

# **SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES COURANTS FORTS**



Mise à jour du 21/03/2022

# Sommaire

1.	GENERALITES.....	7
1.1.	OBJECTIF DE CETTE SPECIFICATION TECHNIQUE.....	7
1.2.	OBLIGATIONS.....	8
2.	TEXTES REGLEMENTAIRES.....	9
2.1.	NORMES FRANCAISES ET DOCUMENTS DE L'UTE.....	9
2.2.	NORMES INTERNATIONALES.....	11
3.	CALCUL DES CANALISATIONS ELECTRIQUES.....	12
3.1.	GENERALITES.....	12
3.2.	PARAMETRAGES DE CALCULS.....	13
4.	HAUTE TENSION.....	15
4.1.	GENERALITES.....	15
4.2.	TRANSFORMATEURS HT/BT.....	15
4.2.1.	<i>Transformateur sec.....</i>	15
4.2.2.	<i>Transformateur huile.....</i>	20
4.2.3.	<i>Transformateur BT/BT.....</i>	22
4.2.4.	<i>Transformateur de mesure.....</i>	23
4.2.5.	<i>Transformateur de courant (TC).....</i>	23
4.3.	CABLES HT.....	24
4.3.1.	<i>Constitution.....</i>	24
4.3.2.	<i>Caractéristiques électriques.....</i>	25
4.3.3.	<i>Caractéristiques dimensionnelles.....</i>	26
4.4.	CODIFICATION DU MATERIEL.....	26
4.5.	MATERIEL HT.....	26
4.5.1.	<i>Cellules HTA de boucle.....</i>	26
4.5.2.	<i>Verrouillage de boucle HTA/HTA.....</i>	32

4.5.3.	<i>Verrouillage de boucle HTA/BT/TR</i> .....	33
4.5.4.	<i>Consigne de manœuvre et verrouillage</i> .....	33
4.5.5.	<i>Indicateur de défaut HTA</i> .....	33
4.5.6.	<i>Relais de protection numérique</i> .....	34
4.6.	ESSAIS .....	38
4.7.	Test des équipements HT .....	38
4.7.1.	<i>Matériels HT</i> .....	38
4.7.2.	<i>Transformateurs et régulateurs de tension</i> .....	40
4.7.3.	<i>Câbles HT</i> .....	41
5.	BASSE TENSION.....	42
5.1.	GENERALITES .....	42
5.2.	REGIME DE NEUTRE.....	43
5.2.1.	<i>Généralités</i> .....	43
5.2.2.	<i>Equipement à installer</i> .....	43
5.3.	SOURCES D'ALIMENTATION DES AUXILAIRES DES POSTES HT/BT .....	44
5.3.1.	Source d'alimentation 48 VCC .....	44
5.3.2.	Source d'alimentation 230 VAC ondulée.....	44
5.4.	TRANSFORMATEURS BT .....	45
5.4.1.	<i>Transformateur de sécurité</i> .....	45
5.4.2.	<i>Transformateur d'isolement</i> .....	45
5.5.	CHEMINS DE CABLES ET ACCESSOIRES.....	47
5.5.1.	<i>Généralités</i> .....	47
5.5.2.	<i>Caractéristiques</i> .....	48
5.6.	TPC ET FOURREAUX ANNELES.....	53
5.7.	CABLES BT .....	54
5.7.1.	<i>Câbles énergie</i> .....	54

5.7.2.	<i>Câbles de télécommande</i> .....	55
5.8.	TABLEAU GENERALE BASSE TENSION .....	57
5.8.1.	<i>Généralité</i> .....	57
5.8.2.	PRINCIPE DE L'ARCHITECTURE DE DISTRIBUTION BT .....	61
5.8.3.	<i>Classification</i> .....	62
5.8.4.	<i>Interrupteurs ouverts généraux</i> .....	62
5.8.5.	<i>Disjoncteurs moulés de protection des départs</i> .....	63
5.8.6.	<i>Disjoncteurs modulaires de protection départs</i> .....	64
5.8.7.	<i>Unités de contrôle et de protection électronique</i> .....	65
5.8.8.	Protection des personnel d'entretien .....	66
5.8.9.	Exploitation et entretien .....	66
5.9.	ARMOIRE DIVISIONNAIRE, COFFRET.....	66
5.9.1.	<i>Caractéristiques</i> .....	66
5.9.2.	<i>Forme</i> .....	67
5.9.3.	<i>Indice de service et Degré de protection</i> .....	67
5.10.	APPAREILLAGE BT .....	67
5.10.1.	<i>Disjoncteur BT</i> .....	67
5.10.2.	<i>Disjoncteur modulaires</i> .....	68
5.10.3.	<i>Disjoncteur boitier moulés</i> .....	68
5.10.4.	<i>Inverseur de source</i> .....	68
5.11.	<i>ALIMENTATION SANS INTERRUPTION (ASI)</i> .....	69
5.12.	COMPENSATION DE L'ENERGIE REACTIVE ET FILTRAGE DES HARMONIQUES.....	69
5.13.	RELAIS.....	70
5.14.	CHARGEUR ET BATTERIE .....	70
5.15.	APPAREILS DE MESURES ET COMPTAGE.....	72
5.15.1.	<i>Généralités</i> .....	72

5.15.2.	<i>Compteurs d'énergie.....</i>	73
5.15.3.	<i>Compteurs à raccordement direct.....</i>	74
5.15.4.	<i>Compteurs à raccordement avec TI.....</i>	74
5.15.5.	<i>Boîtes d'essais.....</i>	74
5.15.6.	<i>Convertisseurs de mesures.....</i>	74
5.15.7.	<i>Centrale de mesures et de comptage numérique.....</i>	75
5.16.	<b>CHARGEURS REDRESSEURS.....</b>	76
5.17.	<b>PROTECTION DES PERSONNES ET DES CIRCUITS.....</b>	77
5.17.1.	<i>Généralités.....</i>	77
5.17.2.	<i>Mesures de protection contre les contacts directs.....</i>	77
5.17.3.	<i>Mesures de protection contre les contacts indirects.....</i>	78
6.	<b>POSTE HT/BT PREFABRIQUE.....</b>	78
6.1.1.	<i>Généralités.....</i>	78
6.1.2.	<i>Eclairage et prise de courant du poste.....</i>	80
6.1.3.	<i>Terre du poste.....</i>	80
7.	<b>RESEAUX DE TERRE.....</b>	81
7.1.	<b>TERRE BATIMENTS.....</b>	82
7.2.	<b>TERRE PETIT BATIMENT.....</b>	82
7.3.	<b>TERRE GRAND BATIMENT.....</b>	83
7.4.	<b>INTERCONNEXION DES TERRES.....</b>	84
7.5.	<b>RESEAUX DE MASSE.....</b>	84
8.	<b>ECLAIRAGE.....</b>	85
8.1.	<b>ECLAIRAGE INTERIEUR.....</b>	85
8.1.1.	<i>Normes.....</i>	85
8.1.2.	<i>ERP.....</i>	87
8.1.3.	<i>Accès PMR.....</i>	87

8.2.	ECLAIRAGE EXTERIEUR.....	88
8.2.1.	<i>Normes</i> .....	88
8.2.2.	<i>Aire de mouvement</i> .....	89
8.3.	ECLAIRAGE DE SECURITE .....	94
8.3.1.	<i>Généralités</i> .....	94
8.3.2.	<i>Eclairage d'évacuation (zone)</i> .....	95
8.3.3.	<i>Eclairage d'ambiance (ERP)</i> .....	96
8.3.4.	<i>Luminaires sur sources centralisées</i> .....	97
8.3.5.	<i>Coffrets d'ambiance et anti-panique</i> .....	98
9.	BALISAGE.....	98
9.1.1.	<i>Feu de seuil et d'extrémité</i> .....	99
9.1.2.	<i>Délimitation de piste</i> .....	102
9.1.3.	<i>Délimitation des voies de circulation et aires de stationnement</i> .....	103
10.	CALFEUTREMENT DES PASSAGES COUPE FEU .....	106
11.	DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE.....	118
11.1.	Avant exécution des travaux .....	118
11.2.	A la remise en service des installations.....	119
11.3.	Plans d'exécution.....	119

# 1. GENERALITES

## 1.1. OBJECTIF DE CETTE SPECIFICATION TECHNIQUE

La présente spécification technique a pour but de définir les **STANDARDS AMP** pour toutes les installations électriques courants forts conditionnée par :

- Le respect des normes CEI, NF et guides pratiques (installations et produits),
- Le respect des réglementations (décrets, arrêtés ou circulaire d'application, notes techniques, fiches techniques, avis) et ou recommandations spécifiques,
- Les schémas de principe d'architecture de distribution HT/BT AMP,
- Le dimensionnement des canalisations électriques HT et BT justifié par notes de calculs CANECO,
- Les modalités de réalisation des ouvrages d'électricité CFO par un mode opératoire de travaux détaillé,
- La rationalisation des installations afin de garantir les couts d'objectifs (travaux, exploitation, maintenance),
- Le choix des matériels pour assurer la pérennité des installations,
- La limitation d'arrêt de l'exploitation (coupure électrique) pendant les travaux ou les opérations d'entretien des installations,
- Les procédures d'essais approuvées par AMP,
- La garantie de la maintenance des ouvrages fournis et installés par l'entrepreneur pendant l'année de parfait achèvement.

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

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	7/119
---	--	-------

## 1.2. OBLIGATIONS

Les responsabilités de l'entrepreneur à l'égard de l'AÉROPORT MARSEILLE PROVENCE ne sont en rien diminuées par l'existence des standards. Les directives expriment les spécifications techniques de l'AÉROPORT MARSEILLE PROVENCE, 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,
- cheminement des canalisations électriques (aérien, sous terrain, galerie technique),
- emplacement dans zone réservée,
- la livraison et acheminement des matériels sur site,
- encombrement des armoires, accessibilité dans les locaux,
- mesures de sécurité,
- communication (supervision),
- etc.

L'entrepreneur s'engage en remettant son offre, à avoir pris connaissance du site, des contraintes de l'environnement de l'AÉROPORT MARSEILLE PROVENCE et de ses impératifs de continuité d'exploitation.

L'entrepreneur 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 présent dossier de consultation.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	8/119
---	--	-------

## 2. TEXTES REGLEMENTAIRES

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 AEROPORT MARSEILLE PROVENCE.

### 2.1. NORMES FRANCAISES ET DOCUMENTS DE L'UTE

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

- NF C13-000 Installations électriques de tensions nominales supérieures à 1 kV en courant alternatif
- NF C13-100 Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés à partir d'un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV)
- NF C18-510 Opérations sur les ouvrages et installations électriques
- NF C13-200 Installations électriques à haute tension – Règles.
- NF C15-100 Installations électriques à basse tension.
- NF C17-100 Protection des structures contre la foudre – installation de paratonnerre.
- UTE C13-205 Installations électriques à haute tension – Guide pratique – Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection.
- UTE C11-001 Textes officiels relatifs aux conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.
- 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
- HN 52-S-62 Traversées basse tension de type passe-barre pour transformateurs de distribution publique

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	9/119
---	--	-------

- 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 HN 33-S-23

**Cette liste est non exhaustive.** L'entrepreneur se doit de respecter les normes en vigueur omises dans cette liste.

## 2.2. NORMES INTERNATIONALES

Pour l'équipement, les normes CEI sont d'application, et plus particulièrement :

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

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	11/119
---	--	--------

- 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 électrique;
- 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.

Cette liste n'est pas exhaustive.

### 3. CALCUL DES CANALISATIONS ELECTRIQUES

#### 3.1. GENERALITES

Les calculs doivent être réalisés à l'aide du logiciel CANECO de la société : ALPI - 30, rue Edouard Belin 92566 RUEIL MALMAISON CEDEX

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	12/119
---	--	--------

\* CANECO est imposé en langue française et systématiquement dans la dernière version du Maître d'Ouvrage.

\* Si l'entrepreneur ne dispose pas du logiciel, il doit le sous-traiter auprès du fabricant ALPI ou d'une société équipée du produit.

## 3.2. PARAMETRAGES DE CALCULS

### ■ DELTA U

*La chute de tension admissible pour les installations d'éclairage est de 3% et de 5% pour les autres installations.*

### ■ RESERVE DE PUISSANCE

*La réserve de puissance disponible de l'installation doit être au minimum de 30% après le bilan de puissance approuvé.*

### ■ MODE DE POSE

*Le mode de pose doit être pris en compte dans les critères de calcul et devra prendre en compte **le cas le plus défavorable** pour la pose des conducteurs.*

### ■ HARMONIQUES

A l'absence de valeurs justifiées par des mesures au moyen d'un analyseur numérique, le calcul est applicable en prenant en compte un taux d'harmoniques compris entre les valeurs :  $15\% < TH < 33\%$

(Calcul applicable pour la norme NFC 15 -100 § 330).

### ■ PUISSANCE MAXIMALE Sk Q Max.

*La valeur applicable sur le site de l'aéroport est de **158 MVA** puissance de court-circuit du réseau 20 KV*

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	13/119
---	--	--------

## ■ PUISSANCE MINIMALE Sk Q Min.

La valeur applicable sur le site de l'aéroport est de **36MVA** puissance de court-circuit du réseau groupe électrogène.

## ■ REPERAGE

### REPERAGE HAUTE TENSION

Le repérage des matériels en tension HTA s'effectuera suivants :

- Tableau HTA
  - suivant le tableau en annexe CFO.
- Câble HTA
  - les câbles sont repérés par une étiquette imperdable gravée, posées dans tous les regards et à chaque changement de direction. Le principe de repérage tenant /aboutissant avec N° d'ordre.
  - Exemple : 20S/P N°1 : câble au départ du poste S vers le poste P.  
20P/S N°1 : câble au départ du poste P vers le poste S.

### REPERAGE BASSE TENSION

Le repérage des matériels en tension BT s'effectuera suivants :

- TGBT, DISJONCTEURS
  - suivant principe tableau annexe
- Câble BT
  - suivant principe tableau annexe

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	14/119
---	--	--------

## 4. HAUTE TENSION

### 4.1. GENERALITES

Au niveau de la haute tension, 2 tensions sont distribuées: 20 kV et 5,5 kV.

- Le réseau HT est en 20 kV sur les 2 lignes d'alimentation de l'Aéroport Marseille-Provence.
- La tension 5,5 KV est utilisée pour les réseaux « Eclairage AIRES TRAFIC» et « Aides à la Navigation Aérienne » des pistes.

### 4.2. TRANSFORMATEURS HT/BT

Ces transformateurs pourront être du type abaisseur ou élévateur. Ils sont conformes à la directive **EcoDesign ERP 2<sup>ème</sup> palier** afin de réduire les pertes à vide et en charge. Leur puissance et leurs tensions primaire et secondaire seront définies pour chaque transformateur dans la partie relative aux prescriptions particulières. Les couplages seront sauf précision contraire des cahiers des spécifications particulières, normalisés, à savoir : couplage étoile/zigzag neutre sorti pour les puissances inférieures ou égales à 160kVA ; couplage triangle/ étoile neutre sorti pour les puissances supérieures à 160kVA.

#### 4.2.1. Transformateur sec

##### 4.2.1.1. Généralités

En règle générale, Ils seront choisis lors d'une installation dans les locaux ERP, et dans les zones à environnement salin.

##### 4.2.1.2. Norme et règlement

Les transformateurs sont conformes aux normes et réglementations suivantes :

- IEC60076-1 à 5 et 11,
- PrEN 50541-1
- NF C 52-100 d'août 1990, harmonisée avec les documents d'harmonisation du CENELEC\* HD 398-1 à 398-5 ;
- CEI IEC 76-1 à 76-
- CEI IEC 726 édition 1982 ;

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	15/119
---	--	--------

- CEI IEC 905 ;
- normes NFC 52-115 (1994) et NFC 52-726 (1993) harmonisées avec les documents européens du CENELEC\* HD 538-1 S1 et HD 464 S1 relatifs au transfo sec ;
- Règlement de l'union européenne n°548/2014 du 21 mai 2014, réduction des pertes des transformateurs électriques de faible, moyenne et grande puissance ;
- EN 50588 Transformateurs 50 Hz de moyenne puissance, de tension la plus élevée pour le matériel ne dépassant pas 36 kV.

#### 4.2.1.3. Equipement de base

- transformateur sans enveloppe de protection (IP 00) décrit ci-dessus ;
- 1 enveloppe métallique de protection IP 31 (sauf le fond IP 21) :
- avec protection anticorrosion standard ;
- anneaux de levage pour manutention du transformateur avec son enveloppe ;
- 1 panneau boulonné côté HTA pour accès aux raccordements HTA et aux prises de réglage, équipé de 2 poignées, d'une étiquette d'avertissement "danger électrique" (signal T10), d'une plaque signalétique et d'une tresse visible pour sa mise à la terre ;
- perçages (avec obturateurs) à gauche dans le panneau, boulonné côté HTA prévus pour le montage d'une serrure de type ELP1 ou indifféremment d'une serrure Profalux de type P1 ;
- 2 plaques à percer pour passage des câbles par presse-étoupe sur le toit de l'enveloppe : 1 côté HTA, 1 côté BT (perçages et presse-étoupes non fournis) ;
- 1 trappe située à la partie inférieure à droite côté HTA pour éventuelle arrivée des câbles HTA par le bas, avec raccordement sur plages des barres de couplage

#### 4.2.1.4. Enroulement basse tension

L'enroulement basse tension est réalisé en bande d'aluminium ou de cuivre (selon la préférence du constructeur) afin d'obtenir des efforts axiaux en court-circuit nuls ; cette bande est isolée par une entre-couche en film de classe F pré-imprégné de résine époxy réactivable à chaud.

Les extrémités d'enroulement sont protégées et isolées par un isolant de classe F, recouvert de résine époxy ré activable à chaud.

L'ensemble de l'enroulement sera polymérisé en masse par un passage au four pendant 2 heures à 130°C, ce qui garantit :

- une grande endurance aux agressions de l'atmosphère industrielle,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	16/119
---	--	--------

- une excellente tenue diélectrique,
- une très bonne résistance aux efforts radiaux de court-circuit franc.

La sortie de chaque enroulement BT est constituée d'une plage de raccordement en aluminium étamé ou en cuivre, permettant toute connexion sans avoir recours à une interface de contact (graisse, plaquette bimétal).

Le montage se fera selon les règles de l'art, notamment en utilisant des rondelles élastiques de pression sous tête de visserie et écrou.

#### 4.2.1.5. Enroulement moyenne tension

L'enroulement moyenne tension est bobiné généralement en fil d'aluminium ou de cuivre isolé, selon une méthode mise au point et brevetée par France Transfo : "le bobinage continu à gradient linéaire sans entre couche".

Pour les plus fortes intensités, l'enroulement moyenne tension peut être bobiné en technologie «bandelette».

Ces procédés permettent d'obtenir un gradient de tension entre spires très faible.

Cet enroulement est enrobé et moulé sous vide dans une résine de classe F chargée et ignifugée : le système d'enrobage Trihal.

Grâce à ces techniques de bobinage et à cet enrobage sous vide, **les caractéristiques diélectriques sont renforcées et le niveau de décharges partielles est particulièrement bas (garanti 10 pC), ce qui est un facteur déterminant quant à la durée de vie du transformateur et sa tenue aux ondes de choc.**

Les sorties de raccordement HT sur barres de couplage en cuivre permettent toute connexion sans avoir recours à une interface de contact (graisse, plaquette bimétal).

Le montage se fera selon les règles de l'art, notamment en utilisant des rondelles élastiques de pression sous tête de visserie et écrou

#### 4.2.1.6. Protection des transformateurs

Une bobine de déclenchement permet l'ouverture commandée des protections amont et aval des transformateurs par les dispositifs un dispositif à détection de gaz, pression et température des transfos « huile » et les sondes de température PTC des transfos « sec » associé à des relais type ziehl.

Les bobines de déclenchement sont du type « **à émission** ».

Ces dispositifs seront alimentés en 230Vac depuis **la source ondulée** du poste.

Le principe de fonctionnement préconisé est le suivant :

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	17/119
---	--	--------

- 1er seuil de température : alarme,
- Dépassement seuil de pression/gaz ou 2ème seuil de température : isolement du transformateur par déclenchement de la protection transformateur HTA et du disjoncteur général BT associé.

Les informations relatives aux seuils de ces dispositifs seront remontées sur la GTC.

#### 4.2.1.7. Protection thermique T

Cette protection thermique permet un affichage digital des températures des enroulements et comprend :

- des sondes PT 100,
- relais à affichage numérique T-154.

La caractéristique principale d'une sonde PT 100 est qu'elle donne la température en temps réel et graduellement de 0°C à 200°C, voir courbe ci-contre (précision 0,5 % de l'échelle de mesure 1 deg.).

Le contrôle de la température et son affichage sont effectués par un thermomètre digital. Les 3 sondes, composées chacune d'un conducteur blanc et de deux rouges, sont installées dans la partie active du transformateur Trihal à raison d'une par phase.

Elles sont placées dans un tube, ce qui permet leur remplacement éventuel. Elles sont fournies raccordées au bornier fixé à la partie supérieure du transformateur.

- 1 bornier de raccordement des sondes PT 100 au thermomètre digital T.

Le bornier est équipé d'un connecteur débrochable.

- 1 thermomètre digital T caractérisé par trois circuits indépendants.

Deux des circuits contrôlent la température captée par les sondes PT 100, l'un pour l'alarme 1, l'autre pour l'alarme 2. Lorsque la température atteint 140°C (ou 150°C) l'information alarme 1 (ou alarme 2) est traitée par deux relais de sortie indépendants équipés de contacts inverseurs. La lecture des températures est lisible directement par affichage sur le transformateur.

La position de ces relais est signalée par deux diodes (LED).

Le troisième circuit contrôle le défaut de sonde ou de coupure de l'alimentation électrique.

Le relais correspondant (FAULT), indépendant et équipé de contacts inverseurs, est commuté instantanément dès l'alimentation de l'appareil. Sa position est également signalée par une diode (LED).

Une sortie FAN est destinée à piloter le démarrage des ventilateurs tangentiels dans le cas d'une ventilation forcée du transformateur (AF) : cette option est développée

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	18/119
---	--	--------

#### 4.2.1.8. Caractéristiques

Ils sont donc de type sec à bobinage enrobés et moulés sous vide avec les caractéristiques suivantes :

- la présence de parois verticales et de portes ayant respectivement une résistance au feu de 2h et de 1h sans communication directe avec des locaux accessibles au public
- De marque ABB, Cahors, Schneider Electric Trial HE, ou équivalent approuvé
- Puissance (KVA) : à déterminer selon bilan des puissances électriques, majoré de +30% pour les évolutions futures.
- IP : 31
- IK : 07
- Isolement : 24 kV
- Choc : à 125 kV
- Tension primaire : 20 kV ou 5.5 kV
- Prise de réglage + ou – 2.5%,
- Rendement > 98%
- perte réduite niveau Ao/Ak selon norme EN 50541-1 2<sup>ème</sup> palier juillet 2021
- Tension secondaire : 400V
- Couplage triangle – étoile neutre sortie Dyn11
- Classe F1 – Essai tenu au feu
- Refroidissement naturel de type AN
- Dispositif de protection Z : sonde PTC de température utilisée comme suit :
  - 1er seuil : TA renvoyé en GTC
  - 2eme seuil : déclenchement amont et aval des protections transformateurs
- Barrettes de communication manœuvrables 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

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	19/119
---	--	--------

- Plan signalétique
- Galets directionnels
- les locaux doivent être ventilés sur l'extérieur
- Protection thermique entraînant la coupure HTA ou BT

## **4.2.2. Transformateur huile**

### **4.2.2.1. Généralités**

Ils sont principalement installés dans les bâtiments industriels et devront répondre aux normes de sécurité en vigueur.

L'arrêté du 25 novembre 2001 tolère à présent les transformateurs à huile pour autant qu'ils répondent aux exigences de l'article EL5 sur la conception de locaux du service électrique.

L'article EL5 impose des mesures spécifiques et particulièrement contraignantes lors de l'installation de transformateurs contenant des fluides diélectriques. Ces transformateurs doivent être installés dans des locaux spécifiques du service électrique.

### **4.2.2.2. Caractéristiques des transformateurs huiles :**

Ils devront répondre aux caractéristiques suivantes :

- De marque ABB, Cahors, Schneider Electric, ou équivalent approuvé,
- Pour intérieur,
- Pour extérieur,
- Puissance (KVA) : à déterminer selon bilan des puissances électrique majoré de +30% pour évolution future
- Isolement : 24KV,
- UCC% : 4%,
- Tension primaire : fiche transformateur,
- Prise de réglage + ou - 2.5%,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	20/119
---	--	--------

- Tension secondaire : fiche transformateur,
- Symbole couplage : Dyn 11 ou suivant fiche transformateur,
- Fréquence : 50Hz,
- Tension C/C(%) : fiche transformateur,
- Rendement > 98%,
- perte réduite niveau Ao/Ak selon norme EN 50541-1 2<sup>ème</sup> palier juillet 2021,
- IP et IK : conforme à l'UTE C15-103,
- Bruit : fiche transformateur,
- Raccordement HTA : 3 traversées embrochables HN52 S60,
- Raccordement BT : traversées passe barres,
- dispositif de protection à détection de gaz, pression et température type DGPT2 ou DMCR (baisse niveau, surpression, T1, T2),
- lecture des températures est lisible directement par affichage sur le transformateur.
- galets de roulements plats et orientables,
- 1 procès-verbal d'essais par appareil,
- Accessoires pour verrouillage des traversées sans serrure,
- 1 capot BT plombable,
- 1 bac de rétention,
- Huile minérale à refroidissement ONAN, remplissage intégral,
- garantie zéro PCB (<1ppm),
- accessoires (orifice de remplissage, bouchon de vidange, radiateurs, doigt de gant libre, crochets de levage, quatre appuis de vérins, bornes de mise à la terre, plaque signalétique, verrouillage par traversées sans serrures)
- Emplacement de mise à la terre sur couvercle,
- Protection thermique numérique 2 seuils entraînant la coupure HTA et BT,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	21/119
---	--	--------

- Ecran obligatoire selon distance du bâtiment,
- Dans le bâtiment, isolé par des parois de degré coupe-feu de degré 2 heures,

### 4.2.3. Transformateur BT/BT

De marque ABB, Schneider ou équivalent approuvé, ils devront répondre aux caractéristiques suivantes :

- Chaque transformateur type sec,
- transformateur : triphasé,
- puissance unitaire (fiche transformateur),
- transformateur sec enrobé,
- isolement 1000 V,
- tension primaire : (fiche transformateur),
- tension secondaire : (fiche transformateur),
- pertes réduites (A0/Ak),
- couplage triangle - étoile neutre sortie,
- fréquence 50 Hz,
- enroulement complètement séparés,
- dispositif de protection thermique (sondes PTC, relais ziehl, ...),
- enveloppe IP 21 minimum,
- conformité aux normes CEI 61558-2-4, CEI 61558-2-6, CEI 60076-11,
- 1 procès-verbal d'essais par appareil.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	22/119
---	--	--------

## 4.2.4. Transformateur de mesure

### 4.2.4.1. Généralités

En distribution électrique HTA, les valeurs élevées de courant et de tension ne permettent pas leur utilisation directe par les unités de mesure ou protection.

Des transformateurs de mesure sont nécessaires pour fournir des valeurs utilisables par ces dispositifs qui peuvent être : des appareils analogiques, utilisant directement le signal fourni des unités de traitements numériques à microprocesseur, après conversion analogique/digitale du signal en entrée (ex. : Sepam, Power Logic System ou équivalent).

### 4.2.4.2. Normes

Tous les transformateurs de mesure doivent être conformes aux normes CEI sections 2099 - 2134, et aux recommandations 60044-1/CEI 60044-2

### 4.2.4.3. Caractéristiques

Les parties actives (enroulements et noyaux magnétiques) sont entièrement moulées dans un bloc de résine époxy qui a deux fonctions principales :

- garantir l'isolement électrique à la fois interne et externe de l'appareil,
- procurer la meilleure tenue mécanique.

## 4.2.5. Transformateur de courant (TC)

### 4.2.5.1. Généralités

Les transformateurs de courant de rapport  $I_p/5$  A délivrent au secondaire un courant de 0 à 5 A, proportionnel au courant mesuré au primaire.

Cela permet de les utiliser en association avec des appareils de mesure : ampèremètres, compteurs d'énergie, centrales de mesure, relais de contrôle...

### 4.2.5.2. Normes

Les transformateurs de courant devront répondre aux normes suivantes :

- CEI 60185 : Transformateurs de courants -Caractéristiques.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	23/119
---	--	--------

- CEI 60044-1: Transformateurs de mesure -Partie 1 : Transformateurs de courant (remplace le CEI 185).
- CEI 60044-8 : Transformateurs de mesure -Partie 8 : Transformateurs de courant électroniques.
- NF-C 42-502 : Instruments de mesure -Transformateurs de courant - Caractéristiques.
- BS 3938 : Transformateurs de courant -Spécifications.

#### 4.2.5.3. Caractéristiques

- Courant secondaire : 5 A.
- Tension d'emploi max  $U_e$  : 720 V.
- Fréquence : 50/60 Hz.
- Facteur de sécurité : 40 à 4000 A : fs y 5 5000 à 6000 A : fs y 10.
- Indice de protection : IP20.
- Classe : 0.5
- Capoté aux primaires et secondaire

Une protection (type PTI de SOCOMEC ou équivalent) est à prévoir pour chaque TC. Elle remplace le principe des bornes shunt.

### 4.3. CABLES HT

Ces câbles sont conformes à la norme EDF NR HN 33.S.22 et aux normes UTE s'y rapportant. Ces câbles pourront recevoir un tube plomb si nécessaire et si le cahier des spécifications particulières le précise.

Tous ces câbles doivent pouvoir supporter une température ambiante supérieure ou égale à 45°C, et une immersion prolongée.

#### 4.3.1. Constitution

- Câble tripolaire rond câblé,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	24/119
---	--	--------

- Ame : câblée, circulaire en aluminium, conforme aux normes UTE, NR NFC 32010, 32012 ou NFC 32013,
- Ecran semi-conducteur sur âme,
- Isolant : PRC ou EPR haute densité,
- Enduction semi conductrice, ruban semi-conducteur ou couche d'un mélange semi-conducteur extrudé ou enduit semi-conducteur ou combinaison de ces matériaux,
- Ecran métallique : un ou plusieurs rubans en cuivre recuit à recouvrement,
- Bourrage central et gaine formant bourrage extrudés en PCV ou mélangé élastomère vulcanisé ou non,
- Matelas : bandes de papier imprégné, enroulées à recouvrement ou gaine extrudée en PCV,
- Gaine : extrudée en PCV (de préférence rouge) fongicide et anti-termites.

#### 4.3.2. **Caractéristiques électriques**

- Tension spécifiée : 12/20 kV,
- Tension d'utilisation : tension du réseau public de distribution soit 20 kV,
- Tension d'utilisation : tension de réseau bouclé de 20 kV.

SECTION	RESISTANCE (20°)		INTENSITE		RIGIDITE DIELECTRIQUE
	(mm <sup>2</sup> )	d'isolement (Mohm/km)	linéique (ohm/km)	A)	enterré (A)
35	> 600	< 0,524	165	200	30 - essai

					36 - contrôle
50	> 600	< 0,387	195	235	30 - essai 36 - contrôle
95	> 600				

### 4.3.3. *Caractéristiques dimensionnelles*

SECTION (mm <sup>2</sup> )	diamètre ext. approximatif (mm)	MASSE (kg/km)
35	64,8	9459
50	66,5	9474
XXX	XXX	XXX

## 4.4. CODIFICATION DU MATERIEL

## 4.5. MATERIEL HT

### 4.5.1. *Cellules HTA de boucle.*

Les cellules à installer seront conformes aux normes et spécifications suivantes :

- Recommandations : CEI 60298, 60694, 60265, 60420, 60056, 62271-200,
- Normes UTE : NFC 13100, 13200, 64130, 64160,
- Spécifications EDF: HN 64-S-41, 64-S-43.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	26/119
---	--	--------

Tension assignée	kV	24
Tension de service	kV	20
Fréquence Industrielle	Hz	50

Tension de tenue assignée à la fréquence industrielle :

Isolement	kV efficace	50
Sectionnement	kV efficace	60

Tension de tenue assignée au choc de foudre :  
1,2/50 $\mu$ s

Isolement	kV crête	125
Sectionnement	kV crête	145

Courant de courtes durées admissibles assignées

	kA efficace/0.7s	12,50
--	------------------	-------

Tenue en courant de crête assigne :

	KA crête	31,5
--	----------	------

Durée de court-circuit assigné :

	seconde	1
--	---------	---

Courant nominal du jeu de barres

	A	400
--	---	-----

Pouvoir de coupure :

Interrupteur	A	400
--------------	---	-----

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	27/119
---	--	--------

Interrupteur combiné	kA	20
Disjoncteur	kA	20
Degrés de protection		IP 2XC
Température ambiante de fonctionnement		-5 à 40°C
Verrouillage adapté		

#### 4.5.1.1. Cellule interrupteur de boucle

Chaque cellule interrupteur sera constituée de :

- un jeu de barres tripolaires 400A,
- un interrupteur-sectionneur et sectionneur de terre, 400A à coupure et isolation dans le SF6,
- une commande interrupteur, type CI2 motorisée 230Vac,
- un déclencheur de fermeture MX 48Vcc,
- un déclencheur d'ouverture MX 48Vcc,
- voyant triled de présence de tension,
- trois plages de raccordement pour câbles sec unipolaire,
- un verrouillage de boucle par serrures type P1 Profalux avec clé métallique,
- une indicateur de défaut (série Flair 279) y compris tores et câblage, sur une des deux cellules de boucle, assurant la détection de courant de défaut et le dialogue avec la GTC / Supervision,
- un caisson basse tension hauteur 250 mm pour les équipements de protection et relaying,
- un bornier dédié GTC pour le report d'informations et commande à distance (depuis GTC et synoptique Entrelec),

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	28/119
---	--	--------

- un jeu de contacts auxiliaires comprenant :
  - 2 contacts à ouverture et 3 à fermeture sur interrupteur,
  - 1 contact à ouverture et 1 à fermeture sur S.M.A.L.T.,
  - une résistance de chauffage 50W, 230V, 50Hz.

#### 4.5.1.2. Cellule combiné interrupteur-fusibles

Chaque cellule combiné interrupteur-fusibles sera constituée de :

- un jeu de barres tripolaires 400A,
- un interrupteur-sectionneur et sectionneur de terre, 200A à coupure et isolation dans le SF6,
- un commande manuelle, de type CI1 ou équivalent comprenant : 1 déclencheur d'ouverture MX 48Vcc,
- un jeu de 3 fusibles avec percuteur 43A,
- un sectionneur de terre en aval des fusibles lié au sectionneur de terre amont,
- voyant triled de présence de tension,
- trois plages de raccordement pour câbles sec unipolaire 95 mm<sup>2</sup>,
- un connecteur de courant TC1/5A,
- un module de 8 entrées température MET148-2, avec câble pour module déportés L=0.6m CCA770 et une interface homme machine IHM avancée,
- un connecteur à vis 20 points,
- un tore homopolaire CHS120,
- un verrouillage HTA/TRANSFO/BT C4 Profalux avec clé métallique,
- un caisson basse tension pour les équipements de protection et relaying,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	29/119
---	--	--------

- un relais de protection numérique type transformateur,
- un bornier dédié GTC pour le report d'informations et commande à distance (depuis GTC et synoptique Entrelec),
- un jeu de contacts auxiliaires à ramener sur borne sectionnable à couteaux comprenant :
  - 2 contacts à ouverture et 3 à fermeture sur interrupteur,
  - 1 contact à ouverture et 1 à fermeture sur S.M.A.L.T.,
  - 1 contact de signalisation électrique de fusion fusible.

#### 4.5.1.3. Cellule Transformateur de potentiel

Chaque cellule transformateur de potentiel sera constituée de :

- Un jeu de barres tripolaires : 400A
- Un jeu de remplacement conditionné
- Un sectionneur et sectionneur de terre 50A à coupure et isolation dans le SF6 liés avec les sectionneurs BT situés en aval
- Une commande manuelle de type CS ou équivalent
- Fusibles type Solefuse 6.3A à percuteur fournis en matériel séparé
- Transformateurs de potentiels ! 5.5Kv/v3/100V/V3-100V/V3 15VA cl 0.5 /30VA cl1
- Un sectionneur des circuits BT avec protection fusibles en face avant de la cellule
- Un jeu de contacts auxiliaires comprenant :
- Des contacts à ouverture et à fermeture sur sectionneur
- Une signalisation mécanique fusion fusible MT
- Une signalisation électrique fusion fusible MT ramenée sur bornier

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	30/119
---	--	--------

- Un caisson basse tension
- Une résistance de chauffage 50W 230V 50Hz

#### 4.5.1.4. Cellule disjoncteur simple et double sectionnement

Chaque cellule disjoncteur simple et double sectionnement sera constituée de :

- Un jeu de barres tripolaires : 400/600A
- Un jeu de remplacement conditionné
- 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/600A
- Une commande disjoncteur, de type RI ou équivalent motorisée 200V OND
- Un déclencheur de fermeture à MX48VC
- Un déclencheur d'ouverture à MX48VC
- Un compteur de manœuvres mécanique
- Une commande sectionneurs, de type CS ou équivalent manuelle
- Voyant triled de présence de tension
- Un verrouillage de boucle de type P1 Profalux
- Transformateurs de courant
- Un jeu de contacts auxiliaires comprenant :
  - Des contacts à ouverture et à fermeture sur sectionneur
- Un caisson basse tension
- Un relais numérique de protection

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	31/119
---	--	--------

- plages de raccordement pour câbles secs
- Une résistance de chauffage 50W 220V 50Hz

#### 4.5.1.5. Fusibles HTA

Les fusibles HTA répondront aux normes suivantes et seront de type Soléfuse ou équivalent approuvé :

- CEI 60282
- HN 64 S52
- CEI 60787
- UTE C64200
- UTE C64210

Choix des fusibles HTA :

CHOIX DES FUSIBLES HTA TRANSFORMATEURS KVA SCHNEIDER																
TENSION SERVICE	25	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
5,5KV	6,3	16	16	16	16	31,5	31,5	31,5	63	63	63	80	100	125		
15KV		6,3	6,3	16	16	16	16	16	16	31,5	31,5	31,5	43	43	63	80
20KV		6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	16	16	16	16	31,5	31,5	43	43	43	63

#### 4.5.2. Verrouillage de boucle HTA/HTA

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.

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

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	32/119
---	--	--------

L'entreprise fournit et installe tous les équipements (serrures, serrures de transfert, clés...) nécessaires aux verrouillages permettant la consignation des liaisons HTA, cellule de protection par rapport à son transformateur, et disjoncteur générale BT.

#### **4.5.3. Verrouillage de boucle HTA/BT/TR**

Le verrouillage HTA/BT doit 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 ouverte (ou débroschée). Ce verrouillage est en fait une succession de deux verrouillages : le verrouillage HTA/BT et le verrouillage HTA/TR.

#### **4.5.4. Consigne de manœuvre et verrouillage**

A l'issue des travaux, l'entreprise établira une fiche de consignes de manœuvre et verrouillage pour chaque cellule installée, à partir du modèle standard type AMP. Chaque fiche est soumise à la validation de l'organisme de contrôle missionné pour les travaux.

La fiche est établie à partir de schéma unifilaire sur support de feuille A4 plastifiée et fixé en face avant de la cellule.

#### **4.5.5. Indicateur de défaut HTA**

Les indicateurs de défaut sont conçus pour la détection de courant de défaut phase-phase et phase-terre, ils seront à raccorder à la GTC / supervision du site. Ils seront de type Flair 279 ou équivalent.

Ils devront être compatibles avec le régime de neutre du site.

Le matériel proposé répondra aux critères techniques suivants :

- tension d'alimentation 230Vac secourue par pile,
- transformateur de courant TC adapté.
- température de fonctionnement comprise entre -25°C et + 70°C.
- Voyants en local (face avant boîtier et à l'extérieur du local par indicateur lumineux),
- Contacts de signalisation défaut à remonter sur GTC.
- Protection contre les défauts entre phase et les défauts à la terre (50, 50N, 51, 51N),
- Protection terre insensible aux enclenchements des transformateurs.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	33/119
---	--	--------

#### 4.5.6. Relais de protection numérique

Le relais de protection numérique est conçu pour la protection HTA et BT, le contrôle, la mesure et comme plateforme d'automatisation à raccorder à la supervision du site. Ils permettront à terme de garantir une sélectivité logique des protections avec perturbographie et harmoniques. Il sera de type SEPAM ou équivalent approuvé.

L'I.H.M. en face avant sera équipée d'un écran à cristaux liquide permettant de dialoguer directement depuis le relais.

De conception modulaire et de nouvelle génération, il répondra aux critères techniques suivants :

- tension d'alimentation 48VCC,
- transformateur de courant TC 1/5A,
- fréquence nominal 50 Hz,
- sortie analogique 5A.
- température de fonctionnement comprise entre -25°C et + 70°C,
- indice de protection IP52 en face avant.
- 2 ports de communication minimum indépendants,
- réseau RS 485 (2 ou 4 fils),
- protocole de communication ouvert de type MODBUS RTU / ASCII, CEI 60870-5-103, DNP3, CEI 61850, CEI 61850,
- accès réseaux Ethernet TCP/IP avec connectique de type port RJ45.

#### ■ Relais de protection numérique pour cellule disjoncteur simple sectionnement débrochable :

- type protection sous station
- mesure des courants, des tensions et des fréquences
- alimentation 24-250 V CC, 110-220 V CA
- Maximum de courant phase : 4
- Défaillance disjoncteur : 1
- Interface Homme-Machine

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	34/119
---	--	--------

- 4 entrées courant
- 3 entrées tension
- 10 entrées logiques
- 8 sorties à relais
- Editeur d'équations logiques
- 1 port de communication Modbus
- 16 entrées sondes de température

■ **Relais de protection numérique pour cellule combiné interrupteur fusibles :**

- type protection transformateur
- protection à maxi de courant phase et terre
- alimentation 24-250 V CC, 110-220 V CA
- 4 entrées logiques
- 7 sorties à relais
- Editeur d'équations logiques
- 1 port de communication

■ **Relais de protection numérique pour TGBT :**

- Type protection sous station
- Mesure des courants, des tensions et des fréquences
- Alimentation 24-250 V CC, 110-220 V CA
- Maximum de courant phase : 8
- Défaillance disjoncteur : 1
- Interface Homme-Machine
- Entrées logiques : en corrélation avec le quantitatif total issu de le liste de point GTC

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	35/119
---	--	--------

- Sorties à relais : en corrélation avec le quantitatif total issu de le liste de point GTC
- Editeur d'équations logiques
- 2 ports de communication pour architecture multimaître ou redondante
- 16 entrées sondes de température
- Cartouche mémoire amovible avec paramètres et réglages pour remise en service rapide après remplacement
- Pile pour conservation des historiques et de l'oscillographie
- Interface Homme Machine synoptique pour la commande locale de l'équipement en toute sécurité
- Logiciel de programmation Logipam en option, pour programmer des fonctions spécifiques

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	36/119
---	--	--------

## ■ Capteurs

- Le relais de protection doit pouvoir s'adapter aux capteurs de courant et de tension en place sur les équipements
- Idem pour les capteurs de courant résiduel

## ■ Communication

- Conformité à la spécification technique automatisme et supervision AMP

## ■ Diagnostique

- Localisation de défaut
- Enregistrement d'événements
- Enregistrement de défauts
- Fonction perturbographe avec enregistrement de perturbation

## ■ Logiciels associés

- Il doit être fourni avec le relais de protection et doit pouvoir évoluer avec les versions avenir et être en langue Française.
- Programmation
- Réglage
- Exploitation
- Restitution
- Suite à une programmation le logiciel doit aviser des anomalies de programmation ou adéquations
- Notices techniques
- 

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	37/119
---	--	--------

## 4.6. ESSAIS

Les câbles pourront subir tous les essais de type, de série (contrôle) prévus aux normes de l'UTE, d'ENEDIS, de la NFC, du CEI...

Le contrôleur pourra en outre procéder à tous les essais et vérifications qui lui paraîtront nécessaires afin de s'assurer de la conformité du matériel.

## 4.7. Test des équipements HT

### 4.7.1. Matériels HT

Le matériel pourra subir tous les essais individuels et vérifications prévus aux normes de l'UTE.

Le contrôleur de l'AMP pourra procéder à tout essai complémentaire qui paraîtra nécessaire (essais de type) :

#### Essais et vérifications individuels

Essais de tension à sec à fréquence industrielle

Essais de tension des circuits auxiliaires

Essais de fonctionnement mécanique

Essais des dispositifs auxiliaires

Vérification de la filerie.

#### Essais complémentaires (essai de type) :

En outre, sur demande du maître d'ouvrage, maître d'œuvre, il pourra être procédé à l'un ou plusieurs des essais suivants :

Essais de tension à sec en onde de choc

Essais d'échappement

Essais des circuits principaux au courant de courte durée

Essais des circuits de terre au courant de courte durée

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	38/119
---	--	--------

Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure

Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure

Vérification des degrés de protection des personnes contre l'approche dangereuse des pièces sous tension et des pièces en mouvement

Essais en condition climatique tropicale

Valeurs des tensions d'essais diélectriques :

nominale efficace	tension maintenue nominale au choc de foudre (valeur crête)		tension de tenue nominale à fréquence industrielle durant une minute (val. eff.)	
	à la terre entre pôles sur la distance d'ouverture des disjoncteurs	sur la distance de sectionnement des sectionneurs	à la terre entre pôles sur la distance d'ouverture des disjoncteurs	sur la distance de sectionnement des sectionneurs
24 kV	125 kV	145 kV	50 kV	60 kV

#### 4.7.2. Transformateurs et régulateurs de tension

Tous les transformateurs (NF 52100) et régulateurs pourront subir tous les essais individuels et vérifications prévus et tout essai complémentaire qui paraîtront nécessaires.

##### Essais et vérifications individuels :

- Mesure de la résistance des enroulements,
- Vérification des sens relatifs du bobinage, du schéma des connexions entre enroulements et bornes, du rapport de transformation,
- Mesure des pertes dues à la charge et des tensions de court-circuit (4% jusqu'à 630 kVA),
- Mesure des pertes et du courant à vide,
- Epreuves diélectriques à fréquence industrielle.

##### Essais complémentaires (essais de type)

- Essais de tenue au choc (examen des mesures effectuées par le constructeur sur le même type de transformateur),
- Essai à pleine charge au régime spécifié, comprenant la mesure des échauffements.

##### Essais spéciaux

- Mesure des courants d'appel,
- Essai de tenue au court-circuit,
- Mesure de l'impédance homo polaire,
- Mesure de bruit.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	40/119
---	--	--------

### 4.7.3. Câbles HT

Le maître d'œuvre procédera aux essais suivants:

- Examen et vérification de la constitution des câbles et marquage,
- Essais diélectriques sur les longueurs de câble.

Le marquage du courant alternatif ou continu est laissé au choix du fabricant.

Nature du courant	Type	Tension	Durée	Points d'application
Alternatif	à champ radial	2,5 x U <sub>o</sub>	20 mn	entre âme et écran de chaque conducteur
Alternatif	à ceinture	2,5 x U <sub>o</sub>	10 mn	successivement entre âme de chaque conducteur et l'ensemble des autres réunis à l'écran
Continu	à champ radial	8 x U <sub>o</sub>	30 mn	entre âme et écran de chaque conducteur et l'ensemble des autres réunis à l'écran
Continu	à ceinture	8 x U <sub>o</sub>	15 mn	

- Mesure de la résistance linéique et d'isolement sur longueur de câble,
- Examen des feuilles d'essais de série.

En outre, sur la demande du Représentant de l'AMP, il pourra être procédé à tout ou partie des essais suivants : (dans le cas d'essais de type, il sera simplement procédé à l'examen des feuillets d'essais d'un câble de même série).

- Vérification des caractéristiques de l'âme

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	41/119
---	--	--------

- Vérification des caractéristiques géométriques et mécaniques de l'enveloppe isolante et de la gaine d'assemblage et de protection extérieure
- Vérification des caractéristiques géométriques des écrans semi-conducteurs, de l'écran métallique, de l'armure
- Essai de décharge partielle suivant publication CEI NE 270 et le guide UTE 41300 du 31 Janvier 1968 (câble à champ radial,)
- Mesure de  $\tan \delta$  en fonction de la tension, de la température
- Essais de rigidité diélectrique de contrôle
- Essai de tenue aux ondes de choc
- Essai de cycles de chauffage
- Essai de longue durée avec cycle thermique (essais de type)
- Vérifications physiques et chimiques de l'enveloppe isolante de la gaine d'assemblage et de protection extérieure (essai de type)
- Vérification de la résistance d'isolement des conducteurs

## 5. BASSE TENSION

### 5.1. GENERALITES

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

- 400 V IT triphasé (neutre isolé non distribué) : aérogare circuit FORCE MOTRICE et DESENFUMAGE
- 230 V IT triphasé (neutre isolé non distribué) : aérogare circuit ECLAIRAGE
- 400 V/ 230 V TNS (neutre à la terre distribué) : réseaux CLIENTS
- 400 V/230 V IT (neutre isolé distribué): réseaux de sécurité (éclairage de sécurité aérogare)

Sur le site de l'aéroport Marseille-Provence, 2 régimes du neutre sont en vigueur.

En règle générale, le régime **TNS (avec différentiel)** est en vigueur sur la plate-forme pour les réseaux CLIENTS et le régime **IT** est utilisé pour des installations spécifiques (des schémas de principe sont disponibles en annexe).

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	42/119
---	--	--------

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

## 5.2. REGIME DE NEUTRE

### 5.2.1. Généralités

Un neutre impédant ou isolé avec déclenchement au second défaut pour tous les équipements essentiels. Eventuellement le neutre à la terre pour certains équipements acceptant une continuité d'exploitation inférieure.

### 5.2.2. Equipement à installer

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). 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.).

**NOTA** : voir tableaux en annexe des **régimes de neutre en vigueur** sur l'aéroport

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	43/119
---	--	--------

## 5.3. SOURCES D'ALIMENTATION DES AUXILAIRES DES POSTES HT/BT

### 5.3.1. Source d'alimentation 48 VCC

La source de tension 48 Vcc est destinée à l'alimentation des auxiliaires des cellules HTA et des TGBT. Elle est alimentée à partir du TGBT du poste.

Dans chaque poste, elle est constituée de deux ensembles redondants redresseurs/chargeurs mis en parallèle et offrant unitairement une autonomie de 1h.

Le tableau de distribution d'alimentation 48 VCC est équipée est équipé de disjoncteur de protection et reports unitaires sur la GTC.

La source 48 VCC est dimensionnée en prenant en compte :

- la puissance consommée par tous les utilisateurs raccordés sur la source (relais de protection numérique HTA, relais de protection numérique BT, bobines d'enclenchement/déclenchement, ...),
- La capacité de la batterie est dimensionnée en prenant en compte la puissance consommée par tous les utilisateurs raccordés sur la source.

La note de dimensionnement de la source auxiliaire fait partie des documents d'études remis par l'entreprise au maître d'œuvre et à l'organisme de contrôle réglementaire pour approbation.

Entre autres, chaque source auxiliaire devra disposer de connections (contacts secs, cartes de communication) afin de pouvoir être supervisé à la GTC ou d'envoyer des alarmes selon les protocoles choisis par l'utilisateur (SNMP, MODBUS/Jbus, WEB, ...).

### 5.3.2. Source d'alimentation 230 VAC ondulée

La source d'alimentation de tension 230V VAC ondulée est constituée d'un onduleur débitant sur l'utilisation. Elle est alimentée à partir du TGBT du poste.

L'onduleur possède une batterie d'une autonomie minimale de 10 minutes à puissance nominale de l'onduleur (pré dimensionnement à 3kVA) et dispose d'une fonction by-pass. Pour un poste électrique donné, tous les auxiliaires du poste nécessitant du courant sans interruption devront être alimentés par la même source 230V courant ondulé (afin d'éviter la multiplication des sources).

La source 230V VAC ondulée est dimensionnée en prenant en compte :

- La puissance consommée par tous les utilisateurs raccordés sur la source (motorisations cellules, protection thermique transformateurs, armoires GTC, ...),
- Une puissance supplémentaire permettant la manœuvre des organes HTA (motorisations).

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	44/119
---	--	--------

La capacité de la batterie d'onduleur est dimensionnée en prenant en compte :

- La puissance consommée par tous les utilisateurs raccordés sur la source,
- La possibilité de réaliser 2 cycles F.O de disjoncteur HTA et 2 cycles F.O d'interrupteur de boucle HTA, à la fin d'autonomie de la source auxiliaire.

La note de dimensionnement de la source auxiliaire fait partie des documents d'études remis par l'entreprise au maître d'œuvre et à l'organisme de contrôle réglementaire pour approbation.

Cette source auxiliaire, associée au TDO en aval, sera alimentée depuis le TGBT.

Entre autres, chacun source auxiliaire devra disposer de connexions (contacts secs, cartes de communication) afin de pouvoir être supervisé ou d'envoyer des alarmes selon les protocoles choisi par l'utilisateur (SNMP, MODBUS/Jbus, WEB, ...).

## 5.4. TRANSFORMATEURS BT

### 5.4.1. *Transformateur de sécurité*

#### 5.4.1.1. Généralités

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.

#### 5.4.1.2. Caractéristiques

Echauffement : classe E + classe 1 - IP 207

Fréquence : 50Hz

### 5.4.2. *Transformateur d'isolement*

#### 5.4.2.1. 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.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	45/119
---	--	--------

#### 5.4.2.2. Caractéristiques

Puissance : KW

Rapports de tension : 231/115 V ou 231/231 V ou 400/115 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.

## 5.5. CHEMINS DE CABLES ET ACCESSOIRES

### 5.5.1. Généralités

#### 5.5.1.1. Objet

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

#### 5.5.1.2. Champ d'applications

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

#### 5.5.1.3. 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.

#### 5.5.1.4. Documents de sélection

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

On soumettra au contrôle du Maître d'œuvre 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.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	47/119
---	--	--------

## 5.5.2. Caractéristiques

### 5.5.2.1. Généralités

Le chemin de câbles sera de préférence de type fil mais on pourra utiliser dans certains cas de la dalle type « marine » ou dalle type isolant U23X.

Chaque élément de chemin de câbles aura une longueur initiale de 3 mètres. Chaque élément sera constitué d'un treillis soudé puis plié et recevra son traitement de surface après fabrication. Le treillis sera fabriqué avec un maillage de 50 x 100 mm au maximum.

Afin d'éliminer les risques de détérioration des câbles ou de blessures pour le monteur, les chemins de câbles devront comporter un bord sécurité : le fil longitudinal supérieur sera soudé en T sur le fil transversal (Figure 2).

### 5.5.2.2. 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.

La flèche du chemin de câbles sera au maximum égale au  $1/200^e$  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  $1/5^e$  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 20 à 30 %.

### 5.5.2.3. Tenue à la corrosion

Les environnements seront le principal facteur de choix du revêtement ou du type d'acier 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

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	48/119
---	--	--------

- 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
- U23X : matériau thermoplastique isolant certifiés NF selon la norme produit NF EN 61537

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 :

Chemins de câbles	Accessoires – Supports - Visseries
EZ / PG	EZ / GS
GC	GC / DC
304 L	316 L
316 L	316 L
U23X	U23X

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

	PG	EZ	GS	GC	DC	304 L	316 L	U23X
Installation intérieure, ambiance normale	O	O	O					■
Installation extérieure, ambiance urbaine	■	■	■	O	O			O
Ambiance alimentaire		■	■			■	O	O
Industries chimiques, explosifs nitrés, photographie, décoration				■	■		O	O
Ambiance marine, agressive, sulfureuse				■	■		O	O
Ambiance acide				■	■	■	O	
Ambiance alcaline				■	■	■	O	
Ambiance halogénée						■	O	

O Conseillé      ■ Possible

#### 5.5.2.4. Dimensions du chemin de câbles en fil

Hauteur d'aile intérieure possible :

- 30 mm

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	50/119
---	--	--------

- 54 mm
- 105 mm

Largeur nominale intérieure possible pour une hauteur d'aile de 30, 54, ou 105 mm :

50 mm \ sauf pour une hauteur d'aile 105 mm

- 100 mm
- 150 mm
- 200 mm
- 300 mm
- 400 mm
- 500 mm
- 600 mm

#### 5.5.2.5. Façonnage du chemin de câbles en fil

Une quantité suffisante de longueurs de chemin de câbles devra être fournie pour réaliser les dérivations, les intersections, les changements de niveaux, les réductions et autres coudes.

Afin d'adapter parfaitement le cheminement à la configuration du site, la réalisation des différentes formes s'effectuera en coupant le chemin de câbles à dimension et en pliant les fils.

Afin de garantir une coupe propre, nette et non agressive pour les câbles, un coupe-fil avec mâchoires d'angles dites "coupe tondeuse" sera utilisé.

#### 5.5.2.6. 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.

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

Largeur nominale possible :

- 50 mm

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	51/119
---	--	--------

- 100 mm
- 150 mm
- 200 mm
- 300 mm
- 400 mm
- 500 mm
- 600 mm

#### 5.5.2.7. Les cornières de séparation

La cornière de séparation sera pleine, aura un bord sécurité 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.

Hauteur d'aile possible:

- 30 mm
- 50 mm
- 100 mm

#### 5.5.2.8. Eclissage des éléments de chemins de câbles

Afin de conférer à l'ensemble du cheminement une rigidité mécanique et d'assurer la continuité électrique, tous les éléments de chemins de câbles seront reliés entre eux par des éclisses en acier ressort, équipées de renforts longitudinaux et de dispositifs permettant de verrouiller le fil de rive (Figure 4).

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

#### 5.5.2.9. 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.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	52/119
---	--	--------

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 en fil.

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 (Figure 5).

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.

## 5.6. TPC ET FOURREAUX ANNELES

Les fourreaux seront TPC N conformes à la norme EN 50086-2-4, annelés à l'extérieur, lisses à l'intérieur, IP 54, couleur rouge, genre JANODUR, y compris manchons de raccords, tire-fils.

La règle des 1/3 d'occupation sera appliquée de manière à faciliter le tirage de câbles.

Chaque câble doit être placé dans un fourreau distinct. Le diamètre intérieur des fourreaux doit être approprié au diamètre extérieur du câble et ne doit pas être inférieur à 80 mm sauf pour les câbles de branchement à basse tension, pour lesquels il peut être de 40 ou 50 mm (en principe 1,5 à 2 fois le diamètre extérieur du câble).

A titre d'exemple les tableaux ci-dessous indiquent le diamètre minimal des fourreaux à utiliser en fonction des câbles.

	Section du câble (mm)	Diamètre extérieur du fourreau (mm)
Câbles de réseau BT (NF C 33-210 ou équivalent)	3 x 95 + 1 x 50 90	90
	3 x 150 + 1 x 70 110	110
	3 x 240 + 1 x 95	160
Câbles de branchement BT (NF C 33-210 et HM 27-03-139 ou équivalent)	4 x 35 électrique + téléreport	63 et 75

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	53/119
---	--	--------

## 5.7. CABLES BT

### 5.7.1. Câbles énergie

#### ■ Série FR-N1 X1G1-1000V

Ils sont conformes 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. Aluminium 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

#### ■ Série 1000 V cuivres ou aluminium RGPV 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)

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	54/119
---	--	--------

Matelas : papier imprégné

Armure : deux feuillets d'acier (NFC 32050)

Ruban : matière hydrofuge (facultatif)

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

#### Caractéristiques électriques des câbles à âme cuivre :

Tension normale : 1000 V

Tension d'utilisation : 230/400 V.

#### ■ **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).

#### **5.7.2. Câbles de télécommande**

Conforme aux spécifications SNCF 698 F ou équivalent.

#### Constitution :

Ame : cuivre nu de 1 ou 1.5 mm<sup>2</sup> massive

Enveloppe : polyéthylène coloré pour conducteur principal, incolore pour le conducteur d'accompagnement

Ruban séparateur : en polyamide ou matériau équivalent compatible avec le polyéthylène (facultatif)

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	55/119
---	--	--------

Ercan en Aluminium :  $0,04 \text{ mm} < e < 0,06 \text{ mm}$

Fil de déchirement  $r > 7,5 \text{ deca N}$

Gaine d'étanchéité en polyéthylène

Fil de déchirement lorsque le matelas est un tube  $r > 7,5 \text{ deca N}$

Matelas hydrofuge : un ou plusieurs rubans en polyéthylène ou polychlorure de vinyle ou matériau équivalent compatible avec le polyéthylène

Armure : deux feuillards en acier galvanisé\* d'épaisseur 50/100 et à recouvrement de 20 à 30%

Gaine de protection : polychlorure de vinyle (de préférence verte)

#### Caractéristiques électriques :

Tension nominale : 750 V

#### **5.7.2.1. Câbles anti-feu**

Ils seront de type câble incendie CR1-C1 conforme à la norme NF C 32.310, dans 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 rouge brique

#### **5.7.2.2. Repérage de câbles**

Tous les câbles de l'installation devront être soigneusement repérés par des bagues enfilées sur un support porte repère attaché par colliers avec les mentions minimums suivantes : Tenant, aboutissant, numéro.

Une codification des câbles établie par l'Entrepreneur sera soumise à l'approbation du Maître d'œuvre.

Les câbles seront repérés par :

- A chaque extrémité

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	56/119
---	--	--------

- Tous les 50 m
- A chaque traversée de paroi
- A chaque changement de niveau
- A chaque changement important de direction

Cette identification s'effectuera sur les "Tenant" et "Aboutissant" du câble. Elle sera réalisée sur la gaine extérieure PVC noire du câble. Le mode d'identification sera de type Duplix de chez LEGRAND ou strictement similaire.

Une étiquette résistante à l'humidité (polyester) et aux U.V. sera posée contre le câble et maintenue à celui-ci par deux colliers de type Colring™ de chez LEGRAND ou similaire de chez un autre fabricant.

L'identification du câble sera de type alphanumérique et réalisée au moyen d'un logiciel. Sur l'étiquette, les inscriptions à la main seront strictement interdites.



## 5.8. TABLEAU GENERALE BASSE TENSION

### 5.8.1. Généralité

Afin d'assurer la pérennité et de garantir la conformité du produit aux essais de type, le tableau devra obligatoirement être construit et testé chez le fournisseur propriétaire des certificats d'essais.

L'enveloppe du TGBT est du type forme « 4b » **selon le NF EN 61439-6**, pour installation industrielle nécessitant un très haut niveau de sûreté (continuité de service impératif, interventions rapides).

Le tableau permettra d'intégrer indifféremment des unités fonctionnelles d'indice de service IS223/233/333 et 332 et ce, quel que soit le mode de raccordement (avant, arrière, haut ou bas).

Le TGBT sera un tableau constructeur qui doit être en mesure de fournir la tôlerie et l'appareillage issu de sa propre construction pour application de distribution électrique industrielle de types HAZEMEYER, OKKEN, SIEMENS ou modèle équivalent approuvé, ayant les caractéristiques minimales suivantes :

#### ■ Conformité aux normes :

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	57/119
---	--	--------

- CEI 1641,
- CEI 60439-1 et CEI 60439-2.

■ **Condition d'environnement :**

- Intérieur,
- Local ventilé,
- Température maxi : 35°C.

■ **Sources TGBT :**

- Tension nominale : 400 VAVC
- Puissance nominale : bilan terminaux en KVA + 30% de réserve
- Intensité autoriséé : Bilan terminaux en Amp + 30% de réserve
- IK3 max : selon choix de la source et nombre de source
- Fréquence : 50 Hz,
- Nombre de source normale : 2 en parallèles ou 2 séparées (selon la criticité des départs du poste)
- Nombre de source secours : 1 (source secours mobile),
- Nombre de Phases : 3 phases + N,
- Régime de neutre : TN-S, IT

■ **Caractéristiques du tableau**

- Conforme à la norme CEI 60439-1 de forme : 4b,
- Indice de service : 332 + 333,
- Installation : intérieur,
- Environnement CEM : type 2,
- Indice de protection(IP) : 54,
- Indice de tenue au choc (IK) : 10,
- Accès raccordement : avant ou arrière selon la configuration du local TGBT

- Débrochabilité : oui,
- Ossature : galvanisé,
- Arrivées et départs câbles : haut, bas selon configuration du poste
- Hauteur (mm) : 2000,
- largeur (mm) : 8
- Profondeur (mm) : de 600 à 1000 selon la surface du local,
- Largeur gaine : 400 (gaine câbles), 200 (gaine d'extension),
- Fermeture portes arrière avec clé 405,
- Possibilité d'extension à gauche et à droite,
- Accessibilité aux réglages de protections électroniques en façade des tiroirs,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	58/119
---	--	--------

- RAL précisé ultérieurement par le maître d'ouvrage.

**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 général basse tension à l'aéroport Marseille-Provence répondront aux spécifications décrites ci-dessous et seront conformes au schéma unifilaire joint:

- Indépendance des matériels électriques pour éviter toute influence mutuelle nuisible conformément à l'alinéa 515 de la NFC 15 100. En particulier les réseaux pré-lancés, différenciés, continus, non secourus, 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**

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.

#### ■ Repérage :

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.

Sur chaque câble, à la sortie du tableau, une étiquette gravée identifiera le circuit alimenté.

#### ■ Couleurs des repérages des fils :

- repérage des fileries de puissance 410V/230V :

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	59/119
---	--	--------

- Neutre : bleu
- Phase 1 : marron
- Phase 2 : noir
- Phase 3 : rouge
- Repérage auxiliaire ondulé 230v :
  - Neutre : orange
  - Phase : orange
- Repérage auxiliaire ondulé 48vcc :
  - + : rouge
  - - : bleu

#### ■ Etiquettes d'indentification en face avant des tableaux

- étiquette fonctionnelle avant gravées écriture noire sur fond blanc (bp, voyant, borniers)
- étiquette d'identification tension 410 V avant gravées écriture blanche sur fond rouge
- étiquette d'identification tension 230 V avant gravées écriture blanche sur fond bleu
- étiquette d'identification tension ondulée avant gravées écriture noir sur fond jaune

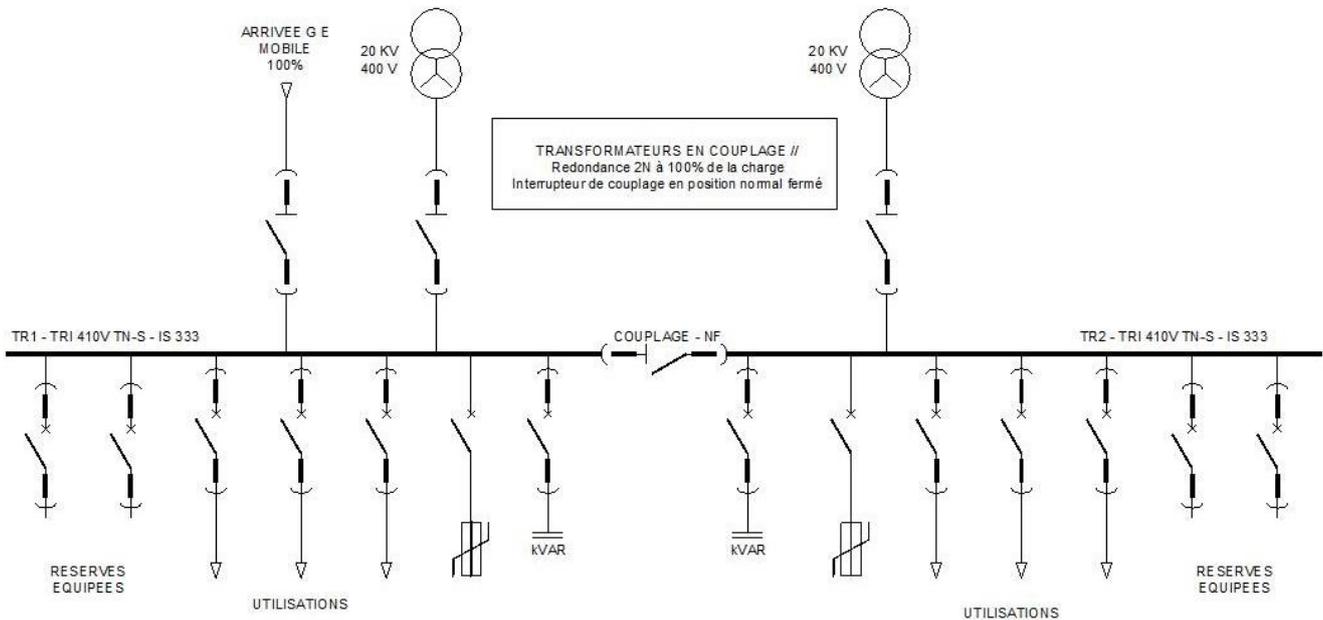
#### ■ Reports GTC

Les tableaux disposent d'un compartiment spécifique réservé à l'installation des borniers de reports d'alarmes et signalisations renvoyées à la GTC.

L'ensemble des câbles des contacts de signalisation de position et de défaut sera ramené sur borne de type sectionnable (bornier GTC dédié). Ces bornes seront soigneusement repérées et regroupées en borniers suivant leur destination.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	60/119
---	--	--------

## 5.8.2. PRINCIPE DE L'ARCHITECTURE DE DISTRIBUTION BT



En réglé générale, le schéma de l'architecture BT type est orienté sur une configuration dipôle avec :

- Deux transformateurs HT/BT (TR1 et TR2) d'égales puissances (100 % de redondance) en schéma de liaison à la TN-S,
- Deux demi TGBT couplés par l'intermédiaire d'un interrupteur de couplage en position normalement fermé (NF) dans le cas de transformateurs couplés, auquel cas un interrupteur de couplage en position normalement ouvert (NO) pour des transformateurs non couplés,
- Un arrivée groupe électrogène secours mobile dimensionnée pour la puissance d'un seul transformateur.

Cette solution autorise l'arrêt d'un transformateur sans coupure.

L'interrupteur de couplage permet la mise hors tension d'un demi-jeu de barre autorisant la maintenance partielle du TGBT en deux opérations lors des temps de coupure limitée.

L'arrivée groupe permet la continuité de service du TGBT lors de la maintenance des tableaux haute tension et transformateurs, sous condition au préalable d'une coupure générale du poste.

Pour répondre aux besoins des utilisateurs en termes d'exploitation, de maintenance, et d'évolutivité la solution technologique d'indice de service retenue est **IS 333** permettant :

- Pour l'exploitation, la condamnation individuelle de l'unité fonctionnelle sans la possibilité de test de sa commande et de son automatisme (premier chiffre : 3),
- Pour la maintenance, de réduire les temps d'intervention à ¼ heure, sans intervention sur les raccordements amont/aval (deuxième chiffre : 3),

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	61/119
---	--	--------

- Pour l'évolution, l'ajout possible d'unités fonctionnelles sans arrêt du tableau mais avec des réserves pré-équipées (troisième chiffre : 3).

L'enveloppe du TGBT est conçue en forme **4B** permettant la séparation des jeux de barres des unités fonctionnelles et séparation de toutes les unités fonctionnelles entre y compris leurs bornes de sorties.

Afin de ne pas accentuer le phénomène de magnétisation au niveau de la distribution électrique générale du site, les transformateurs débiteront en quinconce sur des plages de fonctionnement de durée d'un mois. Par conséquent, le choix des transformateurs HT/BT est porté sur la technologie **sec enrobé** beaucoup moins sensibles aux arrêts de longue durée que les transformateurs immergés.

### **5.8.3. Classification**

Tous les tableaux seront de type testés selon la recommandation internationale IEC 439-1, les équipements basse tension seront de la plus grande fiabilité, tous les composants et assemblages de base seront testés et certifiés (classification EDS).

### **5.8.4. Interrupteurs ouverts généraux**

Les interrupteurs seront conformes à la norme IEC 60 947-1 et 2 ou aux normes correspondantes dans les pays membres.

Les interrupteurs posséderont un pouvoir de coupure au moins égal au courant de court-circuit présumé au droit de leur implantation.

Ils seront du type Masterpact (NT) de Schneider (ou équivalent approuvé) dimensionnés selon la puissance du transformateur HT/BT amont, montés sur châssis débrochables IS 332.

Les interrupteurs seront conçus pour être maintenus en fonction de leur utilisation. Pour réduire cette maintenance, l'endurance électrique devra être supérieure à 12500 manœuvres jusqu'à 1600 A puis 10000 jusqu'à 4000 A et 5000 manœuvres au-delà.

Les auxiliaires seront placés dans un compartiment qui, dans les conditions normales d'utilisation, ne comportera aucune partie conductrice pouvant être en contact électrique avec les pôles. Il sera possible de raccorder tous les fils auxiliaires par la face avant de l'interrupteur.

Chacun de ces appareils d'indice de service IS 332 disposera notamment :

- d'un châssis débrochable (WWW) avec bornier de raccordement des auxiliaires,
- d'un interrupteur 4 pôles,
- de ses déclencheurs MX et moto réducteur pour la commande électrique,
- des contacts de position ouvert/fermé et défaut,
- position embroché / débroché / test/ extrait,
- de déclencheur d'ouverture à distance de type,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	62/119
---	--	--------

- compteur de manœuvre.

En face avant, ils disposeront d'un tableau de bord comportant les fonctionnalités suivantes :

- verrouillage par serrure type PROFALUX avec clé métallique des différentes positions possibles (interverrouillage entre les arrivées « transfo » et l'arrivée « GE »),
- poignée d'armement de la commande,
- interrupteurs cadenassables et accès aux réglages plombable,
- témoins de position fonctionnelle (3 voyants lumineux type triled),
- verrouillage par cadenas des positions embroché / débroché / essai,
- d'une centrale de mesures type PM850 ou Diris A40 ou équivalent.

### 5.8.5. *Disjoncteurs moulés de protection des départs*

Ils sont conformes aux normes IEC / EN

- IEC 60947-1-2-3 : générales - disjoncteurs - interrupteurs-sectionneurs
- IEC 60947-4 : contacteurs et démarreurs de moteurs
- IEC 60947-5.1 et suivantes : appareils et éléments de commutation pour circuits de commande et composants d'automatisme

Jusqu'à 630 A, toutes les unités fonctionnelles (UF) seront de type débrochable en tiroir (WWW, IS333). Elles se raccordent au jeu de barres de distribution par une connexion à double-pince, permettant interchangeabilité et adjonctions rapides, tout en évitant l'usure ou la détérioration du jeu de barres lors des manœuvres d'embrochage/débrochage. L'isolant des pinces connectées au jeu de barre (amont) sera de couleur rouge.

Les auxiliaires seront raccordés sur des blocs débrochables glissants solidaires des parties fixe et mobile de l'interface.

Les disjoncteurs de départs de calibre  $\leq 630$  A et  $> 80$  A, seront du type Compact (NSX) de Schneider Electric ou équivalent approuvé, débrochables sur châssis (WWW, IS 333), avec son unité de protection électronique (Micrologic ou équivalent), d'une centrale de mesure ou d'un compteur d'énergie MID.

#### ■ Sectionnement à coupure pleinement apparente

Les disjoncteurs sont aptes au sectionnement comme défini dans la norme IEC 60947-2 :

- la position de sectionnement correspond à la position O (OFF) ;
- la poignée ou les indicateurs ne peuvent indiquer la position O que si les contacts sont effectivement séparés ;
- le verrouillage n'est possible que si les contacts sont effectivement séparés.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	63/119
---	--	--------

## ■ Sélectivité des protections

Le disjoncteur moulé doit garantir une sélectivité totale avec les appareils modulaires.

### 5.8.6. *Disjoncteurs modulaires de protection départs*

Afin de rationaliser la taille du TGBT, et notamment son coût, les départs dont les disjoncteurs de calibre inférieurs  $\leq 80$  A ne nécessitant pas d'indice de service élevé seront de type modulaires montés sur rails DIN.

Ils seront raccordés en amont de manière individuelle par l'intermédiaire de répartiteur type "Lexiclip" ou équivalent approuvé, procurant ainsi la possibilité de remplacer un appareil "tableau sous tension".

Ils seront équipés des contacts de position et de défaut. Le câblage est ramené sur les modules d'acquisition d'entrée / sortie.

Ils sont conformes aux normes

- NBN C61-898
- NBN EN 60947-2

## ■ Caractéristiques constructives

Les disjoncteurs **modulaires** seront de type **sectionneur** et à coupure pleinement apparente pour les appareils ayant un pouvoir de coupure supérieur à 10 kA selon la norme NBN EN 60947-2.

## ■ Caractéristiques électriques

- seront de type limiteur permettant d'utiliser la technique de filiation (conforme à l'article 251.04 du RGIE) afin d'optimiser le coût global de l'installation,
- pourront par leur pouvoir limiteur améliorer la sélectivité, afin d'obtenir une meilleure continuité de service,
- auront une tension assignée d'isolement diélectrique  $U_i$  de 500 V et une tension assignée de choc  $U_{imp}$  de 6 kV,
- auront une endurance électrique au moins égale à 20.000 manœuvres pour les calibres  $\leq 32$  A et au moins égale à 10.000 manœuvres pour les calibres  $> 32$  A.

## ■ Installation

Les disjoncteurs **modulaires** :

- pourront être alimentés par l'amont ou par l'aval sans réduction des performances électriques,
- pourront être installés sur rail DIN symétrique en position horizontale ou verticale,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	64/119
---	--	--------

- seront équipés de bornes à cage et à bavette, pouvant supporter un couple de serrage supérieur à celui exigé par la norme (2,5 Nm pour les bornes de 25 mm<sup>2</sup> et de 3,5 Nm pour les bornes de 35 mm<sup>2</sup>). Par construction les bornes assurent la bonne position du câble et un serrage parfait,
- seront équipés de bornes d'arrivée et de départ qui peuvent être protégées totalement du contact des doigts par l'adjonction de cache-bornes plombables.

### **5.8.7. Unités de contrôle et de protection électronique**

Les protections contre les surcharges et courts-circuits, sélectivité logique, gestion et télétransmission, sont assurées par une unité de contrôle électronique à microprocesseur.

L'unité de contrôle est intégrée au disjoncteur. Les réglages doivent pouvoir être saisis par clavier en face avant sur afficheur numérique.

Une fonction de mesures et de gestion doit être associée à chaque départ : Les paramètres courant, tension, puissance et énergie active et réactive, facteur de puissance, mémorisation des courants coupés sont disponibles.

Cette fonction de mesures et de gestion peut être assurée soit par l'unité de contrôle du départ soit par une centrale de mesures électronique à affichage digitale et équipée d'un module de communication (type Modbus/JBus) permettant la remontée et l'exploitation des informations à la supervision.

Les modules de télétransmission associés à l'unité de contrôle du départ et/ou à la centrale de mesures doivent permettre l'accès à minima des informations suivantes :

- Positions disjoncteurs,
- Les mesures : intensité, tension, puissance, fréquence...,
- Causes des déclenchements (pour disjoncteurs montés sur châssis),
- Les réglages de l'unité de contrôle (pour disjoncteurs montés sur châssis),
- Indicateur de maintenance (pour disjoncteurs montés sur châssis).

Les voyants en face avant de chaque Unité Fonctionnelle sont à minima les suivants :

- Marche,
- Arrêt,
- Défaut.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	65/119
---	--	--------

### 5.8.8. Protection des personnel d'entretien

Tout élément sous tension placé directement derrière les panneaux latéraux ou arrière démontables ou présentant un risque de contact accidentel devra être capoté au moyen d'obstacles isolants en matière auto-extinguible sans halogène.

### 5.8.9. Exploitation et entretien

Le constructeur d'ensemble du tableau disposera de la proximité nécessaire pour mettre à disposition le personnel et les pièces nécessaires à toute intervention. Le constructeur fournira les procédures adéquates et pourra, le cas échéant, apporter son aide logistique.

Le constructeur d'origine s'engage à proposer des pièces de rechanges pour une durée de vie **de 10 ans** à partir de la date d'arrêt de commercialisation.

## 5.9. ARMOIRE DIVISIONNAIRE, COFFRET

### 5.9.1. Caractéristiques

Ils sont de type PRISMA Plus, PRISMA P de SCHNEIDER ELECTRIC, LEGRAND, RITTAL ou équivalent.

Les tableaux divisionnaires seront réalisés à partir de cellules ou d'armoires préfabriquées. 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 autoporteur 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 appareils de protection et de commande auront le pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit.

Toutes les protections seront du type dé connectable sur socle.

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, petites forces, etc...

Le matériel à utiliser pour les fonctions ci-dessus sera du type "modulaire".

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	66/119
---	--	--------

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".

### 5.9.2. **Forme**

- Forme : 3b
- Forme : 2b

### 5.9.3. **Indice de service et Degré de protection**

- Indice de Service départs :
  - IS223 pour des besoins de continuité forts (informatique),
  - ou 211 lorsque la continuité de service n'est pas obligation.
- Indice de Protection : conforme à l'UTE C15-103
- Résistance aux chocs : conforme à l'UTE C15-103

## 5.10. APPAREILLAGE BT

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.

### 5.10.1. **Disjoncteur BT**

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 attaché 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 (TNS, IT).

Tous les disjoncteurs de protection sont de type **magnétothermique, différentiel : électronique**.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	67/119
---	--	--------

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

### **5.10.2. Disjoncteur modulaires**

- Intensité nominale : 63 A type N (minimum)
- Pouvoir de coupure : supérieur à l'ICC pouvant apparaître en aval.
- Courbe de déclenchement : type C, B ou D.
- Limite du courant : 63A (au-delà utiliser des disjoncteurs de calibre 100 A).

### **5.10.3. Disjoncteur boîtier moulés**

- Intensité nominale : I00-160-250-400A
- Pouvoir de coupure : supérieur à l'ICC pouvant apparaître en aval.
- Courbe de déclenchement : adaptée au type d'utilisation.

Tous les disjoncteurs ci-dessus seront équipés de contacts auxiliaires OF + SD permettant le report à distance de l'état du disjoncteur.

### **5.10.4. Inverseur 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 commande électrique. Le temps de coupure engendré par le battement des contacteurs devra être inférieur ou égal à 0,15 s.

Ils seront de type Compact, Interpact, Masterpact ou équivalent approuvé.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	68/119
---	--	--------

### 5.11. ALIMENTATION SANS INTERRUPTION (ASI)

Voir spécification onduleur

### 5.12. COMPENSATION DE L'ENERGIE REACTIVE ET FILTRAGE DES HARMONIQUES

Toutes les installations de distribution BT de l'AMP sont obligatoirement compensées afin d'améliorer le facteur de puissance, et d'autre part filtrer pour combattre les effets des harmoniques et effets de résonance.

LA compensation d'énergie réactive se fera par des batteries à régulation automatique au niveau du poste HT/BT, permettant l'adaptation automatique de la puissance réactive fournie par les batteries en fonction d'un cos phi (0.93 mini) désiré et imposé en permanence.

Le choix de l'équipement est déterminé en fonction de :

- De la puissance réactive à installer (à démontrer par une note de calcul) ;
- Du mode de compensation ;
- Des mesures in-situ du TH présent dans le réseau aval du TGBT,
- Du type d'équipement.

L'équipement sera conforme aux spécifications suivantes :

#### Environnement :

- Normes IEC 61921, NF EN 61439-2, CEI 61439-1
- Certifications du produit ASEFA, CE, EAC
- Emplacement de montage Intérieur
- Degré de protection IP Environnement : IP31
- Sécurité : IPxx B
- Tenue aux chocs IK IK10
- Humidité relative 0...95 %
- Altitude de fonctionnement <= 2000 m
- Température de fonctionnement -5...45 °C
- Température ambiante moyenne en fonctionnement annuel : 35 °C, sur 24 heures : 45 °

#### Caractéristiques :

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	69/119
---	--	--------

- Compensation automatique sans filtre anti-harmonique et sans protection pour réseaux moyennement pollués compris entre **15% < TH < 25%** seront de type Varset Confort de Schneider Electrique ou équivalent approuvé ;
- Compensation automatique avec filtre actif anti-harmonique et sans protection pour réseaux moyennement pollués compris entre **25% < TH < 50%** seront de type Varset Fast de Schneider Electrique ou équivalent approuvé ;
- Tension réseau 400 V CA à 50 Hz ;
- IP 31 pour coffret, IP 31D pour armoire ;
- Délestage sur source secours ;
- Communication par Modbus.

### 5.13. RELAIS

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.**

### 5.14. CHARGEUR ET BATTERIE

Dans ce cas, les batteries retenues seront du type alcalin ou au plomb étanche suivant les indications données au Cahier des Prescriptions Particulières, et il sera prévu deux ensembles batterie, chargeur régulé identiques fonctionnant en secours mutuel. Chaque ensemble devra avoir une capacité suffisante pour alimenter les besoins pendant 8 heures (coupure de l'énergie secourue).

Si elle n'est pas précisée dans les prescriptions particulières, la tension continue retenue sera le 48 volts (autre possibilité : le 24 volts). La tension retenue devra permettre d'assurer des télécommandes et contrôles fiables malgré les distances importantes, avec un minimum de relayages auxiliaires. L'Entrepreneur fera connaître les difficultés éventuelles rencontrées.

#### Définition des chargeurs

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	70/119
---	--	--------

Chaque chargeur comportera 2 systèmes automatiques et un régime manuel et devra permettre :

- L'alimentation automatique d'un circuit et l'entretien de la batterie pendant la marche normale : fonctionnement et floating,
- la recharge automatique de la batterie d'accumulateurs après décharge consécutive à l'arrêt secteur et l'alimentation de l'utilisation.

La commutation du régime de charge se fera automatiquement après absence secteur pendant une durée déterminée réglable. Le temps de charge sera également réglable.

- l'égalisation et la mise en service en régime manuel.

### Caractéristiques

Tension aux bornes de l'utilisation maintenue à 1% près pour des variations de secteur de + ou - 15% et des variations de charge de 0 à 100%,

Tension aux bornes de l'utilisation maintenue à 0,5% près pour des variations cumulées

- du débit de 0 à  $I_n$
- de la tension d'alimentation de + ou - 10%
- de la fréquence nominale de + ou - 4 Hz.

Limitation électronique d'intensité à la valeur nominale (permettant un fonctionnement permanent en court-circuit),

Dispositif de charge de la batterie du type régulé à tension constante et courant de charge limité compatible avec les caractéristiques de la batterie associée.

Dispositif d'alimentation du circuit d'utilisation.

Il est rappelé que celui-ci alimente à partir d'une tension continue n'admet aucune coupure même fugitive.

Filtrage au 1/100<sup>ème</sup>

Le chargeur comporte en particulier :

- Mesure de l'isolement et indication de défaut
- Fusibles cotés alternatif et continu
- Ampèremètre "Débit redresseur"
- Ampèremètre "charge/décharge"

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	71/119
---	--	--------

- Voltmètre "Tension - Batterie"
- Relais de défaut de terre
- Voyant de signalisation : présence secteur marche, défaut
- Bornier pour télésignalisation (P.T, défaut, etc...)
- Commutateur de choix : arrêt, manuel (à débit réglable avec repères correspondants) automatique. La position "égalisation" sera temporisée même en manuel,
- Un disjoncteur temporisé aux bornes de la batterie,
- En marche manuelle, potentiomètre de réglage de tension de sortie de redresseur tout en conservant la limitation de courant.

### Commutation entre ensembles

L'alimentation des besoins pourra être assurée à partir de l'un quelconque des ensembles chargeur/ batterie par commutation automatique.

Les deux ensembles pourront être utilisés en redondance active ou séparément en secours mutuel. Un commutateur de choix permettra de définir le mode de fonctionnement choisi et l'ensemble utilisé en prioritaire. En cas d'apparition d'un défaut sur un ensemble le transfert de l'utilisation s'effectuera vers l'ensemble disponible, l'équipement en défaut sera mis hors service et le défaut sera affiché. Le transfert devra se réaliser sans coupure de la tension continue d'utilisation (chevauchement temporisé, diodes, etc...).

## **5.15. APPAREILS DE MESURES ET COMPTAGE**

### **5.15.1. Généralités**

Ils devront satisfaire à la norme NCF 42-100. Tous les appareils indicateurs de tableau auront les caractéristiques générales suivantes :

- classe de précision : 1,5
- échelle : sensiblement linéaire
- déviation : 250°
- cadran : 72 x 72 mm<sup>2</sup>
- repère de l'unité mesurée : A, V ...
- mise à zéro réglable de l'avant

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	72/119
---	--	--------

- face entièrement transparente

Les échelles retenues seront correctement choisies de façon à permettre des lectures significatives.

Les ampèremètres seront appareillés avec des transformateurs d'intensité limitant le courant à 5 ampères pour une déviation totale. Les calibres des ampèremètres seront adaptés aux intensités maximum effectivement transitées, et non aux possibilités maximum des jeux de barres.

### **5.15.2. Compteurs d'énergie.**

Tous les départs seront équipés de compteur d'énergie MID.

Les compteurs seront conformes aux recommandations CEI publication 170 et aux spécifications techniques HN 40 S 40 d'électricité de France.

Les classes de précision des compteurs seront de classe 1 pour la certification CEI, de classe B pour la certification **MID**.

Les compteurs permettant la facturation de l'énergie électrique aux clients de la plateforme devront répondre à la Directive européenne MID 2024/22/CE du 30 octobre 2006 :

- Réglementation MID (Measuring Instruments Directive), directive européenne sur les instruments de mesure utilisés et impliqués dans des transactions commerciales
- EN 50470-1
- EN 50470-3

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 vers le logiciel de comptage cyclo à travers le réseau de communication 868MHz et les antennes Homerider.

Les compteurs d'énergie répondront aux caractéristiques suivantes :

- active selon CEI 61036 Classe 1,
- raccordement direct ou sur TC,
- affichage des KWh,
- visualisation du compteur total et du compteur partiel,
- touche de validation en mode de programmation,
- fréquence 50 Hz,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	73/119
---	--	--------

- communication sur liaison RS485 sus protocole Modbus,
- alimentation 230 / 400 VAC,
- certification MID.

### **5.15.3. Compteurs à raccordement direct**

Le compteur est raccordé en série sur la ligne à mesurer. Celui-ci est protégé par le disjoncteur placé directement en amont. Ce dernier doit être calibré en adéquation avec l'intensité maximale admissible par le compteur

### **5.15.4. Compteurs à raccordement avec TI**

Les compteurs possèdent 2 types d'entrées. Les entrées "courant" et "tension". Chaque secondaire des transformateurs de courant est raccordé aux entrées correspondantes du compteur. Ceci permet la mesure du courant passant dans les TI.

### **5.15.5. Boîtes d'essais**

Des boîtiers d'essai seront fournis pour chaque type d'équipements proposés.

Ces boîtiers seront du type conventionnel. Ils offriront un brochage permettant le raccordement. Il sera fourni pour chaque, un connecteur de mesure. Les boîtiers d'essais devront être portables.

### **5.15.6. Convertisseurs de mesures**

Ils seront placés dans les armoires d'automatisme. Ils seront fournis en boîtier plombable. Ils offriront une grande précision, une haute-fidélité et une bonne protection contre les surcharges importantes.

#### Caractéristiques :

- sortie : 4 à 20 mA
- linéarité < 0,5%
- temps de réponse < 0,5 seconde
- source auxiliaire : 48 V - CC
- tension d'essai diélectrique : 200 V - 50 Hz.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	74/119
---	--	--------

### 5.15.7. Centrale de mesures et de comptage numérique

Composés de modules de mesure, d'interface, concentrateur de données et logiciel, ce type d'appareils reliés en architecture bus sera impérativement proposé.

C'est par une détection, une anticipation des problèmes et un diagnostic sûr que ce type d'installation minimisera les coupures et fiabilisera le réseau.

Pour les départs de calibre  $\geq 100$  A, ils seront équipés de centrales de mesure type Diris A40 (Socomec) ou PM810 (Schneider) ou modèle équivalent, répondant aux caractéristiques suivantes :

- mesure des tensions,
- mesure des courants,
- mesure des puissances,
- mesure des fréquences,
- mesure du facteur de puissance,
- précision des énergies,
- raccordement sur TC,
- sortie impulsionnelle,
- communication liaison RS 485, protocole Modbus,
- alimentation 230 VAC,
- encastrable,
- certification MID.
- Module de commande et de signalisation (commande un disjoncteur et signale l'état),
- Interface TC / TS,
- Concentrateur de données (permet l'échange des informations),
- Logiciel d'exploitation,
- etc...

Pour les départs de calibre  $< 100$  A, ils seront équipés de compteurs d'énergie type Countis E (Socomec) ou modèle équivalent, répondant aux caractéristiques suivantes :

- active selon CEI 61036 Classe 1,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	75/119
---	--	--------

- raccordement direct ou sur TC,
- affichage des KWh,
- visualisation du compteur total et du compteur partiel,
- touche de validation en mode de programmation,
- fréquence 50 Hz,
- communication sur liaison RS485 sus protocole Modbus,
- alimentation 230 / 400 VAC,
- certification MID.

## 5.16. CHARGEURS REDRESSEURS

Les "matériels" destinés à la charge des batteries et à l'alimentation des besoins en courant continu ou en courant alternatif pourront subir tous les essais individuels et vérifications prévus par les normes UTE.

En outre, le contrôleur pourra procéder à tout essai complémentaire qui lui paraîtra nécessaire.

### Essais et vérifications individuels :

- Vérification de la conformité aux documents de livraison et examen mécanique,
- Essai de fonctionnement électrique (circuit principal et auxiliaire),
- Relevé de la caractéristique tension continue - courant continu et vérification relative à la variation de tension corrigée pour les chargeurs,
- Analyse de la tension délivrée par l'onduleur,
- Contrôle des mesures de protection,
- Essais des qualités diélectriques,
- Vérification des divers régimes de fonctionnement,
- Vérification des caractéristiques,
- Mesure de rendement.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	76/119
---	--	--------

### Essais complémentaires (essais de type) :

En outre, sur la demande du contrôleur de l'AMP, il pourra être procédé à l'une ou plusieurs des vérifications suivantes :

- Vérification des limites d'échauffement,
- Mesure des composantes alternatives du côté continu,
- Mesure sur charge synthétique ou réelle.

## **5.17. PROTECTION DES PERSONNES ET DES CIRCUITS**

### **5.17.1. Généralités**

Le présent chapitre a pour objet de préciser les mesures à retenir pour protéger à la fois :

- Le personnel contre les dangers présentés par les installations électriques,
- Les matériels contre les risques de détérioration qui pourraient diminuer leur fiabilité et leur continuité d'exploitation.

Ces mesures revêtent plusieurs aspects :

- Mesure de protection contre les contacts directs
- Mesure de protection contre les contacts indirects.

Ces deux protections visant essentiellement les personnes :

- Mesure de protection contre la foudre et les surtensions.
- Cette protection vise les personnes et les matériels.

Les installations devront strictement respecter les normes dans les domaines qui leur sont applicables (en particulier UTE C 13.100; C 13.200; C 14.100 et C 15.100).

### **5.17.2. Mesures de protection contre les contacts directs**

Ce sont des mesures consistant à mettre hors de portée des personnes, les parties actives des équipements.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	77/119
---	--	--------

Elles sont essentiellement réalisées par isolation, au moyen d'obstacles - cellules HT et BT - et par verrouillages interdisant l'accès aux organes sous tension.

Il est rappelé que **les verrouillages de sécurité**, en application des normes, sont **une obligation**. Une installation ne pourra donc être considérée comme recevable que si ces verrouillages sont réalisés et fonctionnent.

Ceci suppose que lors de la réutilisation d'installations existantes, celles-ci soient réaménagées ou complétées au niveau des verrouillages de manière à rendre ceux-ci conformes aux normes en vigueur et opérationnels.

Les travaux et fournitures nécessaires pour ces mises en conformité seront considérés comme implicitement contenus dans les offres des entreprises comportant la réutilisation d'équipements.

### **5.17.3. Mesures de protection contre les contacts indirects**

Ce sont des mesures consistant à prémunir les personnes contre les risques qu'elles encourent du fait de la mise sous tension accidentelle des masses.

Elles comportent essentiellement la mise à la terre des masses et l'utilisation de dispositifs de coupure automatique avec contrôle d'isolement associé.

Toutes les masses des installations doivent être reliées à la terre et les masses d'une même installation doivent être reliées à une prise de terre par des conducteurs de protection (ou à un ensemble de prises de terre interconnectées). La section des conducteurs sera conforme aux normes UTE et CEI en vigueur.

## **6. POSTE HT/BT PREFABRIQUE**

### **6.1.1. Généralités**

Les postes de transformation préfabriqués doivent répondre, aux prescriptions de la NF EN 62271-202, à l'autorisation préalable du gestionnaire de réseau de distribution et la NFC 13-100.

Les aménagements des équipements HT/BT à l'intérieur du poste respecteront les règles relatives aux textes suivants :

- normes NF C 13-100, NF C 13-200, NF C 15-100 et NF C 17-300
- spécification EDF HN 64-S-33
- fabrication suivant un système qualité certifié par l'AFAQ selon ISO 9000.

La surface du poste est dimensionnée pour recevoir les tableaux de distribution HTA, les transformateurs HT/BT, le TGBT, les TD et les équipements auxiliaires, l'armoire GTC, etc. Les équipements sont implantés de façon à respecter les largeurs des passages qui servent à la manutention du matériel à proximité des parties sous tension de l'installation.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	78/119
---	--	--------

Les transformateurs, le TGHT et TGBT sont implantés dans des volumes distincts séparés constructivement par des murs CF.

L'ouvrage est conçu en respectant les caractéristiques suivantes :

- 1 module de surface suffisante pour contenir le ou les TGBT, les TD et coffrets, armoire de compensation, onduleur, chargeurs 48 VCC, armoire GTC, etc.
- 1 module cloisonné de surface suffisante pour contenir 3 locaux dédiés au TGBHT, TR1 et TR2,
- enveloppe en béton armé vibré monobloc avec huisseries incorporées au coulage et cuvelage enterré avec orifices défonçables pour le passage des câbles,
- toiture deux pentes à 5%,
- accès au cuvelage par trappes trou d'homme (dimensions : 0,56 x 0,52 m),
- fosse béton de rétention du liquide diélectrique des transformateurs sous ceux-ci,
- Finition des façades prévues pour intégration paysagère.

Le poste est ventilé par des grilles d'amenée d'air statique haut et bas et par extracteur mécanique commandé par sonde thermique.

Un fond de fouille est réalisé par décaissement du sol, nivellement, compactage et remblaiement. Il sera compacté jusqu'à obtenir une portance suffisante (à estimer en fonction des sollicitations futures mais surtout du rapport de sol).

Une dalle type grave ciment compacté de préférence mise est mise en place pour le supportage de l'ouvrage.

La contrainte admissible au sol est au minimum supérieure à 0,2MPa (2kg/cm<sup>2</sup>). Le tassement différentiel devra être inférieur à 1cm sur la longueur du fond de fouille.

Des rapports de sondages et essais de sol de la zone est fournis par l'entrepreneur.

Le niveau des sols finis des emplacements où l'eau est susceptible de pénétrer doit être établi à 10 cm au-dessus du niveau du sol extérieur fini.

Dans le cas des zones inondables, le niveau des sols finis doit se situer au-dessus du niveau des plus hautes eaux prévisibles.

Les sols et planchers doivent être plans, horizontaux et stables ; ils doivent pouvoir supporter les charges fixes et roulantes qu'impliquent la mise en place et la présence du matériel.

Les entrepreneurs devront effectuer tous travaux de génie civil, terrassement, déblais, remblais, tranchées, voirie, réfection sol nécessaires à la mise en place du poste préfabriqué.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	79/119
---	--	--------

Les déblais excédentaires ou non réutilisables seront évacués aux décharges publiques, les frais de chargement, transport et droits de décharge et de voirie restant à la charge de l'entrepreneur.

Les entrepreneurs devront assurer en permanence l'évacuation rapide et efficace des eaux pluviales hors de la forme de façon à éviter son humidification.

L'entreprise devra exécuter tous les travaux nécessaires à l'isolation et l'étanchéité du poste préfabriqué.

Dans certain cas, l'habillage du poste sera traité en insertion paysagère de manière à s'intégrer à l'environnement. Le choix de la finition sera donné ultérieurement par la maîtrise d'ouvrage.

### **6.1.2. Eclairage et prise de courant du poste**

L'éclairage électrique doit être suffisant pour permettre une exploitation sûre et facile de l'installation. Les foyers lumineux sont disposés de façon que l'appareillage ne se trouve pas dans une zone d'ombre et que soit permise la lecture correcte des appareils de mesure.

L'installation d'éclairage est réalisée en basse tension conformément à la norme NF C 15-100. Les dispositifs de commande d'éclairage sont disposés au voisinage immédiat des accès.

Les circuits d'éclairage sont alimentés par la ou les sources basse tension de l'installation.

Lorsque ces sources sont secourues, elles assurent aussi l'alimentation en secours de l'éclairage.

Un éclairage de sécurité fixe doit être prévu. Il est constitué par un ou des blocs autonomes ou luminaires alimentés par la source centralisée d'éclairage de sécurité, d'une part, et par un ou des blocs autonomes portables d'intervention (BAPI), d'autre part.

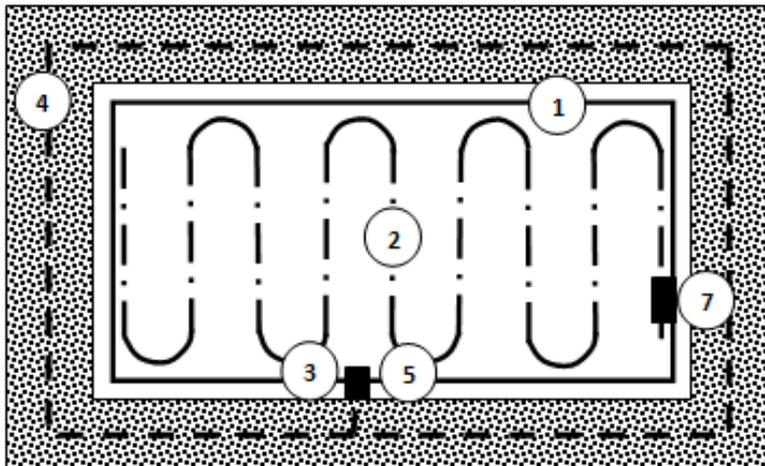
En complément de la prise de courant destinée au BAPI, au moins une prise de courant de courant assigné 16A doit être prévue dans chaque local contenant de l'appareillage électrique.

### **6.1.3. Terre du poste**

Une prise de terre additionnelle en forme de serpentín peut être adjointe à la boucle fond de fouille afin d'atteindre la valeur ohmique nécessaire (voir 412.3 et 541).

Le circuit de terre des postes :

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	80/119
---	--	--------



- 1 Boucle de fond de fouille en contact direct avec le sol
- 2 Serpentin additionnel
- 3 Borne principale de terre du poste
- 4 Ceinture équipotentielle
- 5 Raccord en « C » dans le poste
- 6 Fond de fouille selon préconisation constructeur
- 7 Connecteur en C additionnel

## 7. RESEAUX DE TERRE

Trois mesures essentielles seront à cet effet suivies :

- 1/ 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.

- 2/ Réaliser une interconnexion des réseaux de terre afin que la terre générale soit inférieure à 1 ohm quelles que soient les conditions atmosphériques.
- 3/ 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 95mm<sup>2</sup> au minimum accompagnée de piquets de terre tous les 2 mètres.
- La liaison équipotentielle entre 2 postes HTBT est réalisée en câble cuivre nu de 50mm<sup>2</sup>.
- Tous les câbles de terre sont identifiés tenant aboutissant.

## 7.1. TERRE BATIMENTS

On peut distinguer deux types de bâtiments en fonction de leur taille :

Les grands bâtiments : Centrale Electrique, bloc technique, etc...

Les petits : Postes de transformation, etc...

Les réseaux de terre et protection foudre, suivant qu'il s'agit de l'un ou de l'autre type de bâtiment, doivent être réalisés conformément aux normes NFC 17.100 - NFC 15.100 (chapitre 54, annexe 2), aux plans type et aux précisions des paragraphes ci-après.

NOTA: Pour les grands bâtiments

Lorsqu'il s'agit de bâtiments neufs, ceux-ci sont en général réalisés dans le cadre d'un marché de génie civil distinct qui inclut les réseaux de terre, ceux-ci sont alors indiqués pour mémoire dans le présent dossier.

Lorsqu'il s'agit de bâtiments existants dépourvus de réseau de terre corrects, le dossier des prescriptions particulières précisera si ce réseau de terre doit être réalisé et il le sera alors suivant les dispositions précisées ci-après en § 8.5.2.1.

Pour les petits bâtiments : (postes de transformation)

La construction ou le réaménagement de ces postes sont en général prévus dans le lot des équipements techniques et les réseaux de terre seront alors réalisés suivant les dispositions précisées ci-après.

## 7.2. TERRE PETIT BATIMENT

Les dispositions à retenir seront celles énoncées pour les grands bâtiments aux différences près suivantes:

1er alinéa : il sera sorti 4 tronçons de fer à béton, un en chacun des angles du bâtiment,

4e alinéa : de la ceinture basse partiront seulement 4 antennes de 20 mètres (une à chaque angle du bâtiment).

2e alinéa : les ceintures haute et basse seront reliées seulement par 4 tronçons de bande de cuivre placés aux angles du bâtiment,

5e alinéa : au-dessus du bâtiment, en chacun de ses angles il sera placé une tige ou une pointe caprice dépassant le dessus du toit ; pas de haubannage ; liaison directe du paratonnerre à la ceinture haute par bande cuivre étamé 30 x 2 mm par le tracé le plus court.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	82/119
---	--	--------

### 7.3. TERRE GRAND BATIMENT

Lors de la construction du bâtiment, des fers d'armement du béton seront sortis de celui-ci sur 1 m de longueur. Dans le cas d'un bâtiment rectangulaire, il sera sorti en huit points, un à chaque angle du bâtiment et un à mi-longueur de chaque façade soit à mi-distance entre deux sorties d'angle (si le bâtiment existe on recherchera les fers à bétons existants).

Il sera réalisé une ceinture que nous appellerons "basse", constituée d'un ruban en cuivre nu de 30 mm \* 2 mm soit 60 mm<sup>2</sup> de section, placée aussi profondément que possible dans le sol, et dans tous les cas à 1 m minimum. Cette ceinture sera disposée sensiblement, parallèlement aux parois extérieures et distantes de celles-ci de 0,80 m. Elle formera une boucle fermée.

A cette ceinture seront raccordés les fers à béton du bâtiment.

De cette ceinture, en forme d'épi régulier, partiront 8 antennes de 20 m de longueur chacune en cuivre nu de 28 mm<sup>2</sup>, placées en tranchées si possible de même profondeur que la ceinture ou à défaut à 1 m minimum ; ces antennes seront raccordées à la ceinture.

A chaque extrémité de ces antennes sera enfoncé par percussion un piquet de terre constitué d'éléments d'environ 2 mètres, adaptables bout à bout. En fonction de la profondeur de la ceinture et des antennes en épi, on utilisera 1 ou plusieurs éléments, de façon à obtenir dans tous les cas, la base du piquet à 4 mètres minimum de la surface du sol.

A chaque piquet de terre sera raccordée l'antenne correspondante.

Il sera constitué d'autre part, une ceinture que nous appellerons "haute" à l'aide d'une bande de cuivre plat étamé de 30 x 2 mm, ceinturant complètement la partie la plus haute du bâtiment et fixée directement sur celui-ci.

La ceinture haute sera reliée électriquement à la ceinture basse à l'aide de 8 tronçons de bande de cuivre plat étamé de 30 x 2 mm, chaque tronçon étant raccordé en ces extrémités aux ceintures; ils seront placés à chaque angle du bâtiment, et sur chaque façade à mi-intervalle avec les descentes d'angle.

Au-dessus du bâtiment sera placé un paratonnerre du type ionisant. Il devra protéger l'ensemble du bâtiment.

Le paratonnerre 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.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	83/119
---	--	--------

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.

## 7.4. INTERCONNEXION DES TERRES

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.

## 7.5. RESEAUX DE MASSE

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**.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	84/119
---	--	--------

## 8. ECLAIRAGE

### 8.1. ECLAIRAGE INTERIEUR

#### 8.1.1. Normes

L'installation électrique sera conforme aux règlements, normes, décrets et arrêtés en vigueur dans la version la plus récente et en particulier :

- A la norme NFC 15.100 y compris additifs, relative aux chapitres canalisations, appareillages, circuits électriques, protection, coupures et commande de sécurité
- Les luminaires doivent répondre aux normes européennes harmonisées de la série NF E60-598.
- NF EN 12464-1 : Éclairage des lieux de travail – intérieurs.
- NF C 71-121 : Méthode simplifiée de prédétermination des éclairagements dans les espaces clos et classification correspondantes.
- NF X 35-103 : Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail.
- NF EN 13032-1 : Lumière et éclairage - Mesure et présentation des données photométriques des lampes et des luminaires - Partie 1 : Mesurage et format de données.
- NF EN 13032-2 : Mesure et présentation des caractéristiques photométriques des lampes et luminaires - Partie 2 : Présentation des données utilisées dans les lieux de travail intérieurs et extérieurs
- A l'arrêté du 25 juin 1980 et l'arrêté du 12 décembre relatif aux ERP
- Au guide pratique NFC 15.103 relatif au choix des matériels électriques en fonction des influences externes
- Au guide pratique NFC 15.105 et NFC 15.106 relatifs à la détermination des sections des conducteurs et des choix des dispositifs de protection
- Au guide pratique NFC 15.118 relatif aux dispositifs de protections et commande de circuits
- Au guide pratique NFC 15.120 relatif à l'établissement des prises de terre
- Au guide pratique NFC 15.126 relatif à l'emploi des dispositifs DR
- A la norme NFC 20.010 relative aux règles communes concernant les matériels électriques (classification des degrés de protection procurés par les enveloppes)
- A la norme NFC 20.030 relative au matériel électrique à basse tension (protection contre les chocs électriques)

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	85/119
---	--	--------

- Aux publications de l'UTE NFC 71.100 à 71.150 relatives aux appareils d'éclairage
- Aux documents DTU 70/2 relatif aux installations électriques des bâtiments à usage collectif
- A la norme C 12.100 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Au règlement sanitaire départemental en vigueur sur les lieux de l'installation à réaliser.
- Au décret du 14 novembre 1988 et tout additif, relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Au décret du 2 août 1983 relatif à l'éclairage des lieux de travail.
- A l'arrêté du 10 novembre 1976 relatif aux circuits et installations de sécurité.
- A l'arrêté du 2 octobre 1978 relatif aux blocs autonomes d'éclairage de sécurité.
- Aux normes IEC 439 sur l'appareillage BT
- Aux normes IEC 529 sur les degrés de protection
- Aux normes IEC 947
- Les articles MS et en particulier :
  - MS 58 sur les obligations de l'installateur et de l'exploitant, dont celle d'utiliser un matériel de détection incendie certifié revêtu de l'estampille attestant la conformité NF aux normes AFNOR NFS 61 950 ou 61 962.
  - MS 66 sur les règles spécifiques applicables aux systèmes d'alarme de type 1 ou de type 2, ainsi que l'article MS 61 définissant la diffusion de l'alarme.
  - MS 68 et MS 69 sur les obligations d'entretien et de vérification et sur les consignes d'exploitation.
- La norme AFNOR NFS 32001 sur la nature du son modulé d'évacuation.
- La règle R7 d'installation de l'APSAD applicable aux installations de détection automatique d'incendie.
- La règle R13 d'installation de l'APSAD applicable aux installations d'extinction automatique à gaz
- Les exigences de la qualification d'Entrepreneur APMIS...
- Articles R. 4223-1 à R. 4223-12 du code du travail : obligations des utilisateurs sur l'éclairage.
- Articles R. 4213-1 à R. 4213-4 du code du travail : obligation des maîtres d'ouvrages sur l'éclairage des locaux de travail.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	86/119
---	--	--------

- Circulaire du 11 avril 1984 relative au commentaire technique
- Article R. 4722-1 du code du travail : relevés photométriques par un organisme agréé.
- NF X 35-103 : Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail.
- NF EN 60-598 : Qualité des luminaires.
- NF EN 12-464 : Eclairage des lieux de travail intérieur

**Cette liste n'est pas limitative**

Pour des caractéristiques détaillées, se reporter aux CCTP correspondant au marché et définie par le responsable d'affaire.

### **8.1.2. ERP**

Tous les établissements recevant du public doivent être équipés d'un éclairage de sécurité (article R 128 du code de la construction et de l'habitation).

Les règles d'installation de l'éclairage de sécurité sont définies dans "**le règlement de sécurité**" annexé à l'arrêté du 25 juin 1980 (articles EC 7 à 15), modifié par l'arrêté du 19 novembre 2001 et l'arrêté du 11 décembre 2009 (modifiant les articles EL et EC) et pris en application du code de la construction et de l'habitation.

L'arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public fait référence dans le domaine de la réglementation (JO du 14 août et rectifié au JONC 13 décembre 1980). Il est décomposé en quatre "livres" et a été modifié par de nombreux textes (plus de 45 à ce jour).

L'éclairage de sécurité doit permettre, lorsque l'éclairage normal est défaillant :

- une évacuation sûre et facile des personnes vers l'extérieur,
- les manœuvres intéressant la sécurité et l'intervention des secours.

Il ne doit pas être confondu avec l'éclairage de remplacement qui permet de poursuivre l'exploitation de l'établissement en cas de défaillance de l'éclairage normal.

L'éclairage de sécurité a deux fonctions essentielles :

- **l'éclairage d'évacuation**
- **l'éclairage d'ambiance**

Voir chapitre « **ECLAIRAGE DE SECURITE** » pour plus de détails

### **8.1.3. Accès PMR**

L'Arrêté du 30 novembre 2007 modifiant l'arrêté du 1<sup>er</sup> aout 2006 fixant les dispositions prises pour l'application des articles R.111-19 a R. 11-19-3 et R. 111-19-6 du code de la construction et de l'habitation relatives à l'accessibilité aux personnes handicapés des établissements recevant du public et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	87/119
---	--	--------

Pour l'éclairage, l'aéroport s'aligne sur les recommandations de l'arrêté précédemment cité :

- 20 lux pour un cheminement extérieur accessible
- 200 lux au poste d'accueil
- 100 lux pour les circulations intérieures horizontales
- 150 lux pour les escaliers et équipements mobiles
- S'il existe un système temporisé, veiller à l'extinction progressive
- Interrupteur ou dispositifs de commandes :  $0,90\text{ m} < H < 1,30\text{ m}$
- L'éclairage doit éviter les reflets sur la signalétique ou tout effet d'éblouissement direct des usagers en position « debout » comme en position « assis ».
- L'espace d'attente doit être équipé d'un éclairage de sécurité conforme à EC 10 ; (Éclairage d'ambiance ou d'anti-panique)
- L'éclairage d'ambiance ou d'anti-panique est réalisé de façon que chaque local ou hall soit éclairé par au moins deux blocs autonomes.

## 8.2. ECLAIRAGE EXTERIEUR

### 8.2.1. Normes

- NF EN 40 (1 à 6) : Candélabres
- NF EN 15193 (11/2007) Exigences énergétiques pour l' éclairage (performances énergétiques des bâtiments).
- EN 40 : calcul des mats en éclairage public
- NF EN 13032 : Lumière et éclairage
- EN 13201 (1 à 4) : Eclairage public
- NF EN 12 767 : Sécurité passives des structures
- NF EN ISO 1461 : Revêtements
- NF C 17-200 : Installations d'éclairage public
- NF C 20-010 : Degré de protection procurée par les enveloppes IP

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	88/119
---	--	--------

- NF C 20-015 : Degré de protection procurée par les enveloppes IK
- NF C 20-030 : Protection contre les chocs électriques
- UTE C 17201 : Installations d'éclairage public
- UTE C 17202 : Installations d'illumination par guirlandes et motifs lumineux dans le domaine public
- UTE C 17205 : Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection.
- UTE C 17210 : Dispositifs de protection de terre pour l'éclairage public
- NF EN 605981 : Luminaires
- NF EN 500861 : Systèmes de conduits pour les installations électriques
- NF C 68105 : Conduits de section droite circulaire, isolant, cintrables, déformables et transversalement élastiques
- NF EN 5086.2.4 : Systèmes de conduits pour installations
- Décret 2010-1017 : Obligations des maitres d'ouvrages
- Décret 2010-1016 : Obligations des employeurs
- Décret 2010-1018 : Prévention des risques électriques
- Décret 2010-1118 : Opérations effectuées sur les installations électriques ou dans leur voisinage

**Cette liste n'est pas exhaustive.**

## **8.2.2. Aire de mouvement**

### **8.2.2.1. Généralités et mats**

L'éclairage de l'aire de mouvement est assuré essentiellement par des mats. Effectivement l'éclairage par des mats de grandes hauteurs présente de nombreux avantages :

- Eviter le foisonnement de candélabres, donc de diminuer le nombre d'obstacles
- Conserver un espace dégagé, ce qui permet une vision d'ensemble des aires
- Diminuer la maintenance
- Préserver l'environnement

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	89/119
---	--	--------

- Une dépréciation faible des performances photométriques dans le temps, grâce à l'empoussièrément moindre à grande hauteur, et autorise une certaine latitude dans l'implantation des supports

Recommandations CTICM sur le calcul des structures de mâts d'éclairage de grands espaces : Spécifie les contraintes applicables aux mâts d'éclairage en acier dont la hauteur est comprise entre 15 et 80 m.

NF EN 1991-1-4 NA ou DTU P06-002 (règles NV 65) : Spécifie les actions de vent à prendre en compte.

#### Caractéristiques principales des mats :

La hauteur des mâts s'élève à 30 mètres (sauf pour le mât n°25 : h = 25 m).

Longueur : 32 et 33 mètres

Moteur : 1.1 et 4 KW

Treuil : 1.2T

Charge horizontale : 60KN

Charge verticale : 163KN

Charge mats : 1500 et 2000KG

#### Principales caractéristiques équipements mat :

1 plaque de tête avec 4 profilés,

- Douille de M20 par mètre pour fixation du rail de guidage,
- 1 cassette avec ouverture pour treuil,
- structure à étoile pour un maximum de 24 projecteurs à 30 m,

Système mobile :

- tête mécanique en acier galvanisé
- câble de traction avec coefficient de sécurité > à 6,
- deux broches de stabilisation de la structure mobile,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	90/119
---	--	--------

- capot aluminium de la poulie de renvoi,

Rail de guidage :

- Largeur 200 mm, ce rail assure le guidage de la structure mobile et des câbles méplats,
- Système d'éclissage portion de rail,
- Fixation du câble méplat tous les 1,5 m.

Chaque mât devra être équipé d'une pointe parafoudre et d'une descente de terre, en bande de cuivre 30 x 2 mm, qui devra être raccordée à une terre spécifique.

Groupe de traction :

- Treuil à vis sans fin,
- Un moto réducteur fixe par mat,
- Alimentation 400 V tri,
- Diamètre du tambour 20 fois le diamètre du câble,
- Un boîtier de commande portatif (modèle aéroport)

Chariot mobile :

- Guidage par train de galets,
- Frein parachute,
- Coffret de dérivation IP 65
- Fin de course.

### Caractéristiques des projecteurs :

Les projecteurs seront du type asymétrique afin d'obtenir un éclairage puissant et avec une bonne répartition du flux lumineux.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	91/119
---	--	--------

Le corps sera en fonte d'aluminium avec une glace en verre trempé, articulée et verrouillée par grenouillères en inox. Le degré de protection sera IP 65 au minimum. Les lampes devront supporter les variations de puissance pour ajustement jour / nuit.

#### 8.2.2.2. Réseaux 5.5 kV

Le réseau 5,5 kV à variation de tension.

Ce réseau dénommé MGH (Mâts de Grande Hauteur) alimente les mâts « au large » (MGH 1 à 7) et possède un système de variation de tension centralisé.

L'installation est alimentée depuis le poste de transformation R (315 kVA) qui assure l'abaissement de la tension du réseau HTA 15 kV en 410 V (tension composée) pour alimenter le variateur de tension qui est constitué d'un autotransformateur variable 160 kVA (variateur / régulateur de tension de la société Augier, comprenant un moteur à induction).

La tension de sortie du variateur est à nouveau élevée en HTA (5,5 kV) par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur 250 kVA. La distribution en niveau de tension intermédiaire suffisamment élevée (HTI), de l'ordre de 5,5 kV, permet l'alimentation de grandes longueurs de ligne.

Le réseau des mâts est constitué ensuite d'une boucle HTA (ou coupure d'artère) dont le principe est basé sur la possibilité d'alimenter chaque mât par deux liaisons à partir de la même source. Enfin, chaque mât possède un transformateur local abaisseur de tension (5500 / 410 V – 40 kVA) qui permet la restitution de la basse tension pour l'alimentation des luminaires.

#### 8.2.2.3. Parc extérieur

Utilisation de commande crépusculaire avec horloge astronomique

##### Eclairage normal :

Luminaires : type plafonniers étanches

Indice de protection : IP66

Classe électrique : 1

Avec ballast électronique

Réaction au feu : 850°C

Résistance aux chocs : 6J

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	92/119
---	--	--------

Détecteurs de présence

Eclairage de secours :

Luminaires : Sol sur source centralisée

Type : Led

Température de fonctionnement : -20°C à +50°C

Indice de protection : IP67

Indice aux chocs : IK10

Classe de protection : 2

Normes : NF EN 60598-2-13 NF EN 60598-2-22

Conforme au règlement de sécurité pour les parcs de stationnement (PS22)

Luminaires : Plafond sur source centralisée

Type : Led

Tenue au fil incandescent : 850°C

Indice de protection : IP43 (normale) IP65 (étanche)

Indice aux chocs : IK08

Classe de protection : 2

Normes : NF EN 60598-1, NF EN 60598-2-22...

Conforme au règlement de sécurité pour les parcs de stationnement (PS22)

Source centralisée :

Normes : NF C 71815, EN 50171 :09...

Tension: 230V

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	93/119
---	--	--------

Fréquence: 50Hz

Distorsion harmonique : <5%

Courant de charge : C10 (norme NF C 58 311)

SLT: IT

Autonomie : 1 H minimum

Classe de protection : IP20

Température de fonctionnement : 0°C à +40°C

#### 8.2.2.4. Accès PMR

L'Arrêté du 30 novembre 2007 modifiant l'arrêté du 1<sup>er</sup> aout 2006 fixant les dispositions prises pour l'application des articles R.111-19 a R. 11-19-3 et R. 111-19-6 du code de la construction et de l'habitation relatives à l'accessibilité aux personnes handicapés des établissements recevant du public et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création.

Pour l'éclairage, l'aéroport s'aligne sur les recommandations de l'arrêté précédemment cité :

- 50 lux pour les circulations piétonnes des parcs de stationnement couverts.
- 20 lux pour les circulations piétonnes des parcs de stationnement extérieurs.
- 20 lux pour tout autre point des parcs de stationnement

### 8.3. ECLAIRAGE DE SECURITE

#### 8.3.1. Généralités

- L'éclairage d'ambiance ou d'anti panique doit être allumé en cas de disparition de l'éclairage normal remplacement.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	94/119
---	--	--------

- Cet éclairage doit être basé sur un flux lumineux minimal de 5 lumens/m<sup>2</sup> de surface du local pendant la durée assignée de fonctionnement.
- Le rapport entre la distance maximale séparant 2 foyers lumineux voisins et leur hauteur au-dessus du sol doit être  $\leq 4$ .

A partir des sources centralisées, l'éclairage de sécurité dédié aux zones publiques assurera deux fonctions :

- L'éclairage d'évacuation qui concerne les cheminements de toutes les zones nécessaires pour diriger en toute sécurité les personnes vers les sorties les plus proches,
- L'éclairage d'ambiance ou anti panique qui concerne les zones non prises en compte ci-dessus.

Les éclairages des locaux techniques et postes seront réalisés à partir de blocs autonomes individuels à LEDs de type SATI et de BAPI.

Le titulaire devra tous les accessoires de pose nécessaires pour assurer la conformité aux règles de l'art et à la réglementation.

Les normes suivantes sont d'application ainsi que toute autre norme citée dans ce document de référence :

- NF C 71-815 : sources centralisées
- UTE C 71-802 : luminaires sur sources centralisées
- NF EN 50171 : système d'alimentation à source centrale
- NF C 71-815-2 : essais de type pour les sources centralisées de série
- NF EN 60598-2-22 : luminaires pour éclairage de secours
- Arrêté du 11/03/1987 modifié par arrêté du 20/08/2004
- Articles GA 4-5-6

**Cette liste n'est aucunement exhaustive**

### **8.3.2. Eclairage d'évacuation (zone)**

Conformément à l'article EC8, un éclairage d'évacuation sera installé de manière à :

- Permettre une reconnaissance des obstacles et des changements de directions,
- Signaler les issues et issues de secours,
- Indiquer le cheminement d'évacuation dans les circulations (15m maximum entre 2 appareils).
- Permettre la mise en œuvre des mesures de sécurité et d'intervention des secours.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	95/119
---	--	--------

Les blocs autonomes auront un flux lumineux assigné d'au moins 45 lumens durant l'autonomie.

L'alimentation des appareils sera issue des sources centralisées. Les câbles utilisés seront de type C1.

Les appareils seront équipés de pictogrammes fixés sur la tranche. Des inscriptions « sortie », « sortie de secours » ou « flèche » compléteront la signalisation réalisée avec les pictogrammes.

Ces pictogrammes seront adaptés aux fonctionnalités du site.

Les appareillages répondront aux critères ci – dessous:

- éclairage par LEDS longue durée (> 50 000heures),
- témoin 1 LED verte,
- 45 lumens minimum,
- IP 40 – IK 07,
- Tension d'alimentation : 230V
- Consommation 2W,
- Classe II,
- Tenue au feu 850°C,

### 8.3.3. Eclairage d'ambiance (ERP)

Conformément à l'article EC 8, un éclairage d'ambiance est obligatoire dans chaque local ou hall dans lequel l'effectif du public peut atteindre cent personnes en étage ou rez-de-chaussée ou cinquante personnes en sous-sol.

Le calcul est basé sur un flux lumineux de 5 lumens / m<sup>2</sup> pendant la durée assignée de fonctionnement.

L'implantation des appareils d'ambiance sera réalisée de manière à obtenir un éclairage uniforme (distance maximum entre 2 appareils inférieure à 4 fois leur hauteur au-dessus du sol).

Chaque pièce sera équipée au minimum de deux blocs autonomes d'ambiance même si le flux d'un seul est suffisant.

L'alimentation des appareils sera prise en amont du dispositif de commande en aval du dispositif de protection de l'éclairage normal du local ou du dégagement. Les câbles utilisés seront de type C1.

Les appareillages répondront aux critères ci – dessous:

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	96/119
---	--	--------

- Source LED,
- IP 40 – IK 07,
- Tension d'alimentation : 230V
- Consommation 8 à 10W,
- Classe II,
- Tenue au feu 850°C,

### 8.3.4. *Luminaires sur sources centralisées*

Les luminaires d'éclairage de sécurité : ils doivent être conformes à la **NF EN 60598-2-22**.

Ils se différencient des luminaires d'éclairage normal par deux particularités :

- ils sont équipés d'un dispositif de protection intégré pour éviter qu'un défaut interne ne soit à l'origine du déclenchement d'un dispositif de protection, privant d'éclairage une partie de l'installation,
- ils sont annoncés avec un flux lumineux minimal délivré quand le niveau de tension de la source centralisée est en fin d'autonomie,
- leur capacité d'allumage permet d'obtenir 50 % du flux lumineux en moins de 5 secondes.

Les alimentations à source centrale sont destinées à alimenter l'éclairage de sécurité en cas de défaillance de l'alimentation normale. Elles alimentent à la fois les éclairages d'évacuation et les éclairages d'ambiance par des circuits distincts.

Elles seront en mode sans interruption. Dans ce cas, le redresseur alimente l'installation spécifique de sécurité et la charge contrôlée d'entretien de la batterie.

En cas de défaillance de l'alimentation normale, la batterie d'accumulateurs connectée en parallèle prend en charge l'alimentation de circuit d'utilisation sans interruption.

L'ensemble aura une autonomie de 1 heure en fin de vie (le constructeur s'engagera par le biais d'un certificat de conformité).

Les luminaires d'éclairage d'évacuation doivent être alimentés et doivent éclairer en permanence pendant les heures d'ouvertures, les luminaires d'éclairage d'ambiance peuvent être éteints.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	97/119
---	--	--------

A partir du Tableau Général Force, il est prévu un départ vers la source centrale de sécurité, réalisé en câbles CR1-C1. Le schéma des liaisons à la terre des installations est du type **isolé à neutre impédant (schéma IT sans neutre distribué)**.

La source centrale de sécurité doit être constituée de :

- un onduleur fonctionnant « ON LINE »
- un ensemble de batteries d'une autonomie de 1 heure
- un by-pass automatique en cas de panne de l'onduleur (contacteur statique)
- un by-pass manuel pour les interventions de maintenance (1 fois par an)

### **8.3.5. Coffrets d'ambiance et anti-panique**

L'installation comportera plusieurs coffrets anti panique (au moins une par source centralisée) qui permettront la mise à l'état de repos de l'ensemble des appareils d'éclairage anti panique en cas de coupure volontaire du secteur et en fonctionnement normal.

Ces unités de contrôle seront disposées à proximité de l'organe de commande général ou des organes de commande divisionnaire de l'éclairage normal.

L'éclairage d'ambiance fonctionnera en mode non permanent, une commande sera installée à proximité de l'organe de commande général.

Les coffrets anti panique seront placés en aval de la source centralisée. Ils disposeront suivant le cas d'une ou plusieurs zones de détection pour le retour automatique de l'allumage en cas de perte secteur.

Ces coffrets auront les caractéristiques suivantes :

- IP 65
- IK 09
- 2 entrées pour commande à distance éventuelles.

## **9. BALISAGE**

L'ensemble du matériel fourni devra être neuf, professionnel et ne devra pas s'assimiler à un prototype. Ce matériel devra être homologué et satisfaire aux conditions d'environnement (climat, risque de corrosion, ...etc.). Les caractéristiques de ces matériels ne pourront être modifiées qu'avec l'accord du Maître d'Œuvre.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	98/119
---	--	--------

Tous les feux et projecteurs mis en place devront posséder les performances optiques définies par l'Annexe 14 de l'OACI pour les conditions dites de catégorie I (intensité lumineuse, ouverture du faisceau, ...etc.).

Les caractéristiques électriques indiquées dans le présent dossier concernant la puissance, la tension et l'intensité des feux et projecteurs sont données à titre indicatif, car elles sont fonction des qualités optiques des matériels proposés. Les valeurs exactes retenues devront permettre d'obtenir les performances photométriques requises pour la catégorie et plus généralement les performances recommandées par l'OACI pour les équipements concernés.

Les transformateurs installés devront posséder une puissance et des caractéristiques adaptées aux conditions ci-dessus. Il en sera de même pour les régulateurs, les câbles et les autres équipements.

Les pièces écrites et les plans joints définissent les principes d'implantation des matériels, les diagrammes d'installation et les schémas des équipements. Le Titulaire étudiera et proposera sur ces bases son dossier d'exécution en fonction des matériels et des équipements sélectionnés dans son offre, en veillant au respect des performances exigées dans le présent document.

Le matériel devra être conforme aux normes suivantes :

NF EN 61820 : circuit série à courant constant utilisés pour le balisage aéronautique au sol

NF EN 61821 : Installations électriques pour l'éclairage et le balisage des aérodromes - Maintenance des circuits série à courant constant utilisés pour le balisage aéronautique au sol

NF EN 61822 : Régulateur du courant constant

NF EN 61823 : Installations électriques pour l'éclairage et le balisage des aérodromes : Systèmes de balisage aéronautique au sol : Lignes directrices pour l'établissement d'une méthodologie pour le cycle de vie de sécurité

CEI 62143 :

### **9.1.1. Feu de seuil et d'extrémité**

#### **9.1.1.1. Feu de seuil hors sol**

Désignation : feu unidirectionnel hors sol à haute intensité lumineuse,

Implantation: barre de flanc des seuils,

Corps : alliage d'aluminium ou matière à base d'hydrocarbure,

Couleur : jaune aviation,

Système optique : réflecteur en aluminium poli,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	99/119
---	--	--------

Lampe : 1 x 200 W - 6,6 A halogène type pré focalisé,

Couleur du faisceau : vert,

Filtre : vert facteur de transmission supérieur ou égal à 0,28,

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup> et connecteur type FAA, et par câble 1 x 6 mm<sup>2</sup> et cosse pour la terre,

Installation : sur potelet.

### 9.1.1.2. Feu d'extrémité hors sol

Désignation : feu unidirectionnel hors sol à haute intensité lumineuse,

Implantation : extrémité de piste,

Corps : alliage d'aluminium ou matière à base d'hydrocarbure,

Couleur : jaune aviation,

Système optique : réflecteur en aluminium poli,

Lampe : 1 x 100 W - 6,6 A halogène type pré focalisé,

Couleur du faisceau : rouge,

Filtre : rouge facteur de transmission supérieur ou égal à 0,23,

Raccordement : par câble 2 x 4 ou 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> (selon la puissance et la distance) et connecteur type FAA, et mise à la terre par câble 1 x 6 mm<sup>2</sup> isolé avec cosse,

Installation : sur potelet.

### 9.1.1.3. Potelet

Socle: tripode en alliage d'aluminium traité,

Manchon de rupture: en alliage d'aluminium traité,

Couleur: jaune aviation,

Tube: aluminium,

Hauteur: fonction de l'implantation.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	100/11 9
---	--	-------------

#### 9.1.1.4. Feux de seuil encastrés.

Désignation : feu unidirectionnel encastré à haute intensité lumineuse,

Implantation : seuil CAT1,

Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte, équipée d'une valve de test d'étanchéité,

Corps de feu : alliage d'aluminium traité ou fonte,

Couleur : aluminium,

Système optique : Constitué de trois optiques en verre à très haute pureté mise en place et étanchéité par joint de silicone préformé,

Lampe : 3 x 100 W (environ) - 6,6 A halogène avec réflecteur dichroïque,

Couleur du faisceau : vert

Filtre : vert facteur de transmission supérieur ou égal à 0,28

Performances : selon l'OACI annexe 14 appendice 2, figure 2.3,

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup>,

Installation : scellé par résine époxy à 2 composants.

#### 9.1.1.5. Feux d'extrémité encastrés.

Désignation : feu unidirectionnel encastré à haute intensité lumineuse,

Implantation : extrémité de piste,

Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte, équipée d'une valve de test d'étanchéité,

Corps de feu : alliage d'aluminium traité ou fonte,

Couleur : aluminium,

Système optique : Constitué de deux optiques en verre à très haute pureté mise en place et étanchéité par joint de silicone préformé,

Lampe : 2 x 100 W (environ) - 6,6 A halogène avec réflecteur dichroïque,

Couleur du faisceau : rouge,

Filtre : rouge facteur de transmission supérieur ou égal à 0,23,

Performances : selon l'OACI annexe 14 appendice 2, figure 2.8,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	101/11 9
---	--	-------------

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup>,

Installation : scellé par résine époxy à 2 composants.

## **9.1.2. Délimitation de piste**

### **9.1.2.1. Feu encastré de bord de piste**

Désignation : feu bidirectionnel encastré à haute intensité,

Implantation : bord de piste (intersections avec les bretelles et raquette de retournement),

Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte, équipée d'une valve de test d'étanchéité,

Corps : alliage d'aluminium traité ou fonte,

Couleur : aluminium,

Système optique : prisme en verre (à très haute pureté),

Lampe : 2 x 100 W - 6,6 A avec réflecteur,

Faisceau lumineux : - blanc/blanc,

- blanc/jaune,

- jaune/rouge,

Filtre :- jaune facteur de transmission supérieur ou égal à 0,45,

- rouge facteur de transmission supérieur ou égal à 0,23,

Accessoires : relais de shuntage (lampe hors service) si nécessaire,

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup> et connecteur type FAA, et par câble 1 x 6 mm<sup>2</sup> et cosse pour la terre,

Installation : collé dans le revêtement de la chaussée après carottage.

### **9.1.2.2. Feu hors sol de bord de piste**

Désignation : feu hors sol à haute intensité lumineuse,

Implantation : bord de piste et de prolongement d'arrêt,

Socle : alliage d'aluminium,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	102/11 9
---	--	-------------

Corps : alliage d'aluminium avec support de rupture,

Couleur : jaune aviation,

Système optique : composé d'un dôme prismatique en verre pressé et de 2 lentilles de Fresnel assurant en plus d'un balisage omnidirectionnel, deux faisceaux directionnels (qui sont à haute intensité lumineuse),

Lampe : 200 W (maximum) - 6,6 A de type pré focalisé,

Faisceau lumineux :  
- blanc,  
- blanc jaune (180°),  
- rouge (180°),  
- occulté (180°),

Filtre :- jaune facteur de transmission supérieur ou égal à 0,45,

- rouge facteur de transmission supérieur ou égal à 0,23,

Photométrie : répartition et homogénéité suivant Annexe 14 appendice 2,

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup> et connecteur type FAA, et par câble 1 x 6 mm<sup>2</sup> et cosse pour la terre,

Installation : sur massif béton.

### **9.1.3. Délimitation des voies de circulation et aires de stationnement**

#### **9.1.3.1. Feu hors sol**

Désignation : feu omnidirectionnel hors sol à basse intensité lumineuse,

Implantation : aire de stationnement,

Socle : alliage d'aluminium,

Corps : alliage d'aluminium avec support de rupture,

Couleur : jaune aviation,

Système optique : verrine optique bleue teintée dans la masse,

Lampe : 1 x 30 W (environ) - 6,6 A de type pré focalisé ou LED avec adaptateur associé,

Faisceau lumineux : bleu,

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup> et connecteur type FAA, et par câble 1 x 6 mm<sup>2</sup> et cosse pour la terre,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	103/11 9
---	--	-------------

Installation : sur massif béton.

### 9.1.3.2. Système PAPI

Désignation : indicateur visuel de pente d'approche PAPI,

Implantation : bord gauche de la piste à 300 m environ des seuils,

Corps : châssis indéformable et non corrodable en aluminium peint (noir) comprenant :

- joints de fermeture,
- verrous basculants,
- glace de protection frontale,

Couvercle : tôle d'aluminium peint,

Couleur : jaune aviation,

Système optique : double comprenant chacun:

- le support de filtre,
- deux lentilles taillées,
- le filtre rouge à haute transmission,
- réflecteur aluminium haute pureté,

Lampe : 200 W - 6,6 A quartz halogène,

Raccordement : par câble 2 x 4 mm<sup>2</sup> et câble de terre,

Installation : sur 4 pieds réglables en acier inoxydable, scellés dans un massif béton, Une bande de propreté située devant les unités garantira la visibilité des faisceaux lumineux

Accessoires : gabarit de positionnement et appareil de réglage.

### 9.1.3.3. Transformateur d'isolement

Désignation : transformateur d'isolement (TI),

Implantation : en regard béton pour transformateur,

Type : Complètement immergeable, enrobé dans de la résine époxy, enroulement primaire et secondaire séparé sur circuit magnétique torique,

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	104/11 9
---	--	-------------

Isolement : 6 / 10 kV

Puissance d'utilisation : 45, 100, 200 W ou 300 W selon le cas

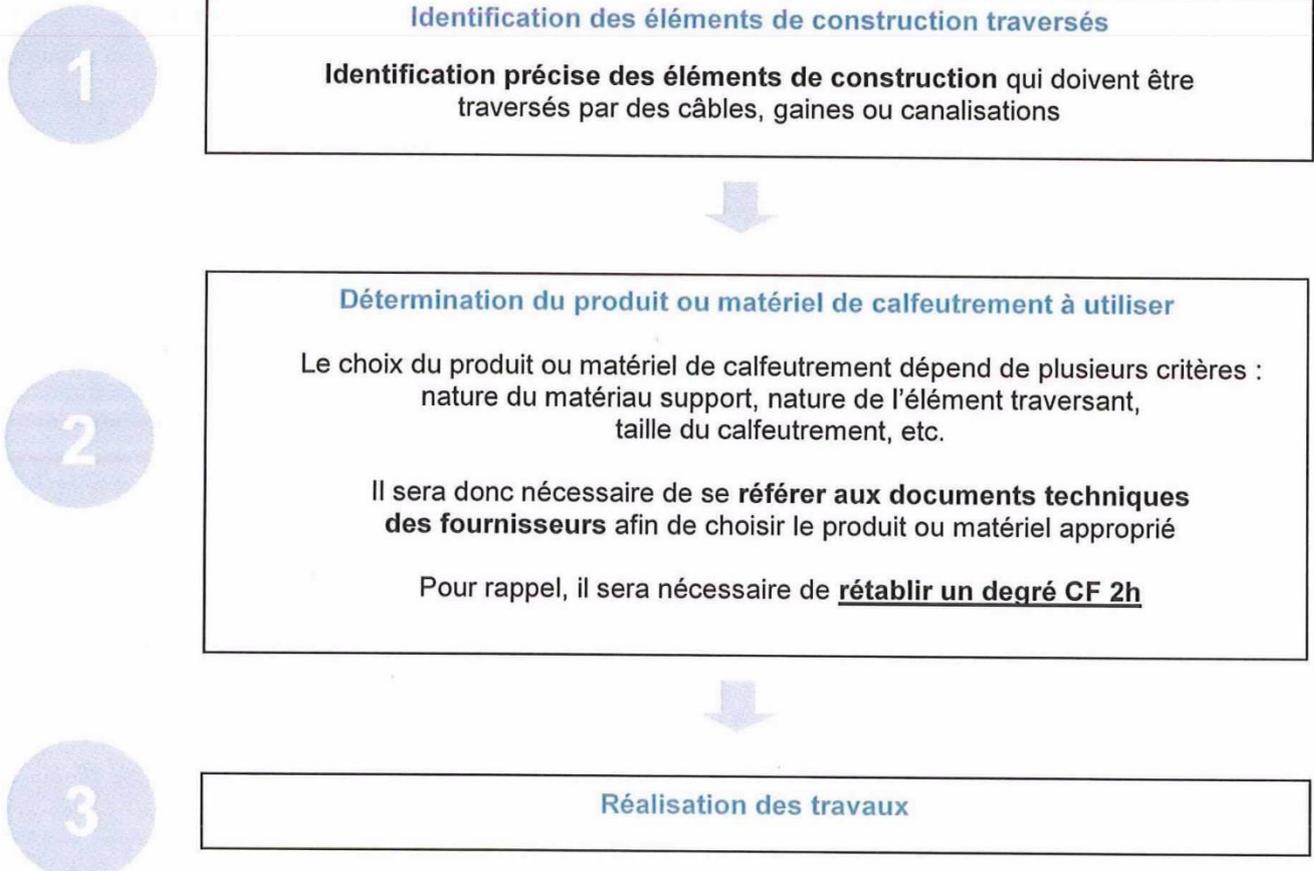
Raccordement primaire : Les raccordements primaires sont réalisés en confectionnant directement les fiches sur le câble unipolaire avec écran, la continuité de ce dernier est assurée par conducteur interne. L'étanchéité est assurée par joint torique avec bague d'appui, écrou et contre écrou serre câble,

Raccordement secondaire : S'effectuent en emboîtant dans les deux prises du transformateur, deux cordons constitués de deux câbles sans écran ayant à leur extrémité un connecteur mâle type 1 – classe A – style 2. ou raccordement par fiche bipolaire surmoulée sur câble bipolaire.

Bornes de raccordement : les bornes de raccordement (primaire et secondaire) du transformateur seront donc de type femelle, et prévu pour contenir de l'huile avant embrochage du câble et serrage des presse-étoupes (bagues et joints toriques).

## 10. CALFEUTREMENT DES PASSAGES COUPE FEU

### 5.2. Maintenance réalisée en interne



**Remarque** : le PV du produit sera préalablement récupéré lors de son achat et transmis au SSTE.

<p>Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP</p>	<p><b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b></p> <p>Direction Technique</p> <p>Aéroport Marseille Provence</p>	<p>106/11 9</p>
--	---	---------------------

## 6. Enregistrement

---

<b>Procédure Spécifique</b>	
<b>Calfeutrement de pénétration</b>	
Thème : Assurer la sécurité	Service Emetteur : Service Sécurité Techniques de l'environnement
Référence : PS-AER-P26-009-02	
07/07/2014 02 Intégration nouveau logo. 16/09/2013 01 Création du document	
Rédacteur : Claudine SUSINI - Assistante SSTE Vérificateur : Frédéric CHAILLET - Chef Service Qualité Relation Clients & SGS Valideur : Olivier AZEMARD - Chef Service Sécurité Techniques de l'Environnement	

### 1. Objectif de la procédure

La procédure suivante a pour objet de :

Présenter les enjeux du calfeutrement de pénétration

Connaître le cadre réglementaire

Présenter, à titre informatif, les produits de calfeutrement pouvant être mis en œuvre

Définir les procédures d'intervention pour les travaux neufs et les interventions de maintenance

### 2. Domaine d'application

Cette procédure s'applique aux exigences énoncées par le **règlement de sécurité contre l'incendie**

### 3. Documents de références

- XXX
- XXXX

### 4. Glossaire

---

## 5. Procédure

### 1. Généralités

L'aéroport Marseille Provence est un **Etablissement Recevant du Public (ERP)**.

Il doit donc satisfaire aux exigences énoncées par le **règlement de sécurité contre l'incendie**. Ce dernier, constitué de l'arrêté du 25 juin 1980 et des arrêtés propres à chaque type d'établissement, évolue continuellement afin d'éviter les nombreuses catastrophes qui se sont déroulées par le passé. Le règlement de sécurité a donc été élaboré afin d'atteindre 3 grands objectifs en cas d'éclosion d'un incendie :

1



**Evacuer rapidement et en toute sécurité le public**

2



**Limiter la propagation de l'incendie**

3



**Faciliter l'intervention des secours extérieurs**

C'est afin de répondre à ces objectifs que la notion de **résistance au feu** a notamment été introduite par la réglementation. Celle-ci est définie comme l'aptitude d'un produit ou d'un élément de construction et d'ouvrage à conserver pendant un temps déterminé le rôle qui lui est dévolu malgré l'action d'un incendie. 3 critères sont utilisés pour évaluer la résistance au feu. Ils permettent ensuite d'en déduire un classement.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	108/11 9
---	--	-------------

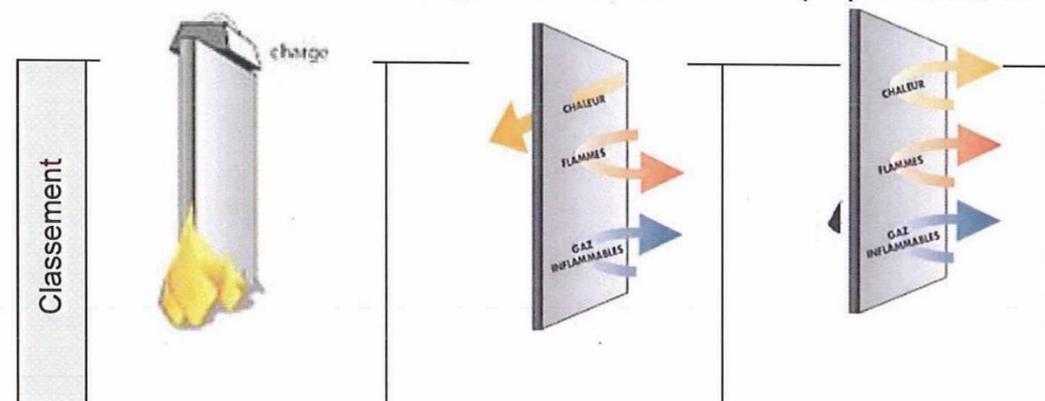
La stabilité mécanique va donc permettre **l'évacuation du public et du personnel** avant l'éventuelle ruine du bâtiment. L'étanchéité aux flammes et gaz inflammables, ainsi que l'isolation thermique vont quant à eux constituer des **obstacles à la propagation de l'incendie** et vont permettre, par la même occasion, de **sécuriser les cheminements d'évacuation** (contre les effets thermiques et toxiques du feu).

Dans le cadre de l'aéroport, un **degré de résistance au feu est exigé pour plusieurs produits ou éléments de construction** :

- Eléments principaux de la structure du bâtiment
- Planchers
- Distribution intérieure
- Parois, planchers hauts et portes des locaux à risques particuliers
- Parois, planchers hauts des espaces d'attente sécurisés
- Gaine d'ascenseur
- Parois et portes des escaliers encloués
- Etc.

Or dans tous les bâtiments de l'aéroport circule un **grand nombre de réseaux** : air, eau, électricité et télécommunication. Tous ces câbles, canalisations ou conduits passent au travers d'éléments de construction horizontaux (plancher) ou verticaux (parois) où une résistance au feu est exigée. Les trémies, réservations ou percements, une fois réalisées, **n'assurent plus la résistance au feu de l'élément de construction**. En cas d'incendie, les ouvertures participent donc pleinement à la **propagation des flammes et des fumées** sur le niveau et/ou aux niveaux supérieurs, exposant de manière rapide les usagers du site aux effets de l'incendie.

Il est donc primordial de réaliser le **calfeutrement de pénétration**. Ce dernier consiste à reboucher les baies et trémies qui ont été créées lors de passage de câbles, canalisations ou conduits afin de **restituer le degré de résistance au feu de l'élément traversé**. Les matériaux utilisés, considérés comme des produits ou éléments de construction à part entière, doivent présenter un degré CF 2h. Ils devront être accompagnés d'un **Procès Verbal (PV) en cours de validité**.



Critères	Classement		
	Stable au Feu (SF)	Pare-Flamme (PF)	Coupe-feu (CF)
Stabilité mécanique	X	X	X
Etanchéité aux flammes et aux gaz inflammables		X	X
Isolation thermique			X

## 2. Cadre réglementaire

Le calfeutrement de pénétration est rendu obligatoire par la réglementation. En effet, lorsque des conduits, câbles ou canalisations électriques passent au travers d'éléments ayant un degré de résistance au feu, le règlement de sécurité contre l'incendie stipule explicitement que ce **degré de résistance au feu doit être restitué** :

### CH 32 §7

#### Circuits de distribution et de reprise d'air

*« Toutes les trémies réservées ou les percements effectués pour le passage de conduits à travers un plancher ou une paroi doivent être rebouchés avec un matériau reconstituant la résistance au feu de l'élément traversé. »*

### EL 10 §4

#### Canalisation des installations électriques

*« Les traversées de parois par des canalisations électriques sont obturées intérieurement et extérieurement suivant les conditions de **l'article 527.2 de la norme d'installation NF C 15-100** (décembre 2002) de manière à ne pas diminuer le degré de résistance au feu prescrit pour la paroi. »*

### NF C 15-100 art. 527.2

#### Barrières coupe-feu

*« Lorsqu'une canalisation traverse des éléments de construction tels que planchers, murs, toitures, plafonds parois, ... les ouvertures demeurant après passage de la canalisation doivent être obturées suivant le degré de résistance au feu prescrit pour l'élément correspondant de la construction avant la traversée. »*

Naturellement, les constructeurs, propriétaires et exploitants sont tenus **de respecter ces obligations, tant au moment de la construction qu'au cours de l'exploitation** (art. R. 123-3 du CCH).

Ils doivent donc s'assurer que les installations ou équipements sont **établis, maintenus ou entretenus en conformité avec les dispositions de la réglementation** (art. R. 123-43 du CCH).



**Le contrôle exercé par l'administration ou par les commissions de sécurité ne dégagent pas les constructeurs, propriétaires et exploitants des responsabilités qui leur incombent personnellement (art. R. 123-43 du CCH).**

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	110/11 9
---	--	-------------

### 3. Détermination du degré coupe-feu à rétablir

Comme énoncé précédemment, un degré de résistance au feu est exigé pour plusieurs éléments de construction. Cependant, ce degré varie fortement en fonction de l'élément concerné, de sa localisation ou de sa destination.

A titre d'exemple, un poste de transformation, classé à risque importants, devra présenter des parois et planchers hauts CF 2h, tandis que le plancher haut d'un local à risque courant devra présenter un degré CF 1h ½ au titre de la résistance au feu des structures principales. Les exigences varient donc fortement selon le cas étudié.

Afin de faciliter les interventions, il a été décidé que le **degré coupe-feu à rétablir devra toujours être le même : CF 2h.**

### 4. Produits de calfeutrement

#### 4.1. Généralités

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 CF peut être également différent selon le diamètre ou l'épaisseur du calfeutrement.

Les produits ci-dessous sont donc seulement présentés à titre informatif. Il sera nécessaire de se référer à la documentation technique pour le choix définitif du produit.

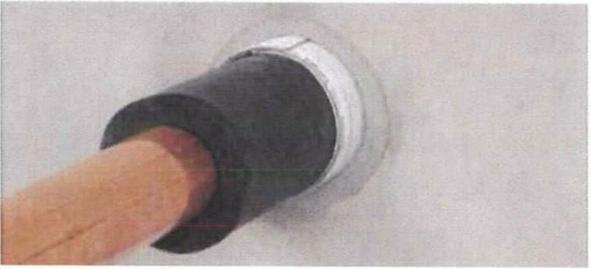
#### 4.2. Produits de calfeutrement

##### 4.1.1. Traversants électriques uniquement

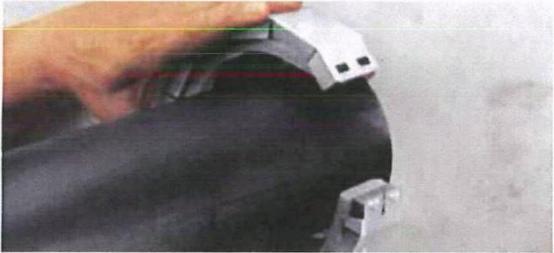
Brique coupe-feu flexible pré-compressée			
	Taille du calfeutrement	Moyenne	
	Matériaux support	Dalle ou voile	
	Traversants	Câbles, bottes de câbles et chemins de câbles	
	Nature du calfeutrement	Permanent ou temporaire	
	Degré CF maximum	2h	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Remplir l'ouverture en 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>		
<b>Avantages</b>	Facile à installer Sans poussière ni fibre Re-pénétration facile Possibilité de le peindre avec des peintures à base d'acrylique	<b>Inconvénients</b>	Nécessité d'ajouter pour les degrés CF élevés ou des câbles de grands diamètres du bandage CF pour brique

<b>Bouchon coupe-feu intumescent</b>			
	Taille du calfeutrement	<b>Moyenne</b>	
	Matériaux support	<b>Dalle ou voile</b>	
	Traversants	<b>Câbles unitaires ou bottes de câbles</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent ou temporaire</b>	
	Degré CF maximum	<b>4h</b>	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Découper les bouchons avec un cutter suivant la forme des traversants Insérer en compression de part et d'autre de l'ouverture les bouchons de dimensions appropriées Parfaire l'étanchéité avec du mastic CF		
<b>Avantages</b>	Facile à mettre en œuvre Réinstallation facile de câbles	<b>Inconvénients</b>	Seulement utilisable pour des ouvertures carottées

#### 4.1.2. Traversants mécaniques uniquement

<b>Bandage coupe-feu</b>			
	Taille du calfeutrement	<b>Petite</b>	
	Matériaux support	<b>Béton, blocs de maçonnerie, cloisons</b>	
	Traversants	<b> Tubes métalliques avec isolation</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent</b>	
	Degré CF maximum	<b>2h</b>	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Enrouler le bandage autour de l'isolation (2 couches et une superposition) Faites glisser le bandage à l'intérieur de l'ouverture jusqu'à une profondeur pré-définie Obturer l'espace restant avec du plâtre ou de la mousse coupe-feu  <b>Travail à réaliser sur les deux faces</b>		
<b>Avantages</b>	Polyvalent Pas besoin d'interrompre l'isolation au passage du voile Fermeture rapide	<b>Inconvénients</b>	Nécessité l'utilisation d'un produit de calfeutrement additionnel

**Colliers coupe-feu intumescent**

	Taille du calfeutrement	<b>Petite</b>	
	Matériaux support	<b>Béton, béton cellulaire, maçonnerie et cloisons</b>	
	Traversants	<b>Tubes plastiques (diamètre &lt; 250 mm)</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent</b>	
	Degré CF maximum	<b>3h</b>	
<b>Principe de pose simplifié</b>	<p>Remplir l'ouverture autour du tube de plâtre (cloisons flexibles), de mortier (voiles/dalles de béton) ou de mastic CF sur les deux faces Placer le collier autour du tube et verrouiller Fixer le collier à l'aide de pattes de fixation</p> <p>L'action est réalisée sur les deux faces pour un voile et uniquement en sous-face pour la dalle</p>		
<b>Avantages</b>	Fermeture rapide et facile	<b>Inconvénients</b>	Doit être associé à un produit additionnel afin d'assurer le degré coupe-feu de l'élément traversé

**Bande coupe-feu intumescente**

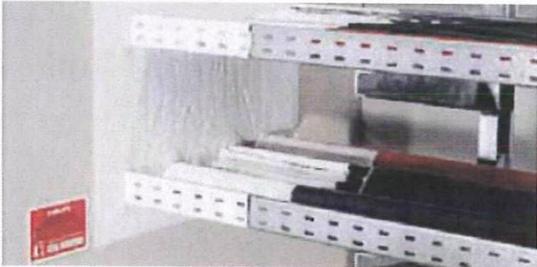
	Taille du calfeutrement	<b>Petite</b>	
	Matériaux support	<b>Béton, béton cellulaire, maçonnerie et cloisons</b>	
	Traversants	<b>Tubes plastiques (diamètre &lt; 160 mm)</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent</b>	
	Degré CF maximum	<b>2h</b>	
<b>Principe de pose simplifié</b>	<p>Enrouler la bande CF autour du tube et fixer fermement ses deux extrémités à l'aide d'une bande adhésive Pousser la bande CF dans l'ouverture Calfeutrer l'espace restant avec du mastic CF ou du mortier à base de ciment</p> <p>L'action est réalisée sur les deux faces pour un voile et uniquement en sous-face pour la dalle</p>		
<b>Avantages</b>	Fermeture rapide et facile	<b>Inconvénients</b>	Doit être associé à un produit additionnel afin d'assurer le degré coupe-feu de l'élément traversé

#### 4.1.2. Traversants électriques et mécaniques

Mastic coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	Petite à moyenne	
	Matériaux support	Voile ou dalle	
	Traversants	Câbles isolés ou bottes de câbles, chemins de câbles Tubes métalliques uniquement	
	Nature du calfeutrement	Permanent	
	Degré CF maximum	2h	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Pulvériser du mastic dans les interstices entre les câbles Boucher la traversée autour des tuyaux et câbles avec de la laine de verre bien compactée Appliquer une couche de 25 mm d'épaisseur de mastic sur le bord de la cavité, des deux côtés du mur.		
<b>Avantages</b>	Prêt à l'emploi Adhérence sur tous les supports Séchage rapide	<b>Inconvénients</b>	Doit être associé et de la laine de verre

Sac coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	Moyenne à grande	
	Matériaux support	Voile ou dalle	
	Traversants	Câbles isolés ou bottes de câbles Tubes PVC (diamètre < 50mm)	
	Nature du calfeutrement	Temporaire ( <u>pendant les phases chantiers uniquement</u> )	
	Degré CF maximum	2h (câbles) / 4h (tubes)	
<b>Principe de pose simplifié</b>	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		
<b>Avantages</b>	Installation facile et rapide Aucun outil nécessaire Réutilisable	<b>Inconvénients</b>	Solution temporaire ( <u>pour phase chantier</u> )

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

Enduit coupe-feu			
	Taille du calfeutrement	<b>Moyenne à grande</b>	
	Matériaux support	<b>Béton, maçonnerie et cloisons</b>	
	Traversants	<b>Câbles, bottes de câbles, chemins de câbles et conduits</b> <b>Tubes métalliques avec isolation non-combustible</b> <b>Tubes métalliques avec isolation combustible avec bandage coupe-feu</b> <b>Tubes plastiques en combinaison avec colliers CF</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent</b>	
	Degré CF maximum	<b>2h</b>	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Insérer deux panneaux de laine de roche pré-enduits de chaque côté de la traversée du mur (un seul si le degré CF exigé est faible) et découper autour des éléments traversants Boucher les trous et les espaces entre les câbles à l'aide de mastic Enduire la laine minérale et les interstices avec l'enduit CF. Appliquer l'enduit sur tous les traversants sur toutes les surfaces sur toute la longueur requise		
<b>Avantages</b>	Plage d'application très large Enduit sur une seule face	<b>Inconvénients</b>	Doit être associé à un produit additionnel afin d'assurer le degré coupe-feu de l'élément traversé

### Pâte malléable coupe-feu

	Taille du calfeutrement	<b>Petite à moyenne</b>	
	Matériaux support	<b>Béton, maçonnerie et cloisons</b>	
	Traversants	<b>Câbles, chemin, de câbles, botte de câbles Tuyaux calorifugés</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent ou temporaire</b>	
	Degré CF maximum	<b>3h</b>	
<b>Principe de pose simplifié</b>	Réaliser un fond de joints 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	<b>Petite à moyenne</b>	
	Matériaux support	<b>Dalle ou voile</b>	
	Traversants	<b>Chemines de câbles, câbles unitaires et bottes de câbles Tubes plastiques ou métalliques</b>	
	Nature du calfeutrement	<b>Permanent ou temporaire</b>	
	Degré CF maximum	<b>2h*</b>	
<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>	/

## 5. Procédure d'intervention

### 5.1. Travaux neufs ou maintenance par une entreprise extérieure

1

#### Identification des éléments de construction traversés

Identification précise des éléments de construction qui doivent être traversés par des câbles, gaines ou canalisations

2

#### Détermination du produit ou matériel de calfeutrement à utiliser

Le choix du produit ou matériel de calfeutrement dépend de plusieurs critères :  
nature du matériau support, nature de l'élément traversant,  
taille du calfeutrement, etc.

Il sera donc nécessaire de se **référer aux documents techniques des fournisseurs** afin de choisir le produit ou matériel approprié

Pour rappel, il sera nécessaire de **rétablir un degré CF 2h**

3

#### Intégration au descriptif de travaux ou au CCTP

Le descriptif des travaux ou le CCTP devra obligatoirement mentionner les calfeuttements de pénétration à réaliser. Il précisera notamment les degrés CF à rétablir, le nombre d'ouverture et les produits ou matériels à mettre en œuvre

4

Transmission du PV en cours de validité du produit au SSTE avant le début des travaux

5

Réalisation des travaux

6

#### Réception des travaux

**La réception des travaux ne devra pas être effectuée** tant que le chargé d'affaire ne se sera pas assuré du calfeutrement de tous les passages de câbles, conduits, ou canalisations avec des produits de calfeutrement agréés (PV en cours de validité)

**Le calfeutrement de pénétration fait partie intégrante de la prestation demandée et ne doit pas être négligée**

## 11. DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE

### 11.1. Avant exécution des travaux

- La DICT (déclaration d'intervention de commencement de travaux) pour les ouvrages de fouille, maçonneries et de voirie.
- L'autorisation de grutage auprès de la DGAC,
- Les dispositions et autorisations nécessaires pour assurer la police de roulage relative au transport du poste,
- Les plans géolocalisés (selon coordonnées X, Y, Z) réalisés par un géomètre pour les ouvrages des postes et des tranchées,
- Les mesures des taux d'harmoniques par enregistreur numérique sur une période de 5 jours 24h/24h au niveau du TGBT,
- L'étude du traitement des harmoniques THD découlant des résultats de mesures,
- Les plans d'exécution de l'installation projetée, pour approbation,
- La documentation technique complète des matériaux de construction et équipements techniques proposés ; les caractéristiques des matériels seront présentées à l'approbation avant toute commande sous la forme de fiches techniques,
- La copie des certificats d'agrément, de classement et procès-verbaux d'essais détaillés vis-à-vis de la résistance au feu de matériaux ou équipements soumis à ces formalités,
- Les notes de calculs établies par le titulaire du présent lot sur le logiciel CANECO,
- Le planning d'exécution détaillé de travaux, que l'Entreprise établira en collaboration avec ses sous-traitants éventuels et en liaison avec les titulaires des autres lots.

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

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	118/11 9
---	--	-------------

## 11.2. A la remise en service des installations

Le dossier des ouvrages exécutés comprenant les pièces suivantes :

- Les plans géo-localisés (selon coordonnées X, Y, Z) réalisés par un géomètre pour les ouvrages des postes et des tranchées,
- Les plans complets conformes à l'exécution précisant, en particulier, les marques et types de tous les matériaux de construction et équipements techniques installés
- La documentation technique des appareils installés faisant en particulier apparaître, le type et la référence de chaque matériel, les consignes d'entretien et d'exploitation.
- Le schéma unifilaire de l'installation
- Les plans d'équipements des armoires et coffrets électriques qui seront aussi laissés dans chaque armoire.
- Les documents de maintenance des équipements installés.
- Les certificats de classement au feu des matériaux utilisés.
- La copie des certificats de garantie donnés par les Constructeurs.
- Le rapport des mesures des caractéristiques du matériel effectuées pendant la mise au point et les réceptions.

Avant diffusion définitive de ces documents, l'Entreprise soumettra un Dossier d'Ouvrage Exécuté provisoire à l'approbation de l'AMP.

L'entreprise devra se référer au CCAP pour connaître les modalités de diffusion de ces documents.

## 11.3. Plans d'exécution

L'entrepreneur devra fournir les plans en 3 exemplaires papier et un exemplaire sous format fichier informatique AUTOCAD 2010 (CDROM) des DEO avant les travaux et des DOE avant la réception des travaux.

L'établissement de ces plans d'exécution sera réalisé en respectant les instructions données par le Bureau d'Etudes de l'AMP en début de chantier.

Mise à jour du 2022 03 21 Spécifications techniques CFO AMP	<b>SPECIFICATIONS COURANTS FORTS</b>  Direction Technique  Aéroport Marseille Provence	119/11 9
---	--	-------------