pour cette phase :

Vérification documentaire :

- Maquette DOE
  - Statuts des documents d'études de la maquette DOE
  - Nomenclature des systèmes et équipements
  - Composants contrôle/commande
  - Certificats des équipements et matériels
- Schéma de principe et nomenclature
- Cohérence plans et implantations
- Relevé des caractéristiques des composants installés
- Vérification de l'implantation et de l'identification des locaux
- Armoire électrique commande/contrôle
- Mise en place des équipements et matériels
- Etanchéité des réseaux
- Raccordement des différents systèmes et composants

## 23.5 RECEPTION MECANIQUE

La réception mécanique est un jalon du projet. Elle est prononcée dès la fin du montage de l'installation à l'issue des SAT statiques.

La réception mécanique fait l'objet d'un Procès-Verbal d'acceptation mécanique. Les prérequis pour la signature du PV sont les suivants :

- Fiches de contrôles et réception des travaux de construction / montage / raccordements exécutées et signées

- Fiches de tests et de vérifications SAT statiques exécutées
- Liste des réserves émises avec leur date de levée et ne comportant pas de réserves bloquantes

### 23.6 MISE EN SERVICE

Cette étape, réalisée avant les SAT dynamiques, consiste au démarrage, à la mise en route de l'installation, le réglage et la réalisation de tests sur le site de ENS suivant un protocole propre et un formalisme propre à l'Entrepreneur.

Il pourra utiliser le draft du protocole de SAT dynamique pour cette étape.

Cette phase est sous la responsabilité de l'Entrepreneur, qui veillera à la mise en œuvre de précautions particulières afin d'éviter toute dégradation de l'installation.

Les résultats des tests de mise en service devront être consignés dans un rapport de test selon son propre standard des tests de mise en service, qui sera vérifié par ENS ou son représentant.

Sur la base des résultats obtenus lors de la mise en service, le démarrage des tests dynamiques sera autorisé.

### 23.7 SAT DYNAMIQUES

Cette étape consiste à vérifier et à tester l'installation en dynamique dans les conditions d'utilisation normale, suite à la mise en service réalisée par l'Entrepreneur.

Les SAT sont déroulées par l'Entrepreneur suivant un protocole préalablement défini et approuvé par le Maître d'Ouvrage.

A l'issue des SAT dynamiques, un dossier SAT sera constitué. Il compilera les documents suivants :

- Le rapport SAT (statiques et dynamiques),
- Les fiches de tests renseignées et statuées,
- Les données brutes,
- La liste des réserves de FAT levées en SAT,
- La liste des réserves de SAT,
- Le PV de SAT.

Le Procès-Verbal de SAT sera signé par l'Entrepreneur et le Maître d'Ouvrage et/ou ses représentants s'il y a aucune réserve bloquante.

L'Entrepreneur devra réaliser à minima les tests suivants pour cette phase :

- Conditions de démarrage des SAT dynamiques
- Mesure des puissances électriques
- Mesures des niveaux sonores
- 

### 23.8 RECEPTION

La réception partielle après chaque phase n'est pas considérée comme une 1<sup>ère</sup> réception provisoire.

Les prescriptions complémentaires suivantes sont d'application :

Préalablement à la 1<sup>ère</sup> réception provisoire pour les deux premiers points repris ci-dessous, et à la 2<sup>ème</sup> réception provisoire pour les points suivants, l'Adjudicataire fait procéder aux essais, contrôles et mesures suivants par un organisme agréé (les frais de ce dernier sont pris directement en charge par l'entrepreneur)

Mesures acoustiques. Contrôle de toute performance généralement quelconque jugée utile par le Bureau d'Etudes.

Report sur plans de toutes ces données de mesures

La non-fourniture des rapports d'essais, de contrôles et mesures satisfaisants émanant de l'organisme agréé, le jour de l'examen des travaux en vue de la 1<sup>ère</sup> réception provisoire pour les deux premiers points repris ci-dessus et, endéans les 10 jours ouvrables au départ de la date où ces essais, contrôles et mesures ont eu lieu pour les points suivants, entraîne d'office un refus respectif de la 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>ème</sup> réception provisoire.

Pour rappel :

La séance de 1<sup>ère</sup> réception provisoire des travaux a lieu à la fin du délai imparti pour ceux-ci et après contrôle de conformité des parties électricité ;

La 2<sup>ème</sup> réception provisoire est attribuée après fourniture des rapports satisfaisants de l'organisme agréé concernant les essais, contrôles et mesures des performances des équipements techniques. Ces essais sont, quant à eux, effectués au plus tard 6 mois après la date d'accord actée dans le procès-verbal de 1<sup>ère</sup> réception provisoire ;

- La réception définitive des travaux est attribuée 2 ans après la date d'accord actée dans le procès-verbal de 1<sup>ère</sup> réception provisoire et ce, après examen satisfaisant du maintien en bon état de fonctionnement des équipements techniques.

La garantie sur l'ensemble de l'installation, à assurer par l'Adjudicataire, est par conséquent de **2 ans** après accord de la 1<sup>ère</sup> réception provisoire des travaux. Cette garantie n'annule en aucun cas les garanties plus longues données par les constructeurs et fournisseurs du matériel mis en œuvre dans la présente entreprise.

## Fin du CCTP