



CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

# ***CHARTE des DIRECTIVES TECHNIQUES pour l'EXECUTION des TRAVAUX ELECTRIQUES HAUTE & BASSE TENSION***


Tableau de suivi des mises à jour

Date	Version	Auteur	Validation	Observations
01/12/2020	V1.0	ATCTOI-CGA		
09/08/2021	V1.1	ATCTOI-CGA		MAJ
30/01/2023	V1.2	KR-YAN	EPI	MAJ


CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

## TABLE DES MATIERES


<b>1</b>	<b>GENERALITES .....</b>	<b>- 6 -</b>
1.1	Définition .....	- 6 -
1.2	Obligation de l'entrepreneur .....	- 6 -
<b>2</b>	<b>NORMES .....</b>	<b>- 7 -</b>
2.1	Normes francaises .....	- 7 -
2.1.1	Basse tension (jusqu'à 1000 V en alternatif).....	- 7 -
2.1.2	Éclairage extérieur et public.....	- 8 -
2.1.3	Protection contre la foudre .....	- 8 -
2.1.4	Haute tension (au-delà de 1000 V en alternatif).....	- 8 -
2.1.5	Habilitation électrique de personnes .....	- 8 -
2.2	Normes internationales.....	- 8 -
2.3	EDF - SEI – Référentiels techniques.....	- 9 -
<b>3</b>	<b>NOTES DE CALCULS .....</b>	<b>- 12 -</b>
3.1	Généralités.....	- 12 -
3.2	Paramétrage CANECO .....	- 14 -
3.2.1	Règles concernant le réseau .....	- 14 -
3.2.2	Régime de Neutre .....	- 14 -
3.2.3	Subdivision TNC-TNS .....	- 14 -
3.2.4	Chute de tension .....	- 14 -
3.2.5	Sélectivité .....	- 14 -
3.2.6	Coordination .....	- 15 -
3.2.7	Protections .....	- 15 -
3.2.8	Réserve de puissance .....	- 15 -
3.2.9	Facteur de simultanéité .....	- 15 -
3.2.10	Equilibrage des phases .....	- 15 -
3.2.11	Harmoniques .....	- 16 -
3.2.12	Mode de pose .....	- 16 -
3.2.13	Câbles .....	- 16 -
3.2.14	Repérage .....	- 16 -
3.2.15	Optimisation.....	- 16 -
3.3	Livrables .....	- 17 -
<b>4</b>	<b>SCHEMAS ELECTRIQUES .....</b>	<b>- 18 -</b>
4.1	Généralités.....	- 18 -
4.2	Charte graphique.....	- 18 -
4.2.1	Nommage des fichiers.....	- 18 -
4.3	Spécifications des repèrages .....	- 20 -
4.3.1	Appareillages .....	- 20 -
4.3.2	Filerie.....	- 21 -
<b>5</b>	<b>RESEAU DE TERRE .....</b>	<b>- 22 -</b>
5.1	Bâtiments.....	- 22 -
5.2	Interconnexion .....	- 23 -
5.3	Equipotentialité et Mise à la Terre .....	- 23 -
5.4	Maillage des éléments de Structure .....	- 25 -
5.5	Terre Informatique.....	- 25 -
5.6	Protection contre la Foudre.....	- 26 -

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	


<b>6</b>	<b>HAUTE TENSION.....</b>	<b>- 27 -</b>
6.1	Généralités.....	- 27 -
6.2	Cellules HTA .....	- 27 -
6.2.1	Unité fonctionnelle Interrupteur .....	- 28 -
6.2.2	Unité Fonctionnelle Transformateur de potentiel .....	- 29 -
6.2.3	Unité fonctionnelle Interrupteur Fusibles.....	- 29 -
6.2.4	Unité fonctionnelle Protection Générale double sectionnement .....	- 29 -
6.2.5	Unité fonctionnelle Protection simple sectionnement .....	- 30 -
6.2.6	Relais de protection HTA.....	- 30 -
6.3	Transformateurs.....	- 31 -
6.3.1	Transformateurs Secs.....	- 32 -
6.3.2	Transformateurs Huile .....	- 32 -
6.3.3	Bac de rétention .....	- 34 -
6.4	Verrouillage.....	- 34 -
6.4.1	Verrouillage de boucle .....	- 34 -
6.4.2	Verrouillage HT/TR/BT .....	- 34 -
6.5	Câble HTA.....	- 35 -
6.6	Connectiques HTA .....	- 35 -
6.6.1	Cellules HTA.....	- 35 -
6.6.2	Transformateurs.....	- 35 -
6.6.3	Boîtes de jonction .....	- 36 -
6.6.4	Repérage .....	- 36 -
6.7	Chemins de câbles .....	- 36 -
6.8	Essais - Contrôles.....	- 37 -
6.8.1	Matériels .....	- 37 -
6.8.2	Relais de protection .....	- 37 -
6.8.3	Test d'isolement .....	- 38 -
<b>7</b>	<b>BASSE TENSION.....</b>	<b>- 39 -</b>
7.1	Régime de Neutre .....	- 39 -
7.2	Transformateur .....	- 40 -
7.2.1	Transformateur de sécurité .....	- 40 -
7.2.2	Transformateur d'isolement .....	- 40 -
7.2.2.1	Généralités.....	- 40 -
7.2.2.2	Caractéristiques .....	- 40 -
7.3	Chemins de câbles.....	- 41 -
7.3.1	Généralités .....	- 41 -
7.3.1.1	Objet .....	- 41 -
7.3.1.2	Champ d'applications .....	- 41 -
7.3.1.3	Normes d'applications .....	- 41 -
7.3.1.4	Documents de sélection .....	- 41 -
7.3.2	Caractéristiques.....	- 41 -
7.3.2.1	Généralités.....	- 41 -
7.3.2.2	Critère mécanique .....	- 41 -
7.3.2.3	Tenue à la corrosion .....	- 42 -
7.3.2.4	Dimensions du chemin de câbles.....	- 43 -
7.3.2.5	Façonnage du chemin de câbles type dalle "marine" et "PVC" .....	- 43 -
7.3.2.6	Les couvercles .....	- 43 -
7.3.2.7	Les cornières de séparation .....	- 43 -
7.3.2.8	Eclissage des éléments de chemins de câbles .....	- 43 -
7.3.2.9	Fixation des chemins de câbles.....	- 43 -
7.3.3	Repérage .....	- 44 -
7.3.4	Liaison équipotentielle .....	- 44 -

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

<b>7.4</b>	<b>Conduits .....</b>	<b>- 45 -</b>
<b>7.5</b>	<b>Câbles BT .....</b>	<b>- 46 -</b>
7.5.1	Câbles énergie .....	- 46 -
7.5.1.1	Série FR-N1 X1G1-1000V .....	- 46 -
7.5.1.2	Série 1000 V cuivre ou aluminium RGPV type extérieur rigide .....	- 46 -
7.5.1.3	Série 1000 V - cuivre ou aluminium R2V type rigide type intérieur rigide .....	- 47 -
7.5.1.4	Câbles Pyro .....	- 47 -
7.5.2	Repérage .....	- 47 -
7.5.2.1	Intérieur et Extérieur .....	- 47 -
7.5.2.2	Chambre de tirage .....	- 47 -
<b>7.6</b>	<b>Percement - Rebouchage .....</b>	<b>- 48 -</b>
7.6.1	Généralités .....	- 48 -
7.6.2	Saignées .....	- 48 -
7.6.3	Restitution du Degré Coupe-Feu .....	- 48 -
<b>7.7</b>	<b>Tableaux électriques .....</b>	<b>- 52 -</b>
7.7.1	TGBT .....	- 52 -
7.7.1.1	Caractéristiques .....	- 52 -
7.7.1.2	Forme & Indice de service .....	- 52 -
7.7.1.3	Tôlerie & Equipements .....	- 53 -
7.7.1.4	Jeux de barres et répartiteurs .....	- 55 -
7.7.1.5	Réserve .....	- 55 -
7.7.2	Tableaux Divisionnaires .....	- 56 -
7.7.2.1	Forme & indice de service .....	- 57 -
7.7.2.2	Tableaux extérieurs .....	- 57 -
7.7.2.3	Jeux de barres et répartiteurs .....	- 58 -
7.7.2.4	Réserve .....	- 59 -
7.7.3	Implantation du matériel .....	- 60 -
7.7.3.1	Directives communes aux équipements de distribution et d'automatisme .....	- 60 -
7.7.3.2	Tableaux divisionnaires .....	- 60 -
7.7.3.3	Tableaux d'automatisme, de climatisation .....	- 61 -
7.7.4	Gestion thermique des tableaux .....	- 61 -
7.7.5	Disjoncteurs et Interrupteurs .....	- 61 -
7.7.5.1	Disjoncteurs Généraux .....	- 61 -
7.7.5.2	Disjoncteurs boîtiers moulés .....	- 62 -
7.7.5.3	Disjoncteurs modulaires .....	- 62 -
7.7.5.4	Disjoncteurs moteurs .....	- 62 -
7.7.5.5	Interrupteurs .....	- 62 -
7.7.5.6	Inverseurs de source .....	- 63 -
7.7.6	Relayage .....	- 63 -
7.7.7	Appareils de mesures et de comptage .....	- 64 -
7.7.7.1	Appareils de mesures et de comptage numérique .....	- 64 -
7.7.7.2	Compteurs .....	- 66 -
7.7.8	Appareillages en façade .....	- 66 -
7.7.9	Goulottes .....	- 67 -
7.7.10	Filerie .....	- 67 -
7.7.11	Repérage filerie .....	- 68 -
7.7.12	Embouts .....	- 68 -
7.7.13	Visserie .....	- 68 -
7.7.14	Borniers .....	- 69 -
7.7.14.1	Généralités .....	- 69 -
7.7.14.2	Bornier arrivée .....	- 70 -
7.7.14.2.1	Règles générales .....	- 70 -
7.7.14.2.2	Gaine à barres .....	- 70 -

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

7.7.14.2.3	Bornier départs.....	- 70 -
7.7.14.2.4	Bornier de commande .....	- 70 -
<b>7.8</b>	<b>Essais – Contrôles .....</b>	<b>- 71 -</b>
7.8.1	Généralités .....	- 71 -
7.8.2	Disjoncteurs électroniques.....	- 71 -
7.8.3	Tests d'isolement .....	- 72 -
7.8.4	Contrôle thermographique .....	- 72 -
<b>8</b>	<b>FAUX PLANCHER TECHNIQUE .....</b>	<b>- 73 -</b>
8.1	Caratéristiques .....	- 73 -
8.2	Dalles .....	- 73 -
8.3	Structure .....	- 73 -
8.3.1	Mise à la terre .....	- 74 -

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

# 1 GENERALITES

## 1.1 Définition

Cette charte des directives techniques a pour but de définir les STANDARDS de l'AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS (ARRG) pour toutes les installations électriques :

- les normes à respecter
- les schémas de principe ARRG
- les calculs CANECO
- les modalités de réalisation des travaux
- les matériels à utiliser
- les essais
- la maintenance pendant l'année de garantie.

Le respect de ces conditions assurera une homogénéité des travaux et facilitera la maintenance des installations.

## 1.2 Obligation du titulaire

Les responsabilités du titulaire à l'égard de l'AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS ne sont en rien diminuées par l'existence des standards. Les directives expriment les spécifications techniques de l'AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS, en particulier :

- la représentation des schémas électriques, les notes de calcul,
- les principes de réalisation des armoires (agencement, distribution, etc.),
- les types de matériel,


Les entrepreneurs doivent vérifier les incidences sur les installations existantes liées au projet, notamment :

- disponibilité de l'alimentation,
- encombrement des armoires, accessibilité,
- mesures de sécurité,
- communication (supervision),
- ....

Cette liste n'est pas exhaustive.

Le titulaire s'engage en remettant son offre, à avoir pris connaissance du site, des contraintes de l'environnement de l'AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS et de ses impératifs de continuité d'exploitation.

Le titulaire établit son offre de prix sur la base du matériel de référence ; il peut indiquer en variante la moins-value résultant de l'utilisation de matériel de qualité équivalente ; il fournit le montant total du marché avec le matériel en variante, ainsi que les caractéristiques techniques du matériel préconisé (liste exhaustive) sur un document annexé au dossier de consultation.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 2 NORMES

Le matériel et les installations doivent être en conformité avec les lois, décrets, arrêtés, les normes Cenelec, les normes UTE, NFC et les recommandations de la CEI le guide Gimelec, ainsi que l'ensemble des spécifications ARR.G.


Il est rappelé à l'entrepreneur qu'il doit se conformer aux normes, DTU, décrets, arrêtés, etc, en vigueur et que les normes citées aux chapitres 2.1 à 2.3 ne sont pas exhaustives.  
L'entrepreneur restera seul responsable de l'application des normes liées à ses travaux.

### 2.1 Normes francaises

Les normes suivantes sont d'application ainsi que toute autre norme non citée dans ces documents de référence.

#### 2.1.1 Basse tension (jusqu'à 1000 V en alternatif)

- NF C 15-100 Règles des installations électriques à basse tension (jusqu'à 1000 V)
- UTE C 15-103 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes.
- UTE C 15-105 Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques.
- UTE C 15-106 Installations électriques à basse tension et à haute tension - Guide pratique - Sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle.
- NF C 15-150-1 Enseignes à basse tension et alimentation en basse tension des enseignes à haute tension (dites à tube néon).
- NF EN 50107-1 (C15-150-2) Installations d'enseignes et de tubes lumineux à décharge fonctionnant à une tension de sortie à vide assignée supérieure à 1 KV mais ne dépassant pas 10 KV - Partie 1 : Prescriptions générales.
- UTE C 15-150-23 Support pour tubes lumineux à décharge.
- UTE C 15-401 Guide pratique - Groupes électrogènes - Règles d'installation.
- UTE C 15-402 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Alimentation sans interruption (ASI) de type statique - Règles d'installation.
- UTE C 15-421 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Installations alimentées en courant alternatif dont la fréquence nominale est comprise entre 100 et 400 Hz.
- UTE C 15-443 Guide pratique - Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres. Choix et installation des parafoudres.
- UTE C 15-520 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Canalisations - Modes de pose – Connexions.
- UTE C 15-559 Installation Electrique à basse tension – Guide pratique – Installation d'Éclairage en très basse tension.
- UTE C 15-755 Installations électriques à basse tension - Guide pratique Installations électriques d'origines différentes dans un même local et dont les exploitations sont placées sous des responsabilités différente
- C 15-801 Produits mobiliers comportant un équipement électrique - Mise en œuvre des règles de sécurité électrique. Remarque : mise à jour en juin 2012.
- UTE C 15-900 : Guide pratique - Cohabitation entre réseaux de communication et d'énergie - Installation des réseaux de communication.
- UTE C11-001 Textes officiels relatifs aux conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- UTE C15-500 Guide pour les notes de calculs
- NF EN 50310 Application de liaison équipotentielle et de la mise à la terre dans les locaux avec équipement de technologie de l'information
- NF C03 201 à 213 Schéma électrique

### 2.1.2 Éclairage extérieur et public

- NF C 17-200 Installations d'éclairage extérieur
- FD C 17-202 Installations d'éclairage extérieur
- NF C 17-205 Installations d'éclairage extérieur - Détermination des sections des conducteurs et choix des dispositifs de protection
- UTE C 17-210 Installations d'éclairage public - Guide pratique - Dispositifs de déconnexion automatique pour l'éclairage public.

### 2.1.3 Protection contre la foudre

- UTE C17-100-2 Guide pratique – Protection contre la foudre
- NF EN 62-305-1 Protection contre la foudre - Partie 1: Principes généraux.
- NF EN 62-305-2 [Protection contre la foudre - Partie 2: Evaluation du risque.
- NF EN 62-305-3 Protection contre la foudre - Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains.
- NF EN 62305-4 Protection contre la foudre - Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures.
- NF C 17-102 Protection contre la foudre - Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

### 2.1.4 Haute tension (au-delà de 1000 V en alternatif)

- NF C 13-100 Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV).
- NF C 13-200 Installations électriques à haute tension
- NF C 13-205 Installations électriques à haute tension - Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection.

### 2.1.5 Habilitation électrique de personnes


- NF C 18-510 Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique.
- UTE C 18-531 Prescriptions de sécurité électrique pour le personnel exposé au risque électrique lors d'opérations d'ordre non électrique et lors d'opérations d'ordre électrique simples.
- UTE C 18-540 Prescriptions de sécurité électrique pour les opérations basse tension sur les installations et les ouvrages hors travaux sous tension.

#### Liste non exhaustive

## 2.2 Normes internationales

- C.E.I. 60044-6 Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protection en régime transitoire




CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- C.E.I. 60056 Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension
- C.E.I. 60059 Courants normaux de la C.E.I.
- C.E.I. 60060 Technique des essais à hautes tensions
- C.E.I. 60068 Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables au matériel électronique et à leurs composants essais E et F
- C.E.I. 60071 Coordination de l'isolement
- C.E.I. 60129 Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre
- C.E.I. 60137 Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V
- C.E.I. 60157-1 Appareillage à basse tension
- C.E.I. 60158-1 Appareillage de commande à basse tension
- C.E.I. 60168 Essais de supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1000 V
- C.E.I. 60185 Transformateurs de courant
- C.E.I. 60186 Transformateurs de tension
- C.E.I. 60233 Essais des enveloppes isolantes destinées à des appareils électriques
- C.E.I. 60270 Mesures des décharges partielles
- C.E.I. 60273 Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1000 V;
- C.E.I. 60255 Relais électriques;
- C.E.I. 60255-3 Relais de mesure à une seule grandeur d'alimentation d'entrée à temps non spécifié ou à temps indépendant spécifié
- C.E.I. 60255-4 Relais de mesure à une seule grandeur d'alimentation d'entrée à temps dépendant spécifié
- C.E.I. 60255-5 Essais d'isolement des relais électriques
- C.E.I. 60269 Coupe-circuit à basse tension à haut pouvoir de coupure pour usage industriel et analogue
- C.E.I. 60282 Coupe-circuit fusible haute tension
- C.E.I. 60376 Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf
- C.E.I. 60391 Marques des repérages des conducteurs isolés
- C.E.I. 60439 Ensemble d'appareillage à basse tension
- C.E.I. 60470 Contacteurs à courant alternatif haute tension
- C.E.I. 60480 Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre prélevé sur le matériel
- C.E.I. 60529 Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes
- C.E.I. 60694 Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension
- C.E.I. 60815 Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
- C.E.I. 61128 Sectionneurs à courant alternatif, transfert barres par les sectionneurs
- C.E.I. 61129 Sectionneurs de terre à courant alternatif, établissement et coupure de courants induits
- C.E.I. 61439-2 Ensemble d'appareillage à basse tension – Partie 2 Ensemble d'appareillage de puissance

**Liste non exhaustive**

## **2.3 EDF - SEI – Référentiels techniques**

- HN 52-01 Auxiliaires basse tension des transformateurs de puissance
- HN 52-S-20 Transformateurs triphasés haute tension/basse tension de distributions publiques immergées dans l'huile minérale
- HN 52-S-23 Transformateurs de distribution publique du type sec
- HN 52-S-24 Transformateurs de distributions immergées avec protection-coupure Intégrée
- HN 52-S-61 Prises de courant 24 kV - 200 A, 400 A et 630 A


CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- HN 52-S-62 Traversées basse tension de type passe-barre pour transformateurs de distribution publique
- HN 53-R-01 Aspects particuliers de l'alimentation électrique des équipements informatiques et électroniques sensibles
- HN 53-R-10 Guide pour la rédaction des spécifications concernant les alimentations sans interruption utilisées pour les alimentations de haute qualité
- HN 53-R-11 Guide pour la rédaction des spécifications concernant les alimentations de haute qualité (AHQ) pour systèmes informatiques et équipements électroniques sensibles – (Alimentations monophasées à 50 Hz – Puissance inférieure ou égale à 30 kVA)
- HN 63-S-61 Tableaux basse tension (TIPI) des postes HTA/BT de distribution publique à 440 V
- HN 64-E-01 Procédure d'essais diélectriques des circuits principaux applicable à l'appareillage d'interruption moyenne tension (24 kV)/Rectificatif
- HN 64-E-02 Tenue en atmosphère et sous condensation des tableaux protégés sous enveloppe métallique pour postes MT/BT
- HN 64-E-03 Essais de fiabilité mécanique et d'endurance électrique pour les disjoncteurs MT de réseaux de distribution
- HN 64-E-04 Procédure des essais d'isolement applicable aux équipements basse tension de commande et de contrôle destinés aux installations moyenne tension de distribution
- HN 64-S-40 Appareillage à haute tension 24 kV sous enveloppe métallique et bâtiment préfabriqué pour postes HTB/HTA
- HN 64-S-41 Appareillage modulaire sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tension assignée égale à 24 kV
- HN 64-S-42 Appareillage monobloc sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tension assignée égale à 24 kV
- HN 64-S-43 Commande indépendante électrique pour interrupteur 24 kV – 400 A
- HN 65-S-20 Parafoudres 24 kV à oxyde de zinc sans éclateurs avec enveloppe en porcelaine pour réseaux à moyenne tension
- HN 65-S-40 Parafoudres à oxyde de zinc sans éclateurs avec enveloppe synthétique pour les réseaux HTA
- HN 68-S-07 Jonctions et dérivations pour câbles de tension assignée 12/20 (24) kV -Matériels à remplissage par matières coulées
- HN 68-S-08 Jonctions et dérivations unipolaires et préfabriquées pour câbles de tension assignée 12/20 (24) kV, isolés au polyéthylène réticulé, du type HN33-S-23
- SEI REF 02 Référentiel technique de raccordement aux réseaux HTA et BT
- SEI REF 03 Déconnexion des installations de production mettant en œuvre de l'énergie fatale à caractère aléatoire
- SEI REF 04 Protection de découplage
- SEI REF 06 Dispositif d'échange d'informations et d'exploitation
- SEI REF 07 Procédure de raccordement
- SEI REF 09 Contrôle des performances

**Liste non exhaustive**

## **2.4 Spécifique aéroportuaire**

- Certifications Specifications (C.S.) et Guidance Materials (G.M.) de l'European Aviation Safety Agency (EASA)
- Arrêté portant sur les conditions d'homologation et procédures d'exploitation des aérodromes du 28 août 2003 (C.H.E.A.), dernière édition du 14 mars 2007

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- Spécifications techniques de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale Annexe 14, dernière édition.
- Manuel de conception des aéroports, 5ème partie 'alimentation électrique'
- La norme NF EN 61821 sur les installations électriques pour le balisage d'aéroport


Liste non exhaustive.

## 2.5 Normes équipement : Alimentation Sans Interruption (ASI) :

- CEI 6014A-4 : ASI - Performances.
- CEI 62040-x et EN 62040-x : ASI – Sécurité, compatibilité électromagnétique, performances, ...
- CEI 60950 / EN 60950 : sécurité des matériels de traitement de l'information.
- CEI 61000-xx : compatibilité électromagnétique et limitation pour les émissions de courant harmoniques.
- CEI 439 : sécurité des équipements basse tension.
- CEI 60529 : degré de protection des équipements (code IP).
- ISO 3746 : mesure de bruit acoustique.
- Marquage CE.

liste non exhaustive.

**En aucun cas, le titulaire ne pourra se soustraire aux obligations contenues dans ces documents.**

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

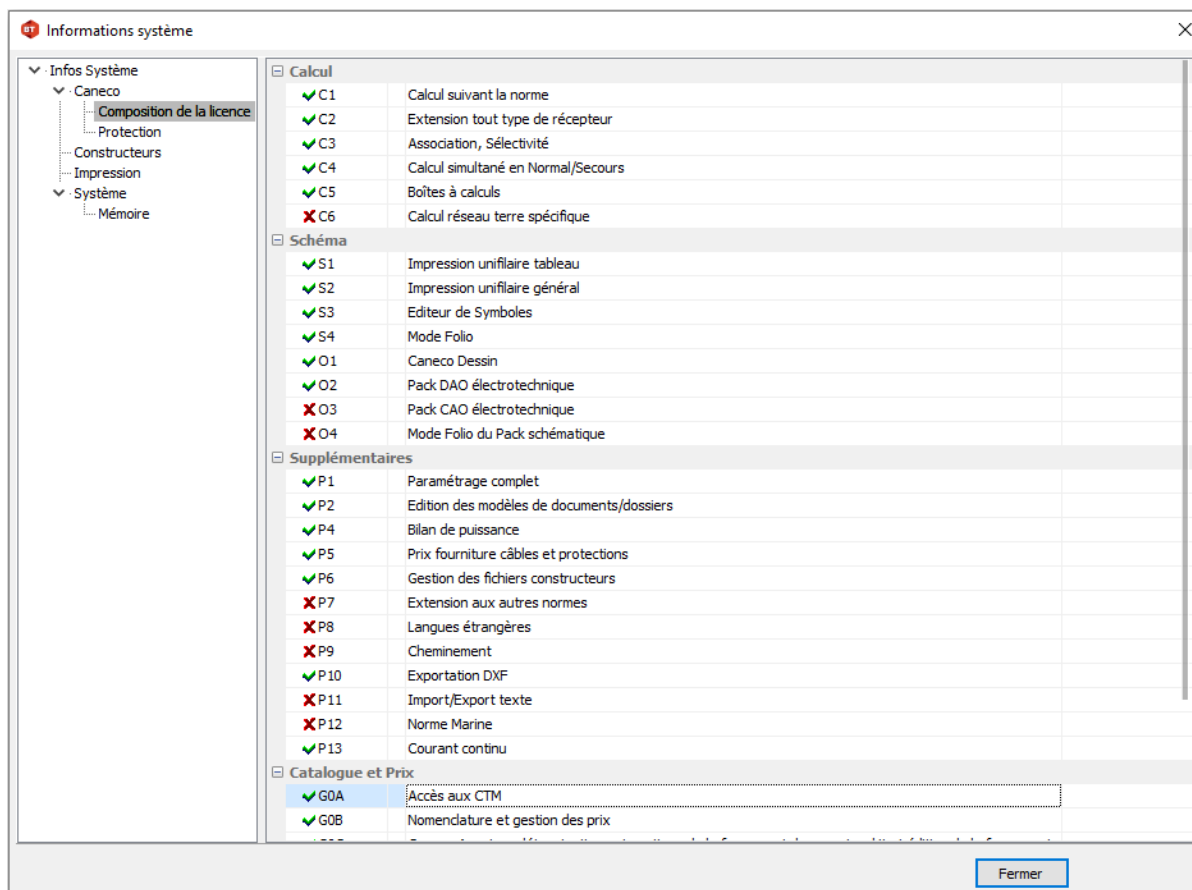
### 3 NOTES DE CALCULS

#### 3.1 Généralités


Les notes de calculs seront obligatoirement réalisées sous le logiciel CANECO de la société :

ALPI  
1-3 Boulevard Charles de Gaulle  
92707 COLOMBES Cedex

- CANECO est imposé en langue française et sous la dernière version du Maître d'Ouvrage, à savoir 2021 et les modules pré-requis au minimum sont :



- Si le prestataire ne dispose du logiciel, il doit le sous-traiter auprès du fabricant ALPI ou bien à une société équipée de ce logiciel.
- Le prestataire doit réaliser une note de calcul de l'ensemble des circuits, du départ principal d'alimentation jusqu'au circuit terminal.
- Dans tous les cas d'installation, le calcul doit être effectué à partir du poste HT/BT considéré. Les relevés sont à la charge du prestataire.
- Les notes de calculs devront intégrer l'ensemble des matériels existants.

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	


- Les notes de calculs devront **OBLIGATOIREMENT** être remis à la demande du Maître d'Ouvrage en format :

Fichiers propres à CANECO

- ❖ Fichier ~AFR
- ❖ Fichier .afr Caneco-BT project file
- ❖ Fichier RAP

En complément de ces fichiers, un fichier pdf sera remis, voir chapitre 3.3.

- Le schéma unifilaire issu de CANECO ne sera pas considéré comme schéma de câblage.  
Voir Chapitre 4 – Schéma électrique

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 3.2 Paramétrage CANECO

### 3.2.1 Règles concernant le réseau

- La valeur applicable de la puissance maximale SkMax sur le réseau 15 KV de l'aéroport est de **108 MVA**.
- La valeur applicable de la puissance minimale SkMin sur le réseau 15 KV de l'aéroport est de **84 MVA**.
- Les calculs devront être conformes au guide C15-500 pour toutes les installations.

### 3.2.2 Régime de Neutre

Sur le site de l'ARRG, 3 régimes de neutre sont en vigueur.

En règle général, le régime de neutre TN est en vigueur sur l'aéroport, le hangar de maintenance à l'est de la plateforme est sous le régime TT et le régime IT est utilisé pour des installations spécifiques tel que le désenfumage... ;

Le titulaire devra s'assurer du régime mise en œuvre dans le cadre de son opération et devra se le faire confirmer par le Maître d'œuvre, à défaut par le maître d'Ouvrage.

### 3.2.3 Subdivision TNC-TNS

La séparation PEN/PE doit être réalisé au niveau des tableaux divisionnaires au moyen d'une barrette de coupure. La fonction « conducteur de protection » l'emportant sur la fonction « neutre », le PEN doit toujours être raccordé à la borne de terre. Un pont doit être réalisé entre cette borne et la borne du neutre pour le passage en TN-S.

Le schéma TN-C doit obligatoirement être en amont du schéma TN-S. Le schéma TN-S est obligatoire pour les sections de câble < 10mm<sup>2</sup> cuivre ou < 16mm<sup>2</sup> aluminium, ou pour les câbles souples.

Il sera strictement interdit de revenir au régime TN-C depuis un TN-S déjà en place.

### 3.2.4 Chute de tension

La chute de tension entre le point d'origine de l'installation et tout point d'utilisation ne devra pas excéder :


- ❖ 5 % pour les circuits "Forces"
- ❖ 6 % pour les circuits d'éclairage
- ❖ 8 % pour tous les autres circuits

Pour les liaisons principales issues du point d'origine aux tableaux généraux (TGBT), celles-ci ne devront pas excéder les 2.5%.

### 3.2.5 Sélectivité

L'ensemble des calculs des circuits devra **OBLIGATOIREMENT** obtenir une **sélectivité totale**.

L'entreprise devra argumenter ses choix lorsque cette sélectivité totale ne peut être réalisée.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

La sélectivité différentielle des circuits devra **OBLIGATOIREMENT** obtenir une **sélectivité totale**.  
Celle-ci se fait selon la règle suivante :

- $(I_{\text{amont}} \geq 3 \cdot I_{\text{aval}})$  et  $(t_{\text{amont}} - t_{\text{aval}}) \geq 40 \text{ ms}$

### 3.2.6 Coordination disjoncteurs/canalisations

La coordination (association – filiation) est autorisée uniquement sur validation du Maitre d'œuvre à défaut du Maitre d'Ouvrage .

### 3.2.7 Protections

Les protections installées sur le site de l'ARRG sont de marque Schneider Electric.  
Le stockage des pièces de rechange pour la maintenance a été organisé en conséquent. Le choix des modèles de protections devra en tenir compte, à défaut un stock minimum de la marque choisie devra être intégré à l'offre du prestataire.

Les disjoncteurs "boitiers moulés" seront obligatoirement associés à une protection électronique communicante et permettant la mesure énergétique du calibre maxi du boitier (même si le circuit est de consommation inférieure ;

Exemple : NSX 100 associé à un Micrologic 5.2 E calibre 100A réglé sur 50A.

La courbe privilégiée des disjoncteurs modulaires sera de type "C" (5 à 10 xIn) sauf application spécifiques et du résultat du calcul du circuit;

Exemple : magnétique bas en bout de circuit, courbe "C" inefficace, choix d'une courbe "B" (3 à 5 In).

### 3.2.8 Réserve de puissance

La réserve de puissance disponible en tout point de l'installation doit être au minimum de 30% après que le bilan de puissance soit approuvé

Cette réserve doit prendre en compte également l'emplacement nécessaire dans le tableau

### 3.2.9 Facteur de simultanéité


Les facteurs de simultanéité à prendre en considération seront dans les cas suivants de :

- Eclairage K : 1
- PC 2 x 16A+T compté pour 300 VA K : 0,3
- Ventilation K : 0,7 à 1
- Froid K : 0.9
- Ascenseur K : 0,6 à 1

Les coefficients de simultanéité propres à chaque type d'appareil doivent être appréciés au cas par cas, après étude précise des conditions d'exploitation et validation par l'équipe projet et le Maître d'Ouvrage.

### 3.2.10 Equilibrage des phases

Le déséquilibre entre phase ne pourra pas excéder les 15%.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 3.2.11 Harmoniques

Le calcul applicable à prendre en compte dans le paramétrage des harmoniques doit être  $\leq 15\%$  en règle général sauf pour les installations spécifiques telles que le balisage lumineux, le réseau 400Hz, le système de tri bagage... où une étude spécifique doit être menée avec l'équipe projet et le maître d'ouvrage. L'intervenant devra faire valider les taux d'harmoniques sur les différents équipements installés.

### 3.2.12 Mode de pose

Le mode de pose doit être pris en compte dans les critères de calcul (température, nombre de câbles jointifs, locaux à risque, etc.).

Le calcul de mode de pose devra prendre en compte le cas le plus défavorable.

Exemple : Une liaison cheminant sur chemin de câbles sur 30 mètres (mode de pose 13) et ensuite cheminant sous foureaux sur 15 mètres (mode de pose 61), c'est le critère 61 qui devra être pris en compte.

### 3.2.13 Câbles

Les câbles cuivre seront privilégiés dans les études et PRC sauf contre indication du Maître d'Ouvrage et Maître d'œuvre.

Les câbles devront être dimensionnés en tenant compte des 30% de réserve de puissance.

Les longueurs de câbles sont sous l'entière responsabilité du titulaire.

Pour les puissances importantes une étude alternative en aluminium devra être proposée à l'équipe projet et au Maître d'Ouvrage.

### 3.2.14 Repérage

Le repérage dans CANECO des circuits, protection – câbles – récepteurs, devra être en corrélation avec le schéma électrique de câbalge ou autres dossiers non-traités par CANECO.


Le cas échéant, le service Méthodes de la SA ARRG fournira une nomenclature.

### 3.2.15 Optimisation

L'entrepreneur devra réaliser une optimisation de l'installation suivant le bilan de puissance proposé par CANECO en imposant :

- une réserve de 30%.
- un rapport  $I_z/I_b$  de 30%
- d'effectuer un équilibrage des phases



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 3.3 Livrables


Le dossier CANECO pour approbation devra comporter :

- Page de garde avec logos
- Liste des folios
- Unifilaire général A4 ou A3 selon les cas
- Fiche normale
- Fiche secours selon les cas
- Unifilaire Exploitant 8 circuits
- Fiche de calcul 3 circuits
- Fiche de conformité 4c
- Fiche coordination Protection / Câble
- Bilan de puissance
- Nomenclature des câbles
- Nomenclature des protections
- Réglage des protections

Outre la remise du dossier CANECO, l'entrepreneur collectera toutes les données et les centralisera dans un tableau Excel au standard ARRГ pour réaliser une codification conforme de tous les éléments de l'installation.

Les données principales seront :

- Le bilan de puissance complet
- Le nom de toutes les armoires et coffrets
- Le repère de tous les câbles
- Les types et repères des disjoncteurs
- Les valeurs des réglages thermiques et magnétique CANECO préconisés
- Les valeurs des réglages thermiques et magnétique des disjoncteurs ajustés au plus près
- Les valeurs du courant de court-circuit IK3 en bout de ligne
- La section et la longueur de tous les câbles
- La fiche compteur avec les TI.
- Après la mise en service, ce tableau servira au relevé complet de toutes les mesures (courant, tension, kwh, sans de rotation)

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 4 SCHEMAS ELECTRIQUES

### 4.1 Généralités

Les schémas électriques seront obligatoirement réalisés sous le logiciel AUTOCAD de la société AUTODESK. La version sera 2018 ou supérieur.

Tout comme les notes de calculs, si l'entrepreneur ne possède pas ce logiciel il doit le sous traiter.

### 4.2 Charte graphique

Une charte graphique est un ensemble de règles qui concernent l'aspect esthétique et organisationnel des dessins.

L'intérêt d'utiliser une charte est d'obtenir une homogénéisation des documents que vous publiez afin :

- de faciliter la lecture et la compréhension de ces documents ;
- d'obtenir un résultat professionnel et plus cohérent ;
- d'affiner l'image de marque de l'entreprise

Une charte graphique va déterminer plusieurs aspects techniques et visuels d'un dessin :

- Le type d'un fichier ;
- Le nom des calques, les propriétés des tracés (type, épaisseur et couleur de trait) et leur destination ;
- La description des styles de texte, de cote de ligne de repère multiple, de tableau et leur usage ;
- Une définition de chaque format de papier à utiliser, sa mise en page et sa mise en forme (cadre, cartouche et tableaux complémentaires).


Les outils nécessaires pour créer et respecter une charte graphique :

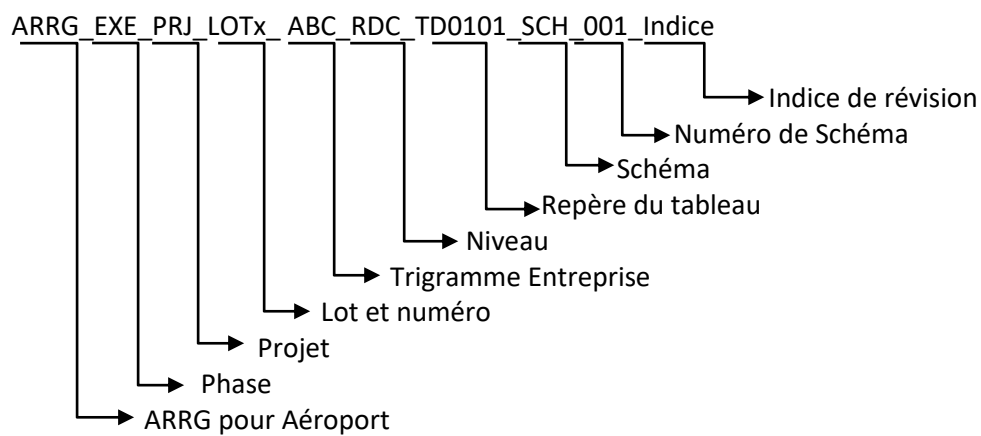
- Les calques ;
- Les styles (de texte, de cote, de tableau, de ligne de repère) ;
- Les palettes d'outils ;
- Les modèles (Gabarits) ;


#### 4.2.1 Nommage des fichiers

Les noms de fichiers ne comportent aucune accentuation ni espace. Les catégories sont séparées par un tiret bas " \_ ", les chaînes de caractères dans une catégorie par un tiret haut " – ".

Voir exemple ci-après :

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	




CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	 AÉROPORT DE LA RÉUNION ROLAND GARROS
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 4.3 Spécifications des repèrages

### 4.3.1 Appareillages

Le repérage des appareillages de protections, commandes, sectionnements, interrupteurs, voyants, etc, sera suivant le tableau ci-après :

Repères	Eléments du circuit	Exemples
A	Ensemble, sous-ensembles fonctionnels (de série)	Amplificateur à tubes ou à transistors, amplificateur magnétique Régulateur de vitesse, automate programmable
B	Transducteurs d'une grandeur non électrique en une grandeur électrique ou vice-versa	Couple thermoélectrique, cellule thermoélectrique, cellule photoélectrique, dynamomètres électrique, pressostat, thermostat, détecteur de proximité
C	Condensateurs	
D	Opérateurs binaires, dispositifs de temporisation, de mise en mémoire	Opérateur combinatoire, ligne à retard, bascule bistable, bascule monostable, enregistreur, mémoire magnétique
E	Matériels divers	Eclairage, chauffage, éléments non spécifiés dans ce tableau
F	Dispositifs de protection	Coupe-circuit et sectionneur à fusible, limiteur de surtension, parafoudre, relais de protection à maximum de courant, à seuil de tension
G	Générateurs dispositifs d'alimentation	Génératrice, alternateur, convertisseur rotatif de fréquence, batterie, oscillateur à quartz
H	Dispositifs de signalisation	Voyants, avertisseur lumineux et sonore
KA	Contacteurs auxiliaires, relais d'automatisme	Contacteur auxiliaire temporisé, tout genre de relais
KM	Contacteurs de puissance	
L	Inductances	Bobine d'induction, bobine de blocage
M	Moteurs	
P	Instruments de mesure et d'essai	Appareil indicateur, appareil enregistreur, compteur, commutateur horaire
Q	Appareils mécaniques de connexion pour circuits de puissance	Disjoncteur, sectionneur
R	Résistances	Résistance réglable, potentiomètre, rhéostat, shunt, thermistance
S	Appareils mécaniques de connexion pour circuit de commande	Auxiliaire manuel de commande, bouton poussoir, interrupteur de position, commutateur
T	Transformateurs	Transformateur de tension, transformateur de courant
U	Modulateurs, convertisseurs	Discriminateur, démodulateur, convertisseur de fréquence, codeur, convertisseur redresseur, onduleur autonome
V	Tubes électroniques, semiconducteurs	Tube à vide, tube à gaz, tube de décharge, lampe à décharge, diode, transistor, thyristor, redresseur
W	Voies de transmission, guides d'ondes, antennes	Bretelle (conducteur de renvoi), câble, jeu de barre
X	Bornes, fiches, socles	Fiche et prise de connexion, clips, fiche d'essai, planchette à bornes, sortie à souder
Y	Appareils mécaniques actionnés électriquement	Frein, embrayage, électrovalve pneumatique, électro-aimant
Z	Charges correctives, transformateurs différentiels, filtres correcteurs, limiteurs	Equilibreur, correcteur, filtre

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	


#### 4.3.2 Filerie

Pour la partie filerie de puissance, le repérage se fera de la manière suivante :

- 04 – L1Q5 / 04 – L2Q5 / 04 – L3Q5 – 04 – NQ5
  - 04 étant le numéro de folio
  - L1 étant la phase 1
  - Q5 étant le repère de la protection

Le repérage des fileries de télécommande se fera de la manière suivante :

- 010 – xx
  - 010 étant le numéro de folio
  - xx étant le numéro de filerie
- 010 – Qx
  - 010 étant le numéro de folio
  - Qx étant le repère de la protection

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 5 RESEAU DE TERRE

Trois mesures essentielles seront à cet effet suivies:

- Réaliser par bâtiment un réseau de terre tel que sa résistance soit la plus faible possible, inférieure à 1 ohms pour les grands bâtiments et à 2 ohms pour les petits, et supprimer le gradient de potentiel aux alentours du bâtiment.  
Ces valeurs seront vérifiées avant connexion des réseaux équipotentiels et raccordement des diverses armatures et masses. Les terres seront améliorées jusqu'à obtention des valeurs demandées.
- Réaliser une interconnexion des réseaux de terre afin que la terre générale soit inférieure à 1 ohm quelles que soient les conditions atmosphériques.
- Relier à cette terre par des circuits de section appropriée tout ce qui se raccorde habituellement à une terre : masse des équipements, ferrures, armatures, parasurtenseurs, neutre ou impédance de neutre, etc...

La barrette de terre sera constituée d'une barre de cuivre 50x5x500 pré percée pour recevoir toutes les liaisons de terre, chaque circuit de terre sera raccordé individuellement à la barrette de terre.

D'une manière générale le puits de terre est réalisé avec une boucle en fond de fouille en cuivre nu de 25mm<sup>2</sup> et de 95mm<sup>2</sup> en acier galvanisé au minimum accompagné de piquets de terre tous les 2 mètres.

La liaison équipotentielle entre 2 postes HT/BT est réalisée en câble cuivre nu de 50mm<sup>2</sup>.

Tous les câbles de terre sont identifiés tenant aboutissant.

Dans le cas où les mesures de terre ne seront pas satisfaisante, le titulaire devra tout mettre en œuvre pour satisfaire aux prérequis.


### 5.1 Bâtiments

Les réseaux de terre et protection foudre, suivant qu'il s'agisse de l'un ou de l'autre type de bâtiment, doivent être réalisés conformément aux normes NFC 17.100 - NFC 15.100 , aux plans type et aux précisions des paragraphes ci-après.

Lors de la constructin du bâtiment, le reseaux de terre seront réalisés obligatoirement selon les 3 solutions suivantes :

- La boucle à fond de fouille adaptée à la construction neuve : consiste en une boucle (tresse de cuivre nue de 25 mm<sup>2</sup> de section) partant et revenant vers le tableau de répartition électrique autour du bâtiment dans les fondations, assurant donc la liaison de terre sur la borne
- Le conducteur en tranchée d'alimentation : le câble de terre part de la borne de terre sur le tableau électrique et rejoint un point éloigné à la distance adaptée, enterré à une profondeur d'un mètre (il ne doit pas être placé à moins de 20 cm d'une canalisation d'eau, gaz ou électricité)
- L'installation d'un ou plusieurs piquets de terre en cuivre ou acier galvanisé (solution pour la rénovation ou amélioration) : chaque piquet de terre est planté à la verticale dans le sol à une profondeur minimale de 1 mètres, entouré d'une limaille de conduction et relié à la barrette de terre sur le tableau via une tresse de cuivre de section 25 mm<sup>2</sup> ; on pose un regard de visite et une protection anticorrosion sur la liaison.

Pour chacune de ces solutions, le titulaire et/ou la maîtrise d'œuvre sera soumise à validation du Maitre d'ouvrage.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

La valeur individuelle maximale d'une prise de terre du neutre est de :

- 1  $\Omega$  pour la prise de terre principale du poste HTA/BT amont ;
- 10  $\Omega$  pour les émergences de réseaux (intermédiaires ou de bout de réseaux) ;
- 10  $\Omega$  pour les émergences de branchements de plus de 120 kVA issus de départs directs

du poste HTA/BT ;

Dans le cas où la mesure ne serait pas respectée, le titulaire devra tout mettre en œuvre afin d'atteindre celle-ci.

Les valeurs de terres seront mesurées par un organisme de contrôle agréé (PV à fournir).

Si un paratonnerre est prescrit, celui-ci sera fixé mécaniquement à l'extrémité d'une hampe (tube acier galvanisé à chaud, qualité forte) de diamètre approprié pour obtenir une bonne rigidité en fonction de la hauteur du parafoudre au-dessus du bâtiment ; une embase de hampe sera construite en fonction de la nature et de la surface de la toiture pour permettre sa fixation ; 4 haubans fixés en partie haute de la hampe ou 8 si nécessaire placés en deux groupes de 4 à 2 hauteurs différentes, maintiendront l'ensemble verticalement. Les haubans seront constitués en fil isolant de dimensions appropriées à l'effort qu'ils supporteront. Au paratonnerre sera raccordée une tresse de cuivre étamé de 30 x 3,5 mm qui descendra le long de la hampe jusqu'à la toiture et sera maintenue par colliers inox ou cuivre étamé ; sur la toiture, elle sera raccordée à 4 bandes de cuivre étamé de 30 x 2 mm qui rejoindront suivant 4 directions perpendiculaires la ceinture haute sur laquelle elles seront raccordées.

Si possible, les directions seront choisies afin que deux bandes rejoignent la ceinture haute par le plus court chemin et les deux autres par le plus long.

Afin d'améliorer l'efficacité du système, il sera de plus réalisé, le plus près possible du pied du paratonnerre une descente spécifique en ruban de cuivre 30 x 2 qui aboutira à une prise de terre en patte d'oie, spécifique paratonnerre. Cette prise de terre sera constituée de trois rubans enterrés de cuivre 30 x 2 mm, de longueur 10m, raccordés à leurs extrémités à des piquets de terre de 4 m, l'espacement entre les piquets étant sensiblement de 10m. Cette prise de terre paratonnerre sera de plus interconnectée au maillage et à la ceinture basse du bâtiment.

## 5.2 Interconnexion

Les réseaux de terre de tous les bâtiments seront interconnectés à l'aide d'un conducteur en cuivre nu de section minimum 25 mm<sup>2</sup> (à chaque réseau d'un bâtiment, il sera raccordé directement à la ceinture basse).

Le conducteur d'interconnexion bouclera le réseau de terre de tous les bâtiments et de toutes les installations techniques à savoir Centrale, Postes, Aides radio, etc...

Il sera placé dans une tranchée à câble juste au-dessous du grillage (ou de la bande) avertisseur, et dans l'axe de la tranchée.

Entre les deux extrémités d'un conducteur d'interconnexion raccordées chacune au réseau de terre d'un bâtiment, le conducteur sera remis à la terre tous les 300 mètres linéaires au maximum au moyen d'un piquet de terre de 2 m enfoncé par percussion.

Lorsque le conducteur d'interconnexion est placé dans une tranchée à câble, il sert également de protection des câbles placés dans la même tranchée.


## 5.3 Equipotentialité et Mise à la Terre

Le réseau constitué dit réseau de masse est interconnecté au réseau de terre.

Les réseaux de masse maillés sont toujours préférables aux réseaux de masse en étoiles.

L'équipotentialité des masses et des éléments conducteurs doit être conforme aux prescriptions de l'article 3 de la norme **NF C 17-100**.

- Pour chaque tableau général : une liaison directe entre sa barre de protection et une plage de mise à la terre,

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- La mise à la terre des canalisations collectives de chaque fluide distribué (eau, chauffage, etc...) ainsi que les mises à la terre demandées par la norme NC 15.100 dont la section 701 et par le guide UTE C15.106
- Pour chaque utilisation à desservir en énergie par le présent lot : la mise à la terre de sa masse par un conducteur de protection cheminant parallèlement aux conducteurs d'alimentation. Chaque conducteur de protection sera raccordé sur la barre de protection du TGBT ou du tableau divisionnaire fournissant l'énergie à l'utilisation. Ces conducteurs aboutiront dans chacune des armoires sur un collecteur permettant les raccordements de tous les conducteurs PE.
- Toutes les alimentations d'appareils prévus sur interrupteurs et circuit combinés, disjoncteurs ou autres commandes seront accompagnées d'une borne de terre.

Parallèlement à tous les conducteurs actifs, la terre sera amenée à toutes les alimentations nécessaires aux autres corps d'état techniques, aux armoires divisionnaires et aux tableaux de distribution, puis de ceux-ci aux différents points d'utilisation.

La terre sera distribuée à tous les points d'utilisation où se trouvent des appareils électriques, y compris aux appareils d'éclairage de classe II.

Le sectionnement du conducteur de protection ne sera pas autorisé au niveau des luminaires, de façon à assurer la continuité du conducteur en cas de dépose des appareils.


Les sections minimales sont :

- Section égale à celle des conducteurs actifs jusqu'à 16 mm<sup>2</sup>
- Section égale à 16 mm<sup>2</sup> pour des conducteurs actifs entre 16 et 35 mm<sup>2</sup>
- Section égale à la moitié de celle des conducteurs actifs pour les sections supérieures à 35 mm<sup>2</sup>.

A partir de la prise de terre, L'entreprise devra au titre du présent lot, toutes les liaisons équipotentielles en cuivre nu de section minimum de 25 mm<sup>2</sup> et matériel de mise en oeuvre nécessaires.

- Chemins de Câbles,
- Tableaux électriques y compris porte des armoires si celles-ci comportent des unités de contrôles et signalisations,
- Canalisations,
- Éléments métalliques de construction et supports,
- (liste non limitative),



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

A partir des plages de mise à la terre (locaux électriques TG, TD), le titulaire réalisera la mise à la terre par cuivre nu de section minimal de 25mm<sup>2</sup> de toutes ses installations et notamment :

- La réalisation d'une liaison équipotentielle principale pour toutes les canalisations métalliques pénétrant dans le bâtiment,
- La mise à la terre de tous les éléments métalliques de plafonds suspendus
- La mise à la terre des chemins de câbles sur la longueur du chemin de câbles du pré câblage ou sur le chemin de câbles CFO lié mécaniquement au chemin de câbles du pré câblage
- La mise à la terre de toutes les canalisations de fluides (eau, chauffage, etc....)
- Les huisseries métalliques (locaux humides, locaux électriques) en filerie type HO7 VK 6 mm<sup>2</sup>
- Les armatures et menuiseries métalliques
- Les structures (grill, passerelles, etc.)

Toutes les liaisons seront connectées par cosses serties et isolées par une gaine thermorétractable de couleur Vert/Jaune.

#### 5.4 Maillage des éléments de Structure

Pour chaque extension, afin de garantir une bonne évacuation des charges électromagnétiques, il sera mis en oeuvre un réseau de colonnes de terre vertical reprenant à chaque niveau les différents ferraillements contenus dans les planchers béton ainsi que les éléments métalliques de façade.

La prestation comprendra :

- Pour chaque colonne d'armoires un câble vertical 50<sup>2</sup> posé sur support isolant. En pied de gaine ce câble rejoindra la barrette de répartition de terre (avec identification)
- A chaque niveau, connexion des ferraillements des planchers béton dans un rayon de 20 m autour de la colonne
- A chaque niveau, connexion des éléments métalliques de façade à raison d'une liaison tous les 20 m.


#### 5.5 Terre Informatique

La terre dite "Informatique" sera issue directement de la barre de terre générale du bâtiment. Cette terre aboutira à chaque locaux "LSI" et cheminera et sera interconnectée sur les chemins de câbles dédiés au réseau informatique.

Une barrette de terre spécifique sera installée dans chaque local "LSI".

Le type et la section minimale de cette terre sera :

- Type HO7VU / Vert Jaune
- Section mini de 35 mm<sup>2</sup>


CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 5.6 Protection contre la Foudre

Le titulaire devra l'installation d'un système de parafoudre au niveau des TGBT principaux  
La protection contre la foudre devra être adaptée au niveau kéraunique du site jusqu'à l'obtention d'un niveau de couverture adapté au niveau des surtensions présumées.

Il sera nécessaire de mettre en oeuvre des mesures de protection efficaces contre les effets directs et indirects de la foudre, pouvant générer des risques humains et matériels ainsi que des pertes d'exploitation en conformité au guide UTE C 17-100-2 ou C 17-108 indiquant le nombre de paratonnerres nécessaires à la couverture du bâtiment.

La protection contre les effets directs de la foudre est constituée par une installation paratonnerre conformément à la norme NF C 17-102.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 6 HAUTE TENSION

### 6.1 Généralités

Les tensions délivrées sur l'aéroport sont :

- Pour l'Aérogare Passagers :
  - Réseau HT EDF de 15 kV depuis 2 lignes d'alimentation distincts arrivant au niveau de la centrale d'énergie ;
  - Tension 1 kV utilisée pour les réseaux de radionavigation au niveau des pistes ;
  - Tension variable jusqu'à 6 kV utilisée pour les réseaux du balisage lumineux des pistes.
- Pour l'aérogare Fret :
  - Réseau HT EDF de 15kV depuis le fournisseur d'énergie en coupure d'artère
- Pour le hangar de maintenance
  - Réseau HT EDF de 15kV depuis le fournisseur d'énergie en coupure d'artère
  -

Les installations HT sur le site de l'ARRG sont de marque Schneider Electric.

Le stockage des pièces de rechange pour la maintenance a été organisé en conséquent. Le choix des modèles de protections devra en tenir compte, à défaut un stock minimum de la marque choisie devra être intégré à l'offre du prestataire.

### 6.2 Cellules HTA

Les cellules HT mises en oeuvre seront des cellules modulaires du type préfabriqué (conformes à la spécification EDF HN 64-S-52) formant un ensemble monobloc et équipées d'appareillage fixe à coupure dans l'hexafluorure de soufre (SF6). L'installation d'appareillage fixe à coupure dans le SF6 devra répondre aux exigences de la section 625 de la norme NF C13-100.


Les cellules comprendront l'ensemble des verrouillages nécessaires pour rendre impossible l'accès à des pièces ou organes de l'installation tant que ceux-ci pourront être sous tension (y compris par retour BT). Ces verrouillages incluent l'accès aux bornes BT du transformateur, ainsi que le débrogage des bornes HT. Pour chaque ensemble transformateur, il sera prévu un verrouillage entre l'interrupteur HT, le disjoncteur BT et le sectionneur de terre HT, afin d'interdire l'ouverture de l'interrupteur HT si le disjoncteur BT est fermé et la fermeture du sectionneur de terre de la cellule si l'interrupteur HT est fermé.

Pour chaque cellule HT, il sera prévu des verrouillages suivants :

- Entre interrupteur, écran et sectionneur de terre, afin d'interdire la fermeture du sectionneur de terre si l'interrupteur est fermé ou l'écran ouvert,
- Entre la porte et le sectionneur de terre, afin d'interdire l'ouverture de la porte si le sectionneur de terre est ouvert.

Les caractéristiques générales des cellules seront les suivantes :

- Les cellules sans maintenance avec un cycle de vie minimum de 35 ans ;
- Degré de protection standard IP 65 pour tous les composants sous haute tension du circuit primaire, IP 3X minimum pour l'enveloppe, insensible à l'air salin et à la condensation ;
- Appareillage à coupure dans le SF6 avec ou sans motorisation ;
- Encombrement réduit (aux vues de l'espace disponible dans les locaux) préconisation :

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- Pas de 310 mm pour les interrupteurs EDF;
- Pas de 430 mm pour les cellules de mesure ;
- Pas de 620 mm pour les départs barre ;
- Pas de 500 mm pour les disjoncteurs avec relais, et 430 mm sans relais ;
- Profondeur de 775 mm.
- Tension nominale: 24 kV ;
- Tension de service: 15 kV ;
- Courant assigné jeu de barre 400 A ;
- Courant de courte durée maxi admissible: 12.5 kA Rms – 1s ;
- Compartiments distincts séparés par cloisonnements métalliques ou isolants (jeu de barre, appareillage, raccordement, commande, appareillage contrôle) ;
- Verrouillages intrinsèques suivant IEC 298 entre interrupteur (ou sectionneur) principal, sectionneur de mise à la terre et panneau d'accès aux raccordements ;
- Conformités aux normes IEC 298-265-129-694-420-56 ;
- Conformité à la norme IEC 61850 ;


Les manoeuvres des appareillages s'effectueront par commande manuelle uniquement. Les circuits auxiliaires et de relaying seront conçus de façon à ne pas bloquer les dispositifs de commande ou de ne pas provoquer de déclenchement intempestif en cas de défaillance.

Les cellules HTA seront obligatoirement repérées par l'intermédiaire d'étiquette type Gravopli. Les étiquettes indiqueront le nom et l'affectation de l'équipement (ex: Cellule de protection du transformateur TR1). Les cellules HTA seront équipées d'une plaque signalétique comportant les informations suivantes :

- Constructeur ;
- Désignation du type ;
- Numéro de série ;
- Tension assignée : U, kV ;
- Tension de tenue assignée aux chocs de foudre : uW, kV ;
- Courant assigné en service continu : In, A ;
- Courant de courtes durées admissibles assignées : Ith, A ;
- Durée de court-circuit assignée : t, s ;
- Masse ;
- Type et calibre des fusibles (le cas échéant) ;
- Année de mise en service

### 6.2.1 Unité fonctionnelle Interrupteur

- Jeu de barres tripolaire 400A ;
- Un interrupteur/sectionneur et sectionneur de terre à coupure et isolation dans le SF6 ;
- Une commande manuelle comprenant 1 déclencheur d'ouverture de type 230V-50Hz ;
- Déclencheur électrique par bobine 230 V à émission de tension ;
- Voyant tri-Led de présence de tension ;
- Trois plages de raccordement ;
- Un caisson basse tension comprenant :
  - Des contacts à ouverture et à fermeture sur interrupteur ;
  - Des contacts à ouvertures et à fermeture sur SMALT ;

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 6.2.2 Unité Fonctionnelle Transformateur de potentiel


- Jeu de barres tripolaire 400A ;
- Un interrupteur/sectionneur et sectionneur de terre à coupure et isolation dans le SF6 ;
- Une commande manuelle ;
- Fusibles 6,3A à percuteurs ;
- Voyant tri-Led de présence de tension ;
- Transformateurs de potentiels 15kV/V3/100V/V3-100V/V3, 15 VA classe 0.5, 12.5KA/1s ;
- Un caisson basse tension comprenant :
  - Des contacts à ouverture et à fermeture sur interrupteur ;
  - Des contacts à ouvertures et à fermeture sur SMALT ;
  - Une signalisation mécanique fusion fusible MT ;
  - Une signalisation électrique fusion fusible MT ramenée sur bornier ;
  - 2 sectionneurs fusibles des circuits BT (Comptage et Référence Tension) ;

## 6.2.3 Unité fonctionnelle Interrupteur Fusibles

- Jeu de barres tripolaire 400A ;
- Un interrupteur/sectionneur et sectionneur de terre à coupure et isolation dans le SF6 ;
- Une commande manuelle comprenant 1 déclencheur d'ouverture de type 230V-50Hz ;
- Un sectionneur de terre en aval des fusibles lié au sectionneur de terre amont ;
- Déclencheur électrique par bobine 230 V à émission de tension ;
- Voyant tri-Led de présence de tension ;
- Trois plages de raccordement ;
- Un verrouillage HT/TR/BT
- Un caisson basse tension comprenant :
  - Des contacts à ouverture et à fermeture sur interrupteur ;
  - Des contacts à ouvertures et à fermeture sur SMALT ;
  - Une signalisation mécanique fusion fusible MT ;
  - Une signalisation électrique fusion fusible MT ramenée sur bornier

## 6.2.4 Unité fonctionnelle Protection Générale double sectionnement

- Un jeu de barres tripolaires 400A ;
- Un interrupteur sectionneur et sectionneur de terre amont à coupure et isolation dans le SF6 ;
- Un disjoncteur débrochable à coupure dans le SF6 de calibre 400A ;
- Une commande disjoncteur motorisée ;
- Un déclencheur de fermeture à 48Vdc ;
- Un déclencheur d'ouverture à MN 48Vdc ;
- Un compteur de manoeuvres mécanique ;
- Une commande sectionneurs manuelle ;
- Voyant tri-led de présence de tension ;
- Un verrouillage ;
- Transformateurs de courant ;
- Un caisson basse tension comprenant :
  - Des contacts à ouverture et à fermeture sur sectionnement ;
  - Des contacts à ouverture et à fermeture disjoncteur ;
  - Des contacts à ouvertures et à fermeture sur SMALT ;
  - Un relais numérique de protection

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 6.2.5 Unité fonctionnelle Protection simple sectionnement

- Un jeu de barres tripolaires 400A ;
- Un interrupteur sectionneur et sectionneur de terre amont à coupure et isolation dans le SF6 ;
- Un disjoncteur débrochable à coupure dans le SF6 de calibre 400A ;
- Une commande disjoncteur motorisée ;
- Un déclencheur de fermeture à 48Vdc ;
- Un déclencheur d'ouverture à MN 48Vdc ;
- Un compteur de manoeuvres mécanique ;
- Une commande sectionneurs manuelle ;
- Voyant tri-led de présence de tension ;
- Un verrouillage de boucle et/ou HT/TR/BT ;
- Transformateurs de courant ;
- Un caisson basse tension comprenant :
  - Des contacts à ouverture et à fermeture sur sectionnement ;
  - Des contacts à ouverture et à fermeture disjoncteur ;
  - Des contacts à ouvertures et à fermeture sur SMALT ;
  - Un relais numérique de protection

## 6.2.6 Relais de protection HTA


Les protections seront assurées par des relais de protection numérique, Ils répondront aux caractéristiques suivantes:

Caractéristiques électriques :

- Tension continue 48Vcc ;
- Transformateur de courant TC 1/5 A ;
- Fréquence nominale 50/60Hz ;
- Sorties logique conduction : 5A

Protection :

- Maximum de courante phase directionnelle/non directionnelle ;
- Maximum de courant à la terre directionnel/non directionnel ;
- Maximum de courant phase ;
- Maximum de courant résiduel (terre sensible) ;
- Protection watt métrique homo polaire ;
- Protection de terre  $I \cos \phi$  et  $I \sin \phi$  ;
- Protection de terre restreinte ;
- Logique de sur intensité bloquée ;
- Sélectivité logique enclenchement en charge ;
- Max. de I à retenue de tension, max. de I inverse directionnel/non directionnel inverse ;
- Surcharge thermique ;
- Min. de U, max. de U, max. de U résiduelle, max. de U inverse ;
- Min. de fréquence, max. de fréquence ;
- Rupture du conducteur de phase ;
- Défaillance disjoncteur ;
- Surveillance des transformateurs de tension ;
- Surveillance des transformateurs de courant ;
- Blocage logique de surintensité : Tous les défauts sur intensité et de terre peuvent être bloqués par une entrée logique ;
- Sélectivité logique doit permettre de modifier les réglages de temporisation des éléments de max. de courant sur réception d'un ordre externe

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

#### Mesure :

- Courant phase (I1, I2, I3) ;
- Max. de I phase (I1, I2, I3) ;
- Tension (U1, U2, U3) simple, composées, neutre ;
- Puissance active W a, W b, W c, W total (P) ;
- Puissance réactive War a, War b, War c, War total ;
- Puissance apparente WA a, WA b, WA c, WA total ;
- Maxi mètre puissance active et réactive ;
- Fréquence ;
- Energie active réactive ;
- Courants de déclenchement (I1, I2, I3, I0) ;
- Rotation de phase ;
- Courant résiduel ;
- Tension résiduelle

#### Capteurs :

- Le relais de protection doit pouvoir s'adapter aux capteurs de courant et de tension en place sur les équipements existant dans la version du chiffrage de base ;
- Idem pour les capteurs de courant résiduel

#### Interface et dialogue opérateur :

Le dialogue opérateur devra pouvoir être réalisé en face avant de la protection ou par console et devra permettre la lecture, le paramétrage, la visualisation et l'acquittement des alarmes, l'état des entrées/sorties, des grandeurs électriques et de l'énergie. En plus des fonctions de la protection et de la mesure, un automate de programmation devra être intégré pour la logique de commande, de protection, de mesure et de signalisation :

- Schéma logique programmable et/ou schéma relais ;
- Entrée TOR ;
- Sorties TOR ;
- Avec extension de carte E/S, analogique ;
- Notices techniques de programmation ;
- Relais internes dans le cas de schéma relais

#### Logiciels :


Le logiciel (avec notice technique) devra être fourni avec les relais de protection et devra pouvoir évoluer avec les versions à venir et être obligatoirement en langue Française. Le logiciel devra aviser des anomalies de programmation. Il ne sera pas prévu de programmation feedback par rapport aux installation et programmations existantes.

## 6.3 Transformateurs

Les transformateurs seront soit à isolement dans l'huile minérale, soit de type sec avec comme référence tension 15 kV / 410 V.

Ils devront obligatoirement être de type Eco Design AkAo (phase 2 de la directive européenne 2009/125/CE), de posséder le marquage CE et conforme aux normes CEI 354, CEI 60076, NF EN 50464-1 et au décret (UE) n° 548/2014 de la commission du 21 mai 2014 relatif à la mise en oeuvre de la directive européenne 2009/125/CE.

Chaque transformateur devra pouvoir assurer un fonctionnement en service ininterrompu et devra pouvoir supporter, dans une ambiance de 40°C, une surcharge de 10 % pendant 5 heures ou une surcharge de 25 % pendant une heure. Seuls seront acceptés les transformateurs à ventilation naturelle.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

Les transformateurs auront les caractéristiques minimales suivantes :


### 6.3.1 Transformateurs Secs

- De marque Scheider ou équivalent approuvé ;
- Puissance : KVA ;
- IP : 31 ;
- IK : 07 ;
- Isolement : 17,5 kV ;
- Choc : à 125 kV ;
- Tension primaire : 15 kV ou 5.5 kV ;
- Prise de réglage + ou – 5% ;
- Tension secondaire : 410V ;
- Couplage triangle – étoile neutre sortie Dyn11 ;
- Classe F1 ;
- Dispositif de protection Z : sonde PTC de température utilisée comme suit :
  - 1er seuil : TA renvoyé sur voyant et en GTC ;
  - 2eme seuil : déclenchement amont et aval des protections transformateurs ;
- Barrettes de communication manoeuvrables hors tension ;
- 3 bornes embrochables côté HT, avec verrouillage des parties mobiles par serrures ;
- Jeux de barres BT, avec caisson de protection ;
- Emplacement de mise à la terre sur couvercle ;
- Plan signalétique ;
- 1 procès-verbal d'essais par appareil
- Galets directionnels ;
- Protection thermique entraînant la coupure HTA ou BT


### 6.3.2 Transformateurs Huile

- De marque Schneider ou équivalent approuvé
- Puissance : KVA ;
- Isolement : 17,5 Kv ;
- UCC% : 4% ou 6% selon puissance
- Tension primaire : 15 Kv ou 5,5 Kv ;
- Prise de réglage + ou – 5%
- Tension secondaire : 410V ;
- Couplage triangle – étoile neutre sortie Dyn11 ;
- Fréquence : 50Hz
- Raccordement HTA : 3 traversées embrochables HN52 S60
- Raccordement BT : traversées passe barres
- 1 procès-verbal d'essais par appareil
- Accessoires pour verrouillage des traversées sans serrure
- 1 capot BT plombable
- 1 bac de rétention ou autres solutions techniques équivalentes
- 1 relais DGPT2 (baisse niveau, surpression, T1, T2)
  - 1er seuil : TA renvoyé sur voyant et en GTC ;
  - 2eme seuil : déclenchement amont et aval des protections transformateurs ;
- Huile minérale à refroidissement ONAN, remplissage intégral
- Garantie zéro PCB
- Emplacement de mise à la terre sur couvercle
- Protection thermique numérique 2 seuils entraînant la coupure HTA et BT



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- Ecran obligatoire selon distance du bâtiment
- Dans le bâtiment, isolé par des parois de degré coupe-feu de degré 2 heures
- IP et IK : conforme à l'UTE C15-103

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 6.3.3 Bac de rétention

En complément de la norme C13-200 de Septembre 2009, article 422.1.3, l'ARRG dans une démarche environnementale, demande la mise en place d'un bac de rétention du diélectrique pour tout transformateur huile installé.

Bacs anti-feu monobloc compatibles avec la réglementation en vigueur (règlement UE No 548/2014 sur mise en oeuvre de la directive 2009/125/CE). - Système d'extinction MX® permettant un écoulement rapide du diélectrique dans le bac et l'extinction naturelle des flammes (modèle breveté et qualifié par le CNPP et le TÜV) ;

Ce bac sera constitué d'une tôle de 3 à 4 mm galvanisée à chaud soudé.

Le transformateur sera monté sur deux profilé mécano soudés galvanisé et réglable en largeur en fonction de l'entraxe des galets de roulement du transformateur.

Le système d'extinction sera assuré par un montage de chicanes en tôle galvanisé assemblée en usine. Le bac disposera d'un anneau de levage et d'une vanne de vidange Ø1".

Il sera équipé d'un système anti-vibrations.

Ce bac sera de la gamme BAFv2 ou techniquement équivalent.

## 6.4 Verrouillage

Le verrouillage devra faire l'objet d'une étude détaillée prenant en compte tous les cas de figure.

L'entreprise devra la création des plans de verrouillage et la rédaction des procédures. L'ensemble de ces documents sera soumis à approbation du Maître d'Oeuvre et du bureau de contrôle. L'entreprise devra la fourniture et l'installation de tous les équipements (serrures, serrures de transfert, clés...) nécessaires aux verrouillages.

L'entreprise devra la fourniture et installation des cellules équipées du matériel permettant :

- Le verrouillage permettant la consignation des liaisons HTA ;
- Le verrouillage entre la cellule et son transformateur ;
- Le verrouillage devra comprendre le disjoncteur général BT

Le titulaire du présent lot devra fournir les plans de verrouillage ainsi que les consignes de manoeuvre et de verrouillage. Le schéma unifilaire devra comporter l'ensemble des verrouillages mis en oeuvre.

Il sera STRICTEMENT INTERDIT d'utiliser la méthode d'anneaux soudés.

Un verrouillage = 1 seule clé


### 6.4.1 Verrouillage de boucle

Les verrouillages HTA/HTA seront effectués entre les cellules de boucle des postes de livraison et des postes de transformation. Les cellules départ et arrivée de câbles HTA sont à équiper de serrures permettant le verrouillage de boucle avec les cellules des postes amont ou aval. Les systèmes de serrures sur les cellules situées aux deux extrémités de la liaison HTA doivent être compatibles afin de ne pas avoir à passer par des serrures intermédiaires dites de transfert.

Nota : Les verrous et serrures du poste de transformation devra se conformer aux verrous et serrures des postes de transformation déjà existants.

### 6.4.2 Verrouillage HT/TR/BT

Ce verrouillage est en fait une succession de deux verrouillages qui sont le verrouillage HTA/BT et le verrouillage HTA/TR. Le verrouillage HTA/BT devra interdire la fermeture du sectionneur de terre de la cellule HTA de protection du transformateur tant que le disjoncteur général BT n'a pas été verrouillé en position

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

ouverte (ou débrochée). Le verrouillage HTA/TR devra interdire l'ouverture des bornes embrochables du transformateur tant que le sectionneur de terre de la cellule HTA de protection du transformateur n'a pas été verrouillé en position fermé.

## 6.5 Câble HTA

Les câbles HTA seront de tension spécifiée minimale 12/20 (24) kV et répondent à la norme NFC 33-226. L'écran aluminium sera prévu pour écouler à la terre les courants de court-circuit du réseau, à savoir 1000 A pendant 1 seconde pour les réseaux souterrains.

Les caractéristiques minimales sont :

- Section : à déterminer suivant application ;
- Ame aluminium classe 2 câblée ;
- Isolation XLPE ;
- Gaine PE-HD C2, NFC 32-070, noire + 2 liserés gris ;
- Bonne résistance aux chocs et intempéries ;
- Anti-termites

Ces câbles seront de type tripolaires torsadés de marque NEXANS ou équivalent.

## 6.6 Connectiques HTA

### 6.6.1 Cellules HTA

Les raccordements sur les cellules HTA selon les cas, seront des extrémités d'intérieurs de type EUIC, seront rétractable à froid avec cosse à serrage mécanique, elles seront conforme aux normes C 33-226, NF/UTE C 33-223 et NF C 33-220 et disposerons d'un manchon d'étanchéité couvrant la cosse et d'un système de raccordement du câble à la masse (tresse, collier mécanique et ruban).

Dans les cas de cellules type étanches (RM6), Il existe 3 types de traversées définies par la tenue au courant de courte durée admissible :


- Type A : 200 A : 12,5 kA 1 s et 31,5 kA crête (embrochable)
- Type B : 400 A : 16 kA 1 s et 40 kA crête (embrochable)
- Type C : 630 A : 25 kA 1 s, 21 kA 3 s et 62,5 kA crête (déconnectable M16).

Il appartiendra à l'entrepreneur de vérifier avec le fabricant quelle type de traversée à mettre en œuvre.

### 6.6.2 Transformateurs

Les raccordements sur les transformateurs seront réalisés à l'aide de connecteurs séparables. Ces connecteurs seront conforme à la norme HD 629.1 S2.

Ils seront soit de type "droit" ou bien "equerre" selon les configurations de mise en œuvre.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 6.6.3 Boîtes de jonction

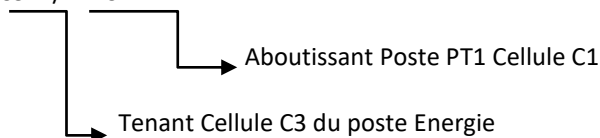
Les boîtes de jonction seront de marque NEXANS ou équivalente de type J3UP RF 24-95/240 permettant un raccordement permanent de câbles à isolation synthétique sur réseaux aériens ou souterrains de 95 à 240 mm<sup>2</sup> de tension 12/20 (24) kV et notamment sur câbles NF C 33-226, NF/UTE C 33-223, NF C 33-220.

### 6.6.4 Repérage

Les câbles sont repérés par une étiquette imperdable gravée, posées dans toutes les chambres de tirage, en chemins de câbles et à chaque changement de direction.

Le principe de repérage tenant /aboutissant avec N° d'ordre.

- Exemple : C3PE/PT1C1



## 6.7 Chemins de câbles

Les chemins de câbles HTA seront OBLIGATOIREMENT :


- En cheminant intérieur, de type "Dalle Marine", de largeur minimum de 200 mm (un câble torsadé) et de hauteur 100 mm galvanisé à chaud et revêtu d'un capot maintenu par cerclage à l'aide d'un feuillard.
- En cheminant extérieur, de type "PVC", de largeur minimum de 200 mm et de hauteur 100 mm et revêtu d'un capot maintenu par cerclage à l'aide d'un feuillard.

Des étiquettes de repérage (voir ci-après) devront être mises en place tous les 3 mètres et à chaque changement de direction.

Ces étiquettes devront être visibles de tout point.



En complément, devront être mis en place sur ces chemins de câbles le/les repère(s) de repérage des câbles comme cité au chapitre 6.6.4.

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

## 6.8 Essais - Contrôles

### 6.8.1 Matériels

L'ensemble du matériel HTA, cellules, transformateurs, transformateurs de courant, transformateurs de potentiel, etc..., devront **OBLIGATOIREMENT posséder à un certificat d'essais USINE.**

Sans ce certificat la réception ne sera pas prononcée.

Toutes les contrôles sur site seront rédigés sur une fiche type (à produire lors de la phase de préparation).

Ces contrôles de bonne réalisation devront comporter à minima :

- La continuité des équipements au réseau de terre ;
- La conformité de pose, de montage et de repérage ;
- La conformité des serrages au couple des connexions électriques et mécaniques ;
- La conformité des tensions des circuits auxiliaires ;
- La conformité des fonctionnements électriques et mécaniques ;
- La vérification des inter-verrouillages ;

Outre à ces contrôles, cette fiche devra comporter :

- Le nom du matériel concerné ainsi que le type ;
- Le nom du fabricant ;
- Le numéro de série ;
- Les numéros de série des TC, TP, disjoncteur, etc..
- La référence des matériels de mesures ayant servi au contrôle ainsi que la dernière date d'étalonnage ;
- Le nom et la signature du technicien ayant réalisé ces contrôles ;
- Le nom, la signature du responsable validant ces contrôles et cachet commercial ;

Toutes ces fiches devront être transmises avant toute mise en service au Maître d'Ouvrage et Maître d'œuvre.

Nota : Une fiche de même type est à produire concernant l'ensemble des équipements constituant le poste HT/BT.


### 6.8.2 Relais de protection

Les relais de protections devront être testés par le fabricant avant toute mise en service.

Ces tests seront réalisés à l'aide d'une valise d'injection tension-courant secondaire de type COTEL ou équivalente.

Ces tests porteront sur les déclenchements du disjoncteur selon les réglages issus de l'étude de sélectivité.

Un rapport de ce dernier devra être joint avec tous les autres équipements testés.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 6.8.3 Test d'isolement

La description des tests d'isolement ci-après est OBLIGATOIRE pour les câbles, jeux de barres et transformateurs.

Ces équipements devront être soumis à un test d'isolement sous tension constante de 15 Kv durant 30 minutes.

Ces tests seront réalisés de la façon suivante :

#### Pour les câbles,

- Avant confection des extrémités ;
- Après confection des extrémités ;
- Après 48 heures sous tension continue

#### Pour les cellules,

- Après montage et eclissage des cellules ;
- Après 48 heures sous tension continue

#### Pour les transformateurs,

- Avant raccordement ;
- Après 48 heures sous tension continue

Nota : le secondaire du transformateur sera quant à lui testé sous 1 000 v durant 10 minutes.

La mesure après 48 heures permettra de valider les indices de polarisation "PI" et les courants d'absorption diélectrique "DAR".

PI => défini par le rapport entre la valeur de la résistance d'isolement mesurée après 10 minutes à sa valeur après une minute, caractérise la qualité d'isolation d'un enroulement électrique, en particulier son état de pollution et d'humidité.

DAR => Pour des installations ou des équipements comportant des isolants où le courant d'absorption décroît rapidement, le relevé des résistances d'isolement à 30 secondes et 60 secondes peut suffire pour qualifier l'isolement. Le DAR est défini comme suit :


Valeur du DAR	Condition d'isolement
< 1,25	Insuffisante
< 1,60	OK
> 1,60	Excellente

### 6.8.4 Reconfigurateur de boucle automatique APAX

La SA ARRG dispose d'un système de reconfigurateur de boucle HT automatique via le système RABBIT de Schneider Electric.

Tout ajout de poste satellite sur cette boucle devra être compatible et intégrer dans le système existant. Le titulaire prévoiera la mise à jour de toutes sujétions permettant de maintenir une exploitation du site.

Le temps de commutation (reprise d'énergie) ne devra pas excéder 15s en tous points de l'APAX.

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

## 7 BASSE TENSION

### 7.1 Généralité

Les installations BT sur le site de l'ARRG sont de marque Schneider Electric.

Le stockage des pièces de rechange pour la maintenance a été organisé en conséquent. Le choix des modèles de protections devra en tenir compte, **à défaut un stock minimum de la marque choisie devra être intégré à l'offre du prestataire.**

### 7.2 Régime de Neutre

La distribution de l'énergie en basse tension se fait selon différents régimes de neutre :

- 400V IT triphasé (neutre isolé non distribué): DESENFUMAGE
- 400V TNC (neutre et terre confondus) : Réseau d'alimentation Tableaux Généraux
- 400 V/ 230 V TNS (neutre à la terre distribué): réseaux généraux
- 400 V/230 V IT (neutre isolé distribué): réseaux de sécurité (désenfumage aérogare)
- 400 V / 230 V TT (neutre relié à la terre source et appareils) hangar de maintenance à l'est de la plateforme.

Sur le site de l'aéroport ARRG, 4 régimes du neutre sont en vigueur.

En règle générale, le régime TNC et TNS est en vigueur sur l'aérogare pour les réseaux généraux, le régime IT est utilisé pour des installations spécifiques et le TT au hangar de maintenance..


**Dans tous les cas l'aéroport demande une sélectivité totale lors d'un défaut à la terre.**

Ces installations devront respecter les principes suivants :

- Une visualisation et recherche de défaut à chaque étage de l'installation (IT ou TN).
- Un découplage des réseaux "neutre à la terre"/"neutre impédant" par transformateur d'isolement.
- Une mise à la terre du neutre.
- Une mise des masses à la terre (schéma TN avec différentiel) lorsque les installations sont dans un local séparé.
- L'utilisation de conducteurs de protection et de liaisons équipotentielles suivant les spécifications imposées par les normes.
- Des protections à détection différentiel résiduel (DDR) de sensibilité adaptée et assurant la sélectivité.

Sur les installations BT à régime neutre impédant (IT) ou isolé, un contrôle permanent de l'isolement indiquant le niveau d'isolement sur **chaque étage** du réseau, avec activation d'une alarme lors du dépassement du seuil d'isolement de pré alarme (réglable), et déclenchement d'alarme lors du dépassement du seuil d'isolement d'alarme (également réglable). Ces alarmes seront remontées vers la GTC.

Au niveau de la BT de chaque transformateur, un limiteur de surtension associé à une impédance sur le neutre du transformateur. Une sélectivité des protections calculées de manière à assurer à la fois, la meilleure continuité d'exploitation possible et une protection efficace. Des dispositifs de protection à courants résiduels (DDR) lorsque la protection ne peut être assurée de manière suffisamment efficace par les autres dispositifs prévus (cas de mises à la terre par groupes ou individuellement - interconnexion des terres inexistantes ou incertaines, etc.).

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

## 7.3 Transformateur

### 7.3.1 Transformateur de sécurité

Ces transformateurs permettent d'obtenir les tensions de sécurité 24 et 48 V à partir d'un réseau triphasé 230 V ou 400 V. Les transformateurs de sécurité éventuellement fournis seront conformes à la norme **NFC 52 - 210** et du type protégé.

Les caractéristiques :

- Echauffement : classe E + classe 1 - IP 207
- Fréquence : 50Hz

### 7.3.2 Transformateur d'isolement


#### 7.3.2.1 Généralités

Ces transformateurs permettent en particulier de limiter les dangers dus à des défauts d'isolement et d'assurer la séparation de réseaux à types de neutre différents. Les transformateurs d'isolement éventuellement fournis seront conformes à la norme **NFC 52.220** et du type protégé.

#### 7.3.2.2 Caractéristiques

- Puissance : xxx KW
- Rapports de tension : 231/231 V ou 400/400 V ou 400/231 V.
- Prises de réglage à  $\pm 15$  V.
- Conformes aux normes : CEI/EN 61558-2-4.
- Classe d'isolation et d'échauffement : H.
- Température ambiante max : 40 °C.
- Fréquence : 50/60 Hz.
- Standard type sec.
- Tropicalisé.
- Écran électrostatique entre le primaire et le secondaire relié à la masse.
- Enroulements complètement séparés.
- Degré de protection : IP21 – IK07 ; RAL9002.



CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

## 7.4 Chemins de câbles

### 7.4.1 Généralités

#### 7.4.1.1 Objet

Cette spécification détermine les conditions techniques minimum requises concernant le choix et la mise en oeuvre des chemins de câbles et de ses accessoires.

#### 7.4.1.2 Champ d'applications

Le présent texte s'applique à tous les projets d'installations électriques sur la plateforme.

#### 7.4.1.3 Normes d'applications

Les chemins de câbles seront conformes à la norme internationale CEI 61537 des chemins de câbles. En particulier, les PV de tests (mécaniques et électriques) des chemins de câbles, des accessoires et des supports devront être disponibles sur demandes.

#### 7.4.1.4 Documents de sélection

Il faudra fournir du matériel de série figurant dans les catalogues des constructeurs.

On soumettra au contrôle du Maître d'oeuvre les documents techniques en précisant au minimum :

- Le nom du constructeur
- La liste et les références des éléments constitutifs des chemins de câbles
- Les cotes d'encombrement
- Les cotes et le type de fixation
- La nature des matériaux utilisés

### 7.4.2 Caractéristiques

#### 7.4.2.1 Généralités

Le chemin de câbles sera de préférence de type dalle "marine" ou bien du chemin de câble "PVC".  
En extérieur, le PVC sera à privilégier.

#### 7.4.2.2 Critère mécanique

On déterminera avant tout la charge devant être soutenue par le chemin de câbles. Cette charge dépendra du poids des câbles et des éventuels appareils et accessoires supportés par le chemin de câbles.

En se référant aux abaques de charges admissibles fournis par le constructeur, on déterminera un chemin de câbles adéquat, tout en ayant prévu **les 30% de réserves**.


La flèche du chemin de câbles sera au maximum égale au 1/200<sup>e</sup> de l'écart entre deux supports. Par exemple, on ne pourra avoir une flèche maximum de plus de 10 mm pour une portée de 2 m.

Les éclissages entre les éléments de chemins de câbles seront effectués en dehors des supports.

Les éclissages seront situés idéalement à une distance du support égale au 1/5<sup>e</sup> de la portée.

Lorsque cela est possible, pour obtenir une portée de 2 m sans que les éclisses se trouvent au niveau du support, il suffit de placer les éclisses à une distance de 0.5 m du support le plus proche.

Afin d'anticiper les futurs besoins et permettre l'évolution de l'installation électrique, la capacité de charge du chemin de câbles tiendra compte d'une **réserve de 30 % et une largeur minimale de 150mm**.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 7.4.2.3 Tenue à la corrosion

Les environnements seront le principal facteur de choix du revêtement ou du type d'acier ou PVC du chemin de câbles. Les différents revêtements ou type d'acier disponibles pour les chemins de câbles et/ou les accessoires seront les suivants :

- PG : Galvanisation avant fabrication en continu selon la norme EN 10244-2
- GS : Galvanisation avant fabrication par procédé Sendzimir selon la norme EN 10142
- EZ : Electrozingage après fabrication selon la norme EN 12 329
- GC : Galvanisation à chaud après fabrication selon la norme EN 14 61
- DC : Dacromet, protection équivalente au GC
- 304 L : Acier inoxydable 304 L selon la norme AISI 304 L
- 316 L : Acier inoxydable 316 L selon la norme AISI 316 L
- PVC :

Les aciers inoxydables seront impérativement décapés et passivés, afin d'éliminer les polluants et à uniformiser la surface de l'acier inoxydable et de garantir ainsi une tenue à la corrosion optimale. Il conviendra également de s'assurer de la compatibilité de traitement de surface entre les chemins de câbles et les accessoires.


Afin de différencier les divers réseaux mis en œuvre, un choix de coloris sera proposé au maitre d'œuvre et au maitre d'ouvrage.

Le choix du revêtement ou du type d'acier dépend de l'ambiance d'utilisation :

	PG	GS	EZ	GC	DC	304L	316L	PVC
Installation intérieure, ambiance normale	☺	☺	☺					
Installation extérieure	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☺
Installation Tri-bagages	☹	☹	☹	☺	☺	☺	☺	☺
Ambiance alimentaire	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☺
Ambiance acide, alcaline, agressive	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☺

☺ Recommandé

☹ Interdit

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

#### 7.4.2.4 Dimensions du chemin de câbles

Hauteur d'aile intérieure possible :

55 mm

105 mm

Largeur nominale intérieure possible pour une hauteur d'aile de 55, ou 105 mm :

150 mm

200 mm

300 mm

400 mm

500 mm

600 mm

#### 7.4.2.5 Façonnage du chemin de câbles type dalle "marine" et "PVC"

Pour réaliser les dérivations, les intersections, les changements de niveaux, les réductions et autres coudes, et afin d'adapter parfaitement le cheminement à la configuration du site, la réalisation des différentes formes s'effectuera à l'aide d'éléments pré-fabriqués que propose le constructeur.

#### 7.4.2.6 Les couvercles

Le couvercle aura des supports longitudinaux destinés à recevoir les clips de fixation. Dans le cas contraire, des languettes rabattables sur le fil de rive devront être disponibles.

Le couvercle pourra être ouvert et refermé à tout moment.

La protection contre la corrosion des couvercles sera d'une protection équivalente à celle retenue pour les chemins de câbles.

#### 7.4.2.7 Les cornières de séparation

La cornière de séparation sera pleine, aura un bord sécurisé et se fixera sans visserie.

La protection contre la corrosion des cornières de séparation sera d'une protection équivalente à celle retenue pour les chemins de câbles.

#### 7.4.2.8 Eclissage des éléments de chemins de câbles

Afin de conférer à l'ensemble du cheminement une rigidité mécanique et d'assurer la continuité électrique le cas échéant, tous les éléments de chemins de câbles seront reliés entre eux par des éclisses en acier ressort, équipées de renforts longitudinaux ou d'éclisses vissées.


La mise en place de câble de terre entre les éléments des chemins de câbles ne sera pas autorisée.

La protection contre la corrosion des éclisses sera d'une protection équivalente à celle retenue pour les chemins de câbles.

#### 7.4.2.9 Fixation des chemins de câbles

Le choix des fixations dépendra de la configuration de l'installation et de la charge devant être tenue par ces fixations. Cette charge tiendra compte du poids du chemin de câbles, du poids des câbles, et du poids des éventuels appareils et accessoires fixés sur le chemin de câbles.

Afin d'éviter les problèmes d'adaptations pouvant exister entre les matériels de différents constructeurs, les accessoires de fixations et autres supports devront exclusivement être fournis par le constructeur retenu pour fournir le chemin de câbles.

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

Dans tous les cas de fixations (fixation au plafond, fixation murale et montage au sol), on utilisera les supports du constructeur prévus à ces effets et on respectera scrupuleusement les indications de pose fournis par le constructeur.

Afin d'optimiser les temps de pose, les supports sans visseries utilisant des formes profilés avec des pattes de verrouillages ou des ergots rabattables seront utilisés chaque fois que cela sera possible.

La protection contre la corrosion des supports et autres fixations sera d'une protection au moins équivalente à celle retenue pour les chemins de câbles.

#### 7.4.3 Repérage


L'ensemble des chemins de câbles sera repéré tous les 15 mètres et à chaque changement de direction. Ce repérage sera réalisé à l'aide d'une étiquette "Gravopli" fond jaune écriture noire avec la mention "**Chemin de câbles CFO**".

Cette étiquette aura une dimension de 150mm\*30mm et sera fixée solidement au chemin de câbles par les moyens adéquats. Les colliers, rislan et tout autre type de colliers sont strictement interdits.

#### 7.4.4 Liaison équipotentielle

Sur l'ensemble des réseaux de chemins de câbles et quelque soit le type, une tresse de cuivre nu de section minimum de 25 mm<sup>2</sup> cheminera sur les ailes, sera maintenue par colliers sur la longueur de l'élément et à chaque extrémité à l'aide de borne "BB".

Cette tresse de cuivre sera raccordée à chaque extrémité et sera repérée "Liaison EQ/CC".

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 7.5 Conduits

Le type des tubes sera conforme à la norme suivant le type de pose et d'encastrement.  
La section des tubes sera choisie de façon à permettre de retirer aisément les conducteurs ou d'en ajouter éventuellement deux et ce par rapport au nombre imposé dans la NFC 15.100.  
Les conducteurs seront posés après mise en place des tubes, il sera donc prévu en conséquence des boîtes de tirage où cela s'avère nécessaire.  
Il sera prévu une protection complémentaire dans les traversées et passages.

Tous les fourreaux et tubes sont dus par le titulaire du présent lot.

La distribution dans les locaux techniques pourra être réalisée en apparent sous tube PVC rigides type IRL 3321 de chez ARNOULD ou équivalent. Ils seront posés sur lyre spirale ou colliers à embase espacés tous les 50cm.

Hormis pour les locaux techniques, la distribution sera réalisée, en encastré en cloison ou voile béton sous fourreaux cintrables avec tire-fils de type ICTA ou ICA.

En extérieur, l'exposition aux UV étant importante. Les conduits de type ICTA (Isolant, Cintrables, Transversalement Elastique, Annelé), seront conforme à la norme européenne NF EN 61386-22, non propagateur de la flamme avec une importante résistance aux UV.


Les conduits seront TINB ou TIIB de la marque Courant ou équivalent, de couleur noire ou ivoire, permettant de protéger mécaniquement les conducteurs ou câbles lors de pose en montage apparent. Ils auront subi un essai de vieillissement effectué selon la norme C 20-540 (essai de vieillissement climatique des matériels et des matériaux synthétiques à usage extérieur).

Caractéristiques :

- Diamètre : 20, 25, 32, 40, 50, 63 mm
- Couleur : Noir ou Ivoire
- Matière : Polyoléfines
- Résistance à l'écrasement : 750 N à 23°C
- Résistance aux chocs : 6 joules à -5°C
- Indice de protection contre les chocs mécaniques : IK08
- Etanchéité : Homologuée IP 44
- Résistance à la chaleur : >90°C pendant 4h puis sous une charge de 2 Kg durant 24h à la même température
- Propagation de la flamme : Non propagateur (brûleur 1KW)

Les études de section, les localisations de passages, perçages et réservations sont à étudier par le titulaire.

Les plans généraux de cheminements et de détails venant compléter les documents existants sont à réaliser

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 7.6 Câbles BT

### 7.6.1 Câbles énergie

#### 7.6.1.1 Série FR-N1 X1G1-1000V

Conforme à la norme UTE NR NFC 32.323

L'installation de ce câble, est particulièrement indiquée dans les Etablissements recevant du Public (ERP) ainsi que dans les Immeubles de Grande Hauteur (IGH).

Ces câbles sont conçus pour ne pas propager l'incendie et garantir des degrés de corrosivité et de toxicité réduits ainsi qu'une émission de fumée minimale en cas de combustion.

Ils sont donc adaptés à une utilisation dans les installations industrielles et pour l'équipement des immeubles quand certaines règles de sécurité doivent être respectées.

Ces câbles, de catégorie C1, sont notamment préconisés par la NF C 15-100 dans les conditions d'influence CB2 (structures propagatrices d'incendie) et BD4.

#### Constitution

Ame : Cuivre classe 1 ou 2. Cuivre classe 2.

Isolant : Polyéthylène réticulé (PR).

Gaine : Polyoléfine sans halogène de couleur verte.

Tensions assignées : 0, 6/1 (1, 2) kV AC - 0, 9/1, 5 (1,8) kV DC

#### 7.6.1.2 Série 1000 V cuivre ou aluminium RGPFV type extérieur rigide

Conforme à la norme UTE NR NFC 32.111 d'août 1982 et ses additifs

Ces câbles devront pouvoir supporter en régime permanent, une immersion prolongée et une température ambiante de 45°C.

#### Constitution

Ame : câblée, cuivre nu ou aluminium à section droite circulaire.

Le conducteur choisi pourra être précisé au cahier des prescriptions particulières.

Isolant : enveloppe en matière réticulée de la catégorie R

Bourrage : matière élastique ou plastique ou ruban (NFC 32101)

Gaine d'étanchéité : plomb continu (NFC 32050)

Matelas : papier imprégné

Armure : deux feuillards d'acier (NFC 32050)


Ruban : matière hydrofuge (facultatif)

Gaine : polychlorure de vinyle (noire) (NFC 32200) fongicide et anti-termite.

*Caractéristiques électriques des câbles à âme cuivre.*

Tension normale : 1000 V

Tension d'utilisation : 230/400 V.

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

### 7.6.1.3 Série 1000 V - cuivre ou aluminium R2V type rigide type intérieur rigide

Conforme à la norme UTE NR NFC 32.321 de mai 1982 et additif (s)

#### Constitution

Ame : câblée, cuivre nu ou aluminium à section droite circulaire ou sectorielle

Isolant : enveloppe en matière réticulée de la catégorie R

Ruban : séparateur entre enveloppe isolante et gaine (facultatif)

Gaine : gaine de bourrage en élastomère

Gaine de protection : PCV (couleur noire).

### 7.6.1.4 Câbles anti-feu

Ils seront de la série "Pyrocâble G" ou équivalent

Les couleurs conventionnelles utilisées pour le repérage des conducteurs sont identiques aux câbles basse tension. La gaine extérieure sera de couleur orange

Ces câbles seront de la catégorie CR1-C1 conforme à la norme NF C 32.310 :

- Résistant au feu
- Non propagateur de flamme et d'incendie
- Sans halogène

Si des câbles cheminent en extérieur et aux risques des U.V ils devront être placés **OBLIGATOIREMENT** sous chemins de câbles capotés (au-delà d'un câble) ou sous conduit résistant aux UV conformément au chapitre 7.4.

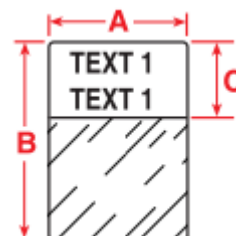
Ces câbles devront **OBLIGATOIREMENT** cheminer ensemble et dans une canalisation indépendante des autres réseaux.

## 7.6.2 Repérage

### 7.6.2.1 Intérieur et Extérieur

Le repérage des câbles se fera au tenant et aboutissant à l'aide d'une étiquette thermogravée et auto-protégées de marque Brady ou similaire.

Les étiquettes en vinyle auto-protégées sont destinées aux imprimantes transfert thermique. Elles offrent une excellente résistance aux UV et à l'abrasion grâce au pelliculage transparent. Couleurs disponibles : Blanc, Jaune, Vert, Bleu, Violet, Orange et autres




La couleur blanche sera privilégiée pour les réseaux CFO "normals", la couleur orange sera privilégiée pour les réseaux ondulés et la couleur rouge pour les réseaux "SSI"..

### 7.6.2.2 Chambre de tirage

Les câbles transitants dans des chambres de tirage devront **OBLIGATOIREMENT** être repérés.

Ces repères seront de type "PTT", imperdable, gravée.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 7.7 Percement - Rebouchage

### 7.7.1 Généralités

Les réservations et carotages d'un diamètre inférieur à 60 mm sont à la charge du présent lot ainsi que leurs calfeutrements, sauf mention contraire du Maître d'œuvre.

Les traversées de parois seront rebouchées avec des matériaux assurant une même tenue au feu que celle de la paroi concernée.

Le titulaire du présent lot devra l'exécution des trous pour l'encastrement des prises ou boîtes dans les murs et ce, dans les règles de l'art y compris les calfeutrements. Toutes détériorations de ces canalisations en cours de chantier seront réparées sous la responsabilité du présent lot avec toutes les conséquences en découlant à ses frais.

Lorsque la pose d'un boîtier d'encastrement dans une cloison de doublage sera nécessaire, la continuité de l'isolation sera assurée par le remplissage ou le rebouchage par du matériau isolant.

L'ensemble des crosses d'étanchéité et PIPECO pour sortie de câble en toiture tôle ou terrasse sont dû par le présent lot, sauf mention contraire du Maître d'œuvre.

NOTA : Pour toutes les traversées de maçonnerie, les câbles seront protégés par des fourreaux en PVC et les degrés CF des cloisons et murs concernés seront obligatoirement restitués.

### 7.7.2 Saignées

Les saignées dans les parpaings de 10 et plus n'intéresseront qu'une seule alvéole et seront exclusivement verticales.

Les saignées dans les cloisons d'épaisseur inférieure ou égale à 10 cm seront exécutées à l'aide d'une machine spéciale à rainurer, à l'exclusion d'outil percutant. Les règles d'encastrement devront respecter l'article A 1.6 du guide UTE 15.520.


Lorsque la pose d'un boîtier d'encastrement dans une cloison de doublage sera nécessaire, la continuité de l'isolation sera assurée par le remplissage ou le rebouchage par du matériau isolant.


### 7.7.3 Restitution du Degré Coupe-Feu


Le choix du produit de calfeutrement varie en fonction de l'élément traversant, de la nature, de la taille de calfeutrement ainsi que du matériau support. Pour un même produit, le degré coupe-feu peut être également différent selon le diamètre ou l'épaisseur du calfeutrement.


Les produits ci-dessous sont à titre informatif et il appartiendra à l'entrepreneur de se référer à la documentation technique pour le choix mis en œuvre.




CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	


Brique coupe-feu flexible pré-compressée			
	Taille du calfeutrement	Moyenne	
	Matériaux support	Dalle ou voile	
	Traversants	Câbles, botes de câbles et chemins de câbles	
	Nature du calfeutrement	Permanent ou temporaire	
	Degré CF maximum	2h	
Principe de pose simplifié	Remplir l'ouverture en empilant les briques CF Couper les briques CF de manière à permettre le passage des câbles Remplir tous les espaces avec du mastic CF  <i>Rq : Dans le cas d'une grande ouverture dans une dalle, les briques devront être supportées en sous-face avec des éléments en acier</i>		
	Avantages	Facile à installer Sans poussière ni fibre Re-pénétration facile Possibilité de le peindre avec des peintures à base d'acrylique	Inconvénients


Sac coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	Moyenne à grande	
	Matériaux support	Voile ou dalle	
	Traversants	Câbles isolés ou botes de câbles Tubes PVC (diamètre < 50mm)	
	Nature du calfeutrement	Temporaire ( <u>pendant les phases chantiers uniquement</u> )	
	Degré CF maximum	2h (câbles) / 4h (tubes)	
Principe de pose simplifié	Disposer les sacs les uns sur les autres : ceux-ci doivent se chevaucher Positionner les sacs CF au dessus et en dessous des câbles, chemins de câbles  En configuration dalle, mettre un grillage de maintien sous la trémie		
Avantages	Installation facile et rapide Aucun outil nécessaire Réutilisable	Inconvénients	Solution temporaire ( <u>pour phase chantier</u> )


CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

Pâte malléable coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	Petite à moyenne	
	Matériaux support	Béton, maçonnerie et cloisons	
	Traversants	Câbles, chemin, de câbles, botte de câbles Tuyaux calorifugés	
	Nature du calfeutrement	Permanent ou temporaire	
	Degré CF maximum	3h	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Réaliser un fond de joins de chaque côté de la paroi Modeler la pâte CF afin de réaliser bouchon étanche autour et entre les éléments traversants		
<b>Avantages</b>	Prêt à l'emploi et réutilisable Reste malléable dans le temps Applicable à la main Modifications faciles	<b>Inconvénients</b>	/

Mousse coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	Petite à moyenne	
	Matériaux support	Dalle ou voile	
	Traversants	Chemines de câbles, câbles unitaires et bottes de câbles Tubes plastiques ou métalliques	
	Nature du calfeutrement	Permanent ou temporaire	
	Degré CF maximum	2h*	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Extruder la mousse au moyen d'une pince et appliquer dans l'ouverture, y compris dans les interstices entre câbles Après 5 min, modeler la mousse (port de gants de protection)		
<b>Avantages</b>	Facile et rapide à mettre en oeuvre Mousse modelable pour une finition parfaite sans découpe Pas besoin de produits complémentaires Re-pénétration facile des câbles grâce à une texture souple	<b>Inconvénients</b>	/

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

Mortier coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	Moyenne à grande	
	Matériaux support	Dalle ou voile	
	Traversants	Câbles, boîtes de câbles et chemins de câbles, conduits Tubes métalliques avec isolation non-combustible Tubes métalliques avec isolation combustible en combinaison avec bandage CF Tubes plastiques en combinaison avec collier CF et bande CF	
	Nature du calfeutrement	Permanent	
	Degré CF maximum	2h* (câbles) – 3h (tubes)	
Principe de pose simplifié	Placer un coffrage sur ou les deux côtés de grandes ouvertures Appliquer le mortier mélangé dans l'ouverture Lisser la surface		
Avantages	Facile à installer Bonnes propriétés pour l'isolation thermique Peut être peint	Inconvénients	Nécessité de casser pour passer d'autres câbles

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 7.8 Tableaux électriques

### 7.8.1 TGBT

#### 7.8.1.1 Caractéristiques

**IMPORTANT** : l'assembleur de l'armoire doit obtenir du constructeur toutes les garanties, en particulier la classification ensemble de série imposée selon le cas.

Les tableaux électriques de l'aéroport Roland Garros répondront aux spécifications décrites ci-dessous :

- Indépendance des matériels électriques pour éviter toute influence mutuelle nuisible conformément à l'alinéa 515 de la NFC 15 100. En particulier les réseaux prélançés, différé, continu, non secourus, etc... seront séparés (armoires différentes) ;
- Cellules constituées par un ensemble d'armoires closes, rigidement assujetties entre elles, comportant plusieurs compartiments juxtaposés verticalement ;
- Les panneaux arrière selon les cas, devront permettre un accès aisé aux équipements : fermeture par clés, boulons ou vis ;
- Les jeux de barres seront en cuivre ;
- Les liaisons seront en cuivre ;
- Degré de Protection : conforme à l'UTE C15-103 ;
- Indice de Service : 211, 233 ou 333 en fonction de la continuité de service ;
- Forme : 2a, 3b ou 4b en fonction de l'indice de protection nécessaire ;
- Régime de neutre : IT, TTou TNC/TNS.

Il sera procédé à un repérage des phases du neutre par une différenciation de couleur suivant les teintes conventionnelles ou numérotage 1, 2, 3 N (les bandes adhésives seront exclues) conformément aux normes en vigueur.

Il sera procédé à un repérage équipotentiel de toute la filerie.

Une plaquette gravée précisant le circuit considéré et la fonction de l'organe intéressé sera fixée sur la façade avant.

Les jeux de barres et les parties actives devront être convenablement protégés de manière à permettre les opérations de maintenance courante, sous tension. La protection sera complétée par emploi de matériel de classe II ou isolation équivalente.

Tous les tableaux devront être équipés d'une gaine latérale d'une dimension minimum de 400 mm, , où seront regroupés les borniers et les équipements auxiliaires de type compteur. Les bornes devront être de dimension suffisante pour les puissances maximum transitées ; elles seront correctement repérées et facilement identifiées.

Sur chaque câble, à la sortie du tableau, une étiquette gravée identifiera le circuit alimenté (Voir en 7.5.2.1).

Sur chaque appareil de commande et sur chaque groupe de fusibles ou relais ou accessoires divers, il sera prévu une étiquette portant l'indication du circuit alimenté ou protégé. Cette étiquette ne sera pas collée mais insérée dans une glissière, cela permettant son remplacement en cas de changement de fonction.

Pour chaque appareil de commande (interrupteur, disjoncteur etc...) la coupure sera apparente et visible de l'extérieur sans ouverture de l'armoire.


Les disjoncteurs généraux et les principaux appareils de commande seront équipés de voyants lumineux.

#### 7.8.1.2 Forme & Indice de service

Les tableaux généraux basse tension principaux seront du type forme "**4b**", pour installation industrielle nécessitant un très haut niveau de sûreté (continuité de service impératif, interventions rapides).

L'indice de service requis sera défini suivant les installations existantes (IS 233-333,...). L'IS sera **obligatoirement** validé par la Maitrise d'œuvre ou le Maître d'Ouvrage



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 7.8.1.3 Tôlerie & Equipements

Les tableaux généraux basse tension principaux seront constitués par un ensemble de cellules pré-fabriquées.

- Le tableau doit être conçu d'une manière compacte et à la base d'un système modulaire qui offre une modularité dans la hauteur, largeur et profondeur en pas de 185 mm à 191 mm dans toutes les directions et avec une hauteur maximum de 2400mm ;
- Le tableau est conforme aux normes CEI61439-2 avec un certificat de vérification de conception par ASTA ou équivalent ;
- Le tableau sera de type débrochable en forme 4b ou de type fixe en forme 3b/4a ;
- Réalisation, installation dos à dos, accès face avant positionné contre le mur et double face. En accès arrière le largeur maximum est 570mm et représente une réduction en longueur de 40 % par rapport à une réalisation en accès face avant ;
- L'ossature et profils des montants horizontaux et verticaux, et l'habillage doivent être fabriqués en Alu zinc (AZ150), acier avec un revêtement de protection anticorrosion de 20 micromètres, Il offre une tenue à la corrosion de C4 selon la norme ISO12944 mis en évidence par test en brouillard salin selon la norme ISO 7253 pendant 1000 heures ;
- Toutes les pièces et composants en plastiques doivent être conformes à la directive de la CEE ROHS, sans CFC et Halogène, ignifugés et retardateur au feu ;
- Le tableau doit avoir des unités fonctionnelles individuelles, séparées les unes des autres par des séparations métalliques. Le tableau doit être divisé en compartiments pour le Jeu de barre principal horizontal et vertical, unités fonctionnelles pour les équipements électriques et une gaine à câbles. Le tableau est équipé avec une gaine à câbles soit en haut et en bas du tableau dans toute sa longueur afin de faciliter le câblage interne des faisceaux à câbles fils fins ,
- Tous les câbles sont accessibles par l'avant du tableau dans la configuration accès avant.
- Le compartiment du jeu de barre principal doit avoir une tenue à l'arc électrique interne de l'ordre minimum de 65 kA Ic permissible et répondre à l'ensemble type C selon IEC/TR61641 avec conformité aux 7 exigences de la norme ;
- La conception du tableau à la base d'un système modulaire doit assurer une étanchéité IP54.
- La largeur de la gaine à câbles doit être modifiable facilement en pas de 150 à 191mm, accessible par l'avant par une porte entière et verrouillée à clef et séparée du compartiment du jeu de barres ;
- Arrivée de câbles par le haut ou par le bas doit être possible.

#### Socle


Le tableau sera monté sur socle fabriqué en tôle acier électro-galvanisée à chaud de type Dogal 350 YPB-Z 100 MA ou équivalent, avec caractéristiques spécifiques de robustesse supérieure. Le socle de base est conçu pour être autoportant. Le montage du socle doit être possible depuis l'extérieur du panneau. Le socle est conçu pour l'utilisation d'un chariot élévateur et munis d'anneaux de levage par ceintures.

#### Ossature

Fabriquée par des profils de montant en 2 mm de matière Alu zinc de qualité AZ150 (acier avec un revêtement de protection corrosive) et qui offre une tenue à la corrosion de C4 Niveau haut selon ISO 12944. Les montants sont munis de 5 plis qui les rendent très robustes.

#### Cloisonnement interne

Pour éviter la corrosion, toutes les parties internes du système d'enceinte doivent être en matériau Alu zinc. AZ150 20 microns couche de protection classe de corrosion C4 durée de vie prévue de plus de 20 ans et conforme à ISO 12944 C4 haute niveau.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### Portillons et plastrons

Portillons et plastrons doivent pouvoir être fournis en épaisseur de 1.5 et 2mm acier alu zingué, acier laqué ou en inox.

Les portes et les plaques doivent être fabriquées à partir de plaques pliées sans grainage et soudure et pendant l'usinage soudure et grainage non autorisés.

Portillons et plastrons munis d'un joint d'étanchéité pour obtenir un IP54 et conforme à la norme CEI62208 ayant une résistance mécanique de IK10 selon EN50102 avec une épaisseur de 1,5 mm.

Le joint d'étanchéité doit être fabriqué à partir d'un profil EPDM de joint d'étanchéité protecteur de bord composé d'un caoutchouc solide et d'une pièce en caoutchouc mousse avec une couche de revêtement antidérapant.

Le caoutchouc spongieux du joint d'étanchéité, y compris la couche de revêtement antidérapant, doit avoir une dureté de 60 shore A pour pouvoir supporter un fonctionnement prolongé. (Valeur mesurée selon la norme britannique 903)

### Charnières dissimulées

Les charnières dissimulées sécurisent le joint d'étanchéité entièrement fonctionnel pendant toute la durée de vie du panneau et maintient le degré de protection IP

### Conformité

Le tableau doit être conforme à CEI61439-2 avec un certificat ASTA ou certificat équivalent.

Le fabricant doit joindre à sa proposition :

La preuve que l'ensemble est certifié avec tenue à l'arc sur l'ensemble type C selon IEC/TR61641 en conformité avec les 7 exigences de la norme ;

l'annexe D de la Norme CEI61439-2 ;

Evidence protection des surfaces en classe C4 selon ISO12944 ;

Certificat tenue aux séismes selon norme IEC600068-2.

### Tenue à l'arc

Le système est testé selon CEI 611641 à 65 kA / 1 300 ms non limité

- La conception mécanique interne permet le contrôle et la libération sécurisé de la surpression des gaz ionisés provoqués par un arc ;
- Pour le système de jeu de barres principal, chaque section de panneau est séparée par une barrière, empêchant l'arc de se propager le long des barres omnibus ;
- Pour les unités fonctionnelles, un conduit d'arc dédié avec des clapets libère la surpression d'arc et la chaleur par le haut du panneau.

### Tenue aux secousses sismiques

Le tableau doit pouvoir résister aux secousses sismiques et doit avoir une tenue comme suit :


- Vertical:  $\pm 4,5 \text{ m/s}^2$  ( $\pm 0,46 \text{ g}$ )
- Horizontal:  $\pm 9,0 \text{ m/s}^2$  ( $\pm 0,92 \text{ g}$ )
- Dans la plage de fréquence de 3,6-35Hz

### Spécifications mécaniques

#### Séparation interne

IEC 61439-2 / 60439-1 Jusqu'à Forme 4A and 4B

BS EN 61439-2 / BS EN 60439-1, National Annex Type 1-7

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### Degré de Protection

IEC 60529 ≤ IP54

### Matériaux

Portes et plastrons Acier laqué 1.5mm ou 2.0mm  
Ossature Acier laqué ou acier Aluzingué 2.0mm  
Socle Acier laqué Dogal 350 ou équivalent 2.5mm  
Platine de montage Acier Aluzingué 2.0mm  
Platine latéraux interne Acier Aluzingué 1.0mm - 2.0mm  
Acier inox ANSI 304 160/80  
Plastrons habillage arrière Acier Aluzingué 1.5mm ou  
Acier laqué 1.5mm or 2.0mm  
Habillage de toit Acier Aluzingué 1.5mm

#### 7.8.1.4 Jeux de barres et répartiteurs

La section des jeux de barres et répartiteurs doit être au minimum prévue pour l'intensité nominale de la protection amont.

**Aucune réduction ne sera acceptée.**

#### 7.8.1.5 Réserve

La constitution devra permettre **une extension de 30 %** de départs supplémentaires. Ce pourcentage est à appliquer sur les dimensions des enveloppes utilisées et non pas sur la surface occupée par les disjoncteurs "Départs".

#### Disjoncteurs boîtiers moulés

La réserve dans les TGBT sera composée de réserve équipée (nombre et calibre selon les cas) et une réserve non-équipée.

- Réserve équipée d'un tiroir équipé + un disjoncteur de protection communicant + 2 contacts OF + contact SDE et câblage amont et aval (puissance et commande) + une liaison Modbus + IFM (interface Modbus).
- Réserve non-équipée d'un tiroir avec platine et pré-équipement d'un disjoncteur + un bornier de raccordement de la filerie en attente des contacts et câblage amont et aval (puissance et commande) + une liaison Modbus + IFM (interface Modbus).

#### Disjoncteurs modulaires

La réserve minimale dans les armoires et coffrets à respecter est :


- 30 % pour les départs éclairage ;
- 30 % pour les départs prises de courant ;
- 30 % pour les départs climatisation ;
- 30 % pour les départs forces ;
- 30 % pour les appareillages de commande (télérupteurs, minuteries, contacteurs, horloge, programmeurs, etc...) ;

#### Répartiteurs

Les répartiteurs devront être dimensionnés pour garantir le raccordement des réserves de disjoncteurs modulaires mentionnés ci-dessus.

#### Borniers

Il faut autant de réserve de bornes que de réserves de place en disjoncteurs modulaires.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

#### **Gaines à câbles**

La gaine doit garantir le raccordement des futurs câbles des réserves équipées ou non.

#### **Automates - Passerelles**

L'ensemble des réserves mentionnés ci-dessus sont à prendre en compte dans le dimensionnement des entrées automates et communications.

#### **Goulottes**

L'ensemble des réserves mentionnés ci-dessus sont à prendre en compte dans le dimensionnement des goulottes.

### **7.8.2 Tableaux Divisionnaires**

Les tableaux divisionnaires seront réalisés à partir de cellules, d'armoires et/ou de coffrets préfabriqués.

Ils seront conformes aux principales réglementations nationales et internationales concernant les ensembles de série. Normes CEI 439.1.

Ils seront formés d'un ensemble rigide auto-porteur formant charpente, en tôle de 15/10e d'épaisseur minimum avec appareillage modulaire face avant type plastrons, caissons de jeux de barres et porte équipée d'une serrure RONIS n° 405.

La tôlerie sera recouverte d'un revêtement de protection anticorrosion et de poudre époxy-polyester polymérisée à chaud.

Les "armoires et coffrets fonctionnels" sont destinés à recevoir les appareillages de protection, de commande et de signalisation pour les circuits éclairage, prises de courant, forces, etc...

Les tableaux électriques de l'aéroport Roland Garros répondront aux spécifications décrites ci-dessous :

- Indépendance des matériels électriques pour éviter toute influence mutuelle nuisible conformément à l'alinéa 515 de la NFC 15 100. En particulier les réseaux préancrés, différé, continu, non secours, etc... seront séparés (armoires différentes) ;
- Les jeux de barres seront en cuivre ;
- Les liaisons seront en cuivre ;
- Degré de Protection : conforme à l'UTE C15-103 ;
- Indice de Service : 211, 233 ou 333 en fonction de la continuité de service ;
- Forme : 2a, 3b ou 4b en fonction de l'indice de protection nécessaire ;
- Régime de neutre : IT ou TNC/TNS.

Il sera procédé à un repérage des phases du neutre par une différenciation de couleur suivant les teintes conventionnelles ou numérotage 1, 2, 3 N (les bandes adhésives seront exclues) conformément aux normes en vigueur.

Il sera procédé à un repérage équipotentiel de toute la filerie.


Les jeux de barres et les parties actives devront être convenablement protégés de manière à permettre les opérations de maintenance courante, sous tension. La protection sera complétée par emploi de matériel de classe II ou isolation équivalente.

Tous les tableaux devront être équipés d'une gaine latérale d'une dimension minimum de 400 mm, minimum, où seront regroupés les borniers et les équipements auxiliaires de type compteur. Les bornes devront être de dimension suffisante pour les puissances maximum transitées ; elles seront correctement repérées et facilement identifiées.

Sur chaque câble, à la sortie du tableau, une étiquette gravée identifiera le circuit alimenté (Voir en 7.5.2.1).

Sur chaque appareil de commande et sur chaque groupe de fusibles ou relais ou accessoires divers, il sera prévu une étiquette portant l'indication du circuit alimenté ou protégé. Cette étiquette **ne sera pas collée** mais insérée dans une glissière, cela permettant son remplacement en cas de changement de fonction.



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

Pour chaque appareil de commande (interrupteur, disjoncteur etc...) la coupure sera apparente et visible de l'extérieur sans ouverture de l'armoire.

Les disjoncteurs généraux et les principaux appareils de commande seront équipés de voyants lumineux.

#### **Degré de protection**

IP 30 avec ou sans porte, IP 31 avec porte + auvent

IP 43 : avec porte + auvent + joint IP 43

IK 07 sans porte, IK 08 avec porte

#### **Caractéristiques électriques**

conformes aux normes CEI 61439-1 et 2 avec les caractéristiques

électriques maximales suivantes :

Tension assignée d'isolement du jeu de barres principal en fond de tableau : 1000 V CA,

Courant assigné d'emploi le (40 °C) : 630 A,

Courant assigné de crête admissible (Ipk) : 52,5 kA,

Courant assigné de courte durée admissible (Icw) : 25 kA eff / 1 s et 85 kA eff / 1 s jusqu'à 3200 A

Fréquence 50/60 Hz.

#### **7.8.2.1 Forme & indice de service**

Les tableaux divisionnaires seront principalement du type "2b" et/ou "3b" selon les cas.

L'indice de service requis sera d'un IS 212/223 selon les cas.

#### **7.8.2.2 Tableaux extérieurs**

Les tableaux/coffrets extérieurs seront réalisés de type construction en aluminium double enveloppe et/ou polyester selon leurs implantations.

##### Caratéristiques aluminium

#### **Construction**

Technique de profilés solides et résistants à la torsion

Double paroi en profilés creux en aluminium

Dissipation thermique passive par convection naturelle

Système de glissières intégrées sur le pourtour

#### **Indice de protection**

IP 55 selon EN 60529


IK 10 selon EN 62208

Choc, transport et vibration selon ETS EN 300-01

Test sismique selon ETS EN 300-019-2-4

#### **Surface**

Revêtement par poudre, surface structurée

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### **Certifications**

EN 62208, autorisé pour la construction dans les règles de combinaisons d'appareils de distribution selon EN 61439-1  
Conforme à RoHS / REACH / WEEE

Ces tableaux et coffrets seront équipés à minima de :

- D'un auvent ;
- D'un système d'aération avec filtre invisible de l'extérieur dans les parois et la porte.  
Le ventilateur doit être intégré dans le sous-toit équipé d'un filtre de sortie au minimum IP54.  
Une étude climatique doit être réalisée par le fabricant selon les contraintes d'exploitation ;
- D'une résistance thermostatée afin de réduire les phénomènes de condensation (point de rosée) ;
- D'un éclairage intérieur à led piloté par ouverture de la porte.

L'entreprise doit garantir que tous les composants sont prévus pour des conditions climatiques extrêmes, (fortes pluies, cyclones, fortes chaleur).

### Caractéristiques polyester

#### **Matériau**

Composite thermodurcissable de type polyester  
Résine polymérisée à chaud – Auto-extinguible 960 °C suivant EN IEC 60695-2-11  
Tenue aux U.V. ISO 4892-2 méthode A 240 h  
Tenue à la corrosion et au brouillard salin  
Bonne tenue à la rayabilité  
Bonne tenue aux essences, huiles et graisses  
Température : - 40 °C à + 85 °C en régime permanent, + 100 °C en pointe


#### **Indice de protection**

IP 66 selon EN 60529  
IK 10 selon EN 62208  
Conformes à la norme IEC EN 62208  
Classe II : permet la réalisation d'ensembles à isolation totale suivant IEC EN 61439-1  
Tension d'isolement 1000 V.

### **7.8.2.3 Jeux de barres et répartiteurs**

La section des jeux de barres et répartiteurs doit être au minimum prévue pour l'intensité nominale de la protection amont.

**Aucune réduction ne sera acceptée.**

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

#### 7.8.2.4 Réserve

Chaque armoire ou coffret devra permettre **une extension de 30 %** de départs supplémentaires. Ce pourcentage est à appliquer sur les dimensions des enveloppes utilisées et non pas sur la surface occupée par les disjoncteurs et contacteurs "Départs".

##### Disjoncteurs boîtiers moulés

La réserve dans les TGBT sera composée de réserve non-équipée (nombre et calibre selon les cas).

- Réserve non-équipée d'une platine d'un disjoncteur + un bornier de raccordement de la filerie en attente. Egalement des contacts et câblage amont et aval (commande) + une liaison Modbus + IFM (inteface Modbus).

##### Disjoncteurs modulaires

La réserve minimale dans les armoires et coffrets à respecter est :

- 30 % pour les départs éclairage ;
- 30 % pour les départs prises de courant ;
- 30 % pour les départs climatisation ;
- 30 % pour les départs forces ;
- 30 % pour les appareillages de commande (télérupteurs, minuteries, contacteurs, horloge, programmeurs, etc...);

##### Répartiteurs

Les répartiteurs devront être dimensionnés pour garantir le raccordement des réserves de disjoncteurs modulaires mentionnés ci-dessus.

##### Borniers

Il faut autant de réserve de bornes que de réserves de place en disjoncteurs modulaires.

##### Gaines à câbles


La gaine doit garantir le raccordement des futurs câbles des réserves équipées ou non.

##### Automates - Passerelles

L'ensemble des réserves mentionnés ci-dessus sont à prendre en compte dans le dimensionnement des entrées automates et communications.

##### Goulottes

L'ensemble des réserves mentionnés ci-dessus sont à prendre en compte dans le dimensionnement des goulottes.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 7.8.3 Implantation du matériel

#### 7.8.3.1 Directives communes aux équipements de distribution et d'automatisme

Le Maître d'Oeuvre et l'entrepreneur doivent renseigner le tableautier sur les contraintes de dimensions. Ils doivent imposer au tableautier une visite sur site avant réalisation.

L'organe de coupure principal est placé judicieusement en fonction de l'arrivée du câble d'alimentation et de son bornier de raccordement.

L'ensemble des disjoncteurs modulaires ou disjoncteurs moteurs est à raccorder sur un répartiteur, ce dernier devant avoir la réserve de 30% de raccordement.

Les borniers sont placés de manière optimale en fonction de l'arrivée des câbles et de l'environnement de l'armoire. En règle générale, les câbles arrivant en bas sont raccordés à un bornier bas, ceux arrivant en haut sont raccordés à un bornier haut.

Le cheminement des câbles dans l'armoire (hors gaine à câbles) est proscrit sauf accord du Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage.

Au niveau des borniers, il faut prévoir un rail aluminium pour la fixation des câbles. Si des contraintes imposent un bornier vertical, celui-ci doit être placé dans une gaine équipée d'un chemin de câbles pour le cheminement et la fixation des câbles (l'accessibilité doit être haute et basse).

Avant exécution, l'implantation doit être soumise pour approbation au Maître d'Oeuvre et au Maître d'Ouvrage ou son AMO. Ce document doit être réalisé à l'aide du logiciel AUTOCAD, au format DWG et mis à jour après la réception de l'ouvrage.

L'implantation doit comprendre au minimum :

- 1 folio représentant l'ensemble de l'équipement ;
- si l'équipement est composé de plusieurs cellules, il faut prévoir un folio par cellule.

Lors de la réalisation de l'armoire en atelier, l'entrepreneur doit fournir au Maître d'Oeuvre et au Maître d'Ouvrage et à son AMO, les photos numériques de l'assemblage de l'armoire au fur et à mesure de l'avancement des travaux jusqu'à la réception de l'équipement en atelier.

Un équipement livré en plusieurs parties est obligatoirement assemblé par le tableautier sur site.

Lorsque 2 rangées de bornes sont nécessaires, il faut laisser suffisamment de place et les décaler dans la profondeur et la hauteur de l'équipement; ceci pour faciliter le raccordement des câbles d'installation.

Il est nécessaire d'appliquer les directives liées à la CEM.

#### 7.8.3.2 Tableaux divisionnaires

Les disjoncteurs sont rangés en "unités fonctionnelles", à savoir :


- Départs éclairage ;
- Départs prises de courant ;
- Départs autres forces.

Les appareils de commande (télérupteurs, minuteriers, contacteurs, horloge, programmeur, etc...) sont placés ensemble.

Un espace avec 30 % de réserve est attendu pour l'ensemble du tableau.

Un disjoncteur général est à prévoir pour chaque unité fonctionnelle au minimum.

Tous les contacteurs sont de type industriel. Les contacteurs de type modulaires sont, en règle générale, proscrits. Toute dérogation doit avoir l'aval du Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage ou de son AMO. Un commutateur O-AUTO-MANU doit être installé en façade dans le cas où l'on a une commande à distance (GTC, inter crépusculaire, radar, horloge ou autre).

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

En règle générale, les organes de commande et voyants sont placés en façade.

### 7.8.3.3 Tableaux d'automatisme, de climatisation

Le matériel doit être implanté selon sa fonction :

- 1 emplacement pour l'appareil de tête, jeu de barres, ensemble des protections, transformateurs, alimentations 24V ou autres ;
- 1 emplacement pour la puissance (disjoncteurs moteurs, contacteurs etc...) ;
- 1 emplacement pour les relais auxiliaires ;
- 1 emplacement pour les automates, régulations etc...;
- 1 emplacement pour les borniers.

Lorsque l'équipement comporte plus de 2 cellules, une cellule doit être dédiée aux équipements électroniques (automate, régulation, etc.).

### 7.8.4 Gestion thermique des tableaux

Pour tous les tableaux installés dans un local ventilé, climatisé ou non, il faut prendre en compte la dissipation des équipements installés, et si besoin trouver la solution optimale ou éventuellement déclasser l'équipement.

Dans un local technique, l'ensemble des cellules doit être équipé de toit réhaussés si la ventilation se fait par un faux plancher.

Le titulaire devra demander une étude climatique auprès de son fabricant selon les contraintes d'exploitation.

### 7.8.5 Disjoncteurs et Interrupteurs

Tous les composants utilisés pour la protection et la commande des circuits seront des types boîtiers moulés et modulaires sauf contacteur, conformes aux recommandations internationales CE1 947.2, ainsi qu'à la norme européenne EN 60.898 sauf contacteur.

#### 7.8.5.1 Disjoncteurs Généraux

Tous les disjoncteurs installés sont de type industriel (NFC 63.120), leur installation et leur raccordement seront compatibles avec le type forme "4". Il sera apporté une importance toute particulière à la sélectivité et à la coordination des protections afin d'éviter des déclenchements intempestifs. Les caractéristiques des appareillages et protections devront tenir compte, des pointes de courant à l'enclenchement des transformateurs, et également du fait que les réseaux secourus peuvent être alimentés, soit par transformateur (réseau distributeur), soit par une source autonome (groupe électrogène). Les protections seront également adaptées au type de schéma des liaisons à la terre retenu (IT, TT TN).


Tous les déclencheurs de protection sont de type : **Electronique et communicant**, les protocoles de communications seront obligatoirement compatibles avec la GTC du site aéroportuaire.

Leur pouvoir de coupure sera en rapport avec les installations amont et l'impédance des circuits et prendra en compte les possibilités de fonctionnement sur secteur et sur groupe électrogène.

La coupure sera apparente et visible de l'extérieur sans ouverture des armoires (voyant vert mécanique). Ils seront compensés en température et munis de détrompeurs de calibres. Les auxiliaires seront aisément remplaçables.

La partie fixe sera convenablement protégée contre les contacts accidentels.

Ils sont de type Masterpact MTZ pour tout départ supérieur à 630 A et doivent être équipés au minimum de :

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

- D'un châssis débrochable ;
- D'une motorisation ;
- D'un déclencheur électronique de type Micrologic et communicant ;
- De contacts OF et SD ;
- 2 voyants à LED pour la signalisation "sous tension" et "hors tension" ;
- 1 bouton poussoir "test LED" ;
- D'une bobine à émission type Mx ou à manque type Mn selon les cas d'utilisation.

#### 7.8.5.2 Disjoncteurs boîtiers moulés

Les disjoncteurs de type "boîtiers moulés" sont utilisés pour les calibres  $\geq$  à 100 A et  $\leq$  à 630 A.

Ils doivent être équipés au minimum de :

- D'un déclencheur électronique de type Micrologic et communicant ;
- De contacts OF et SD ;
- 2 voyants à LED pour la signalisation "sous tension" et "hors tension" ;
- 1 bouton poussoir "test LED".

Selon les cas de maintenabilité, ces disjoncteurs pourront être de type "déconnectables sur socles".

Il sera apporté une importance toute particulière à la sélectivité et à la coordination des protections afin d'éviter des déclenchements intempestifs.

Les disjoncteurs "boîtiers moulés" sont imposés pour tous les départs de type "force" et départs alimentant des tableaux divisionnaires, même pour des installations inférieures à 63 A.

Les déclencheurs doivent permettre la possibilité d'une augmentation du réglage initial.

#### 7.8.5.3 Disjoncteurs modulaires

Les disjoncteurs modulaires sont utilisés pour les calibres  $\leq$  à 63 A, au-delà, la mise en œuvre d'un disjoncteur boîtier moulé est imposé.

Ils doivent être équipés au minimum de :

- De contacts OF et SD ;

Il sera apporté une importance toute particulière à la sélectivité et à la coordination des protections afin d'éviter des déclenchements intempestifs.

La courbe de déclenchement sera adapté suivant le type d'utilisation et du résultat de la note de calculs.

#### 7.8.5.4 Disjoncteurs moteurs


Pour les armoires d'automatisme, de climatisation en particulier, les disjoncteurs moteurs sont de type Industriel type GV2 ou similairement équivalent.

Il doivent être équipé au minimum de :

- 2 contacts OF ;
- 1 contact SD ;
- 1 voyant à LED marche ;
- 1 voyant à LED défaut ;

#### 7.8.5.5 Interrupteurs

Les interrupteurs installés sont classés en 3 types :

CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

#### **Calibre $\geq$ à 630 A**

Ils sont de type débrochables et équipés au minimum de :

- D'un châssis débrochable ;
- De contacts OF ;
- 2 voyants à LED pour la signalisation "sous tension" et "hors tension" ;
- 1 bouton poussoir "test LED" ;
- D'une bobine à émission type Mx ou à manque type Mn selon les cas d'utilisation.

#### **Calibre $\geq$ à 100 A et $\leq$ à 630 A**

Ils sont de type boîtiers moulés et équipés au minimum de :

- De contacts OF ;
- 2 voyants à LED pour la signalisation "sous tension" et "hors tension" ;
- 1 bouton poussoir "test LED" ;
- D'une bobine à émission type Mx ou à manque type Mn selon les cas d'utilisation.

#### **Calibre $\leq$ à 63 A**

Ils sont de type modulaires et équipés au minimum de :

- De contacts OF ;
- 2 voyants à LED pour la signalisation "sous tension" et "hors tension" ;
- 1 bouton poussoir "test LED" ;
- D'une bobine à émission type Mx ou à manque type Mn selon les cas d'utilisation.

En règle générale, pour les tableaux équipés de portes, la commande des appareils ne devra pas être installée en façade de porte. Il sera privilégié une poignée latérale.

Selon les cas, il peut être prévu que les interrupteurs  $\leq$  à 630 A soient déconnectables sur socles.

### **7.8.5.6 Inverseurs de source**

Les dispositifs d'inversion seront constitués de contacteurs ou d'interrupteurs à commande électrique interverrouillés mécaniquement et électriquement. Ces dispositifs seront **automatiques**, sauf si demandé au cahier des spécifications particulières, équipés de commandes manuelles permettant un fonctionnement forcé en cas d'incident sur l'ensemble des commandes électriques.

Le temps de coupure engendré par le battement des contacteurs devra être inférieur ou égal à 0,15 s.

Le choix et type devra être approuvé par le Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage ou de son AMO .


### **7.8.6 Relayage**

Tous les relais pourront être regroupés sur un même support à condition que leur implantation et leur repérage soient correctement réalisés et permettent une intervention aisée et rapide.

Les relais sont munis de détrompeurs en fonction de la tension des bobines.

**Il sera porté une attention particulière à la tropicalisation des relais et à leur fiabilité aux conditions de fonctionnement imposées.**

Les relais utilisés devront être d'une marque couramment répandue sur le marché et posséder au moins un équivalent sur ce marché. **Pour une installation donnée on s'efforcera de retenir une marque unique et d'uniformiser au maximum les relais utilisés.**

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 7.8.7 Appareils de mesures et de comptage

### 7.8.7.1 Appareils de mesures et de comptage numérique

Les centrales sont installées en façade d'armoires.

Elles sont composées de modules de mesure, d'interface, concentrateur de données et logiciel, ce type d'appareils reliés en architecture Modbus RS485, TCP ou bacnet sera proposée.

Ces centrales de mesures doivent répondre aux normes :

- CEI 61557-12
- UL E257746
- EN 50160

#### Classe de précision tension :

- Classe 0,2

#### Classe de précision courant :

- Classe 0,5 avec des capteurs ouvrants et fermés ;
- Classe 1 avec des capteurs flexibles.

#### Principales fonctionnalités :


##### Multimesure

- Courants  
I1, I2, I3, IN, Isystème
- Tensions & Fréquence  
V1, V2, V3, VN, Vsysteme, U12, U23, U31, Usysteme, f
- Puissances  
P1, P2, P3, ΣP, Q1, Q2, Q3, ΣQ, S1, S2, S3, ΣS  
Puissances prédictives ΣP, ΣQ, ΣS
- Facteur de puissance  
FP1, FP2, FP3, ΣFP
- Cos φ & tangente φ  
Valeurs instantanées par phase
- Comptage  
Energie active : +/- kWh  
Energie réactive : +/- kvarh  
Energie apparente : kVAh  
Multitarif (8 max)  
Compteur horaire

##### Qualité

- Déséquilibre tension  
Vdir, Vinv, Vhom, Udir, Uinv, Unba, Vnba, Vnb, Unb
- Déséquilibre courant  
Idir, linv, Ihom, Inba, Inb
- Taux de distorsion harmonique  
Courants THDi1, THDi2, THDi3, THDiN, TDDI  
Tensions simples THDv1, THDv2, THDv3  
Tensions composées THDu12, THDu23, THDu31
- Harmoniques individuelles jusqu'au rang 63  
Courants : I1h, I2h, I3h, INh



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

Tensions simples : V1h, V2h, V3h

Tensions composées : U12h, U23h, U31h

- Évènements qualité  
Creux, coupures, surtensions selon EN50160  
Kfactor & Crestfactor
- Évènements selon EN 50160  
Creux, coupures, surtensions

#### Surveillance de la protection

- Position de l'appareillage
- Information et alarme sur déclenchement
- Nombre de manoeuvres

#### Courbes de charge et historisation (max. 130 jours)

- Puissance active, réactive et apparente
- Tensions, courants et fréquence

#### Alarmes

- Alarmes sur toutes les grandeurs électriques, sur changements d'état d'entrées, possibilité de combinaisons booléennes
- Horodatage des évènements

#### Communication

- RS485 Modbus embarqué
- Ethernet Modbus
- PROFIBUS DPV1

#### Entrées

- 3 entrées numériques  
Alimentation par le DIRIS A-40 ou équivalent ou extérieure  
Fonction : état logique, état disjoncteur, comptage d'impulsions ou synchronisation mesure multifluide
- 2 sorties logiques  
Fonction : commande, sortie impulsionnelle, délestage et alarmes

#### Capteurs de courant associés

Différents types de capteurs de courant peuvent être associés à cette centrale de mesures :

- Fermés ;
- Ouvrants ;
- Flexibles.


La diversité de ces capteurs permet de s'adapter à tout type d'installation neuve ou existante.

Le raccordement se réalise à l'aide de connexion rapide RJ12 et évite les erreurs de câblage.

Le calibre et le type de capteur sont reconnus automatiquement par le DIRIS A-40 ou équivalent.

Ceci permet de garantir une précision globale de la chaîne de mesure DIRIS A-40 ou équivalent + capteurs de courant.

Les tores flexibles sont à privilégier.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 7.8.7.2 Compteurs

Les compteurs sont de type modulaires et doivent être conforme à :

- Directive européenne CEM 2014/30/UE du 26/02/2014
- Directive BT 2014/35/UE du 26/02/2014
- Directive MID relative aux instruments de mesure 2014/32/UE du 26/02/2014 sur demande du Maître d'œuvre ou Maître d'ouvrage en cas de refacturation.
- EN50470-1/-3
- IEC 62053-21/-23

#### Classe de précision :

- Energie active Ea+  
Classe C (EN50470-3)  
Classe 1 (EN62053-21)
- Energie réactive Er+  
Classe 2 (EN62053-23)

#### Communication

- Modbus TCP ou RS 485 ou Bacnet

L'ensemble des compteurs devra impérativement être équipé d'une sortie impulsionnelle calibrée, libre de potentiel permettant l'acquisition et la transmission des données de comptage.

### 7.8.8 Appareillages en façade

Les boutons d'arrêt d'urgence sont à accrochage mécanique, sans clé en règle générale. Tout arrêt d'urgence doit être équipé d'une protection contre les actions accidentelles.

Un bouton poussoir (BP) test lampe est installé par équipement avec le principe suivant :

Les voyants sont de type LED.

Les couleurs sont à valider auprès du Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage ou de l'AMO, ainsi que toute autre dimension d'auxiliaires.

Le système de signalisation est défini :

Couleur ROUGE

Alarme – Hors tension

Couleur ORANGE

Dérangement – Avertissement

Couleur VERT


Sous tension – En service

Couleur TRI LED

Tableau sous tension

L'ensemble des auxiliaires de commande et signalisation est de diam. 22,5 mm.

En règle générale, le cheminement doit être réalisé à l'aide de goulottes.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

**RAPPEL** : on utilise des outils adaptés pour les percements nécessaires au montage des appareils.

Il faut prévoir une réserve de fils dans le toron (réserve pour chaque type de couleur de fils utilisé). Le toron est dans un tube souple ou une "chaussette" et doit comporter un fil de tirage.  
Ce travail est exécuté dans les règles de l'art et fixé mécaniquement de part et d'autre.  
Il faut laisser suffisamment d'espace entre les auxiliaires de commande sur porte et les goulottes, ceci de manière à garantir une lisibilité du repérage des fils.

### 7.8.9 Goulottes

Les goulottes sont auto-extinguibles.  
Les goulottes doivent être en général de même hauteur.  
Un tronçon de goulotte doit avoir un seul couvercle (pas de morceaux de goulotte ajustés).  
A l'intérieur des goulottes, les fils sont retenus par des bracelets standard.  
Les couvercles à goulottes sont à glissières.  
Les couvercles doivent être repérés pour faciliter leur remise en place.  
Les goulottes sont fixées mécaniquement à l'aide de pièces isolantes.  
Le cheminement des fils se fait d'une manière souple (pas de fil trop court pouvant se blesser au contact de la goulotte).  
Il faut respecter une réserve de 30 % pour chaque goulotte, en tenant compte des réserves équipées et non équipées. Il faut se reporter aux directives constructeurs pour la capacité théorique.

### 7.8.10 Filerie

En règle générale, le câblage est réalisé selon les normes et les règles de l'art :

- Pour la filerie puissance : HO7V-K et de section minimale 2.5mm<sup>2</sup>. Pour garantir dans certains cas la protection contre les contacts directs ou chocs mécaniques, les conducteurs sont imposés en HO7RN-F,
- Pour la filerie de commande HO5V-K au minimum,
- Les liaisons préfabriquées sont obligatoirement de type constructeur (par exemple pour les entrées/sorties automate).

Les liaisons de puissance en aval des disjoncteurs sont réalisés en par de la filerie souple type H07V-K et les bornes de raccordement.

Nota: départs câblés sur bornes jusqu'à 16 mm<sup>2</sup> au-delà, bornes à plages.


En amont des appareillages, le titulaire devra s'assurer auprès de son tableautier le respect des normes, des règles de l'art et des directives des constructeurs.

Toute filerie comportant un sertissage par cosse doit être recouvert par un manchon thermorétractable.

Le neutre doit être câblé à gauche au niveau des appareils et des borniers.

Aucune réduction de section n'est admise.

Les sections et couleurs de filerie sont données dans le tableau ci-après.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

FILIERIE DE CÂBLAGE				
Descriptions	Filerie Couleur	Manchon thermo	Section	Observations
Puissance 230/400Vac - L1	Noir	Noir	$\geq 2,5$ et $\leq 35$ mm <sup>2</sup>	
Puissance 230/400Vac - L2		Marron		
Puissance 230/400Vac - L3		Rouge		
Puissance 400Vac Neutre	Bleu clair	Bleu		
Commande 230Vac - L	Noir		Le tableautier a la responsabilité du calcul des sections Pour une meilleure optimisation les communs peuvent être bouclés.	
Commande 230Vac - N	Bleu clair			
Commande 48Vcc - +	Marron		Le tableautier a la responsabilité du calcul des sections Pour une meilleure optimisation les communs peuvent être bouclés.	
Commande 48Vcc - -	Bleu foncé			
Commande 24Vcc - +	Violet		Le tableautier a la responsabilité du calcul des sections Pour une meilleure optimisation les communs peuvent être bouclés.	
Commande 24Vcc - -	Gris			
Contacts libre de potentiel Contacts secs	Blanc		1 mm <sup>2</sup>	
Tension externe	Orange	Suivant phases et Bleu	Suivant intensité	

### 7.8.11 Repérage filerie

Le repérage de la filerie de 1 à 6 mm<sup>2</sup> est réalisé par l'intermédiaire de repères enclipsables directement sur la filerie de type CAB3.

Au-delà de la section 6 mm<sup>2</sup> et ce jusqu'à 70 mm<sup>2</sup>, ces repères seront clipsés sur des supports dédiés à cet effet.

Voir chapitre 4.3.2 concernant la numérotation.

### 7.8.12 Embouts

Les embouts sont préconisés pour tout raccordement de type "cage à visser" (disjoncteurs modulaires, térupteurs, bornes à visser etc...).

Les embouts sont strictement interdits pour les bornes à ressorts et répartiteurs à ressorts. Toute dérogation doit avoir l'aval du fabricant.

Ils sont de type isolés, de couleur normalisée.


Un seul embout, simple ou double, est autorisé par raccordement.

Les embouts doivent être mis en oeuvre avec des outils certifiés.

### 7.8.13 Visserie

La qualité de la visserie est de type 8.8.

Pour les ensembles de série, les directives des constructeurs sont à respecter.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

La qualité des connexions est obtenue en respectant les directives des constructeurs de la visserie et de l'appareillage, par exemple :

- rondelles contacts
- couple de serrage

L'outillage est certifié par le constructeur.

En puissance, toute connexion électrique boulonnée est validée par le tableautier à l'aide d'un vernis rouge.

## 7.8.14 Borniers

### 7.8.14.1 Généralités

Les bornes sont à ressort.

Les bornes sont auto-extinguibles et sans dégagement de fumée.

Le câblage est de type frontal.

Un seul conducteur par connexion est autorisé.

Le dénudage doit être réalisé dans les règles de l'art et selon les directives du constructeur.

Il faut utiliser :

- plage d'extrémité standard
- plaque de séparation entre circuit
- repère standard constructeur
- butée d'arrêt
- pour faciliter les points de mesure, il faut prévoir, par bornier, des adaptateurs test :
  - 2 par fiche banane 2 mm
  - 2 par fiche banane 4 mm
  - plaque repère du bornier

La couleur des bornes est :

- Vert-jaune : pour les bornes de terre
- Bleu : pour le neutre
- Gris : pour les phases et autres
- Orange : pour ce qui reste sous tension avec l'organe principal ouvert

Pour les bornes supérieures à 16mm<sup>2</sup>, il faut installer des bornes à plages avec écran de protection.

L'implantation des borniers doit être validée par le Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage ou de l'AMO.


Les groupes de bornes de puissance sont distants des groupes de bornes de commande et des groupes de bornes de tension différente.

Il faut interconnecter sur bornes par le biais d'un conducteur cuivre vert/jaune, depuis la borne principale de terre, l'ensemble des rails équipés de bornes.

Chaque circuit doit avoir sa borne de terre dans le prolongement des bornes de phase. Un seul fil PE par borne.

L'ensemble des câbles de branchement est raccordé dans les règles de l'art.

\* Un manchon thermorétractable est à prévoir pour chaque câble.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

#### 7.8.14.2 Bornier arrivée

##### 7.8.14.2.1 Règles générales

Le bornier d'alimentation principal est imposé. Il est de type constructeur et équipé d'une plaque Makrolon ou équivalent avec un triangle avertisseur et une étiquette signalétique gravée.  
Il est de type vissé au-dessus de 16 mm<sup>2</sup> et jusqu'à une section de 70 mm<sup>2</sup>.

Au-delà de la sections de 70 mm<sup>2</sup>, le tableautier réalisera des plages cuivres permettant le raccordement des câbles.

Une attention particulière doit être prise afin de faciliter ce raccordement, place, aisance, etc...

##### 7.8.14.2.2 Gaine à barres

Le tableautier réalise la liaison entre l'appareil principal du tableau et le 1er élément. Pour ce faire, le titulaire et le fabricant de la gaine doivent communiquer l'ensemble des directives au tableautier.  
En général, le 1<sup>er</sup> élément sera livré et raccordé en atelier. De ce fait, l'assemblage et l'étanchéité sont garantis.

##### 7.8.14.2.3 Bornier départs

Les bornes à ressorts sont utilisées jusqu'à une section de 10 mm<sup>2</sup>.

Les bornes à ressort sont au minimum de section 4 mm<sup>2</sup>.


Les bornes sont à vissés au-delà de 10 mm<sup>2</sup>.

Pour les réserves non équipées, 50 % des bornes sont des bornes 4 mm<sup>2</sup> et 50 % des bornes 6 mm<sup>2</sup>.

##### 7.8.14.2.4 Bornier de commande

Le report des informations des appareils type boîtiers moulés, modulaires et autres dans un tableau doit être ramené sur bornes et centralisé en un point unique dans une cellule pour le raccordement vers la supervision.

Pour les borniers de commande des armoires d'automatisme - climatisation, il faut prévoir impérativement des bornes sectionnables pour les capteurs et actionneurs. Les bornes fusibles pourront être mise en place après validation du Maître d'œuvre ou du Maître d'Ouvrage.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 7.9 Essais – Contrôles

### 7.9.1 Généralités

L'ensemble du matériel BT, coffrets, armoires, TGBT, câbles seront testés et contrôlés.

Toutes les contrôles sur site seront rédigés sur une fiche type (à produire lors de la phase de préparation).

Ces contrôles de bonne réalisation devront comporter à minima :

- La continuité et mesures des équipements au réseau de terre ;
- La conformité de pose, de montage et de repérage de l'ensemble des équipements ;
- La conformité des serrages au couple des connexions électriques et mécaniques ;
- La conformité des réglages des disjoncteurs en adéquation avec les notes de calculs ;
- La conformité des tensions des circuits auxiliaires ;
- La conformité des fonctionnement électriques et mécaniques ;
- La vérification des inter-verrouillages ;
- La vérification de la tenue d'autonomie des ASI, des coffrets d'alimentation ;
- Les PV d'essais

#### Liste non limitative

Outre à ces contrôles, cette fiche devra comporter :

- Le nom du matériel concerné ainsi que le type ;
- Le nom du fabricant ;
- Le numéro de série ;
- La référence des matériels de mesures ayant servit aux contrôle ainsi que la dernière date d'étalonnage ;
- Le nom et la signature du technicien ayant réalisé ces contrôles ;
- Le nom, la signature du responsable validant ces contrôles et cachet commercial ;

Les armoires et TGBT sont conformes à la norme NF EN 60-439-2 et devront donc avoir subi les trois essais individuels imposés par cette norme :

- Essai 8-3-1: Inspection de l'ensemble,
- Essai 8-3-2 ou 8-3-4: Vérification de l'isolement,
- Essai 8-3-3: Vérification des mesures de protection et de continuité électrique des circuits de protection.

Ces essais seront réalisés en atelier et sur site en présence du Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage et de l'AMO.


Toutes les fiches devront être transmises avant toute mise en service à la Moe, au MOA et AMO.

### 7.9.2 Disjoncteurs électroniques

Tous les disjoncteurs installés, munis de déclencheurs électroniques dans le cadre de ce projet devront être testés par le constructeur des tableaux ou bien par le fabricant.

Un rapport de ce dernier devra être joint avec tous les autres équipements testés.

Un certificat d'étalonnage des équipements de test devra être fourni.

CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AEROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

### 7.9.3 Tests d'isolement

La description des tests d'isolement ci-après est OBLIGATOIRE pour les câbles, armoires électriques.

Ces équipements devront être soumis à un test d'isolement sous tension constante de 500v

#### Pour les câbles,

- Avant confection des extrémités ;
- Après confection des extrémités ;
- Après 48 heures sous tension continue

Nota : Seuls les câbles de puissance  $\geq 32A$  seront testés.  
Les autres câbles, des tests de continuité seront réalisés.

#### Pour les armoires

- Après montage et eclissage des cellules ;
- Après 48 heures sous tension continue

La mesure après 48 heures permettra de valider les indices de polarisation "PI" et les courants d'absorption diélectrique "DAR".

Toutes les fiches devront être transmises avant toute mise en service au Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage et de l'AMO.

### 7.9.4 Contrôle thermographique


Au terme de 48 heures de fonctionnement, l'entrepreneur aura en charge un contrôle thermographique de l'ensemble de l'installation.

Ces tests seront réalisés par un organisme agréé.

Dans le cas de contrôles s'avérant non-conforme, l'entrepreneur mettra en œuvre tous les moyens afin de remédier à ces non-conformités.

Le rapport devra être transmis au Maître d'Oeuvre et du Maître d'Ouvrage et de l'AMO.



CDT-ELE/CFO - 001	<b>Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts</b>	 <b>AÉROPORT DE LA RÉUNION ROLAND GARROS</b>
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	<b>AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS</b>	

## 8 FAUX PLANCHER TECHNIQUE

### 8.1 Caractéristiques

Les planchers devront être composés d'un ensemble de dalles, de vérins réglables et de traverses d'ossatures. Les dalles, amovibles et interchangeables, devront être de dimension 600 x 600mm et constituées d'acier et de bois aggloméré traité non inflammable.

Classement à la réaction au feu : Classe M1 pour l'ensemble du plancher

Les caractéristiques générales du faux plancher seront :

- Classe suivant la norme NF EN 12825 ;
- Charge ponctuelle : définie par le titulaire et/ou la maîtrise d'œuvre et validée par le Maître d'ouvrage ;
- Charge à la rupture : définie par le titulaire et/ou la Maitrise d'œuvre validée par le Maître d'ouvrage.

Les pieds des vérins seront fixés à l'aide d'une fixation chimique par pied.

### 8.2 Dalles

Les dalles ont les caractéristiques suivantes :

- Dimensions : 600 x 600mm
- Constitution des dalles : bois aggloméré haute densité (épaisseur >35mm)
- Type de revêtement des dalles : stratifié haute pression ou vinyl de classe M1 (selon NFP 92-507)
- Bac en tôle d'acier remontant sur les 4 côtés (épaisseur >5/10)
- Profil de finition périmétrique en PVC inarrachable
- Résistance électrique transversales >  $5 \times 10^8$  Ohms

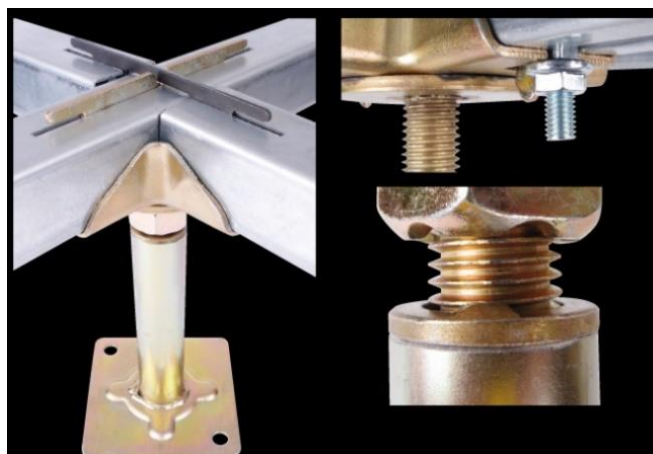
Certaines dalles perforées seront installées dans les locaux.


### 8.3 Structure

La structure du faux plancher sera en acier galvanisé et sera constitué des éléments suivants :

#### Pieds support composés

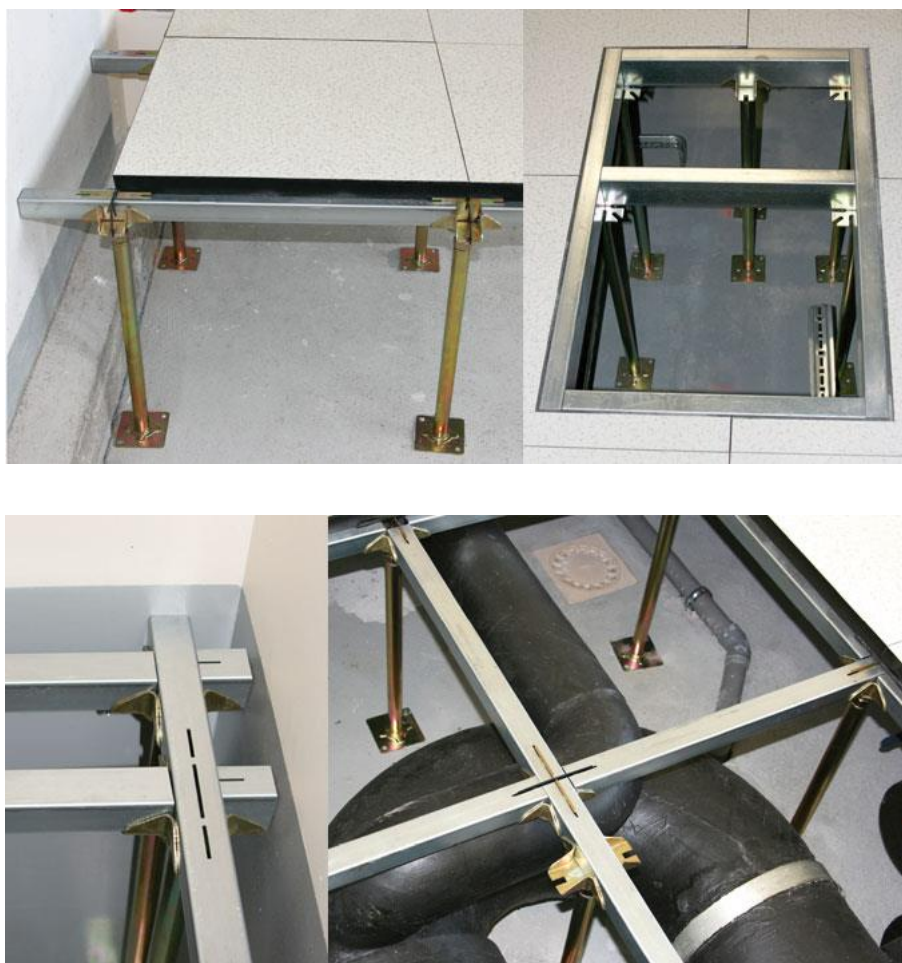
- Une embase de fixation de 100x100mm avec pointes d'ancrage et perforations pour ancrage au sol ;
- Un système de réglage de hauteur constitué par un tube de 30mm de diamètre (ep 2,5mm), d'un écrou pour le réglage et verrouillage en position finale ;
- Une plaque support : avec traitement de surface par tropicalisation, comportant des ouvertures radiales pour mise en place des traverses.



CDT-ELE/CFO - 001	Charte des Directives Techniques pour l'Exécution des Travaux Electriques Courants Forts	
Version : 1.2		
Date : 30/01/2023		
	AÉROPORT DE LA REUNION ROLAND GARROS	

### Traverses

- Traverses de 40x40x2 ;



### 8.3.1 Mise à la terre

La mise à la terre des pieds sera réalisée à l'aide d'une tresse souple.

