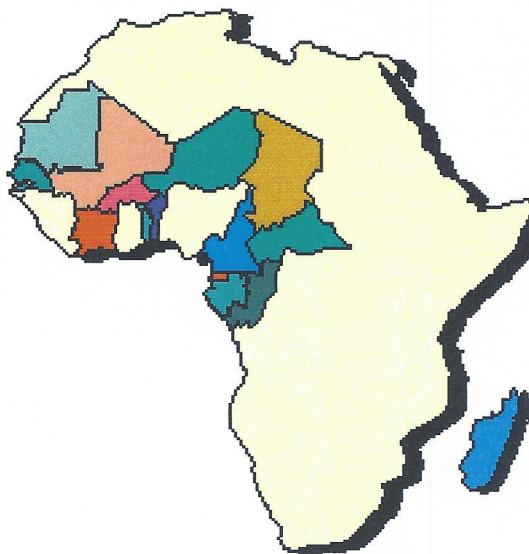


- ☐ BENIN
- ☒ **BURKINA FASO**
- ☐ CENTRAFRIQUE
- ☐ CONGO
- ☐ COTE D'IVOIRE
- ☐ FRANCE
- ☐ GABON
- ☐ CAMEROUN



- ☐ GUINEE EQUATORIALE
- ☐ MADAGASCAR
- ☐ MALI
- ☐ MAURITANIE
- ☐ NIGER
- ☐ SENEGAL
- ☐ TCHAD
- ☐ TOGO

AEROPORT INTERNATIONAL DE BOBO DIOULASSO BURKINA FASO

PSE 2018-2022

PROJETS N° 2801 & 2806 - NPE 80190 & 80510

REHABILITATION DU BALISAGE LUMINEUX, DE LA CENTRALE ELECTRIQUES ET DES RESEAUX ASSOCIES DE TELECOMMANDE/TELESIGNALISATION (VOLET EQUIPEMENTS)

Dossier de Consultation d'Entreprises (DCE)

Spécifications Techniques Particulières (Section VI du DAO)

DET – DCE – EB- 09 -A/2018



Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
DIRECTION des ETUDES et PROJETS
B.P.: 8163 DAKAR-YOFF SÉNÉGAL Tél : (221) 33 869 51 00 / 51 20 Fax : (221) 33 820 00 15

CERTIFIEE PAR



DESCRIPTION

Titre :	Réhabilitation du balisage lumineux et Equipement de Centrales Electriques à l'aéroport de Bobo Dioulasso
Type :	Dossier de Consultation des Entreprises
Commentaire :	Le présent document constitue le Dossier de Consultation des Entreprise (DCE)
Mots clés :	Centrale électrique, diesel, solaire, groupes électrogènes, poste de livraison, alimentation sans interruption, normes, etc.

HISTORIQUE

Version	Date (jj/mm/aa)	DESCRIPTION DE L'ÉVOLUTION	OBSERVATION
A	14/09/18	Création	

NOTE IMPORTANTE : Toute nouvelle version annule et remplace la version précédente qui doit être détruite ou qui doit porter clairement sur la page de garde la mention manuscrite **VERSION PÉRIMÉE**.

MAITRISE

Tâche	Acteurs	Fonction	Visa	Date
Rédaction	ROAMBA Marcel	Cadre Etudes et Projets Energie et Balisage		28/09 2018
Vérification	RAJAONA Rajaofetra	Responsable Equipements CNS-ATM-MET		28/09/18
Approbation	OBAMA RABAGO Pedro	Directeur des Etudes et Projets		18/09/18

AVERTISSEMENT / DROIT D'AUTEUR

Le présent document a été élaboré par l'ASECNA qui en détient les droits d'auteur. Le contenu du document n'est librement accessible qu'aux représentants des états membres de l'ASECNA ; toute reproduction ou divulgation à des tiers est subordonnée à une autorisation écrite des autorités de l'ASECNA

LISTE DE DISTRIBUTION

- **DESTINATAIRES :** DETD , Président du Comité Technique

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Table des matières

1. GENERALITES	7
1.1 Généralités	7
1.1.1 Contexte du projet et objet du document	7
1.1.2 Proposition de l'Entreprise	9
1.1.3 Documents à fournir	12
1.2 Description des installations existantes concernées par le projet	12
1.2.1 Caractéristiques de la plateforme aéroportuaire	12
1.2.2 Infrastructures d'énergie électrique	13
1.2.3 Balisage lumineux	18
1.2.4 Bilan de puissance	19
1.3 Déroulement des travaux	21
1.4 Consistance des travaux à réaliser	21
2. CONCEPTION GÉNÉRALE ET PRINCIPES D'EXPLOITATION DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE A REALISER	23
2.1 Généralités	23
2.2 Fourniture de l'énergie "secteur"	23
2.3 Principe de fourniture de l'énergie de secours	23
2.4 Rôle de la centrale électrique	24
2.5 Principe de distribution de l'énergie sur l'aéroport	24
2.6 Principe de protection des personnes et des matériels	25
2.6.1 Mesures de protection contre les contacts indirects	25
2.6.2 Mesures de protection contre la foudre et les surtensions	25
2.6.3 Réseau de terre	25
2.7 Principes de fonctionnement de la centrale électrique	26
2.7.1 Préambule	26
2.7.2 Fonctionnement de la centrale électrique	26
2.7.3 Différentes configurations en exploitation normale	27
2.7.4 Autres configurations	29
2.8 Principes de fonctionnement de la source solaire photovoltaïque	30

2.8.1	Enclos autour du champ photovoltaïque	31
2.8.2	Shelter dédiés aux équipements solaires (onduleurs, transformateurs, cellules, batteries)	31
2.8.3	Vidéo surveillance	31
2.8.4	Panneaux d'affichage pédagogiques	31
3.	TRAVAUX RELATIFS AUX EQUIPEMENTS ELECTRIQUES	32
3.1	Préambule	32
3.2	Poste de livraison	32
3.3	Centrale électrique	32
3.3.1	Équipements mécaniques	32
3.3.2	Équipements électriques	33
3.4	Source d'énergie renouvelable solaire photovoltaïque	35
3.4.1	Ferme Solaire photovoltaïque	35
3.4.2	Onduleurs injection réseau	36
3.5	Bâtiments Techniques et shelter	36
3.5.1	Bloc technique :	36
3.5.2	Ancien Bloc Technique	37
3.5.3	SSLI	37
3.5.4	Le poste P1	37
3.5.5	Le GLIDE	37
3.5.6	Le Localizer	38
3.5.7	Le VOR	38
3.5.8	SIGC (ou INFRA)	38
3.6	Équipements et travaux divers	38
3.6.1	Éclairage de secours (ou "de remplacement")	38
3.6.2	Dispositif de lutte contre l'incendie	39
3.6.3	Protection foudre des bâtiments	40
3.7	Télécommande et télésignalisation " TC/TS " des équipements	41
3.8	Réseaux de câbles extérieurs	42
3.8.1	Réseaux HTA	42
3.8.2	Réseau de câbles BT 230/400V	42
3.8.3	Réseau courants faibles	43
3.8.4	Réseaux de tranchées, buses et caniveaux	43
3.9	Protection contre la foudre	45
3.10	Dépose des installations existantes	46
4.	SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES	47

4.1	Généralités.....	47
4.2	Équipements mécaniques	47
4.2.1	Généralités.....	47
4.2.2	Groupes électrogènes	47
4.2.3	Alternateurs	50
4.2.4	Armoires et coffrets liés au groupe	51
4.2.5	Accessoires des groupes électrogènes	53
4.2.6	Canalisations, peinture et isolation.....	56
4.2.7	Essais du groupe électrogène	58
4.3	Equipements solaires	58
4.3.1	Générateur Solaire et leurs Accessoires	58
4.3.2	Onduleurs injections réseaux.....	64
4.3.3	Onduleurs hybrides.....	66
4.4	Équipements électriques.....	68
4.4.1	Équipements Haute tension	68
4.4.2	Équipements BT	69
4.4.3	Répartiteurs courants faibles	76
4.4.4	Condensateurs de compensation d'énergie réactive.....	76
4.4.5	Chargeurs et batteries d'accumulateurs	77
4.4.6	Alimentation sans coupure	78
4.4.7	Synoptique de contrôle	79
4.4.8	Pupitre de commande	80
4.4.9	Transformateurs de puissance - Postes de transformation	82
	<i>Voir les spécifications techniques générales.....</i>	82
4.4.10	Régulateur d'induction.....	82
4.4.11	Essais spécifiques des matériels électriques.....	83
4.5	Câbles HT, BT, CF et de terre.....	83
4.5.1	Câbles HT.....	83
4.5.2	Câbles BT	83
4.5.3	Câbles CF	84
4.5.4	Câbles de terre	85
4.5.5	Conditions de livraison et de recette	85
4.5.6	Essais	85
4.6	Équipements d'atelier	86
4.6.1	Outillage et appareils de mesure	86
4.6.2	Équipement de levage	88

4.6.3	Mobiliers	88
4.7	Équipements de sécurité.....	89
4.8	AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL	90
4.8.1	Parties logicielles de l'automate.....	90
4.8.2	Parties matérielles de l'automate.....	92
4.8.3	Stations réseau	95
4.8.4	Caractéristiques des armoires automatés.....	95
4.8.5	Réseaux industriels.....	96
4.8.6	SUPERVISION CENTRALISEE	98
	Généralités.....	98
	États et paramètres supervisés.....	99
4.8.7	Multiplexeurs optiques	101
	Principes de visualisation	101
4.8.8	Pages d'aide à l'exploitation et à la maintenance.....	103
4.8.9	Consignation des états	105
4.8.10	Caractéristiques des équipements.....	107
4.8.11	Vidéo surveillance.....	108
5.	REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES	109
5.1	Généralités.....	109
5.2	Réalisation du réseau de câbles	109
5.2.1	Généralités.....	109
5.2.2	Tracé de réseaux	110
5.2.3	Parcours communs	110
5.2.4	Mode d'exécution des travaux	110
5.3	Réalisation de la protection contre la foudre et de la mise à la terre	112
5.3.1	Mesures de protection contre la foudre et les surtensions.....	112
5.3.2	Réseau de terre	112
5.4	Dispositifs de surveillance des réseaux.....	113
6.	TRAVAUX RELATIFS AUX EQUIPEMENTS DE BALISAGE LUMINEUX.....	114
6.1	Consistance des travaux	114
6.2	Configuration générale des dispositifs	114
6.2.1	Dispositif d'approche haute intensité à barres codées catégorie I.....	114
6.2.2	Dispositif d'approche à basse intensité lumineuse.....	115
6.2.3	Balisage de délimitation de piste et de P.A.	115
6.2.4	Balisage de seuils et extrémités de piste	116

6.2.5	Balisage de délimitation des voies de circulation et aires de stationnement.....	116
6.2.6	Indicateurs visuels de pente d'approche "PAPI"	117
6.2.7	Feux d'identification de seuils de piste "RTILS"	117
6.2.8	Équipements et travaux complémentaires	118
6.3	Principes d'alimentation électrique.....	118
6.3.1	L'alimentation du type série.....	119
6.3.2	Alimentation du type parallèle	119
6.4	Principes de télécommande et télésignalisation	119
7.	<i>SPECIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS DE BALISAGE</i>	<i>121</i>
7.1	Généralités.....	121
7.2	Dispositif d'approche HI de catégorie I	122
7.2.1	Installation	122
7.2.2	Spécification des matériels	122
7.2.3	Alimentation électrique	123
7.2.4	Commandes - contrôles	123
7.3	Dispositif d'approche BI.....	124
7.3.1	Installation	124
7.3.2	Spécification des matériels	124
7.3.3	Alimentation électrique	124
7.3.4	Commandes - contrôles	124
7.4	Délimitation de piste et prolongement d'arrêt	124
7.4.1	Installation	124
7.4.2	Spécifications des matériels	125
7.4.3	Alimentation électrique	126
7.4.4	Commandes - contrôles	126
7.5	Balisage des raquettes de retournement	127
7.6	Balisage des seuils et extrémités de piste.....	128
7.6.1	Installation	128
7.6.2	Spécifications des matériels	129
7.6.3	Alimentation électrique	130
7.6.4	Commandes - contrôles	130
7.7	Balisage de délimitation des voies de circulation et aires de stationnement.....	130
7.7.1	Spécification des matériels	130
7.7.2	Alimentation électrique	131
7.7.3	Commandes, Signalisation	131
7.8	Dispositif PAPI.....	131

7.8.1	Installation	131
7.8.2	Spécifications des matériels	132
7.8.3	Alimentation électrique	133
7.8.4	Commandes - contrôles	133
7.9	Dispositif d'identification de seuils de piste "RTILS"	133
7.9.1	Installation	133
7.9.2	Spécifications des matériels	133
7.9.3	Alimentation électrique	134
7.9.4	Commandes - contrôles	134
7.10	Panneaux de signalisation	134
7.11	Balisage d'obstacles.....	136
7.11.1	Spécifications des matériels	136
7.11.2	Alimentation.....	137
7.11.3	Commandes - contrôles	137
7.12	Transformateur d'isolement	137
7.12.1	Installation	137
7.12.2	Spécifications des matériels	137
7.12.3	Alimentation.....	138
7.13	Régulateurs.....	138
7.13.1	Récapitulatif	138
7.13.2	Installation	138
7.13.3	Spécifications des matériels	138
7.13.4	Alimentation électrique	139
7.13.5	Commandes - contrôles	139
7.14	Câbles.....	139
7.14.1	Installation	139
7.14.2	Spécifications des câbles	140
7.15	Connecteurs.....	142
7.15.1	Installation	142
7.15.2	Spécifications des matériels	142
7.16	Parasurtenseurs	142
7.16.1	Installation	142
7.16.2	Spécifications des matériels	142
7.17	Platines de commande et synoptique de balisage.....	142
7.18	Tampons carrés en fonte pour regard de transformateurs d'isollements	143
7.19	Généralités.....	144

7.20	Mise à la terre de la protection foudre.....	144
7.20.1	Mise à la terre	144
7.20.2	Protection foudre	144
7.21	Tranchées, busages, caniveaux	145
7.21.1	Tranchées.....	145
7.21.2	Busages.....	145
7.22	Pose des câbles.....	146
7.23	Repérage, numérotation.....	146
7.23.1	Tranchées.....	146
7.23.2	Feux et ouvrages.....	146
7.24	Balisage des travaux	146
7.25	Réception des travaux	147
7.25.1	Généralités.....	147
7.25.2	Contrôles	147
7.25.3	Essais	148
8.	ANNEXES.....	149
8.1	Récapitulatif des nouveaux câbles extérieurs (à fournir).....	149
8.2	Liste des plans joints.....	151
8.3	Glossaire	151

1. GENERALITES

1.1 GENERALITES

1.1.1 Contexte du projet et objet du document

1.1.1.1 Contexte du projet

Dans le cadre du Plan des Services et Equipements(PSE) 2018-2022, l'ASECNA prévoit la réhabilitation du système de production et de distribution électrique et du balisage lumineux sur l'Aéroport International de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso.

Conformément aux recommandations de l'OACI, certaines installations techniques doivent être secourues électriquement. Les aides radioélectriques à l'atterrissage, à la navigation et les installations MTO n'acceptent aucune coupure d'alimentation. Les aides visuelles acceptent des coupures d'alimentation de courte durée (inférieures ou égales à 15 secondes dans les conditions de catégorie I). A cet effet, l'ASECNA conçoit sur ces plates-formes aéroportuaires des centrales électriques permettant une continuité de l'alimentation en énergie électrique pour les différents

besoins techniques. Le contexte technique correspond à un besoin de renforcement et de modernisation.

1.1.1.2 Objet du document

La présente spécification a pour objet de décrire les fournitures, travaux et mises en service nécessaires dans le cadre du projet de réhabilitation du balisage lumineux et du système de production et de distribution électrique de l'aéroport international de Bobo Dioulasso (Burkina Faso).

Ce programme comporte la mise en place de systèmes complets en remplacement et/ou en complément des systèmes existants et la dépose de ces derniers.

Le cahier des Spécifications Techniques Générales applicables aux travaux d'équipements électriques aéroportuaires (STG) de l'ASECNA, constitue le document de base à retenir et les spécifications qu'il contient sont entièrement applicables aux prestations prévues dans le présent dossier sauf dérogation expressément définies dans celui-ci.

NOTA : Les travaux concernant le système de production électrique comprennent deux volets :

- Le volet « Equipements » objet du présent document,
- Et le volet « Bâtiment », traité dans un document séparé et qui consiste en une extension du bâtiment existant.

1.1.1.3 Inscription financière

Les fournitures, services et travaux demandés sont financés par le Plan des Services et Equipements 2018-2022 conformément aux inscriptions du tableau ci- dessous :

Code Projet	NPE	DOM	SDOM	INTITULES PROJETS ELEMENTAIRES
2801	80190	AOP	BAL	Réhabilitation du Balisage lumineux
2806	80510	AOP	ELE	Réhabilitation de la centrale électrique, du réseau électrique et de télécommande

1.1.1.4 Risques

Les principaux risques relevés sur le projet (sans être exhaustif) sont :

Risque de manque de coordination entre les phases réalisées simultanément par des entreprises différentes (bâtiment et équipements),

Risque de coupure d'énergie pendant les phases des travaux de basculement et d'essai,

Risque d'encombrements des locaux et réservations existants lors de la pose des nouveaux équipements,

Risque d'indisponibilité du balisage lumineux de piste pendant les travaux.

NOTA : Conformément à la politique du SMI en vigueur, Une étude de sécurité sera conduite à la mise en œuvre du projet.

1.1.1.5 Références

Identification des documents associés à l'activité	
Normes/Textes/Règlements	- Règlements nationaux du Burkina Faso applicables ; - Documents OACI applicables ; - Publication d'Informations Aéronautiques ; - Règlements et textes nationaux relatifs aux systèmes opérationnels ; - Documents pertinents de l'OACI ; - Documents pertinents de l'OMM ; - Plan de services et d'équipements (PSE) de l'Agence.
Procédures	- Manuel SMI de l'Agence et documents associés ; - Procédure ASECNA de définition et conception des systèmes opérationnels ; - Guides de conduite de projets (Etudes, gestion de projet, etc.) ; - Guide du chargé de projets ; - Guide du chargé d'études.
Enregistrements	- Termes de références de services (TRS) - Rapport de recueils de données.

NOTA : Le projet a fait l'objet de termes de références et services validés en comité technique le 16 Aout 2018.

1.1.2 Proposition de l'Entreprise

Il est rappelé que l'Entrepreneur préalablement à la remise de son offre doit se rendre sur le site. Il est censé avoir pris au moment de sa soumission, tous les renseignements nécessaires concernant :

- les installations existantes,
- les conditions d'exploitation,
- les conditions d'environnement,
- les dossiers de spécification.

1.1.2.1 Variantes – Omissions

Lors de la remise de son offre, l'Entrepreneur sera tenu de signaler toute omission ou toute erreur constatée dans le Cahier de Spécifications Techniques et/ou sur les Plans joints. L'Entrepreneur pourra de plus proposer les variantes qu'il estime souhaitables, aux solutions retenues dans les cahiers de spécifications.

Les plus-values ou moins-values qui découleront de ces omissions, erreurs ou variantes feront obligatoirement l'objet d'une estimation séparée, détaillée, proposée en annexe au bordereau des prix, détail estimatif joint au dossier.

1.1.2.2 Pièces de rechanges

La liste des pièces de rechange avec estimation détaillée sera jointe à la proposition de l'Entreprise et devra recevoir l'accord de l'ASECNA.

Si pendant la durée des travaux, des pièces de rechange ont dû être prélevées pour la réalisation du chantier, ces pièces devront être intégralement remplacées et le lot complet normalement fourni lors de la réception provisoire du marché.

1.1.2.3 Formations

Les durées des formations doivent être dimensionnées en fonction des objectifs pour une durée allant de quatre (04) à six (06) semaines, le contenu et la durée doivent être validés par l'ASECNA.

Formation en usine

L'Entrepreneur proposera la formation du personnel de maintenance et d'exploitation chez les divers fournisseurs de matériels. Cette formation devra permettre à ces agents d'assurer la bonne exploitation des équipements, les opérations de maintenance préventive et courante et, enfin, les diagnostics de panne. Une importance particulière sera accordée aux exercices pratiques durant la formation.

Le but de cette formation est de permettre au personnel de maintenance et d'exploitation de l'aéroport d'acquérir une bonne maîtrise des équipements afin de pouvoir les utiliser, les maintenir et les réparer.

Cette formation concernera les équipements mécaniques et électriques et comprendra au moins les modules ci-après :

- Présentation générale des équipements
- Architectures techniques des équipements,
- Opérations de Maintenance préventive et curative,
- Travaux pratiques sur matériels (explications sur les réglages des équipements, opérations de maintenance curative et préventives)

La formation concerne les nouveaux équipements mis en place : groupes électrogènes, équipements hauts et basse tensions, équipements de balisage, automatisme, système de télécommande/télésignalisation, alimentation sans interruption (ASI), source solaire, fibres optiques etc.

Les agents à former sont au nombre de huit (08) dont un cadre DTIRE :

- Un groupe de trois (03) agents suivra une partie de la formation,
- Un autre groupe de trois (03) agents suivra l'autre partie de la formation,
- Le Chef centrale et le cadre DTIRE participeront à la totalité de la formation.

NOTA : La formation sur la fibre optique devra inclure un module pratique sur la mise en œuvre et la réparation de câbles à fibres optiques : collage à froid, soudage, épissurage², sertissage, mesures, tests, etc.

L'Entreprise précisera dans sa proposition le lieu, les conditions, la durée et le programme précis de la formation avec le détail des objectifs pédagogiques visés, les niveaux requis pour chaque agent, le profil du (ou des) formateur(s) et l'estimation détaillée correspondante. Cette proposition inclura le coût de chaque formation qui comprendra :

- La formation (y compris les manuels servant de support de cours),

- Les transports internationaux et locaux (y compris les frais afférents à l'obtention du visa d'entrée dans le(s) territoire(s) de déroulement de la formation) ;
- Lieu d'affectation (aéroport) du stagiaire / Hôtel près du lieu des cours (aller et retour) ;
- Hôtel / Lieu des cours (allers et retours) ;
- Les repas de midi des jours ouvrables ;
- Les indemnités de stages à verser à chaque stagiaire sont mentionnées à titre indicatif dans le tableau ci-après :

Lieu de stage	Stagiaire	Indemnité journalière	
		Les dix premiers jours	Dès le onzième jour
Europe, Afrique du Nord, de l'Est et Australe, Comores	Technicien/ Ingénieur	138 000	67 000
Amériques et Asie	Technicien/ Ingénieur	150 000	87 000
Afrique de l'Ouest et Centrale, Madagascar	Technicien/ Ingénieur	96 000	25 000

Formation sur site

La formation sur site du personnel de maintenance et d'exploitation devra avoir lieu dans la période qui précède la réception provisoire.

Cette formation aura pour but de compléter la formation reçue en usine et de l'adapter aux conditions particulières de l'aéroport.

L'entrepreneur devra indiquer dans son offre technique la durée et le programme de formation sur site.

Formation ingénierie

La formation « Ingénierie » est destinée aux ingénieurs d'étude et permettra leur remise à niveau dans le domaine de la conception des installations électriques avec les applications d'ingénierie (pack CANECO HT, BT, Implantation avec licence pour chaque participant) et du balisage lumineux CAT II et III (les contraintes particulières pour l'accueil des A380 et le balisage axial y seront abordées).

Elle sera prévue pour **cinq (06)** agents et comprendra une partie théorique et une partie pratique pour une durée maximale de dix (10) jours ouvrables.

L'Entreprise précisera dans sa proposition le lieu, les conditions, la durée et le programme précis de la formation avec le détail des objectifs pédagogiques visés, les niveaux et le profil requis pour chaque agent, le profil du (ou des) formateur(s) et l'estimation détaillée correspondante. Cette proposition inclura le coût pour la formation qui comprendra des prestations identiques à celles de la formation usine.

1.1.2.4 Recettes usine des équipements

Les recettes usine des équipements se dérouleront dans les locaux des fournisseurs, sous la responsabilité de l'Entreprise. Les essais en usine ont pour but de vérifier la conformité des fournitures avec les spécifications techniques stipulées dans le marché. Les recettes seront regroupées dans la période la plus courte possible, compatible avec la bonne exécution de ces réceptions et le planning des travaux.

Il est prévu la participation de trois (03) représentants du Maître d'Ouvrage aux différentes recettes. Tous les frais liés aux recettes sont à la charge de l'entreprise adjudicataire.

1.1.3 Documents à fournir

Il est rappelé que la proposition de l'Entreprise devra contenir :

- Les documents précisés dans le règlement de l'appel d'offres,
- Les documents demandés dans le Cahier des Spécifications Techniques Générales (conception et description des matériels, spécification techniques, documentation, références, etc.),
- La liste précise avec estimation détaillée des matériels de rechange fournis, le montant de ces matériels devant présenter environ 5% du montant global des fournitures,
- Le programme détaillé des formations avec estimations poste par poste correspondantes,
- L'estimation détaillée relative aux postes " Essai et mise en service " et " Etude et Formation " du devis estimatif,
- Les estimations détaillées relatives aux éventuelles omissions constatées dans le Cahier des Spécifications ou aux variantes proposées par l'Entrepreneur.

1.2 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES CONCERNEES PAR LE PROJET

(Voir plans N° EB - BBO 00 et 01).

1.2.1 Caractéristiques de la plateforme aéroportuaire

L'Aéroport International de Bobo Dioulasso au Burkina Faso comporte pour l'essentiel :

- une piste d'atterrissage, orientée 06/24, de largeur 45 m et de longueur 3300 m (complétée par un PA de 80 m à chacun des seuils 06 et 24) avec balisage lumineux ;
- deux voies de circulation et deux aires de stationnement avec balisage lumineux ;
- un Bloc technique avec vigie ;
- une centrale électrique de secours ;
- des aides radioélectriques (LOC, VOR/DME, Glide Path/DME) ;
- une station météorologique synoptique disposant d'un parc météo et une salle de préparation d'hydrogène ;
- une caserne SLI ;
- Une ligne d'approche simplifiée composée de feux HI, BI ;
- des feux RTILS au deux seuils 06/24 ;

- un PAPI THORN type PBA au seuil 24 ;
- Un ancien bloc technique abritant des équipements techniques ;
- Un garage pour maintenance IGC.

1.2.2 Infrastructures d'énergie électrique

L'énergie secteur est livrée à la centrale électrique de l'aéroport en 15 kV par le distributeur local, la SONABEL (Société Nationale d'Electricité du Burkina). Deux transformateurs de puissance de 250 kVA abaissent cette tension en 400V.

La fourniture de l'énergie secourue aux installations techniques de l'aéroport (art. 2) est assurée par deux groupes électrogènes G1 et G2 de 160 kVA chacun (année de mise en service : 1999).

La distribution d'énergie électrique aux équipements éloignés de la centrale électrique se fait en boucle ouverte (coupure d'artère ou « boucle technique ») et en HTA 5,5kV via deux transformateurs élévateurs de 150 installés en aval des groupes G1/G2 ci-dessus.

Ces équipements bien que fonctionnant sont vétustes (Année de mise en service :1999).

1.2.2.1 Le poste de livraison

La livraison de l'énergie électrique à la centrale ASECNA est assurée par une ligne souterraine en 15kV jusqu'au poste de livraison situé dans le bâtiment de la centrale électrique. Du poste de livraison, un câble 15kV cheminant en tranché arrive sur les cellules 15kV « arrivée secteur » situées dans la salle énergie de la centrale électrique.

NOTA : Afin de se conformer aux exigences réglementaires de la SONABEL, il est nécessaire de prévoir la construction du futur poste de livraison en limite de propriété.

1.2.2.2 La centrale électrique

1.2.2.2.1 Le bâtiment

Le bâtiment abritant la centrale électrique est situé à environ 250 m du Bloc Technique. Sa construction date des années 1971. Une extension a été faite par la suite en 1998. Il comporte essentiellement les locaux ci-dessous :

- une salle dite « machines » pour groupes électrogènes, par laquelle le personnel accède à la centrale électrique ;
- une salle dite « commande/Contrôle » avec vue sur les salles machines et énergie, abritant deux chargeurs 48V et les armoires des automates programmables industriels.
- une salle dite « énergie » contenant des cellules(ou armoires) haute tension (HTA), les Tableaux généraux basse tension (TGBT), deux régulateurs de balisage ainsi que les transformateurs abaisseurs d'arrivée secteur et élévateurs d'alimentation de la boucle technique.
- un poste de livraison.
- un bureau du responsable de la centrale.
- une salle de repos.
- Un atelier de maintenance.
- un magasin de pièces de rechange.

- Une salle batteries.
- une salle fluide contenant les cuves journalières et autres accessoires d'alimentation et de distribution d'huile et de gasoil.
- deux cuves souterraines extérieures du bâtiment de 10000 litres chacune, assurent le stockage du carburant.

Remarques : Il n'existe pas de salles dédiées aux transformateurs, aux régulateurs de balisage ainsi que les Alimentation sans interruption(ASI). On constate un encombrement excessif de la salle énergie.

La toiture du bâtiment présente plusieurs fissures et c'est ainsi que des problèmes récurrents d'étanchéité sont enregistrés depuis 2005.

NOTA : L'extension du bâtiment en vue d'un réaménagement et la création de nouveaux locaux technique est nécessaire afin de permettre la mise en place des nouveaux équipements et d'assurer une meilleure condition de fonctionnement et d'exploitation de ces derniers.

1.2.2.2.2 Les équipements

La centrale est équipée pour l'essentiel des matériels ci-après mis en place en 1998/1999 pour la plupart.

La salle machine

La salle machine abrite deux groupes électrogènes G1 et G2 à radiateurs séparés de marque 2HE (Moteur CUMMINS et alternateur LEROY SOMER), de puissance unitaire 160 kVA et leurs accessoires.

La salle contrôle

La salle de contrôle abrite les équipements ci-dessous :

- deux (02) armoires automatisme de fonctionnement des groupes G1 et G2.
- un pupitre de commande/contrôle des équipements électriques (secteur, groupes électrogènes).
- un synoptique mural de supervision de la distribution de l'énergie électrique sur la plateforme.
- un PC de supervision de l'ensemble des installations électriques (GTC).
- deux (02) chargeurs Chloride de 48V et leur TDBT 48V
- un onduleur Emerson 2 kVA.
- les armoires(répartiteurs) de brassage.

La salle énergie

La salle énergie abrite les équipements ci-dessous listés

- deux (02) cellules HTA 15 kV arrivée secteur de type FLUOKIT;
- deux (02) cellules HTA 15 kV de type FLUOKIT protection transformateur ;
- quatre (04) cellules HTA 15 kV de type FLUOKIT M interrupteur ;
- deux (02) cellules HTA 15 kV de type FLUOKIT mesure ;

- deux (02) transformateurs abaisseurs 15 kV/230-400V de puissance unitaire 250 kVA ;
- Sept (07) tableaux généraux basse tension(TGBT)remplissant les fonctions ci-après :
 - * un tableau BT, arrivé secteur ;
 - * un tableau BT, commutation transformateurs ;
 - * un tableau BT, arrivée groupes
 - * un tableau BT, jeux de barre ;
 - * un tableau BT, inverseur de sources
 - * un tableau BT, non secouru ;
 - * un tableau BT, secouru différé
- une (01) armoire TDBT ;
- deux (02) transformateurs élévateurs 230- 400V/5500V de puissance unitaire 150 kVA ;
- deux (02) Régulateurs MCR 5000 ADB 4 kVA ;
- un (01) transformateur d'isolement IT/TT 415V/240V- 415V 25 kVA ;
- un (01) transformateur d'isolement IT/TT 415V/240V- 415V 50 kVA.

Salle livraison énergie

Le poste de livraison est équipé de deux cellules 15 kV arrivées secteur, une cellule de mesure (comptage), une cellule de protection générale double coupure et enfin deux cellules « interrupteur ».

1.2.2.3 Réseau basse tension

Toute la distribution de la plateforme aéroportuaire est organisée autour de ces tableaux. Les principaux départs BT sont :

- le Bloc Technique,
- l'ancien Bloc Technique ;
- le SSLI.

La position de la centrale est telle que seuls les quelques départs ci-dessus cités ont pu être alimentés directement en BT depuis la centrale.

1.2.2.3.1 Le Bloc Technique

La distribution électrique actuelle du Bloc Technique se fait à partir de deux tableaux BT ; un « secouru » et « non secouru » installés dans la salle énergie lors du projet de réhabilitation du bloc technique.

Le réseau de distribution de l'énergie dite « haute qualité » est créé au moyen de deux ASI ou onduleurs de SOCOMEC de puissance unitaire 30kVA.

NOTA : les deux onduleurs sont hors services et seront remplacés.

1.2.2.3.2 *Le SSLI*

Le SSLI est alimenté par une antenne en BT 230-400V 50Hz depuis le poste P0. On y trouve les équipements suivants :

- un tableau BT secouru ;
- un tableau BT non secouru ;
- un onduleurs de 5kVA.

1.2.2.3.3 *Autres liaisons basse tension*

Le Localizer et le GLIDE sont également alimenté en BT respectivement depuis le Poste P1 et P2.

1.2.2.4 Réseau moyenne tension

L'arrivée du réseau SONABEL se fait par une ligne souterraine de 15kV à partir de deux postes sources de la SONABEL éloignés de la plateforme aéroportuaire. Ces lignes aboutissent au poste de livraison logé à la centrale électrique.

La distribution électrique aux installations éloignées de la centrale électrique se fait par l'intermédiaire d'un réseau en boucle 5.5 kV, desservant deux postes électriques de transformation situés à 150m respectivement des seuils 24 et 06. La configuration de cette boucle est la suivante : P0 - P1 - P2 -. P0 (P0 : centrale électrique).

Un départ 5,5kV en antenne alimente également le VOR depuis le poste P2.

1.2.2.4.1 *Poste P1*

Ce poste est situé à 300m du seuil 06, IL abrite les équipements suivants :

- un tableau HTA 5,5 kV constitué de :
 - * cellule interrupteur MT : Arrivée
 - * cellule interrupteur MT : Départ
 - * cellule fusible MT : Protection transformateur.
- un transformateur abaisseur sec 5,5kV/230-400V ; 100 kVA
- un tableau TGBT ;
- un (répartiteurs) système de relayage et commande 48Vcc ;
- quatre régulateurs de courant constant pour le balisage d'approche et de piste
 - * un régulateur type MCR5000 20 kVA - 6,6 A pour les demi-bords de piste (matériel récent),
 - * deux régulateur type MCR5000 4 kVA- 6,6 A pour l'Approche simplifiée ;
 - * un régulateur type MCR5000 4kVA - 6,6 A pour le balisage d'Approche BI.

Nota : les cellules HTA sont de fabrication Alsthom du type fluokit M.

1.2.2.4.2 *Poste P2*

Ce poste est situé à 150m du seuil 24, il abrite les équipements suivants :

- un tableau HTA 5,5 kV constitué de:

- * cellule interrupteur MT : Arrivée
- * cellule interrupteur MT : Départ
- * cellule fusible MT : Protection transformateur.
- un transformateur abaisseur sec 5,5kV/230-400V ; 100kVA
- un tableau TGBT;
- un (répartiteurs) système de relaying et commande 48Vcc ;
- deux régulateurs de courant constant pour le balisage de piste du PAPI dont les caractéristiques sont :
 - * un régulateur type MCR5000 20 kVA - 6,6 A pour les demi-bords de piste,
 - * un régulateur type MCR5000 4 kVA- 6,6 A pour le PAPI du QFU 24.

Nota : les cellules HTA sont de fabrication Alsthom du type fluokit M.

1.2.2.5 Câble multipaires

Le réseau de câbles courant faible assurant les liaisons (des données) de télécommande/télesurveillance est globalement constitué comme suit :

- CF1-1 : 28 paires Ancien Bloc Technique - P0
- CF1-2 : 28 paires Ancien Bloc Technique - P0
- CF1-3 : 28 paires Ancien Bloc Technique - P0
- CF1-4 : 28 paires Ancien Bloc Technique - P0
- CF2-1 : 28 paires Ancien Bloc Technique – P1
- CF2-2 : 28 paires Ancien Bloc Technique – P1
- CF2-3 : 28 paires Ancien Bloc Technique – P1
- CF3-1 : 28 paires Ancien Bloc Technique – P2
- CF3-2 : 28 paires Ancien Bloc Technique – P2
- CF3-3 : 14 paires Ancien Bloc Technique – P2
- CF4 : 14 paires Poste P1 – Glide
- CF5 : 14 paires Poste P1 – VOR
- CF6 : 14 paires Poste P2 – Localizer
- CF7 : 7 paires Ancien Bloc Technique – SLI
- CF8 : 14 paires Ancien Bloc Technique – Aérogare
- CF9 : 14 paires Ancien Bloc Technique – Météo (ancien bloc technique)
- CF11 : 7 paires Poste P1-Coffret N°1 RTILS 06
- CF11a : 7 paires Coffret N°1 RTILS 06 - Coffret N°2 RTILS 06
- CF12 : 7 paires Poste P1-Coffret N°1 RTILS 24
- CF12a : 7 paires Coffret N°1 RTILS 24 - Coffret N°2 RTILS 24,

- Une liaison fibres optiques (2 fibres) entre l’ancien et le nouveau Bloc Technique et servant donc de support de transmission des signaux de télécommande et de télésignation (commande et télésignalisation du balisage, groupes, armoires BT nouveau Bloc...).

1.2.3 Balisage lumineux

L’Aéroport International de Bobo Dioulasso est équipé d’une piste de 3300 m de long et 45 m de large, orientée 06/24, complétée à chaque seuil d’un PA de 80m, de deux aires de stationnement A et B balisées, avec deux bretelles d’accès desservis respectivement par des voies d’accès A, B.

Le balisage lumineux existant est constitué des dispositifs ci-dessous et comporte des feux de marque Thorn et des lampes au halogène :

- Délimitation de piste par feux clairs hors sol ou encastrés à haute intensité lumineuse,
- Délimitation de la raquette de retournement des seuils 06 et 24 par feux bleus omnidirectionnels encastrés à basse intensité lumineuse ainsi que des feux de visé verts et rouges,
- Délimitation des extrémités de piste 06 et 24 par feux encastrés de fin de piste rouges unidirectionnels HI/BI,
- Délimitation des seuils 06 et 24 par feux encastrés unidirectionnels à haute intensité lumineuse HI/BI,
- RTILS aux seuils 06 et 24,
- Délimitation des voies de circulation et des aires de stationnement par feux hors sol bleus à basse intensité lumineuse.
- Une rampe d’approche simplifiée :
- 900 m, type Calvert au seuil 06,
- Une approche à basse intensité lumineuse co-implantée avec l’approche HI ci-dessus.
- Un PAPI au QFU 24

Les régulateurs du balisage lumineux sont repartis entre les postes P1, P2 et la salle énergie de P0(Centrale électrique).

Le tableau ci-dessous donne les détails du matériel de balisage.

Désignation des équipements	Fabricant	Type	Couleur	Puissance	Quantité
Feu de bord de piste HI/BI	THORN	EL-EAH	Clair/clair	200W/6,6A	69
Feu de bord de piste HI/BI	THORN	EL-EAH	Clair/jaune	200W/6,6A	36
Feu de bord de piste HI/BI encastré	THORN	IN-RE	Clair/jaune	100W/6,6A	4
Feu de bord de piste HI/BI encastré	THORN	IN-RE	Clair/clair	2x100W/6,6A	1
Feu du Prolongement d’Arrêt (P.A)	THORN	IN-RE	Noir/rouge	100W/6,6A	16
Feu encastré de raquette de retournement	THORN	IN-OMA	Bleu	45W/6,6A	22
Feu de seuil/extrémité encastré HI	THORN	INL-RET	Vert/rouge	3x100W/6,6A	12
Feu de seuil BI unidirectionnel encastré	THORN	IN-RN	Vert	2x100W/6,6A	4
Feu d’indentification de seuil (RTILS)	THORN	EL-ATF		60 Joules	4
Feu de raquette de retournement B747	THORN	EL-EAM	Vert	45W/6,6A	4
Feu de raquette de retournement B747	THORN	EL-EAM	Rouge	45W/6,6A	4
Feu de voie de circulation	THORN	EL-EAM	Bleu	45W/6,6A	56

Feu d'approche HI	THORN	EL-ATC	Clair	200W/6,6A	24
Feu d'approche BI	THORN	EL-EAM	Clair	45W/6,6A	24
PAPI QFU 24	THORN	PBA	Clair	8x200W/6,6A	4
Transformateur 6,6A/6,6A 200W	THORN	KSR 551/T		200W	154
Transformateur 6,6A/6,6A 100W	THORN	KSR 541/T		100W	32
Transformateur 6,6A/6,6A 45W	THORN	KSR 531/T		45W	80
Transformateur saturé 6,6A/6,6A 45W	AUGIER	TSCS 3		45W	30
Régulateur Piste boucle 1 - 20 kVA	ADB	MCR		20kVA/6,6A	1
Régulateur Piste boucle 2 - 20 kVA	ADB	MCR		20kVA/6,6A	1
Régulateur Taxiway & Parking Aérogare - 4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Taxiway & Parking fret- 4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Approche HI boucle1-4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Approche HI boucle2-4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Approche BI – 4 kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur PAPI – 4 kVA	THORN	MCR		4kVA/6,6A	1
Manche à vent illuminée	THORN		Blanc/rouge	120W	3
Panneau d'indication 1500x 600 mm	THORN	MGS		45W/6,6A	4
Panneau d'indication 2100x 600 mm	THORN	MGS		45W/6,6A	2
Balisage lumineux des obstacles	THORN	F2-1	Rouge	60W	12
Parafoudre de décharge 6 kV	THORN				18
Câble circuit primaire					
Câble 1x6 mm ² 6/10kV PRC/PRC	PIRELLI		Rouge		33100m
Câble cordon secondaire					
Câble HO7 RN-F 2x4 mm ²	PIRELLI		Noir		4000m
Régulateur Taxiway & Parking Aérogare - 4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Taxiway & Parking fret- 4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Approche HI boucle1-4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Approche HI boucle2-4kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur Approche BI – 4 kVA	ADB	MCR		4kVA/6,6A	1
Régulateur PAPI – 4 kVA	THORN	MCR		4kVA/6,6A	1
Manche à vent illuminée	THORN		Blanc/rouge	120W	3
Panneau d'indication 1500x 600 mm	THORN	MGS		45W/6,6A	4
Panneau d'indication 2100x 600 mm	THORN	MGS		45W/6,6A	2
Balisage lumineux des obstacles	THORN	F2-1	Rouge	60W	12
Parafoudre de décharge 6 kV	THORN				18
Câble circuit primaire					
Câble 1x6 mm ² 6/10kV PRC/PRC	PIRELLI		Rouge		33100m
Câble cordon secondaire					
Câble HO7 RN-F 2x4 mm ²	PIRELLI		Noir		4000m

1.2.4 Bilan de puissance

Bilan de puissance de l'ensemble des installations

Désignation	Non secouru	Secouru
-------------	-------------	---------

Installation existante ou à réhabiliter		
Centrale électrique	10	25
Bloc Technique	80	60
SSLI	20	15
Château d'eau	0	5
Infra	20	10
Balisage lumineux	0	70
Glide	0	10
VOR-DME	0	7
Localizer	0	7
Parc météo	0	1
Ancien Bloc Technique	0	10
<u>Total existant ou à réhabiliter</u>	130	220
Projets prévus au PSE 2018-2022		
Nouvelle Tour observation MTO	6	5
Nouveau DREEM	0	5
Nouvelle Base SSLI	5	15
<u>Total prévus PSE 2018-2022</u>	11	25
Total général	141	245
Total général avec coefficient de foisonnement de 0,8	112.8	<u>196</u>
Total Secourue + Non secourue	<u>308.8</u>	

Suite aux mesures que nous avons effectuées les 03 et 04 septembre 2018, nous avons enregistré :

- Puissance minimale secourue : 80 kVA,
- Puissance maximale secourue : 118 kVA

Nota : Le maximum de puissance enregistrée en période chaude sur les installations secourues et non secourues est respectivement de 128kVA et 212kVA.

Autres projets en cours de réalisation ou prévus sur l'aéroport :

- la construction d'un DREEM,
- une station météo (aéronautique et synoptique) en cours d'acquisition ;
- un SAOMA en cours d'installation ;
- une caserne SSLI.

Tenant compte du bilan de puissance ci-dessus, il est retenu ce qui suit pour la réhabilitation :

- deux groupes électrogènes de **250kVA**,
- deux transformateurs arrivée « secteur » de **400kVA**
- une source solaire de **250kWc**

1.3 DEROULEMENT DES TRAVAUX

Il est rappelé que le chantier se déroulera sur un aéroport en exploitation dont le fonctionnement devra être le moins perturbé possible. En conséquence, le Soumissionnaire devra :

- Travailler en collaboration étroite et permanente avec les différents services compétents de l'aéroport et se soumettre à leurs directives ;
- Proposer des dispositions provisoires à chaque fois qu'une intervention sera effectuée sur les équipements en service. Ces dispositions seront soumises à l'accord de l'Administration et devront conduire à des solutions fiables présentant de bonnes garanties d'exploitation et de sécurité.

NOTA : Il sera procédé à une étude de sécurité sur l'impact du changement et les dispositions transitoires retenue d'accord partie entre l'entreprise et la représentation de l'ASECNA au Burina Faso. Cette étude devrait être validée par les service compétentes du siège avant le début des travaux.

1.4 CONSISTANCE DES TRAVAUX A REALISER

Les travaux à réaliser dans le cadre du présent lot ont pour objet :

- d'assurer à l'ensemble des équipements de l'aéroport une alimentation fiable d'une part, et de caractéristiques compatibles avec les contraintes d'exploitation des équipements techniques d'autre part ;
- de mettre en place des aides lumineuses conformes aux recommandations de l'OACI et possédant les performances requises pour l'exploitation envisagée.

Les dispositions retenues et les équipements installés devront permettre notamment d'atteindre les objectifs suivants :

- respect des normes et recommandations,
- facilité et continuité d'exploitation,
fiabilité maximale,
- facilité de maintenance,
- limitation des coûts de réalisation et de maintenance.

Ces travaux portent essentiellement sur :

- la construction et l'équipement du poste de livraison,
 - la construction de la source solaire photovoltaïque,
 - la mise en place dans le nouveau bâtiment de la centrale électrique de nouveaux équipements de livraison d'énergie secteur, de production d'énergie de secours, d'alimentation sans coupure, de distribution d'énergie, de commande et de contrôle du système électrique de l'aéroport, etc. ;
 - le réaménagement des réseaux de distribution d'énergie et de télécommande / télésignalisation :
 - * mise en place de nouveaux réseaux (reconfiguration de la boucle HTA de distribution électrique),
 - * regroupement des régulateurs de balisage à la centrale électrique,
 - * réalisation des principales liaisons de télécommande/télésignalisation par fibre optique;
 - la réhabilitation des aides lumineuses ;
 - la mise en place des équipements de sécurité et la réalisation de la protection foudre des installations ;
- les travaux et adaptations génie civil nécessaires à l'installation des équipements dans les bonnes conditions ;
- le nettoyage et la remise en état des locaux après travaux ;
 - la dépose des équipements existants non réutilisés.

Les prestations incluront, conformément aux spécifications générales :

- les démarches auprès des divers organismes et entreprises dont la collaboration est éventuellement nécessaire pour l'exécution du chantier,
- la présentation du dossier des spécifications techniques du matériel,
- la présentation des échantillons du matériel,
- la réalisation des plans d'exécution,
- l'organisation du chantier pour l'exécution des ouvrages,
- la fourniture du matériel,
- le transport, le déchargement, le stockage et l'amenée à pied d'œuvre des fournitures nécessaires à l'installation,
- la mise en œuvre du matériel,
- la mise en service, les essais,
- la formation du personnel d'exploitation et de maintenance,
- la présentation en réception des installations,
- la constitution du dossier des plans des ouvrages exécutés,
- la constitution du dossier d'exploitation et de maintenance,

- la fourniture d'un lot de pièces de rechange.

Les travaux seront réalisés sur la base des plans joints. Les détails des tableaux BT et les calibres des appareillages en général, les dimensions et tracés des câbles, etc. portés sur ces plans et/ou sur les différents documents écrits faisant partie du **présent dossier sont donnés à titre indicatif**. Le soumissionnaire devra les vérifier et, **si nécessaires, les rectifier**.

La liste des travaux et fournitures précisés dans le présent document et dans le devis estimatif joint est donnée à titre indicatif et non limitative. L'Entrepreneur fera son affaire et sans supplément de prix de tout ce qui serait nécessaire pour livrer une installation complète, conforme aux différentes normes en vigueur, réalisée suivant les règles de l'art et en parfait état de fonctionnement (fourniture, main d'œuvre, génie civil, etc.).

2. CONCEPTION GÉNÉRALE ET PRINCIPES D'EXPLOITATION DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE A REALISER

2.1 GENERALITES

La conception générale du système électrique de l'aéroport est la suivante :

- Alimentation des besoins techniques de l'aéroport en énergie électrique depuis le réseau de distribution publique (secteur SONABEL) ;
- Production sur le site de l'énergie électrique nécessaire pour le secours du secteur ;
- Distribution de l'énergie électrique sur l'ensemble de l'aéroport en HTA 5500 V, 3200V et en BT ;
- Alimentation directe à partir de la centrale électrique de tous les dispositifs de balisage et d'approche (regroupement à la centrale de tous leurs régulateurs) ;
- Transformation de l'énergie HT en énergie BT pour l'alimentation des besoins terminaux sous une tension 230/400 V en charge ;

2.2 FOURNITURE DE L'ENERGIE "SECTEUR"

L'énergie dite "secteur" nécessaire aux besoins de l'aéroport est fournie à partir d'un poste de livraison alimenté en coupure d'artère en 15 kV - 50 Hz par la société locale SONABEL, et situé à environ 600m de la centrale électrique à vol d'oiseau.

2.3 PRINCIPE DE FOURNITURE DE L'ENERGIE DE SECOURS

Conformément aux recommandations de l'OACI, certaines installations techniques doivent être secourues électriquement. Ces installations peuvent se diviser en 2 groupes principaux :

- installations n'acceptant aucune coupure d'alimentation (cas des aides radioélectriques à l'atterrissage et à la navigation et des installations MTO),
- installations acceptant des coupures d'alimentation de courte durée (inférieures ou égales à 15 secondes dans les conditions de catégorie I). C'est le cas des aides visuelles.

Dans le premier cas, et compte tenu des faibles puissances en jeu (quelques kVA), la solution adoptée consiste en la mise en place à proximité immédiate de l'installation à secourir d'un ensemble batteries-chargeur.

Dans le second cas, le secours sera assuré par deux groupes électrogènes identiques, à démarrage automatique, disposés à la centrale. Chacun d'eux étant capable de prendre l'ensemble de la charge

dans un délai de l'ordre de 12 secondes. Ils pourront l'un comme l'autre (en fonction du sélecteur de choix), soit assurer l'alimentation des besoins secours, soit suppléer aux défaillances éventuelles du groupe sélectionné en priorité. Cette solution peut être améliorée par :

- la mise en place d'un dispositif d'Alimentation sans coupure ou Sans Interruption "ASI" (deux onduleurs) associé aux groupes. Elle permet d'alimenter les besoins concernés sans micro-coupure, même en cas de panne secteur (l'ASI prenant la charge pendant le temps de démarrage du groupe électrogène et le basculement des différents inverseurs de source).
- en cas d'indisponibilité (panne ou maintenance) de l'ASI, la mise en œuvre d'une technique d'exploitation dite de "secours inversé" permet d'assurer une meilleure continuité de service et selon les critères de fonctionnement de l'ASECNA, de minimiser au maximum le temps de coupure de l'alimentation (inférieur à 1 seconde dans certains cas).

cette technique consiste à démarrer et à mettre le groupe en débit en présence de la source secteur. Le secteur devient alors la source d'alimentation de secours et intervient automatiquement en moins d'une seconde (temps de basculement des contacteurs) en cas de défaut groupe.

2.4 RÔLE DE LA CENTRALE ELECTRIQUE

la centrale électrique constituera la pièce essentielle du système électrique au niveau de la production et de la distribution et devra remplir les fonctions suivantes :

- assurer la production de l'énergie de secours et à cette fin, disposer de groupes électrogènes diesel de secours et de tous les équipements nécessaires assurant l'autonomie complète de fonctionnement de ces ensembles pendant un nombre de jours déterminé (une semaine au minimum) avec les réserves suffisantes en carburant, huile. La salle des groupes" (ou salle des machines) est réservée à cet effet.
- assurer l'arrivée de l'énergie secteur en provenance du réseau HT de distribution publique. Un local distinct, la salle des transformateurs, abritant les cellules HT et les transformateurs de puissance sera prévu.
- assurer la distribution de l'énergie secteur et de l'énergie de secours, c'est-à-dire, les commutations entre les différentes sources et les départs vers les différents besoins avec les protections correspondantes. Le local distinct "Salle énergie" est réservé à cet effet.
- assurer la commande et le contrôle de fonctionnement des groupes électrogènes, le contrôle de l'ensemble de la situation électrique des différentes sources et des principaux départs HT et BT, notamment de la centrale électrique. Le local distinct "Salle commande et contrôle" est réservé à cet effet.
- assurer l'alimentation sans coupure des installations techniques. Un local ASI est réservé à cet effet. Il abritera aussi les régulateurs de balisage.

2.5 PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE L'ENERGIE SUR L'AEROPORT

Différents réseaux sont proposés pour satisfaire aux besoins en tenant compte du degré de continuité de service qu'ils exigent. Nous distinguons ainsi :

- un réseau secours qui alimente les équipements techniques liés à l'activité aéronautique (aides visuelles, aides radioélectriques à l'approche et à l'atterrissage, etc.),
- un réseau non secours qui alimente les besoins ne justifiant pas d'une alimentation de secours.

Ces réseaux auront les caractéristiques suivantes :

- ils seront établis en HT (5,5 kV ou 3,2kV) et BT (230-400 V),
- ils seront constitués de canalisations souterraines,
- ils seront distincts de toutes autres canalisations.

2.6 PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS

2.6.1 Mesures de protection contre les contacts indirects

Ces mesures comportent :

- la mise à la terre de toutes les masses de l'installation,
- des dispositifs de coupure automatique.

Compte tenu de l'intérêt qui s'attache au maintien du réseau technique électrique sous tension lorsqu'il présente un défaut d'isolement, il est retenu un neutre impédant pour les réseaux HT et BT alimentant les équipements techniques et un neutre mis à la terre pour le réseau BT alimentant des bâtiments recevant du public.

2.6.2 Mesures de protection contre la foudre et les surtensions

Quatre séries de mesures sont nécessaires pour assurer cette protection :

- protection contre les chutes directes de la foudre sur les bâtiments ou les installations techniques. Elle est réalisée par la mise en place de paratonnerres au-dessus des bâtiments ou installations concernés,
- protection contre les chutes de la foudre sur le sol au voisinage des câbles. Elle est assurée par un câble de cuivre nu posé dans la tranchée à câbles et raccordé aux deux extrémités aux prises de terre des bâtiments. Ce câble assure, aussi, l'interconnexion générale des réseaux de terre de l'ensemble des installations,
- protection contre les surtensions. Elle est réalisée, en particulier, par la mise en place de limiteurs de surtension adaptés à chaque type d'installation pour écrêter par paliers les ondes de choc,
- séparation dans la mesure du possible des circuits de nature différente.

2.6.3 Réseau de terre

Le réseau de terre sera établi sur les trois principes suivants :

- la réalisation pour chaque bâtiment d'un réseau de terre tel que sa résistance soit aussi faible que possible,
- la réalisation d'un circuit d'interconnexion des réseaux de terre des bâtiments, ce circuit étant lui-même mis à la terre en plusieurs points afin d'obtenir des terres aussi équipotentielles que possible. Nous pouvons obtenir ainsi une terre générale dont la valeur peut être très faible (inférieur à 1 ohm),
- le raccordement à cette terre de tous les dispositifs et équipements, y compris les parafoudres.

2.7 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE ELECTRIQUE

2.7.1 Préambule

Le principe de fonctionnement de la centrale électrique est établi sur les bases suivantes :

- les groupes électrogènes assurant la production de l'énergie secourue seront à démarrage automatique sur absence ou défaut secteur.
- une ASI assure la fourniture de l'énergie sans coupure aux installations secourues.
- en cas d'indisponibilité de l'ASI, une possibilité de démarrage manuel (pré lancement) du groupe sélectionné en priorité est prévue depuis le pupitre de la vigie (fonctionnement en secours inversé). Le pré lancement concerne uniquement la mise en marche des moteurs, les mises en débit restant automatiques (la mise en marche du moteur entraîne automatiquement la mise en débit du groupe).
- un verrouillage par clé entre la centrale et la vigie interdit ou autorise le pré lancement depuis la vigie. La présence de la clé à la vigie autorise le pré lancement et informe les contrôleurs qu'ils doivent procéder à celui-ci.
- le choix de sélection (priorité) de l'un ou de l'autre des groupes se fera manuellement à partir du pupitre de commande situé dans la salle de commande et contrôle de la centrale électrique.
- une source solaire photovoltaïque fonctionnant au fil de l'eau est connectée sur le jeu de barre non secouru HTA en aval des transformateurs d'arrivée pendant les périodes d'ensoleillement.

NOTA : L'énergie produite par la source solaire sera injectée en totalité ou partiellement selon la configuration et la demande en puissance pendant les heures d'ensoleillement (jour de ciel dégagé).

2.7.2 Fonctionnement de la centrale électrique

2.7.2.1 Généralités

Le fonctionnement de la centrale a été conçu pour permettre une continuité de l'alimentation en énergie électrique des différents besoins techniques quels que soient le ou les défauts apparaissant.

Les critères pris en compte sont :

- les conditions opérationnelles,
- les cas de maintenance des groupes électrogènes,
- les cas de maintenances de la source solaire,
- les différents défauts pouvant apparaître au niveau du secteur local et des équipements.

Afin d'assurer cette continuité, les principes retenus sont les suivants :

- permutabilité automatique des deux sources d'énergie secteur et groupes (étant entendu que les deux groupes électrogènes sont également permutables automatiquement) avec possibilité d'inversion manuelle des sources,
- mise en place d'un commutateur (manœuvrable manuellement) de choix de source,
- mise en place d'une alimentation sans coupure fournie par deux onduleurs (ASI),

- présence permanente de personnel de conduite à la centrale non obligatoire compte tenu d'un fonctionnement en automatique de celle-ci, ceci n'excluant pas la présence d'un personnel de surveillance.

2.7.2.2 Fonctionnement

En exploitation normale :

- les deux groupes sont disponibles et individuellement positionnés en "automatique", l'un d'eux étant sélectionné en priorité,
- sur défaut secteur, après que le groupe ait démarré et qu'une présence tension apparaisse sur le jeu de barres groupes, l'inverseur normal/secours bascule sur le jeu de barres groupes,
- sur retour du secteur aux conditions normales, l'inverseur de sources bascule après temporisation sur le jeu de barres non secouru, puis le groupe après temporisation s'arrête,
- sur défaut simultané du secteur et du groupe sélectionné en en priorité, le second groupe ré-alimente les besoins dans un délai de 20 secondes (cas où le groupe démarre à la première tentative de démarrage).

Lorsqu'un défaut apparaît, il sera signalé au niveau de la salle de contrôle et commande et une alarme (buzzer) sera déclenchée.

NOTA :

- ✓ Les différents modes décrits ci-dessous bien que prenant en compte le schéma unifilaire général de la centrale électrique, concernent plus particulièrement les configurations des différents inverseurs de sources en fonction de la présence ou non du secteur.
- ✓ Dans les différents modes décrits ci-dessous, l'ASI est considérée indisponible si et seulement si les deux onduleurs sont simultanément indisponibles.

2.7.3 Différentes configurations en exploitation normale

(Voir plan N° EB - BBO 02).

En exploitation normale, le commutateur rotatif est maintenu fermé en position " « Auto » ; plusieurs cas de figures peuvent se présenter :

2.7.3.1 Secteur présent et G1, G2 et ASI opérationnels

Dans cette configuration, l'énergie provient du réseau de distribution local via un des transformateurs d'arrivée et la distribution de cette énergie est faite depuis le jeu de barres non secouru. Les besoins secourus sont alimentés à partir du jeu de barres secouru groupes ou du jeu de barres secouru sans coupure via l'ASI. Les groupes G1 et G2 sont à l'arrêt.

État des principaux contacts :

- A, B, D, G : ouverts
- C, E, F : fermés

2.7.3.2 Secteur présent, conditions opérationnelles favorables, G1 et G2 opérationnels et ASI indisponible

Dans cette configuration qui ressemble beaucoup à la précédente, l'énergie provient du réseau de distribution local via un des transformateurs d'arrivée et la distribution de cette énergie est faite depuis le jeu de barres non secouru. Les besoins secourus sont alimentés à partir du jeu de barres

secours groupes ou du jeu de barres secours sans coupure via by-pass de maintenance de l'ASI (by-pass manuel). Les groupes G1 et G2 sont à l'arrêt.

État des principaux contacts :

- A, B, D, E, F : ouverts
- C, G : fermés

2.7.3.3 Secteur présent, conditions opérationnelles défavorables, GI et G2 opérationnels et ASI indisponible

Cette configuration est utilisée, conformément aux principes de fonctionnement de l'ASECNA, afin de limiter au maximum le temps de coupure de l'alimentation électrique. Les commandes de démarrage et d'arrêt du groupe électrogène se font depuis la platine de télécommande située dans le pupitre de la vigie de la tour de contrôle. La mise en débit du groupe se fait automatiquement par l'automatisme.

Besoins non secourus

La configuration est la même que celle prévue au paragraphe 2.7.3.2.

Besoins secourus

Dans cette configuration, les besoins secourus sont alimentés par l'un des groupes électrogènes à partir du jeu de barres secours groupes ou du jeu de barres secours sans coupure via by-pass de maintenance de l'ASI. Le groupe choisi fonctionne en "mode inverse" (l'autre groupe est à l'arrêt), le secteur étant considéré comme secours.

État des principaux contacts :

- A (ou B), C, E, F : ouverts
- B (ou A), D, G : fermés

2.7.3.4 Secteur absent (défaut), G1, G2 et ASI opérationnels

Dans cette configuration, les besoins dits "non secourus" ne sont plus alimentés.

La mise en route et en débit du groupe G1 ou du groupe G2 se fait automatiquement. Les besoins secourus sont alimentés à partir du jeu de barres secours groupes ou du jeu de barres secours sans coupure via l'ASI. Si le groupe présélectionné tombe en panne, le deuxième groupe démarre automatiquement et prend la charge.

État des principaux contacts :

- A (ou B), C, G : ouverts
- B (ou A), D, E, F : fermés

Sur retour du secteur, et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

2.7.3.5 Secteur absent (défaut), G1 ou G2 indisponible et ASI opérationnel

Cette configuration ressemble beaucoup à celle décrite dans le paragraphe 0. Les seules différences sont les suivantes :

- un des deux groupes n'est pas disponible,

- sur défaut du groupe disponible les besoins secourus ne sont plus alimentés que par l'ASI (ceux en aval du jeu de barres secouru sans coupure). La durée de cette alimentation sera fonction de l'autonomie de l'ASI et de la charge.

État des principaux contacts :

- A (ou B), C, G : ouverts
- B (ou A), D, E, F : fermés

Sur retour secteur, et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

2.7.3.6 Secteur absent (défaut), groupes G1 et G2 opérationnels et ASI indisponible

Dans cette configuration, les besoins dits "non secourus" ne sont plus alimentés.

La mise en route et en débit du groupe G1 ou du groupe G2 se fait automatiquement. Les besoins secourus sont alimentés à partir du jeu de barres secouru groupes ou du jeu de barres secouru sans coupure via by-pass de maintenance de l'ASI.

État des principaux contacts :

- A (ou B), C, E, F : ouverts
- B (ou A), D, G : fermés

Sur retour secteur, et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

2.7.3.7 Secteur absent (défaut), et groupe G1 ou G2 et ASI indisponibles

Cette configuration ressemble beaucoup à celle décrite dans le paragraphe 2.7.3.6. Les seules différences sont les suivantes :

- un des deux groupes n'est pas disponible,
- sur défaut du groupe disponible, les besoins secourus ne sont plus alimentés.

État des principaux contacts :

- A (ou B), C, E, F : ouverts
- B (ou A), D, G : fermés

Sur retour secteur, et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

2.7.4 Autres configurations

2.7.4.1 En automatique

- Le fonctionnement automatique des basculements entre les différentes sources « Secteur » et « Groupes » habituellement utilisées par l'ASECNA reste le même. Cependant la présence de la centrale solaire photovoltaïque nécessite en amont une synchronisation et/ou permutation entre la source « Secteur » et « Solaire ».

2.7.4.2 Système de gestion d'énergie (Système zéro-injection dans le réseau national)

La conception de la centrale doit, dans un premier temps, assurer qu'à aucun moment l'énergie produite ne sera injectée sur le réseau national de la SONABEL. Pour ce faire un système de

gestion d'énergie (EMS) sera mis en place pour piloter les onduleurs solaires et contrôler leur production en fonction de la consommation de site.

Ce système de gestion d'énergie « EMS » reçoit les mesures de courant à partir des organes de mesures qui seront installés au niveau des cellules de comptage et calculera à chaque instant la différence entre la production des onduleurs solaires et la consommation du site

- Si la consommation est supérieure à la production solaire, les onduleurs solaires produiront suivant leur point de fonction maximal grâce au contrôleur « MPPT »
- Si la consommation est inférieure à la production solaire, l'EMS change le point de fonctionnement des onduleurs de telle manière à ne délivrer que la puissance nécessaire appelée par les charges du site

Toutes les données des différents équipements sont mesurées et communiquées au SCADA centrale pour la supervision de l'ensemble des installations électriques dont la source solaire photovoltaïque.

2.7.4.3 En manuel

Ces configurations sont obtenues à partir du commutateur rotatif secours ultime (fermé en position "N", "G1" ou "G2"). Elles permettent d'alimenter manuellement le jeu de barres secouru à partir de l'une des trois sources présentes (secteur, G1 ou G2) et dans la mesure de leur disponibilité ; Un bouton poussoir sur le pupitre dans la salle de contrôle « forçage solaire » permettra également de commander la connexion de la source solaire au réseau en cas d'indisponibilité des ASIs. Il appartient à l'exploitant de gérer en temps réel la situation dégradée qui justifie leur emploi.

2.8 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DE LA SOURCE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La centrale solaire photovoltaïque situé à plus de 150 m du côté Ouest du bâtiment de la Centrale électrique sera constituée des grands ensembles ci-dessous :

- module solaires photovoltaïques « anti-éblouissement » garantissant l'absence de gêne visuel et respectant l'ensembles des contraintes liées à l'activité aéronautique ;
- boites de jonction ;
- onduleurs solaires photovoltaïques ;
- transformateur élévateur BT/HTA ;
- cellules haute tension (HTA) ;
- ensemble système de stockage éventuel (batteries, onduleurs hybrides réversibles, relayages auxiliaires etc.).

En présence d'ensoleillement et dès l'apparition d'une tension suffisante aux bornes des onduleurs, la source solaire se met automatiquement en parallèle aux sources normales (SONABEL) au travers le jeu de barre HTA en salle de livraison. La déconnexion étant également automatique dès que l'énergie produite par la source solaire tombe au-dessous d'un certain seuil.

L'automatisme surveillant simultanément la demande de la consommation, les puissances débitées par le réseau normal, le réseau secouru, et la source solaire permet l'asservissement de l'ensemble avec en priorité la consommation de la totalité de l'énergie produite par la source solaire. Néanmoins, la centrale solaire photovoltaïque étant modulaire, il est admis la déconnexion d'un ou de plusieurs générateurs photovoltaïques afin d'ajuster le taux de charge.

2.8.1 Enclos autour du champ photovoltaïque

Un enclos grillagé avec portillon d'accès sera à réaliser autour du champ photovoltaïque.

Cet enclos de hauteur 1,50m mini au-dessus du sol (idem pour le portillon) a pour objet d'interdire l'accès au champ photovoltaïque des personnes non habilitées et également des animaux. En partie basse, pour interdire l'accès aux animaux, le grillage devra pénétrer dans le sol d'une profondeur 20 cm mini. Si nécessaire, un muret en parpaings crépi (ou en béton) devra être réalisé s'il n'est pas possible d'enfouir le grillage. Cet enclos sera réalisé à partir de grillage de type lourd « chasse », à maille progressive 21cmx15cm, diamètre du fil de 3mm (ou grillage soudé « équivalent ») ;

NB : grillage de type simple torsion non admis.

Le grillage sera fixé et tendu par des piquets métalliques scellés dans des plots en béton espacés au maximum tous les 2m et par des fils tendeurs (à minima 3 fils tendeurs : en partie basse, en partie centrale, en partie haute).

L'enclos sera fermé par un portillon métallique grillagé équipé d'un cadenas. Un pictogramme réglementaire "danger électrique" sera apposé sur le portillon.

L'enclos sera composé de matériaux inoxydables (acier galvanisé et plastifié) de couleur verte.

Les espaces entre le champ photovoltaïque et l'enclos (vers le Sud, l'Est et l'Ouest) seront suffisants pour éviter toute ombre portée significative de l'enclos sur le champ photovoltaïque. Ces espaces libres auront la longueur égale, au minimum, au double de la hauteur du grillage de clôture.

A l'arrière du champ photovoltaïque (côté Nord de l'enclos), un espace libre de 1m minimum est exigé pour faciliter la maintenance.

Ces prestations sont réalisées au titre de génie civil.

2.8.2 Shelter dédiés aux équipements solaires (onduleurs, transformateurs, cellules, batteries)

Il sera fourni de shelters pour abriter les autres équipements de la centrale solaire photovoltaïque in situ. Ces abris seront conséquemment dimensionnés et climatisés pour recevoir les onduleurs photovoltaïques, et éventuellement hybrides et batteries ainsi que tous les autres accessoires nécessaires aux bons fonctionnements de l'ensemble. Ils seront installés à la ferme solaire à côté des panneaux photovoltaïques. Une citerne et des outils de nettoyage des panneaux seront également fournis.

2.8.3 Vidéo surveillance

La ferme solaire photovoltaïque sera également munie au minimum de six (06) caméras de surveillance permettant son monitoring depuis la salle contrôle/commande de la centrale électrique.

2.8.4 Panneaux d'affichage pédagogiques

Il sera fourni des panneaux d'affichage dits pédagogiques donnant des informations sur le fonctionnement et les performances de la source solaire, installés à la Représentation, au bloc technique etc. Ils afficheront les informations de fonctionnement de la source solaire notamment le cumul de la production d'énergie, le taux de couverture des besoins d'énergie, La quantité de CO2 évitée etc.

3. TRAVAUX RELATIFS AUX EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

3.1 PREAMBULE

Le Soumissionnaire prendra soin d'organiser son chantier en fonction des installations existantes et en vue de ne jamais les mettre hors service, sauf en cas de nécessité absolue pour la poursuite des travaux et ce en accord avec l'ASECNA.

En cas de coupure accidentelle d'un câble d'alimentation ou de télécommande, il devra prendre toutes dispositions pour rétablir dans les délais les plus rapides la liaison interrompue après en avoir immédiatement informé l'ASECNA.

En tout état de cause, l'ASECNA devra confirmer son accord au programme détaillé de travaux présenté par le Soumissionnaire.

3.2 POSTE DE LIVRAISON

Le poste de livraison sera équipé de nouveaux matériels 15 kV assurant l'arrivée d'énergie depuis le réseau public, le comptage quatre quadrant et la livraison HT sur le site aéroportuaire.

Ces équipements comprennent :

- deux cellules interrupteurs arrivées (SONABEL), avec protection foudre,
- une cellule transformateur de potentiel pour le comptage,
- une cellule disjoncteur de protection générale y compris le transformateur de courant pour le comptage,
- une cellule interrupteurs départs salle Energie de la centrale électrique,
- des équipements de sécurité.

Toutes ces cellules seront du type préfabriqué avec équipement au SF6 et le comptage sera du type quatre quadrants.

Nota : Avant tout début d'exécution, l'entrepreneur devra obtenir l'autorisation du distributeur National (SONABEL) qui doit donner son avis favorable sur les caractéristiques techniques des équipements HT proposés.

3.3 CENTRALE ELECTRIQUE

3.3.1 Équipements mécaniques

(Voir plans N° EB - BBO 03 et 04)

L'ensemble des équipements mécaniques de la centrale sera installé dans la salle des groupes. Ils comprendront deux nouveaux groupes électrogènes identiques, à démarrage automatique, de **puissance principale (PRP) unitaire 250 kVA** (230/400 V – 50 Hz) dans les conditions du site (altitude, etc.), en secours mutuel.

Les spécifications techniques détaillées des groupes électrogènes sont données au paragraphe 4.2.2 et 4.2 .3 du chapitre 4, et doivent être impérativement consultées par le soumissionnaire.

Les groupes seront refroidis à l'eau par radiateur attelé. Chaque groupe électrogène sera équipé des auxiliaires mécaniques suivants :

- Un système de démarrage électrique doublé (redondant) constitué de deux démarreurs et

deux ensembles chargeurs/batteries d'accumulateur,

- Un système d'échappement muni de silencieux,
- Un pupitre mécanicien directement monté sur le châssis du groupe pour la lecture des principaux paramètres de fonctionnement du moteur diesel.
- Un système d'alimentation en carburant constituée d'un réservoir journalier de 250 litres monté sur bac de 300 litres, de canalisations, pompes manuelle et électrique, vannes, etc.
- Un système d'alimentation en huile (commune aux deux groupes) constituée d'un réservoir de 200 litres monté sur bac, de canalisations, de pompes manuelles, de vannes, etc.

Une réserve générale de carburant commune aux deux groupes sera installée à l'extérieur du bâtiment, en lieu et place de l'équipement existant qui sera déposé. Cette réserve sera constituée de deux cuves double enveloppes de 10 000 litres. Ces deux cuves ainsi que les différentes canalisations de raccordement et la mise à la terre sont à fournir au titre de ce projet.

Un groupe électrogène portable triphasé de 16kVA/ 230-400 V, 50 Hz monté sur roulettes sera fourni pour le secours de l'alimentation des NAVAIDS.

Dans le local des groupes électrogènes, toutes les canalisations (électriques, fluides et autres) chemineront en caniveaux distincts.

3.3.2 Équipements électriques

(Voir plans EB - BBO 02, et 06)

Les équipements HT – BT seront installés dans différents locaux : la salle transformateurs, la salle énergie et régulateurs, la salle de commande/contrôle, la salle onduleurs et la salle livraison énergie (ou poste de distribution).

3.3.2.1 Salle transformateurs

La salle transformateurs abritera les nouveaux équipements suivants :

- deux transformateurs abaisseurs du type immergés dans l'huile végétale D/Y de 400 kVA, A0Ak 15 kV / 230-400 V, 50 Hz : arrivées secteur ;
- deux postes élévateurs du type intérieurs 32kVA, installé dans une enveloppe IP 315, 400 V / 5,5kV, 50 Hz pour les besoins d'alimentation respectivement du postes P1 et de l'Infra;
- deux postes élévateurs du type intérieurs 10kVA, installé dans une enveloppe IP 315, 400 V / 3,2kV, 50 Hz pour les besoins d'alimentation respectivement des postes Localizer et du VOR ;
- un transformateur d'isolement du type sec D/Y de 100kVA, A0Ak, installés dans une enveloppe IP 315, 400 V / 230-400 V, 50 Hz pour la création du régime de neutre TT secouru de l'alimentation de la centrale électrique et du SSLI ;
- un transformateur d'isolement du type sec D/Y de 25kVA, A0Ak, installés dans une enveloppe IP 315, 400 V / 230-400 V, 50 Hz pour la création du régime de neutre TT non secouru de l'alimentation de la centrale électrique et du SSLI ;
- un transformateur d'isolement du type sec installé dans une enveloppe IP 315, de puissance 100 kVA, 400 V / 230-400 V, 50 Hz pour l'atténuation des harmoniques générées par les régulateurs de balisage ; il revient à l'Entreprise de déterminer le **couplage** le mieux adapté (D/Z ou autres) pour réduire le maximum d'harmoniques, notamment celle du rang 3.

NOTA : Au besoin, des transformateurs d'isollements pourront être installés dans la salle énergie.

3.3.2.2 Salle livraison énergie (ou poste de distribution)

Elle regroupera cinq nouveaux cellules 15 kV du type préfabriqué avec équipement au SF6 :

- deux cellules interrupteurs (arrivées secteur depuis le poste de livraison et arrivé solaire) avec protection foudre,
- une cellule mesures,
- deux cellules combinées interrupteurs-fusibles (protections transformateurs) ;

3.3.2.3 Salle énergie/Régulateurs

Elle regroupera les nouveaux équipements suivants :

- Un ensemble d'armoires BT constitué de cellules modulaires préfabriquées et comprenant :
 - les arrivées secteur et groupes avec protection,
 - les inverseurs de sources,
 - les différents départs non secourus avec protection,
 - les différents départs secourus avec protection,
 - les appareillages de contrôle et de mesure et les équipements nécessaires à la signalisation et à la protection,
 - les batteries de condensateurs,
 - etc.
- Les régulateurs de balisage
- Le tableau BT de protection et de distribution « régulateurs de balisage »
- Les tableaux non secouru et secouru de protection et de distribution intérieur y compris la distribution éclairage de secours ;
- Les équipements de sécurité.

3.3.2.4 Salle Onduleurs

Cette salle regroupera :

- deux onduleurs (ASI) triphasés identiques complets du type modulaire de puissance inférieure ou égale à 50kVA par module , montés en redondance active (configuration en parallèle), de puissance unitaire 160kVA par onduleurs(ASI), 400 V / 230-400 V, 50 Hz et ses accessoires (filtres, etc.). Autonomie : 10 minutes à 100 % de charge par onduleur ;
- les batteries des onduleurs ;
- deux ensembles chargeur/batteries (de préférence 24 Vcc) pour l'alimentation de l'automatisme et de tout ce qui concerne les commandes et signalisations de l'ensemble de la distribution électrique sur l'aéroport ;
- un tableau de protection et de distribution courant continu ;
- les équipements de sécurité.

3.3.2.5 Salle de contrôle/commande

Elle regroupera les nouveaux équipements suivants :

- Un panneau synoptique lumineux mural ;
- Un pupitre de commande et de contrôle avec poste de supervision centralisé ;
- Les armoires de gestion et d'automatisme des groupes, regroupant tout le relayage et les équipements d'automatisme de la production et de la distribution électrique ;
- L'armoire ou baie répartiteurs/multiplexeur optique pour la télécommande/télésignalisation.

NOTA : Chaque TGBT et/ou départ (secouru et non secouru) significatif en termes de puissance sera munie d'un compteur d'énergie (totalisateur, compteur partiel avec RAZ, mesure directe et déport à distance) capable d'enregistrer les pics et les écarts de consommation, les périodes correspondantes, pour un suivi dans le cadre du management de l'efficacité énergétique. L'état de fonctionnement de chaque indicateur ainsi que les paramètres mesurés seront déportés à la supervision de la centrale électrique.

3.4 SOURCE D'ENERGIE RENOUVELABLE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

3.4.1 Ferme Solaire photovoltaïque

3.4.1.1 Modules photovoltaïque

Il sera fourni et installé un ensemble de modules photovoltaïques monocristallin capables de produire de l'énergie électrique suffisante pour alimenter une charge estimée à **250kWc** environ. L'espace prévu pour accueillir le champ solaire se trouve à 150 mètres du côté Ouest du bâtiment de la Centrale Electrique. Les modules sont celles homologués pour les zones aéroportuaires, disponible sur les marchés, qui affichent de luminance inférieure à **10.000Cd/m²** en deçà des seuils de dangerosité pour l'activité aéronautique.

L'ensemble sera modulaire et constitué de plusieurs sous-sources de puissance unitaire inférieure ou égale à 50kWc.

Un système de stockage en tampon de 10 minutes d'autonomie à 250kWc sera également mis en place

Les modules seront disposés de manière à prévoir un espacement minimum tous les 40m et maximum tous les 60m afin de permettre le déplacement pour les besoins de la maintenance.

Le positionnement (inclinaison et autres) des modules sera fixe tannant compte de la déclinaison magnétique et autres condition géographique du site azimuth 0 et inclinaison 15°).

3.4.1.2 Structures

Les modules seront assemblés sur des structures métalliques porteuses qui seront ensuite fixées sur des plots ou longrines en béton ancrés au sol, etc.

Ces structures d'assemblage et de support des modules (aussi appelées châssis) seront étudiées pour résister aux conditions climatiques extrêmes locales.

Elles seront réalisées de manière à ce que la planéité du champ de modules soit respectée et à ce que les eaux de pluies ne puissent s'y accumuler.

Toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées dans un (des) matériau(x) résistant(s) à la corrosion du type aluminium ou acier inoxydable. On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique.

La fixation des modules sur les structures sera conçue de façon à gêner les tentatives éventuelles de vol des modules ; en particulier, la visserie utilisée sera de type antivol ou à tête complexe dont les caractéristiques seront précisées par le soumissionnaire. De même, les éléments de structure supportant les modules seront assemblés entre eux avec de la visserie de type antivol (ou à tête complexe).

Si les modules sont placés verticalement (en portrait) sur leur structure, la boîte de connexion devra se situer dans la partie haute.

Les structures seront sérieusement ancrées à l'aide de systèmes de fixation résistant à l'arrachement et à la corrosion.

L'Entreprise veillera à ce que le point le plus bas de l'ensemble constitué par les modules et leurs supports soit à un mètre (1 m) du sol.

L'Entreprise devra fournir une note de calcul de structure (y compris ancrage au sol) prouvant la résistance de celle-ci aux conditions climatiques extrêmes locales.

3.4.2 Onduleurs injection réseau

Ils seront de dernière génération, éprouvés avec les garanties, performances et fonctionnalités requises pour le fonctionnement envisagé.

NB : pour l'ensemble de la production de la centrale solaire photovoltaïque, un dispositif certifié, pour la limitation de puissance des onduleurs, doit être installée afin d'éviter l'injection au réseau (SONABEL) au besoin en cas de surproduction photovoltaïque.

3.5 BATIMENTS TECHNIQUES ET SHELTER

(Voir plan EB - BBO 02)

3.5.1 Bloc technique :

Son alimentation se fera en BT 230-400 V (secourue et non secourue) depuis la centrale électrique. Son nouvel équipement électrique comprendra :

- une nouvelle armoire ou baie répartiteurs/multiplexeur optique pour la télécommande/télésignalisation sera installée dans la salle technique du bâtiment.
- deux onduleurs (ASI) triphasés identiques complets du type modulaire de puissance inférieure ou égale à 10kVA par module, montés en redondance active (configuration en parallèle), de puissance unitaire 30kVA par onduleurs(ASI), 400 V / 230-400 V, 50 Hz et ses accessoires (filtres, etc.). Autonomie : 10 minutes à 100 % de charge par onduleur ; ils seront installés en remplacement des deux existants ;
- une sirène tour.

Dans ces salles, les câbles BT et CF chemineront dans des caniveaux.

Plusieurs gaines techniques sont disponibles pour la pose des câbles entre les différents niveaux du bâtiment

VIGIE

Les platines de commande et synoptique de balisage existantes seront remplacées (voir chapitre "Balisage").

3.5.2 Ancien Bloc Technique

Son alimentation se fera en BT 230-400 V secourue depuis la centrale électrique.

Le TGBT sera conservé.

3.5.3 SSLI

Son alimentation se fera en BT 230-400 V (secourue et non secoure) depuis la centrale électrique.

Son nouvel équipement électrique comprendra :

- deux tableaux BT que le soumissionnaire mettra en lieu et place des tableaux existants,
- un répartiteur CF (en remplacement de l'existant).

3.5.4 Le poste P1

Le poste P1 sera alimenté en HTA 5500V depuis la Centrale électrique. Ses équipements comprendront :

- un poste cabine du type intérieur 5,5 kV constitué de :
 - Cellule interrupteur MT : Arrivée
 - Cellule fusible MT : Protection transformateur.
- un transformateur abaisseur sec 5,5kV/230-400V ; 32 kVA
- un TGBT en remplacement de l'existant avec :
 - un départ BT Glide ;
 - un départ BT SAOMA,
 - un départ BT Tour Observation MTO,
 - des départs BT pour les besoins du poste,
 - des départs réserves équipés et non équipés.
- un répartiteur CF pour la télécommande/télésignalisation
- Un ensemble d'équipements de sécurité.

3.5.5 Le GLIDE

Le Glide sera alimenté en BT 230-400V 50hz à partir du Poste P1. Ses nouveaux équipements comprendront :

- Un tableau BT que le soumissionnaire mettra en lieu et place de l'existant,
- Une baie répartiteur/multiplexeur optique pour la télécommande/télésignalisation en lieu et place du répartiteur CF multipaires existant.

Le raccordement de ces nouveaux équipements au répartiteur CF du poste P1 et à la baie répartiteur/multiplexeur optique du bloc technique seront fournis.

Le raccordement de ces nouveaux équipements à ceux existants sera également fourni.

3.5.6 Le Localizer

Le poste P2 sera alimenté en antenne depuis la Centrale électrique(P0). Ses équipements comprendront :

- un poste cabine du type intérieur 3,2kV/230 ; 10 kVA avec TBT incorporé
- un tableau BT que le soumissionnaire mettra en lieu et place de l'existant,
- une baie répartiteur/multiplexeur optique pour la télécommande/télésignalisation en lieu et place du répartiteur CF multipaires existant,
- un ensemble d'équipements de sécurité.

Le raccordement de ces nouveaux équipements au répartiteur CF du poste P2 et à la baie répartiteur/multiplexeur optique du bloc technique seront fournis,

Le raccordement de ces nouveaux équipements à ceux existants sera également fourni.

3.5.7 Le VOR

- Le VOR sera alimenté par une antenne en HTA 3,2kV, 10 kVA à partir de la Centrale électrique (P0). Ses nouveaux équipements électriques comprendront :
- un poste extérieur avec un TGBT incorporé,
- un tableau BT en lieu et place de l'existant,
- une baie répartiteur/multiplexeur optique pour la télécommande/télésignalisation en lieu et place du répartiteur CF multipaires existant,

Le raccordement de ces nouveaux équipements à ceux existants sera fourni.

3.5.8 SIGC (ou INFRA)

Le SIGC sera alimenté en antenne depuis la Centrale électrique(P0). Ses équipements comprendront :

- un poste cabine du type extérieur IP 68, 5,5kV/230-400V ; 32 kVA
- un TGBT que le soumissionnaire mettra en lieu et place de l'existant,
- une baie répartiteur/multiplexeur optique pour la télécommande/télésignalisation,
- un ensemble d'équipements de sécurité.

Le raccordement de ces nouveaux équipements à ceux existants sera fourni.

Nota : les tableaux de distribution terminal(TDBT) fourni pour les NAVAIDs (VOR, Glide, Localizer) seront munis chacun d'une fiche femelle en amont du disjoncteur générale pour recevoir l'alimentation via le groupe mobile au besoin.

3.6 ÉQUIPEMENTS ET TRAVAUX DIVERS

3.6.1 Éclairage de secours (ou "de remplacement")

L'Entreprise devra la fourniture, la pose et le raccordement des blocs d'éclairage autonome (y compris ses circuits d'alimentation : appareillages de protection et de commande, canalisations, etc.) qu'elle installera aux endroits idoines afin d'éclairer les différents locaux concernés ci-après lors d'un manque total d'énergie.

Les blocs seront alimentés par un circuit indépendant de tout autre et protégés au niveau du coffret de distribution par un disjoncteur. Les câbles alimentant les blocs seront du type résistant au feu et de section minimale 1,5 mm².

Blocs autonomes fixes

Des blocs d'éclairage autonome d'ambiance, 400 lumens, seront installés dans les locaux ci-après. Les quantités indiquées ne sont données qu'à titre indicatif, il appartiendra à l'Entrepreneur de les vérifier et, si nécessaire, les rectifier en fonction des réels besoins :

- Poste de livraison : 2
- Centrale électrique :
 - salle des groupes : 6
 - salle de contrôle : 4
 - salle Onduleurs(ASI): 4
 - salle énergie et Régulateurs: 6
 - salle transformateurs : 2
 - salle livraison d'énergie(poste de distribution) : 2
 - Poste de livraison : 2
- Bloc technique :
 - salle énergie : 2
 - salle transformateurs : 2
 - salle technique : 2

Lampes portatives rechargeables sur secteur

Des blocs d'éclairage autonome portables, 5 W minimum, seront placés au mur, à raison d'un bloc par local :

- à la Centrale électrique : salle de contrôle, salle énergie ;
- au Bloc technique : salle énergie ;
- au poste P1 ;
- au GLIDE ;
- au Localizer
- au VOR ;

Il sera fourni un support pour chacun de ses blocs d'éclairage portables ainsi qu'une prise de raccordement au secteur 230 V - 50 Hz.

3.6.2 Dispositif de lutte contre l'incendie

Dans le bâtiment de la centrale électrique, il sera installé un dispositif de lutte contre l'incendie comprenant un système de sécurité incendie et un ensemble d'extincteurs mobiles.

3.6.2.1 Système de sécurité incendie

Le système de sécurité incendie permettra de signaler la présence de feu ou de fumée dans le bâtiment de la centrale électrique. Il comporte :

- Un système de détection incendie avec :
 - des détecteurs optiques de fumée et de flamme et des détecteurs thermiques installés dans les différentes salles de la centrale électrique (salles machines, transformateurs, énergie, onduleurs, poste de livraison, etc.) ;
 - des déclencheurs manuels d'alarme type coffret à bris de glace.
- Un tableau de signalisation installé en salle de contrôle – commande. Ce tableau indiquera l'endroit où s'est déclaré le feu.
- Un coffret d'alarme sonore deux tons. Il sera prévu un déport de cette alarme au SSLI.

L'entrepreneur fera une proposition détaillée comprenant les informations techniques concernant le système, la liste complète et les caractéristiques du matériel à fournir et le détail des prix.

3.6.2.2 Extincteurs

En complément des extincteurs existants dans la centrale électrique, il sera fourni :

- un (01) extincteur mural à dioxyde de carbone dans la salle des onduleurs,
- deux (01) extincteurs muraux à dioxyde de carbone dans la salle énergie/régulateurs,
- deux (02) extincteurs muraux à poudre dans le couloir,
- un (01) extincteur à poudre sur chariot dans la salle groupe(machine).

3.6.3 Protection foudre des bâtiments

L'Entrepreneur devra la réalisation de la protection foudre des nouvelles installations et leur rénovation sur les installations existantes. Ces installations comprendront les bâtiments, les équipements et les différents réseaux.

Nota : L'Entreprise fera obligatoirement une proposition pour chaque ouvrage. Elle sera accompagnée d'un descriptif technique détaillé ainsi que d'un devis chiffré en détail avec tous les prix unitaires.

a) Bâtiments

Les prestations à prévoir consisteront :

- ✓ À la réalisation de la protection foudre de la nouvelle centrale électrique ;
- ✓ Au contrôle et, si nécessaire, aux compléments des protections foudre des divers bâtiments techniques notamment le SSLI, le DREEM, le Localizer, le Glide, etc.

Principe :

Tous les bâtiments techniques seront équipés d'une protection foudre et d'un réseau de mise à la terre. Ceux-ci seront constitués par :

- Un ou plusieurs paratonnerres assurant un maximum de couverture sur la zone à protéger,
- Un ceinturage haut du bâtiment par conducteur méplat de cuivre nu,

- Une ou plusieurs descentes de terre par conducteur méplat de cuivre nu avec barrette de contrôle et protection mécanique sur 2 mètres à partir du sol,
- Un ceinturage bas par conducteur de cuivre nu de 50 mm² de section, placé en fond de fouille du périmètre du bâtiment,
- Une connexion à la borne de terre placée dans le bâtiment,
- Une antenne à chaque angle par conducteur de cuivre nu de 25 mm² de section terminée par un piquet de terre.

La résistance de cette terre devra être inférieure à 1 Ω avant raccordement.

Nota : L'Entreprise devra, après installation de la protection foudre, remettre en état le cas échéant les parties des bâtiments ayant subi des dégâts dus à ces travaux. Chaque proposition fera apparaître clairement cette remise en état avec un descriptif détaillé et un devis chiffré en détail. Si la proposition n'apparaît pas dans l'offre et que des travaux sont à réaliser, l'ASECNA se réserve le droit d'imposer ces travaux, et ceci sans supplément de prix.

b) Équipements

Tous les équipements neufs ou anciens réutilisés seront eux aussi protégés contre la foudre. Cette protection consistera en particulier en un raccordement à la terre de toutes les masses métalliques.

c) Réseaux

Tous les réseaux extérieurs seront protégés contre la foudre. Cette protection sera réalisée par :

- La mise en place dans toutes les tranchées d'un conducteur de cuivre nu 25 mm²,
- L'interconnexion de ces conducteurs de cuivre aux différents réseaux des bâtiments, ceci afin d'assurer une parfaite équipotentialité,
- La mise en place de parafoudres en amont et en aval des câbles assurant des liaisons extérieures.

d) Réseau d'équipotentialité des terres

Un nouveau réseau d'équipotentialité des terres sera installé. Il sera constitué d'un câble de cuivre nu 25 mm² reliant tous les bâtiments faisant partie de la distribution électrique de l'aéroport. Ce câble sera installé dans les tranchées HT, BT et courants faibles. Des piquets de terre seront installés à intervalles réguliers. Ce réseau servira aussi de protection contre la foudre.

3.7 TELECOMMANDE ET TELESIGNALISATION " TC/TS " DES EQUIPEMENTS

Les signaux TC/TS des équipements (Energie, balisage, Météo, NAVAIDS, téléphone...) seront transmis par l'intermédiaire d'un réseau dit " de courants faibles (CF) ". Les principales liaisons de ce réseau utiliseront des câbles fibres optiques, les autres seront réalisées au moyen des câbles multipaires à conducteur en cuivre.

Des répartiteurs ou répartiteurs/multiplexeurs installés dans les divers locaux permettront le raccordement des câbles CF posés en extérieur aux différents équipements concernés.

Chaque répartiteur sera commun aux besoins navigation aérienne, météo, électricité et balisage (chaque bornier sera spécialisé). Une protection foudre sera installée sur tous les borniers départs/arrivées extérieurs des câbles à conducteurs métalliques. Les cartes concernant les borniers raccordés aux câbles extérieurs mais dont les paires ne sont pas utilisées seront fournies mais non installées. A leur place seront installés des cartes de mise à la terre.

3.8 RESEAUX DE CABLES EXTERIEURS

(Voir plans N° EB - BBO 13)

3.8.1 Réseaux HTA

Réseau HTA 15kV

- HT1 : un câble 15 kV seront posé entre le poste de livraison et la nouvelle centrale électrique.
- HT2 : un câble 15kV sera également posé entre la centrale solaire photovoltaïque et la nouvelle centrale électrique.

Réseau HTA 5,5kV

Elles comprendront les liaisons suivantes :

- HT3 : P0(Centrale électrique) – Poste P1 : 3 x 16 mm²
- HT4 : P0(Centrale électrique) – SIGC (ou Infra) : 3 x 16 mm²

Antenne HTA 3,2kV

- HT5 : P0(Centrale électrique) – Localizer : 1 x 10 + 10 mm²
- HT6 : P0(Centrale électrique) – VOR : 1 x 10 + 10 mm²

3.8.2 Réseau de câbles BT 230/400V

Le réseau BT sera constitué de liaisons nouvelles et existantes citées ci-après (S : secours, N : normal ou non secours) :

– NOUVELLES LIAISONS BT (à réaliser) :

Réalisées avec de nouveaux câbles multipolaires, elles comprendront :

- * BT1 : Centrale électrique – Bloc technique (S) : 2 x 4 x 120 mm²
- * BT2 : Centrale électrique – Bloc technique (N) : 2 x 4 x 120 mm²
- * BT3 : Centrale électrique – ancien bloc technique(S) : 4 x 35 mm²
- * BT4 : Centrale électrique – SSLI (S) : 4 x 10 mm²
- * BT5 : Centrale électrique – SSLI (N) : 4 x 10 mm²
- * BT6 : Centrale électrique – Manche à vent centrale(S) : 3G16 mm²
- * BT7 : Centrale électrique – DREEM(N) : 4 x 16 mm²
- * BT8 : P1 – GLIDE (S) : 4 x 25 mm²
- * BT9 : P1 – Tour observation MTO (S) : 2 x 25 mm²
- * BT10 : P1 – SAOMA (S) : 2x 25 mm²
- * BT11 : P1 – RTILS QFU 06 (S) : 2 x 35 mm²
- * BT14 : P1 – Manche à vent QFU 06 (S) : 3G16 mm²
- * BT15 : Localizer – Manche à vent QFU 24(S) : 3G16 mm²
- * BT16: Localizer – RTILS QFU24 (S) : 2 x 35 mm²

- * BT17 : Centrale Electrique – Ferme solaire (S) : 4 x 35 mm²
(N : non secouru , S : secouru)

Nota : Les nombres et sections des conducteurs indiquées ci-dessus sont donnés à titre indicatif, il appartiendra à l'Entrepreneur de les vérifier et, éventuellement, les rectifier selon les besoins.

3.8.3 Réseau courants faibles

Il comprendra des liaisons réalisées par fibres optiques et par câbles multipaires à conducteurs en cuivre.

3.8.3.1 Liaison par câbles à fibres optiques " FO " à réaliser

Les nouvelles liaisons (à réaliser) par fibres optiques comprendront deux réseaux en boucle interconnectés.

- CF1 : Centrale Electrique ↔ Bloc technique ↔ VOR ↔ Glide ↔ Localizer ↔ SIGC ↔ Centrale Electrique.
- CF2 : Centrale électrique ↔ Ferme Solaire.

Chaque tronçon de la boucle sera réalisé au moyen d'un câble fibre optique à 12 brins minimum.

L'Entreprise définira, en fonction des équipements déjà installés d'une part et des signaux à transmettre et de la distance à parcourir d'autre part, les équipements nécessaires (descriptif technique détaillée à joindre). Elle fournira un bilan optique de chaque liaison avec le matériel proposé.

3.8.3.2 Liaison par câbles multipaires à conducteurs en cuivre

– Nouvelles liaisons (à réaliser) :

- CF3 : P0 ↔ ancien bloc technique : 2 x 7 paires
- CF4 : P0 ↔ SSLI : 2 x 7 paires
- CF4 : P0 ↔ Poste de livraison : 2 x 7 paires
- CF5 : P1 ↔ Glide : 2 x 7 paires
- CF6 : P1 ↔ RTILS 06 : 1 x 7 paires
- CF9 : P1 ↔ SAOMA : 1 x 7 paires
- CF10 : P2 ↔ Localizer : 2 x 7 paires
- CF11: P2 – RTILS 24 : 1 x 7 paires

3.8.4 Réseaux de tranchées, buses et caniveaux

Les différents types de câbles (HT, BT et CF) cités précédemment chemineront soit en tranchée, soit en buses, soit en caniveau.

a) Les tranchées

Elles seront de différentes profondeurs en fonction du type de câbles à installer :

- 1,00 m pour la HT ;
- 0,90 m pour la BT et les courants faibles situés en dehors des chaussées aéronautiques.

Les travaux consisteront en l'ouverture de la tranchée, la pose des câbles puissance et/ou courants faibles, la pose du câble d'équipotentialité de terre, la pose du grillage avertisseur et enfin la fermeture de la tranchée, avec le repérage des cheminements.

Nota :

- ✓ Les câbles à fibres optiques pourront être placés en tranchée avec un câble HT.
- ✓ Si deux câbles à fibres optiques d'une même boucle suivront le même parcours (ou 2 parcours en parallèle), ils chemineront dans deux tranchées distinctes séparées d'au moins un (01) mètre.
- ✓ Si des câbles sont rencontrés lors des fouilles des tranchées et qu'ils ne sont plus réutilisés ni laissés en attente, ils seront coupés et déposés.

b) Les buses

Les buses seront utilisées pour le passage de câbles sous les chaussées aéronautiques, les routes et pour l'entrée, dans les bâtiments.

Nota : En principe les passages busés et caniveaux nécessaires aux travaux du présent lot existent.

Dans le cas où l'ouvrage de traversée aurait subi des dégradations et sont inaccessibles, il reviendra au soumissionnaire la réalisation des travaux y afférents (il fera obligatoirement une proposition pour chaque ouvrage, chaque proposition sera accompagnée d'un descriptif technique ainsi que d'un devis chiffré détaillés afin de les soumettre à l'Administration), à savoir :

- Ouverture de la chaussée,
- Installation des nouvelles buses,
- Construction de regards,
- Pose des câbles,
- Remise en état de la zone de travaux et reconstitution à l'identique des chaussées aéronautiques et des routes cassées,

Nota : Pour l'entrée des câbles dans les bâtiments, des buses seront utilisées. A l'extérieur, les buses aboutiront obligatoirement dans un ou plusieurs regards (dissociation des types de réseaux).

Les travaux à réaliser pour les busages existants sont les suivants :

- Repérage des buses,
- Enlèvement des câbles non réutilisés ni laissés en attente,
- Nettoyage des buses,
- Réfection ou mise en place de nouveaux regards si ceux-ci n'existent pas,
- Pose des nouveaux câbles.

Afin d'éviter l'intrusion d'animaux à l'intérieur des buses, un bouchon de ciment maigre sera placé à chaque extrémité.

Il sera prévu un câble HT ou 3 câbles BT ou courants faibles par buse et des buses en réserve à raison d'une ou deux buses utilisées, une de réserve, trois ou quatre buses utilisées deux de réserve, etc..

c) Les caniveaux

Les caniveaux existants seront dans la mesure du possible réutilisés. Les travaux à réaliser sont les suivants :

- Repérage des caniveaux,
- Enlèvement des câbles non réutilisés,
- Nettoyage et remise en état du caniveau et des couvertures (couvercles de fermeture),
- Pose des nouveaux câbles et fermeture.

Si nécessaire, les caniveaux existants seront complétés par un nouveau réseau en fonction du cheminement des câbles.

Nota : Les tracés des câbles extérieurs portés sur les plans joints sont donnés à titre indicatif. Il appartiendra à l'Entrepreneur de les vérifier et les adapter en tenant compte de l'implantation réelle des installations et des données réelles du terrain (busages utilisables, zones inondables, routes, etc.).

3.9 PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

(Voir plan N° EB - BBO 14)

Le soumissionnaire devra la réalisation de la protection foudre des nouvelles installations et leur rénovation sur les installations existantes. Ces installations comprendront les bâtiments, les équipements et les différents réseaux.

Nota : L'Entreprise fera obligatoirement une proposition pour chaque ouvrage. Elle sera accompagnée d'un descriptif technique détaillé ainsi que d'un devis chiffré en détail avec tous les prix unitaires.

e) Bâtiments

Les prestations à prévoir consisteront à contrôler et, si nécessaire, compléter les protections foudre des divers bâtiments techniques y compris la centrale électrique.

Principe :

Tous les bâtiments techniques seront équipés d'une protection foudre et d'un réseau de mise à la terre. Ceux-ci seront constitués par :

- Un ou plusieurs paratonnerres assurant un maximum de couverture sur la zone à protéger,
- Un ceinturage haut du bâtiment par conducteur méplat de cuivre nu,
- Une ou plusieurs descentes de terre par conducteur méplat de cuivre nu avec barrette de contrôle et protection mécanique sur 2 mètres à partir du sol,
- Un ceinturage bas par conducteur de cuivre nu de 50 mm² de section, placé en fond de fouille du périmètre du bâtiment pour les nouveaux bâtiments et les extensions,
- Une connexion à la borne de terre placée dans le bâtiment,
- Une antenne à chaque angle par conducteur de cuivre nu de 25 mm² de section terminée par un piquet de terre.

La résistance de cette terre devra être inférieure à 1Ω avant raccordement.

Nota : L'Entreprise devra, après installation de la protection foudre, remettre en état le cas échéant les parties des bâtiments ayant subi des dégâts dus à ces travaux. Chaque proposition fera apparaître clairement cette remise en état avec un descriptif détaillé et un devis chiffré en détail. Si la proposition n'apparaît pas dans l'offre et que des travaux sont à réaliser, l'ASECNA se réserve le droit d'imposer ces travaux, et ceci sans supplément de prix.

f) Équipements

Tous les équipements neufs ou anciens réutilisés seront eux aussi protégés contre la foudre. Cette protection consistera en particulier en un raccordement à la terre de toutes les masses métalliques.

g) Réseaux

Tous les réseaux extérieurs seront protégés contre la foudre. Cette protection sera réalisée par :

- La mise en place dans toutes les tranchées d'un conducteur de cuivre nu 25 mm²,
- L'interconnexion de ces conducteurs de cuivre aux différents réseaux des bâtiments, ceci afin d'assurer une parfaite équipotentialité,
- La mise en place de parafoudres en amont et en aval des câbles assurant des liaisons extérieures.

h) Réseau d'équipotentialité des terres

Un nouveau réseau d'équipotentialité des terres sera installé. Il sera constitué d'un câble de cuivre nu 25 mm² reliant tous les bâtiments faisant partie de la distribution électrique de l'aéroport. Ce câble sera installé dans les tranchées HT, BT et courants faibles. Des piquets de terre seront installés à intervalles réguliers. Ce réseau servira aussi de protection contre la foudre.

3.10 DEPOSE DES INSTALLATIONS EXISTANTES

L'Entrepreneur devra la dépose de toutes les installations électriques existantes et non réutilisées à la seule exception des câbles en tranchées si ceux-ci ne sont pas rencontrés lors des fouilles des tranchées ou s'ils sont récents et laissés en attente ou en réserve.

En particulier, il aura à déposer :

- Les équipements mécaniques et électriques non réutilisés de la centrale électrique existante y compris les câbles,
- Tous les équipements HT, BT et C.F. des postes abandonnés,
- Les câbles anciens et non réutilisés des buses et caniveaux existants.

Les installations déposées seront mises en stock dans un endroit désigné par l'ASECNA.

4. SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

4.1 GENERALITES

Les équipements devront répondre :

- D'une part aux spécifications générales,
- D'autre part, aux spécifications particulières décrites ci-après pour chaque type d'équipement.

4.2 ÉQUIPEMENTS MECANIQUES

4.2.1 Généralités

a) Objet

Les spécifications ci-après concernant la fourniture de deux groupes électrogènes à démarrage automatique destiné à l'alimentation des besoins secourus ainsi que ses accessoires.

b) Textes de référence

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

c) Documentation

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

La documentation, les plans, les schémas, les croquis et les diagrammes seront fournis en langue française.

4.2.2 Groupes électrogènes

4.2.2.1 Généralités

Les groupes seront constitués chacun d'un moteur diesel entraînant un alternateur. Le démarrage du moteur est assuré par démarreur, électrique. Il est automatique dès qu'un défaut est constaté sur le réseau secteur. L'arrêt du groupe s'effectuera avec temporisation sur retour du secteur.

Le groupe pourra être commandé manuellement au niveau de la centrale électrique depuis le pupitre de commande, ou à distance (commande Marche / Arrêt) depuis le pupitre de la vigie.

Les textes de références sont :

Spécifications techniques relatives aux groupes électrogènes pour les installations fixes parues aux journaux officiels de la république Française.

Norme internationale ISO/WD 8528 relative aux moteurs à combustion interne.

Normes DIN et ISO pour les groupes électrogènes,

Normes UTE et CEI,

EN et CEI 60034 -1, 60034 -5 et 60034 - 22. - ISO 8528 – 3 « Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne. Partie 3 : alternateurs pour groupes électrogènes »,

Directive Basse Tension n° 2006/95/CE du 12 décembre 2006.

De plus, la génératrice, sont conçues pour être utilisées dans des groupes complets de génération d'énergie qui doivent satisfaire aux directives suivantes :

Directive Machine n° 2006/42/CE du 17 mai 2006,

Directive CEM n° 2004/108/CE du 15 décembre 2004 en ce qui concerne les caractéristiques intrinsèques des niveaux d'émissions et d'immunité.

4.2.2.2 Caractéristiques

a) Combustible

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

b) Puissance – Déclassement (voir les spécifications techniques générales).

La puissance minimum du moteur **en service continu** permettra, avec suralimentation, la fourniture aisée par l'alternateur de la puissance en PRP de **250 kVA sur site**.

Le taux de suralimentation ne devra pas être supérieur à 60 %.

c) Vitesse

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

d) Refroidissement

Le moteur sera refroidi par eau circulant en circuit fermé. Ce circuit inclura un radiateur ventilé, attelé au groupe. La circulation d'eau s'effectuera par une pompe entraînée par le moteur diesel.

Un thermostat intercalé dans ce circuit réglera le débit de la circulation d'eau pour maintenir la température sensiblement constante quelle que soit la charge.

L'huile de graissage devra conserver ses qualités, il sera prévu un radiateur d'huile.

Les moteurs électriques des radiateurs devraient être de classe de rendement premium(IE3) conformément à la norme IEC 60034-30.

e) Démarrage – Arrêt (voir les spécifications techniques générales)

Il sera prévu un système de démarrage électrique doublé (deux démarreurs électriques et deux ensembles chargeurs/batteries)

Une temporisation de 3 minutes après la commande d'arrêt sera prévue pour l'arrêt complet du groupe.

f) Délai de prise en charge

Le groupe électrogène sélectionné en prioritaire doit réassurer l'alimentation des $\frac{3}{4}$ de charges dans un délai inférieur à 12 s (si le groupe démarre à la première tentative). Pour obtenir un délai d'intervention de 12 s, le soumissionnaire devra déterminer les éléments ci-dessous :

- Le taux de suralimentation du moteur diesel,
- Le type et les caractéristiques du régulateur de vitesse du moteur diesel,
- Le type et les caractéristiques du régulateur de tension de l'alternateur,
- Le taux de surdimensionnement du moteur diesel. Ce taux sera au maximum de 25 % de la puissance secours (ESP Emergency Stand-by Power).

Le soumissionnaire présentera la note de calcul pour le choix du groupe électrogène en détaillant

les hypothèses et les caractéristiques des groupes électrogènes utilisés.

Il fournira en particulier :

- Le tableau donnant les capacités de prise en charge instantanée de la gamme constructeur dans laquelle le groupe électrogène a été choisi,
- La courbe de montée de charge du groupe électrogène retenu.

g) Préchauffage

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

- La liaison entre la ligne d'arbre et l'alternateur sera réalisée par un accouplement semi-élastique.
- Le régulateur de vitesse sera électronique.

h) Sécurités du groupe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

i) Tableau de bord

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

j) Constitution du bâti de groupe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

k) Caractéristiques du moteur (voir les spécifications techniques générales)

Type :	diesel à injection directe
Cycle :	4 temps
Disposition des cylindres :	en V ou en L
Vitesse moyenne des pistons :	inférieur à 8,5 m/s
Consommation en carburant :	inférieur à 190g/kWh

l) Accessoires montés sur le groupe

Voir les spécifications techniques générales. A noter :

- Régulateur de vitesse électronique.
- Radiateur ventilé (attelé)

m) Accessoires hors châssis

Voir paragraphe 4.2.5.

n) Insonorisation

La centrale groupes électrogènes devra respecter certaines mesures de traitement acoustique, qui sont assurées par la mise en place :

- De dispositifs antivibratiles de type silent-bloc,
- Des silencieux sur les conduits d'échappement,
- Des pièges à sons dans la gaine d'amenée d'air frais,
- Des pièges à sons dans la gaine d'extraction.

- De l'habillage des parois et du plafond du local, soit par panneaux acoustiques de 50 mm d'épaisseur à bords chanfreinés montés sur un quadrillage en tasseaux de bois, soit par bandes de laine minérale de 50 mm d'épaisseur isolées des voiles béton par une lame d'air et recouvertes d'un bardage en tôles ondulées d'aluminium perforé.
- Des portes d'accès personnel et matériel, conçues de façon telle qu'elle garantisse une atténuation phonique d'au moins 40 dBA. Les portes, par ailleurs, devront avoir un degré coupe-feu 1 heure.

Les divers moyens de protection mis en place doivent permettre un résultat dont la valeur ne dépasse pas l'émergence fixée par les prescriptions réglementaires de référence.

L'installateur sera chargé de mettre en place les équipements d'insonorisation pour obligation de résultat.

L'entreprise vérifiera sous sa seule responsabilité que ces dispositions garantissent les performances minimales fixées par la réglementation.

Bruit à 1 m (à 100% de charge) : inférieur à 80 dBA.

4.2.3 Alternateurs

- a) Généralités (voir les spécifications techniques générales)

La tension nominale en charge sera de 230/400 V.

- b) Puissance

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Le rendement à cosinus $\varphi = 0,8$ sera supérieur à 90%. La tension nominale sera de 230/400 V courant alternatif neutre sorti ; la fréquence sera le 50 Hz pour une vitesse de rotation du rotor de 1500 tr / minutes.

- c) Surcharge

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

- d) Variation de tension en régime établi

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

- e) Variation en régime transitoire

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

- f) Excitation – Régulation

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

- g) Préchauffage

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

- h) Surchauffe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.2.4 Armoires et coffrets liés au groupe

4.2.4.1 Armoires liées au groupe

Il sera prévu la fourniture et l'installation de trois armoires d'automatisme : une par groupe et une pour les auxiliaires communs et la gestion de l'ensemble de la centrale électrique.

Pour chaque groupe, Il sera prévu la fourniture et l'installation d'une armoire dite "d'automatisme" (ou armoire groupe).

Conditions générales de l'automatisme

L'automatisme pilotant l'installation sera réalisé sur des automates programmables industriels. Le matériel choisi devra être robuste et fiable dans une gamme de produit ouvert. Les automates propriétaires ne seront pas acceptés.

Les programmes des automates seront remis en fin de travaux dans les DOE. L'accès aux programmes sera verrouillé par un code d'accès mais les codes seront transmis au maître d'ouvrage.

Les automates mis en place devront permettre un remplacement de l'automate et un chargement rapide du programme et des réglages.

Le programme commenté sera remis dans les DOE.

Les valeurs des réglages en fin de travaux seront remises dans les DOE.

Les armoires suivantes seront installées dans le local supervision/contrôle-commande :

- Une armoire de contrôle-commande par groupe électrogène, équipée d'un automatisme de démarrage et de gestion des sécurités,
- Une armoire partie commune, équipée d'un automate pour la gestion du fonctionnement d'ensemble de la centrale,

Du délestage/relestage est nécessaire pour :

- Moduler la puissance fournie par la source solaire afin tenir compte du taux de charge du groupe électrogène
- Limiter l'impact de charge au démarrage et gérer les installations à secourir en fonction de la puissance disponible des groupes électrogènes.

La gestion du délestage est dynamique. Un algorithme assure la gestion des niveaux de priorité selon la puissance disponible.

Pour chaque départ est affecté un niveau de priorité et une puissance théorique. Lorsque le départ est équipé d'une centrale de mesure, la puissance est calculée dynamiquement.

Le délestage/relestage sera réalisé au niveau des TGBT par le pilotage des disjoncteurs motorisés.

Lors d'un fonctionnement en secours, l'interface permet de mesurer la puissance instantanée consommée. Avec ces informations, l'automate de délestage ajuste le nombre des sous source solaires et des départs à réenclencher jusqu'aux seuils limités préétablis, en fonction du niveau de priorité et de la puissance disponible.

La finalité de cette gestion dynamique est de pouvoir éviter qu'un groupe électrogène fonctionne en dessous de 40% de puissance nominale et assurer la réalimentation d'un maximum de récepteurs prioritaires en fonction de la puissance disponible des groupes électrogènes au besoins.

Les groupes électrogènes sont dimensionnés pour assurer une redondance 100 % : en cas de défaillance ou de perte d'un groupe, le groupe électrogène restant doit pouvoir réalimenter l'ensemble des installations prioritaires.

Le dispositif d'automatisme devra répondre aux conditions ci-après :

a) Surveillance secteur

Le secteur sera considéré en défaut lorsque les variations de tension sur une phase sont supérieures à $\pm 7\%$ de la tension nominale (BT) ou lorsque les variations de fréquence sont supérieures à $\pm 5\%$. Toutefois, les relais de détection de ces défauts seront réglables dans une fourchette de 0 à $\pm 20\%$.

b) Démarrage des groupes

Le démarrage du groupe choisi prioritaire est assuré par un double système électrique fonctionnant en secours mutuel, chacun d'eux pouvant être sélectionné soit en normal, soit en secours, depuis le pupitre de commande de la salle de commande/contrôle de la centrale.

Sur défaut secteur ou commande manuelle depuis le pupitre de commande, le groupe choisi prioritaire est sollicité. En cas de non démarrage, il est procédé à une seconde tentative, puis à une troisième. En cas d'insuccès, le défaut "non démarrage" est affiché, et le second groupe, s'il est disponible, est démarré suivant les mêmes séquences.

c) Temps de prise en charge

Sur défaut secteur, le groupe électrogène doit réassurer l'alimentation des besoins dans un délai **inférieur à 12 secondes à 3/4 de charge** s'il est sélectionné en automatique.

d) Arrêt des groupes

Sur le retour du secteur aux conditions normales, la charge sera transférée sur le secteur dans un délai d'une (01) minute minimum, et le groupe en service s'arrêtera après un délai de fonctionnement à vide de 3 minutes. Ces deux temporisations seront toutefois réglables de 0 à 5 minutes.

Exécution générale

- i) Pour chaque groupe, il sera prévu une armoire réalisée en tôle d'acier pliée avec armature en fers profilés munie de portes ouvrant vers l'avant, fermant à clé et munie d'un bandeau fixe supportant toutes les signalisations. Le degré de protection demandé sera au minimum IP 547.
- j) A l'intérieur de l'armoire, les matériels seront montés sur châssis.

Tous les appareils, toutes les bornes et toute la filière seront accessibles par l'avant et repérés par des étiquettes inaltérables et imperdables.

Les passages des câbles s'effectuent par le bas.

Les borniers "auxiliaire" et "contrôle" seront distincts.

Équipements des armoires

Tous les équipements suivants seront regroupés dans chaque armoire, à savoir :

- L'asservissement du régulateur,
- L'automate et tout le relayage de fonctionnement et de signalisation propre au groupe et à ses accessoires,
- L'alimentation continue nécessaire à l'automatisme du groupe (automate et éventuellement relayage) ainsi que les appareillages nécessaires à son secours,

– Les différents borniers :

- mesure,
- circuits commandes et contrôles allant vers le pupitre des groupes,
- circuits allant vers d'autres équipements (capteurs, ...).

Toutes les liaisons extérieures à l'armoire seront raccordées sur bornes.

Dans chaque armoire groupe, l'automate et éventuellement le relai associé (propres à chaque groupe) auront une alimentation en courant continu qui leur sera spécifique. Cette dernière sera **indépendante** de celle alimentant les batteries de démarrage du groupe. De plus ces alimentations seront secourues par le chargeur batteries doublé situé dans la salle énergie.

Signalisation

Le bandeau de l'armoire sera muni des signalisations suivantes :

- Marche groupe,
- Défaut groupe,
- Groupe en débit,
- Défauts accessoires.

4.2.4.2 Coffret lié au groupe

Ce coffret sera placé sur le châssis de chaque groupe, près de l'alternateur. Le degré de protection demandé est au minimum IP 547.

Ce coffret regroupera toutes les liaisons de puissance et de contrôle issues du groupe.

Ce coffret comportera des borniers repérés. De même, le câblage sera repéré.

Tous les câbles entreront dans le coffret à travers des presse-étoupes.

Le coffret sera dimensionné de manière à ce qu'une éventuelle intervention se fasse aisément et servira entre autres au démarrage en ultime secours du groupe électrogène.

4.2.5 Accessoires des groupes électrogènes

4.2.5.1 Stockage du combustible

Pour mémoire :

Pour l'ensemble des groupes, il sera installé deux citernes double enveloppes de stockage enterrées à l'extérieur du bâtiment centrale électrique et d'une capacité unitaire de 10 000 litres.

Chacune sera équipée de :

- Deux trous de visite dont un seul sera équipé,
- Divers raccords : remplissage, évènement, aspiration, retour trop plein, etc.,
- Une jauge électromagnétique avec lecture à distance type cadran, ramenée dans la salle de contrôle et commande,
- Une mise à la terre réglementaire,

- Une vanne d'arrêt sur canalisation d'aspiration ("vanne pompier") avec renvoi jusqu'à un coffret de commande,
- De la tuyauterie de remplissage avec raccord et bouchon standard dans la localité,
- De la tuyauterie d'évent pare-étincelles,
- De la tuyauterie d'aspiration avec crépine et celle de retour,
- Un limiteur de remplissage,
- Un filtre.

En complément de ces équipements, la fourniture et l'installation d'une pompe de transfert permettant de transvaser une citerne dans l'autre est prévu. Cette pompe aura un débit minimum de 4 m³/h.

4.2.5.2 Circuit à combustible

Il sera prévu deux unités indépendantes pour les groupes comprenant chacune :

- Un réservoir journalier de 250 litres monté sur une chaise placée au-dessus d'un bac de rétention,

Un bac de rétention de 300 litres monté sur pied (minimum 10 cm) pour les deux réservoirs journaliers.

Les réservoirs, en tôle acier, seront équipé chacun de :

- une jauge visuelle,
- un évent,
- un raccord trop plein,
- une vanne de vidange,
- des capteurs de niveau (haut, bas, très bas).

Le bac de rétention, en tôle acier, sera équipé de :

- une vanne de fond de bac,
- un capteur de niveau (alarme).

De plus, chaque système comprendra les équipements complémentaires ci-après :

- une pompe électrique pour le remplissage automatique,
- une pompe manuelle de remplissage de secours,
- une vanne de 3 voies pour le choix des pompes,
- un clapet anti-retour,
- une vanne police,
- un filtre adapté.

Toutes les canalisations entre éléments sont à fournir ainsi que celles reliant chaque unité aux citernes enterrées et celles allant à chaque groupe.

La tuyauterie aboutissant au groupe sera terminée par un tuyau souple et armé.

4.2.5.3 Dispositif de refroidissement

Le moteur de chaque groupe sera équipé d'un système constitué par :

- un (01) dispositif de refroidissement par radiateur attelé, équipé d'un ventilateur pulsant l'air sur les faisceaux du radiateur,
- un (01) vase d'expansion équipé de contrôle de niveau pour sécurité et alarme "manque d'eau",
- un (01) jauge de niveau du liquide de refroidissement,
- un (01) régulateur de température ou une vanne thermostatique sur le circuit "d'eau".

Le radiateur sera du type à faisceau, largement dimensionné afin d'abaisser la température d'au moins 10 degrés à la charge maximum du moteur du groupe.

Le ventilateur soufflant sera en prise directe sur le moteur électrique.

Le moteur électrique sera de classe d'isolation H, d'indice de protection IP54 et de rendement premium(IE3) conformément à la norme IEC 60034-30.

La circulation de l'eau s'effectuera par une pompe entraînée par le moteur diesel.

4.2.5.4 Dispositif pour la distribution d'huile

Pour l'ensemble de la centrale, un système d'huile sera fourni afin d'obtenir les critères suivants :

- Un réservoir d'huile d'une capacité de 200 litres, permettant d'alimenter l'un quelconque des moteurs Diesel. Ce réservoir sera équipé de :
 - une vanne de remplissage,
 - une vanne d'alimentation,
 - un évent,
 - une visualisation du niveau,
 - une pompe de remplissage équipée d'un tuyau flexible d'une longueur de 3 m pour l'aspiration et d'une canne plongeuse raccordée à une tuyauterie fixe. De celle-ci et à chaque moteur on disposera une vanne un raccord simple,
 - une pompe à main d'alimentation.
- Un bac de rétention d'huile d'une capacité de 500 litres.

Nota : Afin de permettre la récupération des différents fluides qui pourraient se trouver dans les différents caniveaux, deux mesures seront prises :

- tous les caniveaux fluides auront une pente dirigée vers la sortie du caniveau,
- un regard extérieur de récupération des fluides sera prévu en bordure du bâtiment.

4.2.5.5 Dispositif d'échappement

Les équipements suivants seront fournis pour chaque groupe :

- une manchette flexible de raccordement au moteur,
- un silencieux du type résidentiel (atténuation 29 dbA minimum) disposé horizontalement et suspendus anti-vibratiles,

- un conduit vertical et guidages anti-vibratiles ; une chaise murale de fixation avec amortisseurs de vibration,
- un fourreau de traversée et jupe de protection,
- protection pare-pluie, etc.,
- un calorifugeage des conduits d'échappement.

Nota : l'échappement dépassera la toiture du bâtiment centrale électrique et sera terminé par un système assurant une protection contre la pluie et les effets du vent.

4.2.5.6 Chargeurs et batteries

Deux ensembles chargeur/batteries redondants seront prévus pour le démarrage de chaque groupe.

Les batteries d'accumulateurs seront placées sur le châssis au niveau de l'alternateur côté opposé à la sortie du câble.

Elles seront montées sur un support métallique. Elles devront être facilement déplaçable après déconnexion des câbles.

La capacité de chaque jeu de batteries sera prévue pour prendre en compte 10 tentatives de démarrage.

Les chargeurs fourniront du 24 volt possédant des circuits d'alimentation indépendants. Ils seront incorporés à l'armoire de groupe.

Ils seront équipés chacun d'un voltmètre et d'un ampèremètre pour contrôler la charge des batteries et de voyants de défaut.

Une information de tension très basse batterie sera signalée au pupitre de commande et de contrôle.

Nota : Ces chargeurs seront indépendants d'une part de celui de l'automatisme de l'armoire groupe et d'autre part de celui utilisé pour les télécommandes, les télésignalisations et le synoptique lumineux.

4.2.6 Canalisations, peinture et isolation

4.2.6.1 Canalisations

Toutes les canalisations pour les fluides de la centrale seront en tube acier.

Tous les raccordements de tuyauteries seront filetés au pas du gaz ou soudés. Ils devront être démontables par tronçons et raccordés par jonction type union.

Toutes les vannes seront d'un modèle à quart de tour. Elles seront en laiton, en bronze ou équivalent.

Toutes les vannes, les clapets, les bouchons seront montés vissés.

Dans les caniveaux, toutes les canalisations seront posées et fixées sur des supports métalliques.

Toutes les canalisations et la robinetterie seront peintes.

4.2.6.2 Peinture

k) Extérieure

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

l) Intérieure ou extérieure

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

m) Choix des teintes

Le choix de la teinte pour chaque équipement sera retenu par l'Administration sur proposition d'un nuancier.

Dans l'offre de l'Entrepreneur, les couleurs devront être définies. La couleur de certains équipements pourra être maintenue dans leur teinte d'origine (version standard du constructeur) après acceptation.

4.2.6.3 Repérage des canalisations

Toutes les canalisations des installations précitées, visibles ou en caniveau seront peintes aux couleurs conventionnelles fixées ci-après :

A. Principe de repérage

- Eau naturelle : vert
- Gas-oil : bleu foncé
- Gas-oil (retour interne) : bleu foncé avec anneaux bruns
- Air : bleu clair
- Huile : jaune

Les anneaux seront placés :

- au départ et à l'arrivée des vannes et pompes,
- au départ et à l'arrivée du moteur,
- à 1,50 m de hauteur sur les parcours verticaux,
- tous les mètres sur les parcours horizontaux,
- à proximité des purgeurs.

Des flèches seront peintes sur les canalisations tous les mètres afin d'indiquer le sens de circulation du fluide.

Toutes les tuyauteries de la centrale seront :

- peintes avec une couche de peinture antirouille et deux couches de peinture de la teinte fondamentale fonction de la nature du fluide véhiculé,
- repérées par groupes d'anneaux colorés en fonction de la qualité du fluide.

Les vannes seront peintes de la couleur de la teinte fondamentale du circuit dans lequel elles sont intégrées.

4.2.6.4 Insonorisation

L'ensemble des installations mécaniques sera traité de manière à reproduire le niveau sonore le moins élevé possible et dans tous les cas, inférieur à 80 décibels, avec élimination des ultrasons, à 10 mètres à l'extérieur du bâtiment.

4.2.7 Essais du groupe électrogène

4.2.7.1 Généralités

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.2.7.2 Essais concernant le moteur

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Le réglage et les essais tiendront compte des conditions climatiques d'utilisations précisées ci-avant.

4.2.7.3 Essais concernant l'alternateur

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.2.7.4 Essais concernant le groupe électrogène et ses accessoires

- Essais en charge : pour mémoire voir les spécifications techniques générales.
- Contrôle des séquences de démarrage et d'arrêt: pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.2.7.5 Essais de l'armoire de commande et contrôle des groupes

(Voir les spécifications techniques générales)

Chaque armoire (une par groupe) sera contrôlée avec le groupe électrogène.

Nota : Afin de permettre un réglage précis des armoires sur le site, **un appareil type générateur de fréquences et de tensions** (avec les gammes de tensions et de fréquences adéquates) ou tout autre type d'appareil sera fourni par l'Entreprise.

4.3 EQUIPEMENTS SOLAIRES

4.3.1 Générateur Solaire et leurs Accessoires

4.3.1.1 Généralités

Les spécifications ci-après concernent la fourniture et l'exécution d'installation des systèmes de générateurs solaires photovoltaïques pour atteindre un niveau minimal de qualité et satisfaire les prestations demandées dans les présentes Spécifications Techniques Particulières (STP), notamment en matière de sécurité et de fiabilité.

Les spécifications se rapportent à la fourniture et à l'installation :

- **de modules photovoltaïques,**
- **des onduleurs photovoltaïques,**
- **des onduleurs hybrides**
- **des accessoires nécessaires à la réalisation**

Textes de référence

La fourniture et l'installation doivent s'effectuer selon les règles de l'art, en harmonie avec les normes de l'industrie photovoltaïque et les normes relatives aux installations électriques basse tension et leurs guides d'application.

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

- des matériels et équipements contre toute détérioration éventuelle due à des causes extérieures telles que cyclones (vent de sable, poussière, pluie, grêle), dégâts des eaux, foudre, etc. ;
- contre toute fausse manœuvre éventuelle de l'utilisateur ou contre tout défaut de fonctionnement inopiné qui pourrait entraîner une détérioration prématurée ou Irréversible des matériels ou équipements tels que court-circuit, inversion de polarité, déconnexion batterie ;
- des usagers contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, en particulier dû à des batteries ou aux l'onduleurs ;
- des bâtiments contre tout risque d'incendie accidentel dû à des défauts de fonctionnement ou de protection de l'installation.

La fourniture et l'installation doivent répondre aux exigences des principales normes applicables ci-dessous :

- NF EN 50380 (C 57-201) : Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques ;
- NF EN 61215 Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation ;
- NF EN 61730-1 (C 57-111-1) : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : Exigences pour la construction ;
- NF EN 60269-1-6 : Fusibles basse tension - Partie 6 : Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque ;
- NF EN 50521 : Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais ;
- NF EN 60947-1-2-3 : Appareillage basse tension – Partie 1 : Règles générales – Partie 2 : Disjoncteurs – Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles ;
- NF EN 61730-2 (C 57-111-2) : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2 : Exigences pour les essais ;
- UTE C 15-712-2 "Installations photovoltaïques autonomes non raccordées au réseau public de distribution avec stockage par batterie" ;
- UTE C 32-502 Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques ;
- UTE C 61-740-51 : Parafoudres basse tension – Partie -51 : Parafoudres connectés aux installations de générateurs photovoltaïques - Exigences et essais
- UTE C 61-740-52 : Parafoudres basse tension - Parafoudres pour applications spécifiques incluant le courant continu - Partie 52 : Principes de choix et d'application - Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques

- NF C 58-510 Batteries d'accumulateurs au plomb destinées au stockage de l'énergie électrique d'origine photovoltaïque.
- CEI 61247 (Accumulateurs pour les systèmes photovoltaïques (SPV) – Exigences générales et méthodes d'essais) ;
- EN 50272-2 (Règles de sécurité pour les batteries et les installations de batteries) ;
- NF EN 61173 : Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie ;
- NF EN 62509 Contrôleurs de charge de batteries pour systèmes photovoltaïques - Performance et fonctionnement ;
- Norme U.T.E C 61 740-51 : Parafoudres connectés aux installations de générateurs photovoltaïques ;
- CEI 60364-7-712 : Installations électriques dans le bâtiment – Partie 7-712 Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV) (mai 2002) ;

Garantie

Les durées de garantie pour certains matériels seront au minimum de :

- modules photovoltaïques : 20 ans ;
- supports de modules : 20 ans ;
- batteries : 10 ans ;
- régulateurs : 10 ans ;
- onduleurs : 15 ans ;

Ces garanties devront porter sur le matériel,

4.3.1.2 Modules photovoltaïques

Caractéristiques

Les modules photovoltaïques devront avoir, au minimum, les caractéristiques décrites ci-après :

- résister aux conditions ambiantes climatiques locales :
 - Température : - 10° à + 85°C ;
 - Humidité relative : jusqu'à 100% ;
 - Vent : Vitesse maximale enregistrée sur le site ;
- toutes les caractéristiques électriques des modules seront précisées par le soumissionnaire ;
- ils devront satisfaire à la norme CEI 61215 (modules au silicium cristallin) et également aux spécifications des essais d'un laboratoire européen agréé type JRC ISPRA ou ESTI ;
- les cellules photovoltaïques seront en silicium cristallin polycristallin. Les cellules seront protégées par un sandwich face avant en verre trempé et face arrière en tedlar ou verre trempé et **seront traités anti-éblouissants pour l'usage aéroportuaire.**

- la plage de tension délivrée par les modules devra être adaptée à l'usage notamment en présence de température de jonction élevée ;
- la tension nominale des modules photovoltaïques sera de 24V (modules avec 72 cellules photovoltaïques) ;
- la puissance minimale de sortie des modules devra être garantie pendant une durée mini de 20 ans. Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10% ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés dans les spécifications du JRC ISPRA "CCE n° 503" implique l'échange des modules concernés, étant bien entendu que l'intérêt porté sur le photovoltaïque se justifie dans la durée ;
- le soumissionnaire devra mentionner la (les) durée(s) de garantie des modules (caractéristiques électriques, durée de vie technique) ;
- tous les modules proposés par le soumissionnaire devront être identiques ou interchangeables. Si les modules nécessitent un cadre pour leur fixation, celui-ci devra être en aluminium anodisé ou acier inoxydable ;
- les bornes seront en nombre suffisant pour permettre les reprises de câblage nécessaire pour les arrangements série/parallèle ainsi que l'utilisation de diodes ou tout autre moyen de protection quand cela s'avère nécessaire. La polarité des bornes devra être clairement identifiée.

Interconnexion des modules

Boîtier de raccordement :

Le boîtier permettra de faire le raccordement plusieurs branches (string).

La séparation des branches entre elles sera assurée par une diode en série (diode anti-retour) sur chaque branche. Elle sera choisie pour ses caractéristiques de faible chute de tension directe (0,4V max).

En outre, de manière à protéger les modules photovoltaïques contre les risques liées à la présence de courant inverse dans les modules, il y a lieu de prévoir (si les conditions l'exigent) des fusibles de protection des chaînes de modules photovoltaïques (cas où les diodes anti retour seraient défectueuses et passantes ; diodes assurant une protection d'ordre fonctionnelle mais pas de sécurité des biens).

Les boîtes de raccordement seront situées à l'intérieur du local dédié shelter technique solaire à fournir.

Les boîtes situées à l'extérieur devront être facilement accessibles pour la maintenance, à savoir entre 1,50m et 1,80m de hauteur.

Les boîtes de jonction situées à l'extérieur auront un indice de protection minimum IP 55 ;

Choix d'une enveloppe non propagatrice de la flamme ;

Disposition pour éviter tout phénomène de condensation ;

Disposition de dispositif de protection contre la foudre ;

Disposition d'un système permettant la mesure en court-circuit, sur chaque branche, des panneaux en toute sécurité et sans détérioration des bornes ;

Un interrupteur bipolaire général en sortie de chaque boîte de jonction ;

Disposition pour éviter tout mauvais contact électrique (utilisation de borniers à cages à ressorts de préférence) ;

Disposition de telle sorte que les risques de court-circuit entre différentes polarités soient improbables (exemple : séparation physique des portes fusibles (ou borniers) positifs et négatifs avec isolation appropriée) ;

Utilisation de la classe II ou par isolation équivalente ;

Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ;

Conformité aux normes de la série NF EN 61 439 ;

Les entrées et sorties de câbles se feront par presses étoupes situés en dessous des coffrets.

Connecteurs :

Les connecteurs serviront aux câblages des modules photovoltaïques, des onduleurs, régulateurs, etc. Ils devront être conformes à la NF EN 50521 pour garantir la qualité de la connexion et limiter les risques d'arc électrique pouvant créer des incendies, chaque couple de connecteurs mâle/femelle à assembler doit être de même type et même marque.

Caractéristiques techniques :

- tension nominale : 1000 V AC/DC ;
- tension nominale de choc : 6 kV ;
- courant nominal : 30 A ou 19 A à 85°C ;
- degré de pollution : 3 ;
- résistance de contact : $< 2 \text{ m}\Omega$;
- indice de protection : IP68 ;
- classe de protection : II ;
- plage de température : -10 °C à +105 °C ;
- indication de polarité : la polarité indiquée sur chacun des connecteurs ;

Etiquetage sur la partie D.C

Toutes les boîtes de jonction et canalisations D.C. devront porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes peuvent rester sous tension même après sectionnement de l'onduleur coté continu.

Essais sur les modules photovoltaïques

Tous les essais seront réalisés seuls ou en totalité dans le cadre de la qualification des produits photovoltaïques conformément aux normes en vigueur (voir document de référence). Ces essais ayant pour but de vérifier que le matériel répond aux spécifications imposées par le présent Cahier des STP seront effectuées aux frais et sous l'entière responsabilité de l'entreprise.

Essais initiaux

- examen visuel ;
- détermination de la puissance maximale ;

Essais climatiques

- essai de cycle thermique ;
- essai d'humidité ;
- essai de chaleur humide ;
- essai de conditionnement aux UV ;

Essais mécaniques

- essai de susceptibilité aux rayures ;
- essai de choc ;
- essai de grêle ;
- essai de charge mécanique ;
- essai de robustesse des sorties ;

Essais électriques et photoélectriques

- essai d'isolement en milieu sec et humide ;
- essai de continuité à la masse ;
- essai tension d'impulsion ;
- mesure des coefficients de température ;
- puissance à faible irradiance ;
- essai de tenue à l'échauffement localisé ;
- exposition prolongée à un rayonnement lumineux ;
- essai en température ;
- mesure de la température nominale d'utilisation des cellules (NOCT) ;
- performance à STC et NOCT ;
- essai d'exposition en site naturel ;
- essai thermique de diode Bypass ;

4.3.1.3 Structures supports

Généralités sur les structures

Les modules seront assemblés sur des structures généralement métalliques porteuses qui seront ensuite fixées sur le site d'installation prévu au sol.

Ces structures d'assemblage et de support des modules (aussi appelées châssis) seront étudiées pour résister aux conditions climatiques extrêmes locales. Elles seront réalisées de manière à ce que la planéité du champ de modules soit respectée et à ce que les eaux de pluies ne puissent s'y accumuler.

Toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées dans un (des) matériau(x) résistant(s) à la corrosion du type aluminium ou acier inoxydable. On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique.

La fixation des modules sur les structures sera conçue de façon à gêner les tentatives éventuelles de vol des modules ; en particulier, la visserie utilisée sera de type antivol ou à tête complexe dont les caractéristiques seront précisées par le soumissionnaire.

Si les modules sont placés verticalement sur leur structure, la boîte de connexion devra se situer dans la partie haute.

Installation des modules au sol :

Les structures seront sérieusement ancrées à l'aide de systèmes de fixation résistant à l'arrachement et à la corrosion.

L'installateur veillera à ce que le point le plus bas de l'ensemble constitué par les modules et leurs supports soit au moins à 100 cm du sol.

L'installateur devra fournir une note de calcul structure (y compris ancrage au sol) validée par le constructeur de la structure ou par un bureau de contrôle technique.

4.3.2 Onduleurs injections réseaux

Les onduleurs auront pour rôle de convertir le courant continu de l'énergie photovoltaïque en courant alternatif, ces onduleurs seront sans système intégré de rechange des batteries.

Caractéristiques :

Puissance nominale	< ou = 50kVA
Tension d'entrée CC	520V à 800V DC avec un maximum (MPP) de 1100V et un minimum de 200V
Tension de sortie AC	3 x 230 / 400 V ($\pm 20\%$) ; 3 / PE ou 3 / N / PE
Forme de la tension des sorties AC	sinusoïdale pure
Fréquence de sortie	50 Hz $\pm 1\%$
Taux de distorsion en sortie	inférieur à 4%
Rendement quel que soit le niveau de charge	supérieur à 92%
Température ambiante de fonctionnement	0 à 55°
Bruit (émission sonore)	inférieur à 46 dB à 10 mètre
Protection anti-retour de puissance	Interne
Garantie	15 ans

- possibilité de raccordement en parallèle ;
- possibilité de raccordement de plusieurs entrées branches (String) en MPPT ;
- contacts multifonction programmable ;
- répartition de la puissance réglable ;
- protection contre surtempérature et surcharge ;

- protection contre les court-circuits ;
- protection contre une polarité inversée ;
- dans le cas où les valeurs sont paramétrées lors de la mise en service, celles-ci doivent être sauvegardées en cas de coupure de l'alimentation de l'onduleur (il n'est pas admis que les valeurs paramétrées soient remplacées par les valeurs "sortie usine" après remise sous tension de l'onduleur).

Essais sur les onduleurs photovoltaïques

Tous les essais et contrôles indiqués ci-dessous peuvent être réalisés seuls ou en totalité dans le cadre de la qualification des produits photovoltaïques. Ces essais ayant pour but de vérifier que le matériel répond aux spécifications imposées seront effectuées aux frais et sous l'entière responsabilité de l'entreprise.

Inspection Visuelle :

- défaut apparent ;
- disponibilité des différents ports de connexion ;
- écran LCD d'affichage ;
- connexion masse métallique à la terre ;

Conversion d'énergie

- plage de tensions de/vers batteries ;
- seuils des tensions de démarrage/arrêt ;
- plage de tensions et de courant MPP ;
- signalisations (visuelles et sonore) liées aux paramètres.

Rendements

- rendement MPPT (conversion CC/AC) ;
- rendement (conversion CC/CC) ;
- rendement de conversion statique ;
- rendement Total

Paramètres de fonctionnement

- temps de démarrage et connexion ;
- temps de décharge des condensateurs DC ;

- temps de déconnexion sur perte de l'alimentation DC ;
- temps de déconnexion sur fonctionnement hors plages DC ;
- consommation en veille (ou standby) ;
- comportement à l'ombrage ;
- plage de tension réseau ;
- plage de fréquence réseau ;
- amplitude basse de tension suite coupure réseau ;
- précision des données affichées ;
- précision des données monitorées.

Sécurité du fonctionnement

- comportement (déconnexion, arrêt, limitation en puissance) de l'onduleur face aux paramètres hors tolérances.
- temps de déconnexion pour des valeurs de tension/fréquence en dehors des plages requises ;
- tension résiduelle (coté AC) suite coupure réseau ;
- courant de fuite (coté DC) ;
- formes du signal de tension (coté DC) ;
- défaut d'isolement ;

Qualité du signal de tension

- facteur de puissance ;
- harmoniques de courant ;
- tHD courant ;
- taux courant DC injecté sur le réseau ;

Aspects thermiques

- caractéristiques à températures extrêmes ;
- comportement à température élevée ;

4.3.3 Onduleurs hybrides

Les onduleurs hybrides à fournir et installer devront être modulaire et avoir, au minimum,

les caractéristiques techniques suivantes :

Tension d'entrée AC	230 V $\pm$ 10 % (paramétrable à $\pm$ 15 %)
Tension de sortie AC	230 V $\pm$ 1 % monophasé
Forme de la tension des sorties AC	sinusoïdale pure
Fréquence d'entrée	50 Hz $\pm$ 10 %
Fréquence de sortie	50 Hz $\pm$ 1 %
Taux de distorsion en sortie	Inférieur à 4%
Rendement quel que soit le niveau de charge	Supérieur à 92%
Plage de tension d'entrée CC	38 – 66 V
Fonction Chargeur	Chargeur de batterie régulation automatique intégré avec compensation en température
Tensions de sortie CC	Plusieurs niveaux en fonction de niveau de charge des batteries
Température ambiante de fonctionnement	0 à 55°
Protection anti-retour de puissance	Interne
garantie	15 ans

- reconnaissance automatique de consommateur ;
- possibilité de régler la reconnaissance de charge en mode veille à partir d'une valeur basse dans une large plage ;
- possibilité de raccordement en parallèle ;
- contacts multifonction programmable;
- répartition de la puissance réglable ;
- relais de commutation rapide ;
- protection contre les décharges profondes ;
- Déconnexion en cas de surtension de la batterie ;
- protection contre surtempérature et surcharge ;
- protection contre les courts-circuits ;

- protection contre une polarité inversée ;
- consommation à vide inférieure à 1% de puissance nominale ;
- le réglage du seuil bas de mise en veille devra être compatible avec les équipements électriques utilisés. En présence de récepteurs équipés d'une régulation électronique (exemple : appareils de froid), la mise en veille (standby) de l'onduleur doit pouvoir être inhibée ;
- dans le cas où les valeurs sont paramétrées lors de la mise en service, celles-ci doivent être sauvegardées en cas de coupure de l'alimentation CC de l'onduleur (il n'est pas admis que les valeurs paramétrées soient remplacées par les valeurs "sortie usine" après remise sous tension de l'onduleur) ;
- en cas de court-circuit survenant en aval d'onduleur, il est probable que l'électronique de l'onduleur le mette en sécurité plus rapidement que par déclenchement du dispositif de protection contre les surintensités (disjoncteur ou fusible). Il est alors nécessaire d'acquitter le "défaut onduleur". Pour ce faire, un dispositif d'acquiescement "défaut onduleur" par "bouton poussoir" doit être accessible au personnel de maintenance qu'il puisse remettre en service l'onduleur. Dans le cas où la technologie de l'onduleur ne permet pas d'acquiescement un "défaut onduleur" via un bouton poussoir, les consignes de remise en service devront être clairement notifiées sur un document plastifié et affiché dans le local technique ;
- lors de la remise de son offre, l'Entreprise devra préciser le dispositif prévu pour acquiescement un "défaut onduleur".

4.4 ÉQUIPEMENTS ELECTRIQUES

4.4.1 Équipements Haute tension

4.4.1.1 Généralités

Ces spécifications concernent les équipements HT relatifs au transport de l'énergie vers la centrale et à la distribution de celle-ci aux installations techniques de l'aéroport.

Le transport de l'énergie vers la centrale se fera en 15 kV – 50 Hz.

La distribution électrique HT sera réalisée en 5,5 kV ou 3,2kV – 50 Hz.

4.4.1.2 Spécifications générales des cellules HT

(Voir les spécifications techniques générales)

4.4.1.3 Caractéristiques

Caractéristiques essentielles

Elles répondront aux normes CEI 62271-200 et guides UTE y relatifs.

Continuité de service : LSC2B - PM ;

Calibre jeu de barre : 400 A ;

Tension de service : 20kV ou 5.5kV ou 3,2kV.

Tension d'isolement : 24 kV ou 6.6kV ;

Courant de court-circuit : 12,5 kA efficaces/1 seconde ;

Toutes les cellules doivent avoir une tenue à l'intensité de l'arc interne supérieure ou égal au courant de court-circuit pendant 1 seconde et rejeter les gaz loin de l'opérateur avec évacuation par les cotés;

Coupure dans le SF6 ou dans le vide: interrupteur et disjoncteur ,

Coupure dans l'air ou le SF6 : sectionneur,

Architecture 3 positions (Ouvert / fermé et mis à la terre)

Transformateur de tension : secondaire 100/1,

Parafoudre variable : jeu de trois,

Commutateur de voltmètre à 4 positions,

Coupe circuit à haut pouvoir de coupure (H.P.C.) type: SOLEFUSE,

Bloc de contacts auxiliaires pour tous les appareils de protection et de manœuvre,

Transformateur à simple ou double enroulement - rapport du secondaire : 5 A,

Caisson basse tension,

Armement des éventuels disjoncteurs motorisés,

Platine de point neutre et relais de surveillance, si nécessaire,

Relais homopolaires à temporisation et seuil réglables du type wattmétrique,

Relais de déclenchement à temporisation et seuil réglables,

Serrures de sécurité à barillet,

Dispositif de condamnation par cadenas,

Plage de raccordement pour câbles secs minimum 25 mm².

L'énergie nécessaire au fonctionnement des divers dispositifs de protection devra être générée dans le local recevant les équipements concernés de façon à ce qu'ils soient autonomes. L'alimentation et le mode de fonctionnement retenus devront être fiables et la sécurité toujours assurée (NFC 13 100).

NOTA : Emplacement des parafoudres

Les plans des cellules indiquent en général que les parafoudres sont placés dans les cellules. Selon les recommandations du constructeur, ils seront intégrés dans ces cellules ou mis dans des cellules indépendantes. Dans ce dernier cas, les cellules complémentaires devront être prévues et juxtaposées mais non superposées aux cellules arrivée ou départ.

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

4.4.2 Équipements BT

4.4.2.1 Tableaux et armoires BT

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

L'indice de protection(IP) à retenir pour les armoires et tableaux BT installés dans des salles climatisées sera de (IP) 21.

Il s'agit, entre autres, des locaux climatisés de la centrale électrique (salle de contrôle, salle onduleurs et régulateurs), du bloc technique (salle onduleur), du CRNA (salle onduleur) ainsi qu'à l'intérieur des abris des NAVAIDS.

4.4.2.2 Appareils Basse Tension(BT)

Caractéristiques des disjoncteurs

A. *Sécurité*

Afin d'assurer le maximum de sécurité :

- Les contacts de puissance seront isolés par une enceinte en matériau thermodurcissable des autres fonctions comme le mécanisme de commande, l'enveloppe, le déclencheur, les auxiliaires.
- Le mécanisme de fonctionnement des disjoncteurs boîtiers-moulés sera du type à fermeture et ouverture brusques avec déclenchement libre de la poignée de manœuvre. Tous les pôles devront manœuvrer simultanément en cas d'ouverture, de fermeture et de déclenchement.
- Actionnement par une poignée indiquant clairement les trois positions ON(I), OFF(O) et TRIPPED (déclenché).
- Sectionnement à coupure pleinement apparente (conformément à la norme IEC 60947-2 § 7-27) : par conception du mécanisme, la poignée de manœuvre ne sera en position (O) que si les contacts principaux sont physiquement séparés, en position (O), la poignée indiquera la position sectionnée.
- Le sectionnement sera renforcé par une double coupure du circuit principal.
- Dispositif de verrouillage en position « sectionné », acceptant 3 cadenas, Ø8 maximum
- Bouton « push to trip » en face avant permettant de vérifier le bon fonctionnement du mécanisme et de l'ouverture des pôles
- Le calibre du déclencheur, le « push to trip », l'identification du départ, la position des contacts principaux donnée par l'organe de commande devront être clairement visibles et accessibles en face avant à travers le plastron ou la porte du tableau.
- Pour les calibres >250A les disjoncteurs seront équipés de filtres afin de réduire les risques durant la coupure

B. *Performances : limitation, sélectivité, endurance*

- L'organe de coupure du disjoncteur sera du type double contact rotatif afin de limiter l'énergie en cas de court-circuit : Pour une tension de réseau de 400 V, la contrainte thermique maximale (I_2t) sur court-circuit sera limitée à : $10^6 \text{ A}^2\text{s}$ pour les calibres $\leq$ à 250 A, $5 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s}$ pour les calibres de 400 A à 630 A.
- Les caractéristiques de limitation ci-dessus permettront d'optimiser la filiation avec des disjoncteurs de type boîtier-moulé ou modulaire situés en aval
- Les disjoncteurs dont le courant nominal est égal au calibre du déclencheur devront assurer une sélectivité sur courant de défaut au moins jusqu'à 35 kA avec tout disjoncteur placé en aval et dont le courant nominal est $\leq 0,4$ fois celui du disjoncteur considéré
- Les disjoncteurs de calibre 100A et plus équipés de déclencheur électronique assureront la sélectivité totale avec les disjoncteurs miniatures jusqu'à 40A
- Endurance mécanique et électrique au moins égale à 3 fois le minimum requis par la norme

IEC 60947-2.

C. Auxiliaires, accessoires

- Le disjoncteur pourra être équipé d'une commande électrique ; un commutateur en face avant inhibera les ordres électriques avec signalisation à distance de l'indication de position. La fermeture se fera en moins de 80 ms.
- En cas de déclenchement sur défauts électriques (surcharge, court-circuit, isolement), le réarmement à distance devra être interdit ; il sera automatique en cas d'ouverture par un déclencheur voltmétrique.
- Le mécanisme de fermeture sera à accumulation d'énergie.
- L'adjonction d'une commande électrique ou rotative conservera intégralement les caractéristiques de la commande directe
 - la commande électrique permettra uniquement 3 positions stables du mécanisme de déclenchement: ON(I), OFF(O) et TRIPPED (déclenché)
 - la position des contacts principaux sera indiquée par les positions (I), (O) en face avant de la télécommande;
 - Le sectionnement à coupure pleinement apparente sera conservé.
- Adaptation possible sur site en toute sécurité, d'auxiliaires et d'accessoires tels que déclencheurs voltmétriques (à émission ou à manque de tension), contacts de signalisation
 - ils seront séparés du circuit de puissance,
 - tous les auxiliaires et accessoires électriques seront équipés de borniers et seront de type enclipsable,
 - tous les auxiliaires et accessoires seront communs à l'ensemble de la gamme,
 - le repérage et l'emplacement des auxiliaires seront réalisés de façon indélébile par gravure sur le boîtier du disjoncteur et des auxiliaires,
 - l'adjonction des auxiliaires n'entraînera pas d'augmentation de volume de l'appareil.
 - un modèle unique de contact réalisera toutes les fonctions de signalisation d'état.
- L'adjonction de télécommande, commande rotative ne devra ni masquer ni condamner les réglages de l'appareil.

Exigences concernant les protections

A. Généralités

- Le disjoncteur sera pourvu d'un dispositif indépendant du déclencheur magnétothermique ou électronique qui provoque le déclenchement sur des courants de court-circuit de forte valeur. La coupure sera effectuée en moins de 10ms sur des courants de court-circuit supérieurs à 25In.
- Les disjoncteurs boîtiers-moulés jusqu'à 250 A seront équipés de déclencheurs complètement interchangeables pour assurer la protection contre les surcharges et contre les court-circuits. Les déclencheurs seront : soit magnétothermiques, soit électronique.
- Les disjoncteurs boîtiers-moulés au-delà de 250 A seront équipés d'un déclencheur électronique interchangeable.
- Le déclencheur sera intégré dans le volume du disjoncteur.

- Les déclencheurs pourront être remplacés sans démonter le disjoncteur et cela de façon sûre.
- Tous les composants électroniques et les éléments constitutifs des déclencheurs auront une tenue en T° de 105 °C au moins.
- Les déclencheurs électroniques et magnétothermiques seront réglables ; l'accès aux réglages des seuils sera plombable.
- Le réglage des protections se fera simultanément sur l'ensemble des pôles.
- Le déclencheur pourra être équipé d'un contact de signalisation de défaut électrique

B. Déclencheur magnéto-thermique de 16 à 250 A

Caractéristiques :

- Thermique réglable de 0,7 à 1 fois le calibre
- Magnétique fixe pour les calibres $\leq$ à 200 A
- Magnétique réglable de 5 à 10 fois le courant nominal pour les calibres $\geq$ à 200 A
- Magnétique réglable pour tous calibre pour les protections magnétique seul pour moteur.
- La protection du neutre devra être réalisable ; dans ce cas, elle sera identique à la protection des phases.

C. Déclencheurs électroniques de 16A à 630A

Généralités

Les disjoncteurs boîtiers moulés pourront être équipés de déclencheurs électroniques offrant le niveau de performance et de protection adapté à chaque application.

- Le réglage de base des protections (long retard (LT), court retard (ST)) pourra se faire à l'aide d'un commutateur, même si le déclencheur électronique n'est pas alimenté.
- Le déclencheur électronique optimisera la protection des câbles et des équipements en cas de surcharges répétées par la mémoire thermique
- Les fonctions de contrôle suivantes seront intégrées dans le déclencheur électronique :
 - Contrôle de charge (hors moteur) - 2 LED d'indication de charge, une allumée au-dessus de 90 % de Ir, et une autre allumée au-dessus de 105%.
 - Une prise de test sera prévue pour permettre de tester le fonctionnement de l'électronique et du mécanisme de déclenchement à l'aide d'un dispositif extérieur.
- Le déclencheur sera auto-surveillé en permanence
 - Ces auto-tests (à sécurité positive) surveilleront la continuité des circuits TC, les composants électroniques et l'actionneur de déclenchement
 - Une Led « Ready » signalera le résultat des autotests effectués
- Le déclencheur pourra être équipé de contacts de signalisation permettant de différencier le type de défaut (surcharge / court-circuit)

D. Déclencheurs pour applications simples sans mesure et sans communication.

- Protection long retard (LR) : Ir réglable de 36 % à 100 % du calibre nominal du déclencheur (par commutateurs)
- Protection court retard :

- Im réglable de 1,5 à 10 fois la valeur du courant de réglage thermique (Ir) (par commutateur)
 - Temporisation fixe à 40 ms
 - Protection instantanée : seuil fixe entre 11 et 19 In suivant les calibres
 - Les appareils tétrapolaires comporteront un réglage par commutateur à 3 positions de la protection du neutre : neutre non protégé - neutre moitié - neutre égal aux phases,
- E. Déclencheurs pour applications complexes ou nécessitant mesure, communication*

Protection :

- Protection long retard (LR) :
 - Ir réglable de 36 % à 100 % du calibre nominal du déclencheur (par commutateur)
 - Temporisation réglable de 0,5s à 6Ir à 16s à 6Ir
- Protection court retard :
 - Isd réglable de 1,5 à 10 fois la valeur du courant de réglage thermique (Ir) (par commutateur)
 - Temporisation réglable de 0 à 0,4s avec option Pt ON ou OFF
- Protection instantanée : réglable de 1,5 à 11 In
- Des réglages fins seront possibles à partir du clavier en face avant.
- Les appareils tétrapolaires comporteront un réglage de la protection du neutre :
 - avec en réglage standard : neutre non protégé - neutre moitié - neutre égal aux phases,
 - avec un réglage spécifique indépendant du réglage Ir des phases (jusqu'à 1,6Ir).

Les options suivantes pourront être intégrées ou associées à ces déclencheurs électroniques:

- protection défaut terre réglable à partir de 16A. Cette protection pourra être désactivée.
- protections spécifiques moteur (déséquilibre, blocage rotor, démarrage trop long, perte de charge)
- protection des générateurs
- contact auxiliaire pour indiquer l'origine du déclenchement (Long retard, Court retard, Instantané, Défaut terre si requis),

Mesure

Ces déclencheurs offriront des mesures sans ajout de module additionnel

- mesures des grandeurs caractéristiques du réseau électriques
 - courants seuls ou,
 - courants, tensions, puissances, énergies, Fréquence, maximètres, minimètres, demande, THDU, THDI
- Les mesures seront conformes à l'IEC 61557-12 en intégrant toute la chaîne de mesure, capteurs inclus :
 - classe 1 pour le courant / 0,5% pour la tension / classe 2 pour l'énergie.
- Le traitement des mesures sera indépendant de la protection (processeur séparés). Des transformateurs de courant de type Rogowski seront utilisés pour assurer à la fois la précision

et une grande dynamique de mesure.

Ces mesures seront accessibles sur un afficheur intégré au déclencheur.

- Un afficheur déporté pourra également être proposé sans dégrader les fonctionnalités précédentes.
- L'ensemble de ces données sera accessible également par BUS de communication : en particulier tous les réglages du déclencheur électronique, les mesures des courants par phase, les causes de déclenchement, l'état du disjoncteur.

Protection additionnelle contre les défauts d'isolement

- La protection contre les défauts d'isolement pourra être réalisée par adjonction d'un Dispositif Différentiel Résiduel (DDR) directement sur le boîtier sans adjonction de déclencheur auxiliaire.
- L'alimentation des DDR sera triphasée, à propre tension et fonctionnera dans une plage de tension de 200V à 440V. Ils devront en outre être capables de fonctionner sur défaut en cas de baisse de la tension jusqu'à 80V ou de disparition de tension d'une phase.
- Une option du DDR permettra la signalisation des baisses d'isolement sans entraîner le déclenchement de la protection.
- L'adjonction du Dispositif Différentiel Résiduel n'exclura pas d'autres options ou accessoires.

Exploitation – Maintenance (Déclencheurs électroniques)

A. Fonctions d'aide à l'exploitation

Les déclencheurs électroniques capables de mesures et de communication offriront des indicateurs et des fonctions d'aide à l'exploitation sans ajout de module additionnel

- causes de déclenchement (long retard, court retard, instantané, terre si demandé) + courant coupé + phase en défaut
- historiques de déclenchement
- historique d'alarme
- historique d'événement (Changement de réglage, essais)

Ces fonctions et indicateurs seront accessibles sur l'afficheur déporté, par les protocoles standards de communications (Modbus, Jbus, TCI/IP) ou par l'outil de paramétrage.

B. Alarmes

L'utilisateur pourra activer des alarmes basées sur les mesures (I, U, F, P, Q, S, THD, Cos Phi, FP, Idemand, Pdemand,) ou compteurs (endurance mécanique / électrique)

Ces alarmes pourront être affectées à des sorties pour signalisation.

Ces alarmes seront horodatées.

C. Indicateurs de maintenance

Ces déclencheurs électroniques offriront des indicateurs de maintenance :

- Compteurs de manœuvre / Compteur de déclenchement / Nombre d'heures de fonctionnement
- Indicateur d'usure des contacts
- Profile de charge (%temps / plages de courant)

Ces fonctions et indicateurs seront accessibles sur l'afficheur déporté, par la Communication Modbus ou par l'outil de paramétrage.

D. Auto-test

Le déclencheur électronique sera auto-surveillé en permanence

- Ces auto-tests surveilleront la continuité des circuits TC, les composants électroniques et l'actionneur de déclenchement
- Une Led « Ready » signalera le résultat des autotests effectués

E. Outils de Mise en service / Essais

- Une prise de test indépendante du port de communication sera prévue pour permettre de tester le fonctionnement de l'électronique et du mécanisme de déclenchement à l'aide d'un dispositif extérieur.
- Un outil de paramétrage commun à tous les déclencheurs permettra
 - De visualiser les paramètres du déclencheur
 - De créer et sauvegarder des fichiers de réglages
 - D'afficher la courbe de déclenchement
 - De mettre à l'heure le déclencheur
 - De consulter les historiques d'alarme et de déclenchement
 - De visualiser l'état des indicateurs

F. Communication

Les disjoncteurs pourront être équipés de la fonction communication MODBUS.

- Pour tous les déclencheurs
 - les positions O/F, Signalisation Déclenchement, Signalisation défaut électrique pourront être accessible par la communication
 - les télécommandes ouverture / fermeture / réarmement seront possibles
- Pour les déclencheurs électroniques effectuant des mesures
 - les positions O/F, Signalisation Déclenchement, Signalisation défaut électrique pourront être accessible par la communication
 - les télécommandes ouverture / fermeture / réarmement seront possibles
 - l'ensemble des mesures de grandeurs électriques et les fonctions d'aide à l'exploitation seront accessibles par la communication en complément de l'affichage local.

G. Environnement

- L'organisation des sites de production sera conforme aux exigences des normes ISO 9002 et ISO 14001
- Les disjoncteurs boîtiers-moulés seront conçus selon des principes d'Eco-conception définis par l'ISO 14062. En particulier ils seront sans retardateur de flammes halogéné de première génération.
- Ils seront livrés dans des emballages recyclables conformes aux directives européennes ; le constructeur mettra en œuvre des procédés de fabrication non polluants: pas d'utilisation de chloro/fluorocarbure ou d'hydrocarbures chlorés d'encre pour le marquage des emballages.

a) Inverseur électromécanique (voir les spécifications techniques générales)

Ces dispositifs seront équipés de commandes manuelles permettant un fonctionnement forcé en cas d'incident sur l'ensemble de la commande électrique.

b) Relais

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

c) Protection et contrôle

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

d) Appareils de mesure et de comptage

e.1- Appareils de mesure

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

e.2- Compteurs

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

e.3- Boîtes d'essais

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

e.4- Convertisseurs de mesure

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

4.4.3 Répartiteurs courants faibles

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Caractéristiques complémentaires des cartes:

Tension résiduelle sur onde de choc:

- après un choc : 36 V pour les cartes 5 et 24 V,
: 40 V pour les cartes 48 V,
: 44 V pour les cartes 127 V.
- après 20 chocs : 35 V pour les cartes 5,24 et 48 V,
: 46 V pour les cartes 127 V.

4.4.4 Condensateurs de compensation d'énergie réactive

(Voir les spécifications techniques générales)

Le système à installer à la centrale électrique sera du type automatique à gradin en fonction du cos phi. L'entreprise déterminera et soumettra à l'Administration, pour accord, les caractéristiques du système sachant que le cos phi à obtenir, quelle que soit la configuration, est de l'ordre de **0.95**. En aucun moment, le système ne devra pas constituer une gêne au fonctionnement des groupes électrogènes.

4.4.5 Chargeurs et batteries d'accumulateurs

Les ensembles chargeur-batteries seront de deux types :

- ceux destinés à l'alimentation des dispositifs d'automatisme, commande et contrôle,
- ceux destinés au démarrage des groupes électrogènes.

4.4.5.1 Ensemble pour automatisme, commande et contrôle

a) Généralités (voir les spécifications techniques générales)

Il sera prévu deux types de systèmes :

- ceux installés dans les armoires groupe, chaque système alimentera l'automatisme et éventuellement le relaying du groupe concerné,
- ceux installés dans la salle énergie constitués de deux ensembles batterie-chargeurs identiques fonctionnant en parallèle. Ces ensembles alimenteront tout ce qui concerne les commandes et signalisations de l'ensemble de la distribution électrique sur l'aéroport (synoptique lumineux, pupitre de commande et contrôle, télésignalisation et télécommande, etc.). De plus ces deux ensembles seront en secours de ceux décrits au paragraphe précédent. La tension continue sera le 24 ou 48 V (de préférence 24 V) pour les besoins liés au fonctionnement interne de la centrale électrique ainsi que pour la transmission des informations à distance.

Nota : Chaque ensemble devra avoir une capacité suffisante pour alimenter les besoins pendant 4 heures minimum (coupure de l'énergie secourue).

b) Définition des chargeurs

b.1- Fonctionnement :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

b.2- Caractéristiques :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

b.3- Description :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

b.4- Fonctionnement des ensembles :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

b.5- Distribution de l'énergie courant continu :

Pour les systèmes installés dans les armoires groupes, les différents départs vers l'utilisation se situeront dans ces mêmes armoires. Pour le système installé dans la salle énergie, un coffret indépendant regroupera les protections des départs vers les utilisations. Tous les départs, quel que soit le système, seront protégés par disjoncteurs.

c) Définition des batteries

- Type : au Plomb, étanche (sans entretien)
- Durée de vie : 10 ans

4.4.5.2 Ensemble pour démarrage des groupes

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

4.4.6 Alimentation sans coupure

- deux onduleurs (ASI) triphasés identiques complets du type modulaire de puissance inférieure ou égale à 50kVA par module , montés en redondance active (configuration en parallèle), de puissance unitaire 160kVA par onduleurs(ASI), 400 V / 230-400 V, 50 Hz et ses accessoires (filtres, etc.). Autonomie : 10 minutes à 100 % de charge par onduleur ;

Les onduleurs seront fournis avec les équipements nécessaires pour éliminer le maximum d'harmoniques quel que soit le niveau de charge.

La conception de l'équipement devra prendre en compte l'optimisation de la fiabilité mais aussi de la maintenabilité.

➤ Fiabilité

Les valeurs de MTBF et de MTTR seront données pour tous les éléments constituant l'ASI (batteries comprises). Le contractant fournira également les valeurs des synthèses intermédiaires et globales. Ces valeurs seront fournies pour plusieurs valeurs de la plage de température allant de +5°C à +40°C. Le contractant indiquera les méthodes, moyens et éventuels logiciels utilisés.

➤ Maintenabilité

Tous les sous-ensembles constituant chaque module devront être accessibles par l'avant.

Dans ce but, l'ASI devra être équipée d'un système d'auto-test permettant de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble. Ce système identifiera le sous-ensemble à dépanner en cas d'anomalie.

Le dépannage devra pouvoir être effectué par échange standard du sous-ensemble sans aucun réglage. L'appareil devra aussi être équipé d'un système d'aide à l'exploitation et à la mise en service de façon à permettre, en particulier :

- ✓ de visualiser les différents paramètres de l'installation, sa configuration, son état de fonctionnement, les anomalies existantes,... et de guider l'opérateur dans ses manœuvres (by-pass),
- ✓ d'enregistrer en mémoire et de restituer sur demande ou automatiquement tous les changements d'état importants, les défauts et anomalies, d'en donner l'interprétation et d'afficher les procédures de remise en état du système.

➤ Protection

Chaque module redresseur - chargeur - onduleur sera protégé de façon interne contre les surtensions du réseau d'alimentation, les élévations excessives de la température ambiante ou interne, les courts-circuits, les vibrations et les chocs durant le transport.

Chaque redresseur-chargeur pourra recevoir un ordre extérieur provoquant son arrêt automatique et l'ouverture du disjoncteur batterie associée en cas d'arrêt d'urgence. Cet arrêt d'urgence sera ramené sur bornes. Sur ces bornes pourra venir se raccorder une commande par contact sec / une commande en 24V

Caractéristiques techniques

(Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.)

- Tension d'entrée : 400 V $\pm$ 10 %
- Fréquence d'entrée : 50 Hz $\pm$ 5 %

- Tension de sortie : 230/400 V $\pm$ 1 %
- Fréquence de sortie : 50 Hz $\pm$ 1 %
- Batteries : au plomb du type étanche sans entretien montées en armoire
- Distorsions au courant : THDI < 4 %

4.4.7 Synoptique de contrôle

Le synoptique se présentera sous la forme d'un panneau lumineux mural représentant la configuration du réseau électrique de l'aéroport. Il a pour objet :

- de préciser de façon claire et permanente l'état dynamique du réseau par visualisation de la position des appareils de coupure,
- d'attirer l'attention sur toute dégradation intervenant ou risquant d'intervenir sur le système (réseaux ou sources) et consécutive soit à une baisse de niveau d'isolement, soit à un défaut caractérisé ou à une fausse manœuvre ayant entraîné ou risquant d'entraîner une mise hors service d'une ou toutes parties du système.

a) Conception

Il représentera au moyen de graphisme :

Il représentera au moyen de graphisme :

- Les arrivées électriques générales en provenance du poste de livraison,
- Les principaux équipements : groupes électrogènes, transformateurs, ASI, sources solaire, etc.,
- Les liaisons HT,
- L'emplacement des appareils de coupure HT,
- Les principaux jeux de barre BT de la centrale,
- L'emplacement des principaux appareils de coupure BT : disjoncteur, contacteur, inverseur,
- Les principales liaisons BT,
- Les principales arrivées BT au Bloc technique, SSLI, Localizer, Poste P2, Glide, ...

Tous les appareils de coupure désignés ci-avant seront matérialisés par un voyant. Les fonctions essentielles telles que position de l'appareillage, défaut, défaut d'isolement, absence tension, etc. seront signalées aussi par voyant.

Les différents réseaux seront représentés par un tracé de couleur différente :

- Non secouru : noir
- Secouru : jaune ou bleu
- Les liaisons permettant la marche forcée auront les mêmes couleurs mais en trait discontinu.

Le " fond " sera de couleur claire.

Les textes seront gravés et peints ou en relief.

Le panneau de visualisation sera réalisé à partir d'une technique de carroyage qui permettra de régler avec toute la souplesse voulue, les problèmes liés à l'évolution et à l'extension des installations électriques.

b) Fonctionnement

Le principe de signalisation est le suivant :

- feu vert : critère "appareil fermé",
- feu rouge : critère "apparition d'un défaut",
- feu blanc : critère "présence tension".

c) Alimentation

Elle sera réalisée à partir du tableau de distribution de courant continu 24 ou 48 V.

NB : La réalisation du synoptique mural par un écran à led est autorisée, cependant, il sera évité que les informations affichées par le panneau mural soit une recopie directe de celles émanant du poste de supervision afin de garantir leurs indépendances fonctionnelles

4.4.8 Pupitre de commande

4.4.8.1 Généralités

Ce pupitre a des fonctions multiples de commande et de signalisation.

En ce qui concerne les commandes, essentiellement, il permet de donner tous les ordres concernant le fonctionnement des groupes électrogènes de la centrale électrique.

En ce qui concerne la signalisation, il permet de surveiller le fonctionnement des groupes électrogènes et de connaître les principaux défauts électriques dont la signalisation est prévue et qui apparaîtront individuellement ou en synthèse sur le synoptique.

En fonction des indications de base, données au présent texte qui ne sont pas limitatives, l'Entrepreneur fera des propositions détaillées.

4.4.8.2 Conception

Il s'agit d'un meuble métallique construit en modules assemblés entre eux. Chaque module est constitué d'une charpente sur laquelle se fixent les platines en partie supérieure et des panneaux ouvrants, donnant accès aux équipements internes sur les faces avant et arrière.

Les platines supporteront les appareils de commande et de contrôle, les appareils destinés à l'analyse du réseau. Le pupitre sera fixé au sol et son fond sera prévu pour faciliter l'accès du câble. *Voir plan joint N° EB - BBO 06 centrale électrique : PUPITRE DE COMMANDE ET DE CONTRÔLE*) donne les caractéristiques dimensionnelles approximatives à obtenir et la disposition générale des équipements.

Tous les équipements seront repérés par étiquette. Le texte et la hauteur des gravures seront choisis convenablement.

4.4.8.3 Commandes

Les commandes comprendront:

- La commande permettant d'interrompre (et de rétablir) le débit du secteur sur le réseau secouru (commande de l'interrupteur "normalement fermé" du jeu de barres non secourues).
- Un commutateur à clé autorisant ou interdisant le prélaunchement des groupes depuis la vigie.
- Toutes les commandes nécessaires aux groupes électrogènes de la centrale électrique. Les commandes seront entre autres les suivantes :
 - Un commutateur par groupes et permettant la sélection (choix de fonction) suivante :
 - ☞ arrêt,
 - ☞ manuel,
 - ☞ essai (ou test),
 - ☞ automatique.

La position "arrêt" correspond à un arrêt total du fonctionnement du groupe. Elle permettra au moyen d'une clef libérée sur cette position, les opérations et les essais nécessaires à la maintenance du groupe.

La position "manuel" permet la mise en marche du groupe en présence secteur ou absence secteur et le débit sur le réseau ceci par commande manuelle locale (un commutateur complémentaire est prévu à cet effet), c'est à dire depuis le pupitre de commande / contrôle de la centrale.

La position "essai" permet le démarrage manuel du groupe en présence secteur ou absence secteur, mais ne permet pas le débit par commande manuelle. En cas de défaut secteur, l'automatisme fera prendre en charge par ce groupe, s'il est sélectionné en normal, les besoins secourus.

La position "automatique" permet soit le démarrage automatique du groupe électrogène en cas de défaut sur la source présente, la mise en débit automatique et l'arrêt automatique sur retour de cette source aux conditions normales, soit un fonctionnement en "mode inverse" (démarrage et arrêt manuel du groupe sélectionné en normal depuis la platine de télécommande des groupes situé à la tour et ceci en présence secteur).

NOTA : Quelle que soit la configuration, si un commutateur de choix est positionné sur un groupe à l'arrêt ou en défaut, l'automatisme devra sélectionner automatiquement l'autre groupe électrogène comme "groupe normal".

- Un commutateur permet le choix de l'une ou l'autre du démarrage électrique.
- Un commutateur à clé permettant en cas de défaut de l'automatisme (soit les automates, soit les équipements de commande) l'utilisation du groupe en ultime secours. Sur le tableau de contrôle de la salle de commande et contrôle la clé est prisonnière en position fonctionnement normal et est libérée en position ultime secours. Elle ira sur le tableautin du groupe et permettra la mise en service et le débit du groupe en shuntant les automates. Seuls quelques défauts importants seront encore gérés (arrêt coup de poing, surcharge, défaut huile et eau).
- Un commutateur à clé permettra également le fonctionnement en position « automatique » ou « manuel » du secours différé des besoins non secourus.
- Les commandes pour l'exploitation du pupitre lui-même.

4.4.8.4 Contrôle

Signalisation

Pour chaque groupe, il sera prévu un boîtier de signalisation lumineuse regroupant tous les défauts, les alarmes et les fonctions diverses le concernant. Le nombre de signalisations sera déterminé afin de prendre en compte le maximum de contrôles.

Pour le secteur, des témoins de signalisation présence tension seront placés sur la partie gauche du pupitre.

Mesure des paramètres électriques

Pour chaque groupe, un analyseur de réseau programmable permettra le contrôle et la mesure des paramètres électriques (indications numériques par pages de 6 paramètres mesurés) : tensions, courants, puissances, énergies, fréquence, facteur de puissance, etc.. Les afficheurs de chaque groupe ou du secteur seront mis en service lors du fonctionnement de la source d'énergie concernée.

4.4.9 Transformateurs de puissance - Postes de transformation

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Nota : Les postes et les cellules HT seront munis de dispositifs de verrouillage mécanique par serrure de sécurité, permettant l'accès en toute sécurité aux différents modules, cellules ou réseau HT.

4.4.9.1 Postes monophasés et triphasés 3.2 kV

Voir les spécifications techniques générales.

4.4.9.2 Autres transformateurs

Voir les spécifications techniques générales.

4.4.10 Régulateur d'induction

Le régulateur de tension (ou d'induction) a pour objet de fournir une tension stabilisée quelles que soient les variations de fréquence, du facteur de puissance, de charge et de tension d'entrée dans les limites fixées.

Caractéristiques :

- puissance : 400 kVA
- tension d'entrée : 230/400 V + ou – 15%
- tension de sortie : 230/400 V + ou – 2%
- fréquence : 50 Hz
- temps de correction : 25 ms à 50 ms/V

- variation possible de la charge : 0 – 100%
- facteur de puissance influence : indépendant
- distorsion harmonique : nulle
- rendement à pleine charge : > 95%
- refroidissement : naturel dans l'air
- surcharge : 10% pendant 1 heure
- fonctionnement : continu
- compatible avec le fonctionnement à des températures supérieures à 40°C .

4.4.11 Essais spécifiques des matériels électriques

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

4.5 CABLES HT, BT, CF ET DE TERRE

4.5.1 Câbles HT

Ces câbles seront conformes à la norme NF C 33-223 et aux normes UTE s'y rapportant. Ils devront pouvoir supporter en régime permanent une immersion prolongée et une température ambiante supérieure ou égale à 45 °C.

4.5.1.1 Câble tripolaire pour liaisons 5500 V

Câble 6 / 6 (7,2) kV [ou 3,6 / 6 (7,2) kV] à ceinture armé avec gaine plomb. Section 3 x 16 mm².

4.5.1.2 Câble 3200 V bipolaire concentrique armé

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales

4.5.2 Câbles BT

4.5.2.1 Série 1000 V cuivre RGPFV type extérieur rigide utilisée pour toutes les liaisons extérieures sans exception

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.5.2.2 Série 1000 V - cuivre - R02V type rigide utilisée en intérieur (Série U 1000 R02V)

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Le repérage des conducteurs sera le suivant :

- câble 2 conducteurs : noir, bleu,

- câble 3 conducteurs : noir, bleu, vert/jaune,
- câble 4 conducteurs : noir, bleu, brun, noir,
- câble 5 conducteurs : noir, bleu, brun, noir, vert/jaune.

4.5.2.3 Série 750 V - cuivre - type souple utilisé en intérieur (Série H 07 RN-F)

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Le repérage des conducteurs sera le suivant :

- câble 2 conducteurs : noir, bleu,
- câble 3 conducteurs : noir, bleu, vert/jaune,
- câble 4 conducteurs : noir, bleu, brun, noir,
- câble 5 conducteurs : noir, bleu, brun, noir, vert/jaune.

4.5.3 Câbles CF

4.5.3.1 Câble multipaires à conducteurs en cuivre

Type SNCF 698 F **ou équivalent**. Section de l'âme $\geq 0.6 \text{ mm}^2$.

Pour mémoire, voir spécifications techniques générales.

4.5.3.2 Câble à fibres optiques " FO "

(a) Câble

Le câble à fibres optiques devra être compatible avec les équipements proposés; il répondra aux spécifications des normes en vigueur.

Caractéristiques :

- Câble à 12 fibres optiques minimum,
- Câble tout diélectrique,
- Suffisamment armé (non métallique) pour une pose en tranchée et en caniveau sans protection mécanique complémentaire.
- Anti-rongeur et anti-termite,
- Bonne résistance à la traction,
- Bonne résistance à l'écrasement,
- Flexible et extrêmement résistant au feu,
- Tenue en température adaptée aux conditions locales.

(b) Connectique

- Minimum de perte d'insertion,
- Excellente répétabilité (avec garantie du nombre de déconnexions / connexions),
- Etc.

Pour l'interconnexion, le brassage, l'organisation et la protection des connecteurs optiques et des câbles à fibres optiques, le coffret proposé sera livré avec tous les accessoires permettant aisément les fixations, les lovages, les brassages, les repérages et l'identification. Les cordons de brassage fibre optique présenteront les meilleures performances possibles ainsi que la plus grande facilité pour connecter la fibre.

4.5.4 Câbles de terre

a) Nature des câbles

- câbles de cuivre nu recuit.

b) Section des câbles

- câble 50 mm² - 7 ou 19 brins torsadés de 20/10
- câble 25 mm² - 7 ou 19 brins torsadés de 14/10

4.5.5 Conditions de livraison et de recette

Pour mémoire voir les spécifications, techniques générales.

4.5.6 Essais

4.5.6.1 Généralités

La recette technique aura lieu dans les locaux et aux frais du fournisseur en présence d'un représentant de l'Administration. Les câbles pourront subir tous les essais de type, de série (contrôle) prévus aux normes de l'UTE, de l'EDF, de la SNCF et des PTT.

Le représentant pourra en outre faire procéder à tous les essais et vérifications qui lui paraîtront nécessaires.

4.5.6.2 Essais sur les câbles HT

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.5.6.3 Essais sur les câbles BT

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

4.5.6.4 Essais sur les câbles de télécommande / télécontrôle (CF)

Pour mémoire voir les spécifications générales.

4.5.6.5 Contrôle du câble de terre

Le représentant de l'Administration fera procéder aux vérifications suivantes :

- mesures de résistances linéiques,
- contrôle de la constitution.

4.6 ÉQUIPEMENTS D'ATELIER

Par soucis de standardisation, les équipements à fournir figurent sur les listes ci-après :

4.6.1 Outillage et appareils de mesure

Désignation	Marque	Référence	Unité	Qté
Coffret 17 outils isolés (travaux sur batteries)	FACOM	S.401VSE	U	1
Sélection d'outils isolés	FACOM	2187A.VSE	U	1
Alphabet de 26 lettres	FACOM	DELA.13260.02	U	1
Jeu de 10 chiffres	FACOM	DELA.13261.02	U	1
Armoire d'outillage mécanique en servante	FACOM	2506, M150A	ens	1
Boite d'outillage métrique de 95 outils (électriciens)	FACOM	2070.E18	ens	2
Coupe câble manuel	FACOM	413.52	U	1
Odomètre	FACOM	DELA.7593.02	U	1
Valise d'outillage métrique et en pouce de 99 outils	FACOM	2138. EL34	ens	1
Mètre à ruban	FACOM	DELA.56.05	U	1
Lames de scie à main en paquet de 10	FACOM	660.12	U	1
Monture de scie à métaux	FACOM	601	U	1
Rallonge 40 m	MANUTAN	67M42	U	2
Etau agrafe	MANUTAN	1728M10	U	2
Echelle transformable 2 plans (3m / 5m)	MANUTAN	619M270	U	1
Pince à sertir manuelle de 10 à 70 mm ²	CEGERS	MC40-P120	U	1
Poste de soudage /coupage (oxygène + acétylène)	MANUTAN	334M341	U	1
Echafaudage roulant alu hauteur 7 m	MANUTAN	619M17	U	1
Pince à sertir manuelle pour cosses isolées	FACOM	452,6	U	2
Perceuse à percussion diamètre 13 mm	BOSCH	GSB 20-2 RE	U	1
Perceuse sensitive mini 22A mono	MANUTAN	1597M2	U	1
Forets à béton	FACOM	223.SJ7	ens	3
Forets mécanicien	FACOM	222. TCJ25	ens	3
Pistolet à air chaud STEINEL (pour thermorétractables)	MANUTAN	277M7	U	1

Station de dessoudage	WELLER	WSA-1	U	1
Station de soudage	WELLER	WECP-20	U	1
Compresseur mobile 8 bars	MANUTAN	1587M112	U	1
Soufflette à air comprimé	MANUTAN	382M71	U	2
Scie sauteuse	BOSCH	GST 85 PE	U	1
Lames pour scie sauteuse	MANUTAN	147M415	lot de 5	1
Meuleuse- tronçonneuse	BOSCH	GWS21-230S	U	1
Disques à tronçonner	MANUTAN	1597M512	lot de 5	1
Poste de soudure électrique	MANUTAN	1632M310	U	1
Electrodes pour soudage à l'arc de 2,5 mm	MANUTAN	334M601	paquet	1
Electrodes pour soudage à l'arc de 3,15 mm	MANUTAN	334M602	paquet	1
Touret meule / brosse diamètre 200 mm mono	MANUTAN	1596M80	U	1
Lampe à phare orientable	LEGRAND 607 93		U	2
Multimètre avec sonde de température	METRIX MX 54CL		U	2
Casque anti-bruit	MANUTAN 58M24		U	4
Harnais de sécurité	CATU MO-56002		U	1
Emetteur-récepteur portable	ICOM IC-A		U	2
Dispositif de recherche de défaut sous tension (adapté au type de CPI retenu)	MERLIN GERIN ou similaire		U	1
Contrôleur d'isolement	CHAUVIN ARNOUX	CA 6505	U	1
Contrôleur de terre	CHAUVIN ARNOUX	CA 6472	U	1
Analyseur de réseau	CHAUVIN ARNOUX	CA 8336	U	1
Contrôleur de rotation de phase	CATU	MS-152	U	1
Contrôleur de différentiel	METRIX	MX 4600	U	1
Pince harmonique	CHAUVIN ARNOUX	F25	U	1
Boîte outillage composition électricien 95 outils minimum	FACOM ou similaire		U	2
Pince multimètre	METRIX	MX 355	U	2
PC (les logiciels avec licence d'une validité d'une année)			U	1

Kit complet pour dépannage Fibre Optique			U	1
Appareils Soudeuse pour fibre optique cœurs à cœurs et accessoires	Sumitomo	T-71C+	U	1
Réflexomètre OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer)	Sumitomo	MAX-940 OLTS	U	1

4.6.2 Équipement de levage

Un portique force 1.5 T démontable en éléments maniables (MANUTAN - 192M106 ou similaire), équipé de roulettes avec blocage, d'une paire de vérins d'immobilisation, d'un chariot porte-palan et d'un palan à chaîne.

4.6.3 Mobiliers

Pour équiper l'atelier, il sera fourni le mobilier suivant :

- a) Deux établis à pieds, constitué d'un plateau massif en planches de bois traité montées jointées et mortaisées de 50 mm d'épaisseur. Il comprendra 3 tiroirs et un relèvement de 30 cm, côté mur :
 - longueur : adapter à l'emplacement dans l'atelier,
 - largeur : 0.80 m
 - hauteur : 1 m

Il sera pourvu d'un rayonnage intermédiaire à 0,60 m de haut. Il sera fixé au mur en deux points.

- b) Des étagères de rangement pouvant supporter des charges de 40 kg au mètre avec une flèche inférieure à 1 cm. Elles seront constituées d'éléments assemblés en tôle galvanisée ou en planches de bois traité, montés sur des montants/soutiens réglables en hauteur.
- c) Un panneau de 20 mm d'épaisseur en contre-plaqué formant tableau, sera fixé solidement contre le mur au fond de l'atelier. Il sera peint et constituera une planche à outils.

Il sera fourni un ensemble de pions de fixation.

- d) Deux armoire métallique en tôle de 10/10e, à deux battants fermant à clé, munis de 5 étagères réglables et 2 tiroirs (H x L x P = 2.00 x 1.20 x 0.60 m),
- e) Sept (07) tabourets réglables en hauteur (MANUTAN) :
 - piétement à cinq branches en inox
 - repose pied en inox
 - système télescopique de réglage en hauteur en inox
 - dossier réglable
 - rembourrage assise et dossier mousse + revêtement vinyle lavable

Pour la salle de contrôle/commande, il sera fourni trois (03) fauteuils de bureau :

- fauteuil avec piétement 5 branches
- accoudoir fixe et roulettes
- assise et dossier en mousse galbée

- finition tissu 100 % polyacryl
- f) Trois ordinateurs de bureau de dernière génération (unité centrale plus écrans 17 pouces) et deux imprimantes multifonctions.

4.7 ÉQUIPEMENTS DE SECURITE

La liste des équipements de sécurité est donnée dans les spécifications techniques générales. Un râtelier porte-fusibles est également à fournir. Il comportera autant de fusibles qu'il y en a d'installés dans les cellules HT.

Tous les matériels seront placés au mur, dans un endroit réservé à cet effet. Leur emplacement sera marqué.

4.8 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL

4.8.1 Parties logicielles de l'automate

Programmes

Tous les programmes feront l'objet d'une analyse fonctionnelle qui sera validée par l'ASECNA, le fonctionnement décrit dans les différents chapitres ci-dessus constitue le document de référence pour la rédaction de l'analyse fonctionnelle.

Langage de programmation

Les automates doivent être programmés dans une ou combinaison des cinq langages de programmation des automates programmables industriels conformément à la norme IEC 1131-3 :

- **Le langage LD** (« Ladder Diagram », ou schéma à relais), langage graphique dédié essentiellement à la programmation d'équations booléennes (vraie/faux) ;
- **Le langage IL** (« Instruction List », ou liste d'instructions), langage textuel à une instruction par ligne ;
- **Le langage FBD** (« Function Block Diagram », ou schéma par blocs), langage permettant la programmation graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions ;
- **Le langage SFC** (« Sequential Function Chart », ou schéma à fonctions séquentielles), langage graphique de programmation issu du langage GRAFCET permettant une programmation aisée de tous les procédés séquentiels ;
- **Le langage ST** (« Structured Text », ou texte structuré), langage textuel permettant la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

Construction des programmes

Principes généraux

- Les noms des sections de programme doivent correspondre à une fonction du process, leurs noms et nombres seront définis par l'analyse fonctionnelle ;
- Toutes les lignes et séquences de programmes seront commentées, y compris celles destinées à la supervision ;
- Afin de permettre le forçage des variables, les variables binaires internes destinées au process seront des « ebools » localisés ;
- L'utilisation des bits de mots est de ce fait réservée aux variables destinées à la supervision ;
- La copie du mot image des entrées/sorties dans un mot à destination de la supervision sera interdite. Toutes les variables destinées à la supervision sont nommées et commentées.

Déclaration des variables

- Toutes les variables présentes dans les programmes automates (entrées, sorties, bool, ebool, tables, éléments des tables, ect) seront déclarées et commentées ;

- Tous les noms des variables seront en majuscule, pour faciliter la lecture dans les programmes, le nombre est limité à 12 caractères ;
- Les commentaires des variables pourront être en caractères minuscules ;
- Toutes les variables utiles au démarrage du processus auront des valeurs initiales chargées lors du démarrage de l'automate, passage de stop en run. Selon les impératifs de l'application, elles pourront être initialisées dans les déclarations ou en utilisant les bits systèmes de l'automate.
- La mémoire automate devra être découpée en autant de zones que nécessaire :
 - Zone process.
 - Zones I/O scanning, lecture et écriture.
 - Zones Device Type Manager (DTM).
 - Zones destinées aux superviseurs.

Chaque zone aura des réserves suffisantes pour répondre aux modifications et extensions éventuelles. Ces zones sont définies dans l'analyse fonctionnelle.

Création et utilisation de blocs programmes

Pour faciliter et optimiser l'écriture et la lecture des programmes, il est possible de recourir aux blocs programme appelé BFU (automates série 1000) et DFB (automates premium).

- La partie commentaire du DFB sera complété afin d'expliquer son rôle et la description du programme assuré par le DFB. Toutes les variables seront nommées et commentées, les sections de programmes seront réalisées selon le même principe que les autres sections de programme de l'automate.
- Les instances des DFBs seront nommées selon le même principe que les variables.
- Toute modification d'une BFU ou DFB aboutira à la création d'une nouvelle BFU ou DFB.

Programmation de la communication

- Pour limiter le trafic réseau inutile, l'écriture événementielle est privilégiée ;
- Les adresses IP ou Modbus sont des adresses uniques. Dans la mesure du possible la numérotation correspond à l'ordre de câblage sur le réseau.
- Les états et les défauts de communication sont calculés dans l'automate et visualisés sur les superviseurs.

Format de communication Modbus :

- Vitesses : 19200/9600/4800/2400/1200 Bauds.
- Nombre de bits : 8.
- Parité : paire
- Bit de stop : 1

Format de communication Ethernet :

- Vitesses : 10 ou 100 Mb/s.
- Adresse IP de classe B.
- Masque de sous réseau : 255.255.0.0.

4.8.2 Parties matérielles de l'automate

Caractéristiques communes

- Tous les automates et matériels GTC installés sur la plateforme doivent être inter opérables. Pour cela ils devront posséder nativement, sans intermédiaire d'une passerelle, les protocoles Modbus/TCP et modbus/série et Ethernet/IP ;
- Toutes les cartes de l'automate (s) programmable(s) industriel devront être enfichables sur un ou plusieurs profilés supports (racks) ;
- Les automates devront fonctionner dans un environnement industriel éventuellement perturbé, dans une plage de température inférieure ou égale à 60°. Ils seront du type modulaire et devront pouvoir intégrer des cartes supplémentaires ;
- Le système sera constitué d'un ensemble de modules du type Entrées/Sorties, pouvant être réparties sans contrainte dans différents racks distants. Toutes les entrées sorties devront être scrutées et rafraîchies à chaque cycle automate ;
- Le raccordement des différents racks entre eux devra se faire par simple câble sans module interface extérieur au rack automate ;
- Tous les modules comporteront un bloc de visualisation permettant l'identification d'un défaut de niveau module, de niveau voie : entrée, sortie, équipement bus, etc. Ce diagnostic s'effectuera sans aucun recours à un outil spécifique ;
- Les modules seront entièrement configurables par paramétrage avec le logiciel de conception et d'exploitation. Les paramètres pourront être chargés automatiquement par le processeur lors d'un transfert de programme ;
- L'ensemble des informations de diagnostic devra être accessible au programme utilisateur : variables de diagnostic, défauts I/O, défaut racks, défaut carte, défaut voie ;
- Les défauts systèmes seront horodatés et stockés à la source dans une pile de défauts gérée automatiquement par le système d'exploitation et consultable soit par :
 - Une console d'exploitation,
 - Un terminal de dialogue ou un superviseur,
 - Lorsque l'automate est raccordé à un réseau, via un navigateur web standard ;
 - Compte tenu des besoins de disponibilité, de continuité de service des installations de l'aéroport et de leur topologie, les cartes automate devront être débouchables et embrochables sous tension sans provoquer l'arrêt de l'automate à l'exclusion de carte unité centrale et de la carte d'alimentation,

Processeurs

- Les processeurs d'une offre devront appartenir à la même gamme du constructeur ;
- La gamme de processeur comprendra des capacités de performance, mémoire, nombre d'entrées/sorties, nombre de réseaux et fonctions différentes. Le nombre d'entrées/sorties gérées par les différents processeurs devra varier entre 512 à 2024 Tout Ou Rien (TOR), de 24 à 256 entrées analogiques, de 1 à 4 connexions réseaux Ethernet, de 4 à 24 liaisons séries ;
- Temps de cycle inférieur à 8ms avec la capacité programme maximum et la configuration matérielle maximum ;
- La gamme devra proposer un processeur avec port Ethernet intégré automate ;

- Les processeurs devront offrir un emplacement capable d'accueillir une mémoire d'exécution amovible et modulaire permettant de faire évoluer la capacité de traitement du processeur ;
- La gamme de CPU devra assurer la compatibilité ascendante des applications, un programme écrit pour une CPU pourra donc être exécuté par une autre CPU de la gamme sans autre modification que la sélection du processeur par le logiciel de configuration ;
- Le module processeur devra comporter une connexion au terminal de programmation. Cette liaison doit s'effectuer via les ports séries ou USB du PC sans carte spécifique dans le PC ;
- La mise à jour du firmware du processeur par simple flashage de la mémoire ;
- La gestion d'un bus de terrain.
- Les mnémoniques de variables devront être stockables dans la mémoire par choix utilisateur lors de la configuration logicielle.

Cartes d'entrées Tout Ou Rien (TOR)

- Alimentation : 24 VCC ;
- Nombre d'entrées par carte 8 à 64 voies ;
- Configuration des temps de filtrage entrée par entrée via le logiciel de programmation ;
- Configuration de la surveillance de l'alimentation de chaque entrée via le logiciel de programmation ;
- Fonctions de diagnostic paramétrables via le logiciel de programmation ;
- Les entrées doivent être isolées conformément à la norme IEC1131-2 de type 1 ou 2 ;
- Pour des traitements prioritaires, il devra être possible d'affecter des entrées à un traitement sans interruption.

Cartes de sorties Tout Ou Rien (TOR)

- Statiques 24, 48 VCC ;
- Le nombre de sorties par carte devra être 8 à 64 sorties ;
- Configuration du type de réarmement via le logiciel de programmation ;
- Configuration du repli pour chaque sortie via le logiciel de programmation ;
- Configuration de la surveillance de l'alimentation de chaque sortie via le logiciel de programmation ;
- Fonction de diagnostic paramétrable via le logiciel de programmation ;
- Les sorties doivent être isolées conformément à la norme IEC1131-2 ;

Cartes entrées/sorties analogiques :

- Cartes 4, 8 et 16 voies avec diagnostic ;
- Fonctionnement tension : -10V - +10V ; 0 - 10V ; 0 - 5V ;
- Fonctionnement courant : 0 - 20 mA ; 4 - 20 mA ;
- Résolution 12 bits.
- Cartes de communication série
- Les cartes devront supporter les réseaux RS485, RS422, RS232D, boucle de courant ;
- Elle doit donner la possibilité :

- De câbler des réseaux en 2 ou 4 fils.
- De polariser la ligne.
- De mettre des résistances de fin de ligne.
- Les cartes devront accepter :
 - Le protocole MODBUS, posséder les performances propres à ce réseau.

Cartes de communication Ethernet

- Elle doit avoir les caractéristiques suivantes :
 - 10 /100 Mbs en full et half duplex.
 - Avoir des ports RJ45, blindés, auto-crossing, auto-polarity et autonégociation 10/100 Mb/s.
 - Contrôle d'accès sur adresse IP.
 - Serveur DHCP + BOOTP.
 - Protocole SNMP.
 - Assurer la fonction de passerelle.

Les coupleurs Ethernet ainsi que les automates seront accessibles pour du diagnostic via un navigateur standard (Explorer, Mozilla, Google Chrome, etc.) et un serveur Web embarqué dans le module. Ce serveur Web ne devra nécessiter aucune configuration préalable, ni logiciel spécifique et devra être sécurisé par mot de passe.

Les coupleurs Ethernet devront être capables de mettre à disposition de l'utilisateur de la mémoire pour permettre le téléchargement via FTP de pages Web personnalisables. Les coupleurs doivent fournir une interface ouverte de programmation au niveau de la couche TCP pour le codage de requêtes émission / réception de données.

- Les coupleurs Ethernet devront posséder en visualisation dynamique les éléments suivants:

- Visualisation du trafic total et par type ;
- Visualisation du nombre de connexions ouvertes ;
- Visualisation de son état ;
- Compteurs total messages émis ;
- Compteurs total messages reçus ;
- Compteurs total messages erreur.

Avoir les protocoles MODBUS/TCP, ETHERNET/IP.

Permettre la connexion à l'automate afin de consulter le programme.

Permettre le transfert de programme dans l'automate.

Fournir un service de messagerie industrielle en mode client et serveur sur le profil TCP/IP.

Cartes bus de terrain embarquées dans l'automate

- Proposer une carte maître réseau MODBUS/TCP capable de communiquer avec tous les équipements conformes au standard MODBUS/TCP. Les fonctions de diagnostic du bus, intégrées au logiciel de conception et d'exploitation doivent permettre d'identifier très rapidement un défaut sur le bus et sur les équipements distants (défauts des cartes et des voies).
- Les rafraîchissements d'état avec les Entrées/Sorties distantes sur se feront sans aucune programmation dans l'application.

- Le scanner d'entrées sorties doit garantir un temps de scrutation de 64 équipements en 20ms maximum.
- Proposer une carte maître réseau ETHERNET/IP possédant toutes les performances propres à ce protocole, notamment le déterminisme par rapport au temps de cycle.
- Proposer une carte maître réseau FIPIO capable de gérer 127 équipements sur une longueur de plusieurs kilomètres. Les entrées/sorties distantes doivent être adressées par le programme application comme des entrées/sorties "in rack". Les fonctions de diagnostic du bus, intégrées au logiciel de conception et d'exploitation doivent permettre d'identifier très rapidement un défaut sur le bus et sur les équipements distants (défaut des cartes et des voies).
- Proposer une carte maître pour réseau AS-i version 2, la carte devra posséder un bloc de visualisation permettant de visualiser :
 - L'état de la carte et du réseau.
 - L'état de la connexion de chaque esclave du réseau.

4.8.3 Stations réseau

Les têtes des stations déportées doivent permettre le rafraîchissement des entrées sorties sans avoir besoin d'écrire des requêtes dans le programme automate. Elles doivent accepter les protocoles FIPIO, MODBUS/TCP, ETHERNET/IP.

Pour répondre aux besoins d'extension, les stations seront extensibles par simple ajout de cartes.

- Cartes d'entrées/sorties TOR :
 - Modularité 2, 4, 6, 8, 16, 32, 64 voies par cartes.
 - Alimentation 24 VCC, 100 à 230 Vac.
 - L'état des entrées sorties sera visualisé par une LED pour chaque voie.
 - Les modules d'entrées sorties devront disposer d'une gamme de bornes à ressort.
 - Proposer des cartes avec le contrôle de filerie en entrée et sortie.
 - Filtrage programmable à affecter aux entrées.
 - Repli des sorties configurables suite à une perte de communication.
 - Repli des sorties configurables suite à une perte de communication.
- Cartes d'entrées sorties analogiques :
 - Fonctionnement tension : -10V/+10V ; 0 - 10V ; 0 - 5V.
 - Fonctionnement courant : 0 - 20 mA ; 4 - 20 mA.

4.8.4 Caractéristiques des armoires automates

Les armoires destinées à accueillir des matériels automates, in rack ou déportés sur réseaux, comprennent au minimum les caractéristiques suivantes.

- Un éclairage coupé par un contact de porte.
- Une prise de courant avec sa protection différentielle.
- Une prise réseau Ethernet RJ45.
- Un rangement pour les plans.
- Une porte vitrée face au rack automate.
- Elle disposera de toutes les protections électriques nécessaires.

- Une tablette pour poser un PC portable.
- Une serrure .
- Ouverture par commande unique sur toutes les portes.
- L'alimentation 24 VCC, dont la puissance est adaptée à l'installation, est protégée en amont et en aval par des disjoncteurs.
- Pour les cartes d'entrées sorties in rack, chaque carte de 64 voies est protégée par un disjoncteur. Une synthèse des défauts disjoncteurs des cartes est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.
- Pour les stations d'entrées/sorties déportées sur réseaux, chaque carte de distribution d'alimentation est protégée par un disjoncteur. Dans une station il y a une carte de distribution d'alimentation pour les entrées et une pour les sorties. Une synthèse des défauts disjoncteurs des cartes est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.
- Une synthèse des protections 220V AC de l'armoire est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.
- Les câbles venant des équipements externes de l'armoire sont connectés sur des bornes à ressort, qui pourront être à double étage, sous réserve de l'accord du responsable GTC de l'aéroport ou de son représentant.
- Un câblage interne, repéré selon la logique tenant/aboutissant, assure la liaison avec les interfaces d'entrées/sorties. Les interfaces d'entrées/sorties sont reliées aux cartes des automates ou des stations déportées sur réseau, par des cordons de pré câblage.
- Du fait que les interfaces de pré câblage ne permettent plus le marquage des entrées/sorties, leurs noms seront ajoutés sur les étiquettes de chaque conducteur.
- Une fiche plastifiée, listant les noms des entrées/sorties avec leurs adresses automate et le n° de la borne de l'interface de pré câblage, sera apposée à l'intérieur de l'armoire.
- Tous les équipements présents dans l'armoire seront repérés

4.8.5 Réseaux industriels

Principes

Pour répondre aux besoins de communication inter automates ou automates vers superviseurs, l'ensemble des équipements automates sont inter connectés par des réseaux RS 485 (protocole Modbus/série, FIPIO) ou Ethernet (protocole Modbus/TCP ou Ethernet/IP).

Réseau RS485

Chaque réseau reliant un équipement maître à un esclave (liaison point à point) ou à plusieurs esclaves (liaisons multipoints) aura un numéro unique.

Les câbles sont repérés selon la logique tenant/aboutissant. Les repères sont mis aux entrées/sorties des borniers, des armoires et à chaque changement de direction.

- Caractéristiques câbles Modbus :
 - Câble basse capacitance: < 60 pF/m.
 - Impédance caractéristique 120Ω/Km.
 - Nombre de conducteurs 2 paires.
 - Section conducteurs 0,22mm².
 - Paires torsadées blindées paire à paire.

- Conforme à la norme EIA RS485.
- Caractéristiques câbles FIPIO:

Câble Principal.

- Diamètre = 7,8mm +/- 0,2mm employant 2 conducteurs de jauge 22.
- Diamètre sur tresse = 6,4mm +/- 0,2mm.
- Composé d'une paire torsadée d'impédance caractéristique $140\Omega < Z_c < 155\Omega$.
- Atténuation à 1Mhz $\leq 12\text{Db/Km}$.
- Résistance linéique à 20°C $\leq 52\Omega/\text{Km}$ en statique.
- Blindé par tresse et feuillard.
- Rayon de courbure minimum 75 mm.
- Utilisable en atelier pour des tensions inférieures à 36 Volts.
- Température de stockage: -25°C à +70°C.
- Température d'utilisation: +5°C à +60°C.
- Essais à la flamme : Norme UL VW-1.
- Norme d'essai applicable: CEL189.1 et CEI 885.1.
- Conforme aux normes : NFC 46.604.

Câble de dérivation

- Diamètre = 7,8mm +/- 0,2mm employant 4 conducteurs de jauge 26.
- Les autres caractéristiques sont identiques au câble principal.

Réseau Ethernet industriel

Switchs :

Chaque switch a une adresse IP et un nom unique.

- Principaux caractéristiques des switchs :
 - Supporter la topologie en anneau ;
 - Assurer la cicatrisation de l'anneau en moins de 100 ms (le protocole Gérant la cicatrisation sera précisé) ;
 - Administrables ;
 - Supporter la norme Ethernet IP garantissant le déterminisme ;
 - Gérer les vlans ;
 - Avoir une double alimentation ;
 - Communication et état de chaque port visualisé par une LED ;
 - Refroidissement passif ;
 - MTBF >300 000 heures ;
 - Montage sur rail-DIN ;
 - Port cuivre RJ45 blindés ;
 - Port fibre connectique ;
 - Etc.
- Installation des switchs :

Les switchs sont installés dans des coffrets optiques dédiés qui doivent respecter les dimensions et caractéristiques des coffrets existants :

- Porte vitrée.
- Clé .
- Deux bandeaux de brassage fibre optique, connectiques SC.
- Un bandeau de brassage cuivre (RJ45).
- Deux alimentations 24VCC dont les origines électriques sont distinctes, une origine ondulée, l'autre de source normale.
- Protections des alimentations par disjoncteurs avec renvoi des défauts vers la GTC via une entrée TOR automate.
- Renvoi du défaut switch vers la GTC via une entrée TOR automate.

Toute installation d'un switch donne lieu à une fiche de configuration et de recette destinée à l'archivage.

Dans le cas où le switch installé n'est pas compatible avec le logiciel d'administration de l'aéroport, l'Entreprise fournit le logiciel nécessaire à l'administration du switch. Ce logiciel assurera la visualisation des switches et des équipements qui y sont connectés, il offrira toutes les fonctionnalités propres à ce type de logiciel. Il permettra également de configurer le réseau.

- Câbles fibres :

Les liaisons du réseau seront réalisées en fibre optique monomode. Les câbles doivent avoir une protection contre les rongeurs et être conformes aux normes de non propagation du feu. Ils sont repérés selon la logique tenant/aboutissant avec le nom du réseau, le principe de repérage des liaisons filaires s'applique.

En cas de nécessité le câble est protégé par un fourreau assurant sa protection mécanique.

Toute nouvelle liaison donne lieu à un test de réflectométrie, la fiche est transmise au responsable de la GTC.

- Câbles cuivre :

Tous les câbles seront au minimum de catégorie 5E.

4.8.6 SUPERVISION CENTRALISEE

Généralités

Le poste de supervision centralisée (ou GTC : gestion technique centralisée), si possible solidaire du pupitre de contrôle, est destiné à centraliser sur un Interface Homme Machine (IHM) l'ensemble des états des principaux équipements de la centrale et des réseaux électriques de l'aéroport.

Il permettra, entre autres :

- L'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique...)
- La visualisation de l'état et de l'évolution des installations avec une mise en évidence des anomalies (alarmes) ;
- La collecte d'informations en temps réel sur les installations depuis des sites distants et leur archivage ;
- L'aide à l'opérateur dans son travail et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème ...) ;

- Disposer d'une synoptique fournissant une représentation synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des installations permettant ainsi à l'opérateur d'interagir avec le processus et de visualiser le comportement normal et anormal ;
- Affichage des courbes permettant une représentation graphique de différents paramètres des installations donnant ainsi les outils d'analyse des variables historisées ;
- Disposer d'outils de gestion d'alarmes :
 - calcule en temps réel les conditions de déclenchement des alarmes ;
 - affiche l'ensemble des alarmes selon des règles de priorité,
 - donne les outils de gestion depuis la prise en compte jusqu'à la résolution complète ;
 - assure l'enregistrement de toutes les étapes de traitement de l'alarme ;
- Disposer d'outils de gestion Historisation:
 - permet la sauvegarde périodique de grandeurs (archivage au fil de l'eau) ;
 - permet la sauvegarde d'événements horodatés (archivage sélectif) ;
 - fournit les outils de recherche dans les données archivées ;
 - fournit la possibilité de refaire fonctionner le synoptique avec les données archivées (fonction de magnétoscope ou de replay) ;
 - permet de garder une trace validée de données critiques (traçabilité de données de production) ;
- D'une part de disposer des informations utiles sur l'incident survenu ou susceptible de survenir,
- D'autre part de suivre l'évolution du système, de prendre toutes mesures propres à éviter une dégradation partielle ou totale du système et d'assurer la continuité du fonctionnement par une ou des manœuvres locales appropriées.

A cette fin, l'opérateur dispose :

- D'un écran de visualisation pouvant, afficher des schémas en couleur, montrer les anomalies de fonctionnement, la configuration des équipements et donner des consignes afin de remédier aux dysfonctionnements constatés.

Il sera également possible d'afficher des consignes d'intervention sur les verrouillages et sur divers équipements. Enfin, la liste des derniers états survenus sera affichée et on pourra consulter le journal de ces états sur une période déterminée.

Le système permettra donc de visualiser des pages (écrans) de textes, des tableaux et des schémas, animés en temps réel.

d'un clavier alphanumérique et d'une souris permettant de dialoguer avec le système et d'obtenir les configurations et informations désirées.

d'une imprimante couleur à jet d'encre permettant l'impression, sur demande, de toute ou partie du journal des états ou des pages visualisées.

États et paramètres supervisés

Il sera au minimum consigné dans l'ordre chronologique, avec heure et date, les états ou paramètres ci-après :

- paramètres relatifs au contrôle des différentes sources d'énergie (secteur HT et BT, groupes électrogènes, champ photovoltaïque, onduleurs ; etc.)
 - tensions,
 - fréquence,
 - intensités,
 - puissances,
 - facteur de puissance,
 - énergies,
 - défauts,
 - etc.
- paramètres relatifs au fonctionnement mécanique des groupes électrogènes :
 - sélection de fonctionnement (groupes, démarrages) avec discordances éventuelles,
 - temps de fonctionnement et nombre de démarrages,
 - défauts et alarmes,
 - contrôle des équipements accessoires,
 - etc.
- paramètres relatifs au fonctionnement des installations électriques de la centrale et des locaux techniques:
 - présence et caractéristiques tension sur les jeux de barres,
 - position des organes de protection (puissance),
 - position des organes de manœuvre (puissance),
 - tous défauts (énergie, liaisons, protections, transformateurs, isolements, etc.),
 - anomalies, mauvaises configurations,
 - etc.

Ces moyens de visualisation seront des périphériques d'une unité centrale de traitement des informations. Un système de transmission **(baies multiplexeurs optiques et câbles courant faible en fibre optiques)** mettra en relation les équipements à contrôler (disséminés sur l'aéroport) avec l'unité centrale et ses périphériques.

Les équipements et logiciels utilisés devront posséder des performances et des capacités leur permettant de réaliser toutes les tâches exigées avec une possibilité d'extension d'au moins 20% du volume des informations traitées. Le fonctionnement sera multitâche et l'information traitée et visualisée en temps réel.

4.8.7 Multiplexeurs optiques

Principes de visualisation

Généralités

On s'attachera à obtenir, convivialité, simplicité et fiabilité maximales d'utilisation. Les schémas, synoptiques et symboles devront être simples, lisibles, de signification évidente et si nécessaire complétés d'un texte précis.

Pages (ou écrans) animés

Il sera prévu au minimum les pages ci-après :

- une page "sommaire général" permettant par cliquage d'accéder à toutes les autres pages, dont la page "sauvegarde". Tout défaut ou anomalie sur un équipement se traduira par la même indication sur la page correspondante,
- une page "synoptique général" permettant par cliquage sur l'équipement considéré d'accéder à la page correspondante. Idem en ce qui concerne tout défaut ou anomalie,
- une page "arrivée HT",
- une page "antennes HT",
- une page "synoptique centrale",
- une page par tableau basse tension de la centrale (ou plusieurs suivant l'importance de l'équipement),
- une (ou plusieurs) page "groupes" donnant le synoptique des commutations groupes/secteur, les caractéristiques essentielles des groupes, les défauts, les mesures,
- une page "mesures" réseau HT,
- une page "mesures" réseau BT,
- une page "chargeurs",
- une page "onduleur (ASI)",
- une page "balisage" (ou plusieurs suivant importance),
- des pages statistiques et courbes,
- une page sauvegarde (enregistrement du journal) ;

Architecture des pages

Chaque page comportera :

- Un bandeau supérieur dans lequel apparaîtront les cinq derniers événements apparus avec horodatage et différenciation de la sévérité par couleur,
- Un bandeau inférieur composé de pavés (boutons) qui permettront par clicage d'évoluer dans le système. Les boutons ci-après seront, au minimum, prévus sur chaque page :
 - retour au sommaire général
 - retour au synoptique général
 - accès au sommaire "aides exploitation, maintenance"

- accès à la page de consignes
- accès à la page "historiques" (courbes et statistiques)
- accès au journal (états consignés)
- acquittement défauts
- Une partie centrale qui recevra les schémas, textes et commentaires

Animation

L'animation sera obtenue par :

- modification de schémas
- changement de couleurs,
- apport ou modification d'informations (textes, etc.).

Appareils de protection, coupure, commutation

Le schéma traduira la position réelle (ouvert ou fermé) de ces équipements.

En position fermé, la couleur de l'appareillage sera le vert. En position ouvert, la couleur est celle de l'équipement auquel il appartient. En cas d'ouverture sur défaut (disjoncteur) la couleur retenue sera le rouge.

Changements de tension

Un changement de tension se traduira sur l'unifilaire par un changement de couleur, des jeux de barres, des liaisons et des appareils concernés.

Défauts

L'apparition d'un défaut se traduira par un clignotement en rouge de l'équipement considéré ou d'un voyant placé à proximité et indiquant sans confusion possible l'organe en défaut. Ce clignotement rouge apparaîtra également au niveau des sommaires et synoptiques.

Lors de l'acquittement défaut, passage de rouge clignotant en rouge continu si le défaut persiste et suppression de l'information si le défaut a été éliminé.

Anomalie ou discordance

L'apparition d'une anomalie ou d'une discordance se traduira par le passage en jaune ou en orange de l'appareil concerné (ou d'un voyant).

Est considéré comme anomalie ou discordance, un fonctionnement anormal ou illogique, n'entraînant pas dans l'immédiat la mise hors service d'un équipement mais risquant d'avoir à terme des conséquences sur l'exploitation. Par exemple : préchauffage hors service, sélection groupes incohérente, etc.

Graphisme –couleurs- symbolique

Graphismes et symboles retenus devront être simples et esthétiques. Les symboles pourront, si nécessaire, être complétés par un texte.

La distinction entre les divers réseaux (HT - BT secouru – BT non secouru - continu - etc.) devra être nette. Elle sera obtenue par différenciation des largeurs de traits et éventuellement des couleurs, sous réserve qu'il n'y ait pas de confusion possible avec les autres informations (défaut, mise sous tension, etc.).

Les couleurs retenues pour le fond et les graphismes devront permettre une parfaite lisibilité des schémas et des apparitions d'événements. La couleur du fond devra être facilement modifiable sur site de façon à permettre une adaptation aux conditions locales.

Evolution de pages en pages

Elle se fera :

- à partir de la page "sommaire général" en cliquant sur la page demandée,
- à partir de la page "synoptique général" en cliquant sur l'équipement demandé,
- à partir des autres pages "synoptique" en cliquant sur l'équipement demandé,
- d'une page aux précédentes ou aux suivantes en cliquant sur les pavés correspondants aux équipements amont et aval de la page considérée.

4.8.8 Pages d'aide à l'exploitation et à la maintenance

Généralités

Il s'agit de pages schémas et textes qui ont pour objectifs d'apporter une aide aux techniciens et agents d'exploitation en évitant d'avoir recours systématiquement aux notices et recueils d'exploitation.

Architecture

Pour chaque page, il sera prévu en partie inférieure un bandeau qui recevra :

- un voyant rouge "défaut". Ce voyant est une synthèse défauts destinée à alerter l'opérateur, utilisant les pages d'aide, de l'apparition d'un défaut (ou plusieurs) sur l'installation.
- des pavés (boutons) qui par clicage permettront d'évaluer dans le système. Les boutons ci-après seront, au minimum, prévus sur chaque page :
 - retour au sommaire général,
 - retour au synoptique général,
 - retour au sommaire spécifique,
 - accès à la page de consignes,
 - accès à la page suivante,
 - retour à la page précédente,
 - "impression écran".

Contenu des pages

Il sera prévu une page "sommaires aides" qui permettra de se rendre sur les sommaires spécifiques (HT - BT - Groupes - balisage - etc.).

Aides HT

Le sommaire des aides HT devrait comporter les parties ci-après :

- verrouillage,
- alarme tension antenne,

- défaut isolement antenne,
- défaut protection HT,
- alarme transformateur,

Verrouillages

Les pages prévues permettront de :

- préciser les buts de verrouillage,
- répertorier les diverses clés avec leur numéro et leur affectation,
- présenter les schémas de tous les verrouillages mis en œuvre,
- expliquer les opérations à effectuer pour éviter les fausses manœuvres et accéder aux divers appareillages (fusibles, transformateurs, têtes de câbles etc.).

Alarme tension boucle HT5500V

Il sera prévu des pages précisant :

- les cas de défaut d'une partie de la boucle,
- les vérifications et recherches à effectuer,
- les mesures correctives et palliatives à prendre.

Défaut isolement boucle HT 5500V

Même principes que pour l'alarme tension antenne.

Défaut protection HT

Il sera prévu des pages précisant :

- les caractéristiques et seuils d'alarme,
- les vérifications et recherches à effectuer,
- les mesures correctives et palliatives à prendre.

Alarmes transformateurs

Il sera prévu des pages précisant :

- les caractéristiques et seuils d'alarme,
- les vérifications et recherches à effectuer,
- les mesures correctives et palliatives à prendre.

Aides basse tension

Ces aides comporteront, en principe, les parties suivantes :

- défauts d'isolement,
- absence tension,
- défauts disjoncteurs,
- alarmes tension continue,
- défauts chargeurs,

- défauts onduleur.

Pour chaque partie, il sera prévu des pages précisant pour tous les défauts et anomalies prévisibles :

- les origines possibles de l'incident,
- les vérifications et recherches à effectuer,
- les mesures correctives et palliatives à prendre.

Aides groupes électrogènes

Ces aides comporteront, en principe, les parties suivantes :

- fonctionnement,
- discordances,
- indications spécifiques,
- alarmes - défauts.

Fonctionnement

Cette partie précisera les différents modes possibles de fonctionnement des groupes et de l'automatisme, les choix et sélections possibles.

Discordances

Cette partie précisera les diverses discordances possibles (incompatibilités de sélection, etc.) et les mesures à prendre pour éliminer ces discordances.

Indications spécifiques

Cette partie précisera les caractéristiques essentielles des groupes et les principales opérations de maintenance.

Alarmes – défauts

Cette partie précisera :

- la liste des alarmes et défauts avec leurs conséquences (arrêt immédiat, différé, etc.),
- les contrôles et vérifications à effectuer,

les mesures correctives et palliatives à prendre

4.8.9 Consignation des états

Généralités

Toutes les modifications d'états ou de paramètres définis précédemment seront prises en compte et consignées par le système (journal),

Les événements consignés seront classés par ordre chronologique d'apparition et seront affectés d'une priorité (sévérité) en fonction de leur importance dans le fonctionnement de l'installation.

Il sera prévu :

- une impression sur demande des événements ou des pages visualisées
- une visualisation sur les écrans des cinq derniers événements
- un accès direct au journal avec possibilité d'édition sur une période déterminée,

- une possibilité d'enregistrement du journal sur CD,
- la possibilité de visualiser et d'éditer des statistiques et des courbes,
- une transmission à distance de toutes les données.

Texte original

Chaque consignation fera l'objet d'une ligne unique qui comportera, un horodatage avec une précision au moins égale au 1/10ème de seconde et une définition précise de l'événement consigné faisant référence aux symboles et repères et schémas (ex : ouverture contacteur C4 : fermeture disjoncteur Q2), les abréviations retenues ne devront pas être ambiguës.

Journal

Dans ce journal seront consignés pendant une durée minimum de deux mois tous les événements survenus sur l'installation. Les événements seront classés dans l'ordre chronologique de leur arrivée et la ligne correspondante sera de couleur différente suivant leur importance (sévérité) :

- apparitions défaut en rouge clignotant,
- défauts acquittés mais persistants, en rouge fixe,
- anomalies et discordances, en jaune (ou orange),
- même couleur, à définir, pour les autres changements d'états.

Il sera possible d'accéder au journal en cliquant sur le pavé journal. Dans ce cas, sur une page apparaîtront les derniers événements survenus. On se déplacera dans ce journal soit en utilisant les pavés "page précédente" et "page suivante", soit en appelant une période déterminée.

Dans les deux cas, il sera possible de visualiser et d'imprimer :

- soit la totalité des états,
- soit seulement les défauts et anomalies (rouge, jaune),

Enregistrement - Lecture

Le système conservera en mémoire au minimum le mois en cours et le mois précédent. Dès le début du mois en cours, le mois précédent pourra être enregistré. Une information apparaîtra sur l'écran pour prévenir l'exploitant qui aura le mois en cours pour procéder à l'enregistrement du mois précédent. Cette information intermittente réapparaîtra régulièrement suivant une périodicité à définir.

La lecture et l'exploitation de l'enregistrement devront s'effectuer sur un PC courant. Si un logiciel particulier est nécessaire pour procéder à ces opérations, il sera fourni avec le système, ainsi que tous les documents d'exploitation.

Courbes

Les consignes effectuées sur les divers changements d'états et paramètres seront utilisées pour visualiser et éditer si nécessaire un certain nombre de courbes. Le système devra permettre de tracer, au minimum (sous réserve que les capteurs installés le permettent), les courbes d'évolution de tension – intensité – fréquence – puissance - facteur de puissance pour les groupes, les réseaux (technique et non technique).

Il sera possible de modifier et de choisir les échelles de façon à obtenir la représentation la mieux adaptée aux phénomènes à observer.

Accès au système

A la mise sous tension des équipements, toutes les procédures d'initialisation seront automatiques et la visualisation se positionnera sur la page sommaire (ou sur une page couverture à définir).

Il sera prévu trois niveaux d'accès :

- un premier niveau par code simple pour l'accès à la page de consignes,
- un second niveau d'accès plus difficile, réservé à certains techniciens, permettant d'apporter des modifications aux textes de maintenance et d'exploitation et aux textes des pages animées susceptibles de modifications (réserves, intitulés des départs, etc.),
- un troisième niveau permettant l'accès au reste du système et limité à des agents le connaissant parfaitement.

Le fournisseur proposera pour ces trois niveaux les modifications et interventions envisageables et les verrouillages.

4.8.10 Caractéristiques des équipements

La partie droite du pupitre sera réservée pour le poste de supervision. Il comportera les équipements suivants :

- Un moniteur : écran plat de 19 pouces,
- Un lecteur / graveur de CD-ROM,
- Un clavier de saisie destiné à permettre à l'opérateur :
 - de choisir la fonction souhaitée (voir moniteur),
 - de commander l'apparition sur l'écran des différentes fonctions réalisées,
 - de compléter ou modifier la programmation avec accès codé (ex : personnalisation de l'installation),
 - de commander manuellement le CD.

Ce clavier sera du type alphanumérique complet. Il possédera des touches de déplacement et des touches de fonction.

- Une imprimante couleur du type à jet d'encre (papier format A4). Elle sera positionnée à côté du clavier de saisie. Il sera fourni, en réserve, 05 cartouches d'encre noir et 05 cartouches d'encre couleur.
- Une unité centrale (CPU). Elle contient les différents mémoires et les programmes nécessaires (sous environnement WINDOWS ou UNIX) pour établir les fonctions désirées (voir ci-avant). Sa capacité devra répondre au travail souhaité.

NOTA : L'unité centrale sera de type bureautique GRAND PUBLIC basée sur un processeur multi-cœurs de génération la plus récente. Elle aura un disque dur d'une capacité suffisante pour emmagasiner 2 mois de la vie du système électrique (le mois actif et le mois précédent). L'unité centrale permettra obligatoirement un fonctionnement du type multitâche. Elle permettra de sauvegarder sur CD-ROM le mois mémorisé et rafraîchira le disque dur tous les mois (ceci sans interruption du fonctionnement du consignateur).

Elle sera dotée d'une licence d'exploitation de chacun des logiciels fournis.

- Un concentrateur faisant l'interface entre l'unité centrale et les armoires répartiteurs et les équipements de la centrale.

- Une alimentation sans coupure assurant la protection de l'ensemble des appareils définis ci-avant.

Le concentrateur et l'onduleur seront placés dans le pupitre lui-même.

NOTA : L'entreprise dans sa réponse devra obligatoirement donner toutes les informations concernant le système qu'il propose. Ces informations sont de 2 types :

- Informations techniques, c'est-à-dire les caractéristiques des équipements et des logiciels proposés (le système proposé devra permettre la diffusion ultérieure de ses informations vers un autre site en utilisant un protocole de communication standard : RS232, RS485, TCP/IP, ...),
- Information sur ce que fera exactement le système proposé ainsi que d'éventuelles possibilités d'extension en prenant comme base le descriptif donné dans le paragraphe précédent.

Ces périphériques sont généralement hétérogènes :

Communications physiques diverses : - liaison série standard RS 232 ou RS485 - liaison dédiée (ASI, CAN, Profibus) - réseau Ethernet...

Protocoles différents - Modbus ASCII, RTU, TelWay - CanOpen, DeviceNet - UDP, TCP/IP, ModbusTCP

4.8.11 Vidéo surveillance

Caméras

Les caméras seront de type IP (système permettant à ses utilisateurs de visualiser, d'enregistrer et de traiter des images vidéo via un réseau IP - informatique LAN/ WAN/ Internet), vidéo couleur jour/nuit. Les caméras extérieures seront du type PTZ (Pan/Tilt/Zoom), les autres seront du type dôme ou simple, avec les caractéristiques minimales suivantes :

- large gamme dynamique,
- haute résolution et haute sensibilité,
- fonction jour/nuit,
- large gamme de balance automatique des blancs,
- 1 entrées / 2 sortie alarme,
- envoi d'email sur pré/post alarme ou vers un serveur FTP,
- mémoire tampon pour stockage des images pré et post alarme,
- protection par mot de passe et filtrage des adresses IP,
- fonctionnement -10°C à +50°C,
- fonction détection de mouvement.
- Ces caméras devront aussi disposer d'une fonction de compensation de contre-jour performante qui ne devra pas favoriser la surexposition de l'arrière-plan de l'image.

Il faudra à cet effet utiliser une vitesse d'obturation élevée pour l'arrière-plan, ce qui assurera par conséquent une exposition optimale de l'objet ainsi que de l'arrière-plan.

Les caméras prévues pour l'extérieur seront munies de protection.

Network Vidéo Recorder (NVR)

Il est prévu la mise en place dans ce projet, d'un serveur d'enregistrement NVR (Network Vidéo Recorder) sur PC qui aura la capacité de gérer les entrées vidéo.

Ce serveur aura les caractéristiques minimales suivantes :

- type modulaire
- entrées vidéo pouvant aller jusqu'à 8 (fixes ou PTZ)
- Format Vidéo MJPEG, MPEG 2, MPEG 4, THEORA
- Nombre de caméras : jusqu'à 8 caméras en fonction du type et du format d'enregistrement et à la résolution des caméras sans dégradation
- Les enregistrements devront pouvoir être téléchargés sur un PC distant
- Possibilité de visualisation live de toutes les caméras depuis le serveur directement ou via un PC ou un Mac connecté sur un LAN ou sur Internet. Possibilité de multicast RTP/RTSP
- Equipé d'un Moniteur 24 pouces
- Contrôle des caméras PTZ
- Possibilité de la supervision à partir d'un ordinateur PC
- Possibilité de transmission vidéo MPEG-4 et de supervision via TCP/IP
- Possibilité d'asservissement de 8 alarmes et 8 relais auxiliaires
- Capacité de stockage 120 à 1.5 TB - 3 x Serial-ATA II, 3 Gb/s (300 MB/s) supporte le monitoring.

Moniteurs

Le titulaire du présent devra la fourniture et le raccordement des moniteurs qui serviront à visualiser les images issues des caméras.

Ces moniteurs seront en couleurs LCD (24").

Logiciels

Le système comportera les logiciels nécessaires au système. La gestion multiposte devra être possible.

5. REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

5.1 GENERALITES

Tous les travaux exécutés sur l'aéroport devront être en accord avec :

- les règles de l'art,
- les spécifications particulières objet de ce fascicule,
- les spécifications générales.

5.2 REALISATION DU RESEAU DE CABLES

5.2.1 Généralités

Le présent chapitre a pour objet de préciser les conditions de mise en place et de raccordement des réseaux de câbles HT et CF sur l'aérodrome.

Pour mémoire voir les spécifications générales " Réseau de câbles installés en extérieur ".

5.2.2 Tracé de réseaux

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.3 Parcours communs

Pour mémoire voir les spécifications générales.

Les tranchées HT et BT et/ou BT et CF seront espacées au minimum de 5 m.

Les câbles à fibre optique pourront être placés en tranchée avec un câble HT, des câbles de balisage ou des câbles BT.

5.2.4 Mode d'exécution des travaux

5.2.4.1 Généralités

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.2 Tranchées et fouilles

Elles seront établies aux profondeurs ci-après, au-dessous du sol et quelle que soit la nature du sol et des obstacles qu'il contiendra :

- 1,00 m pour de câbles HT,
- 0,90 m pour les câbles BT et CF,

Les travaux comporteront également :

- l'enlèvement éventuel du revêtement fait avec précaution et suivant une coupure nette,
- le rangement des terres de déblai d'un côté de la tranchée.

5.2.4.3 Pose de câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

Du niveau du sol au fond de la tranchée, on rencontrera successivement :

- terre de remblai,
- dispositif avertisseur,
- câble ou conducteur de terre : cuivre nu de 25 mm²,
- terre tamisée : 0,10 m,
- sable : 0,10 m,
- câble(s),
- sable : 0,10 m.

NOTA : En ce qui concerne les réseaux busés disponibles, si à chaque extrémité le regard n'existe pas, il devra être construit. L'Entreprise fournira obligatoirement un descriptif technique et un devis détaillé avec prix unitaires (en détail) et ceci pour chaque ouvrage proposé. Si

ces informations n'apparaissent pas dans la proposition de l'Entreprise, l'Administration considérera que les fournitures et les travaux à réaliser sont inclus dans chaque offre.

Les précautions ci-après seront prises :

- à l'entrée et à la sortie de chaque traversée, chaque câble formera une boucle de réserve,
- à l'entrée et à la sortie de chaque traversée, sur chaque câble sera fixée au moyen de colliers une étiquette en matière plastique gravée, indiquant le circuit desservi par le câble (exemple : Localizer).

5.2.4.4 Extrémités des câbles non raccordés

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.5 Identification des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.6 Dispositif avertisseur

Un dispositif avertisseur sera mis en place dans toutes les tranchées. Il sera constitué d'un grillage mailles (de 30 à 35) en fil de fer plastifié de diamètre 10/10. Pour chaque type de courant (HT, BT, etc.) une couleur spécifique sera prévue.

Ce grillage peut être remplacé par tout autre dispositif avertisseur agréé par l'ASECNA ou conforme aux normes en vigueur.

5.2.4.7 Repérage des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.8 Croisement d'autres conduits

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.9 Entrée des câbles dans les bâtiments

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.10 Busages

Pour les traversées des chaussées aéronautiques, routes et chemins, les câbles emprunteront des passages en buse. Il sera utilisé des buses en béton, des buses en plastique enrobées de béton si elles ne résistent pas à la pression, ou métalliques.

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.11 Réfection des chaussées

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.12 Ouvrages rencontrés dans les fouilles et gardiennages

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.2.4.13 Raccordement des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.3 REALISATION DE LA PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET DE LA MISE A LA TERRE

5.3.1 Mesures de protection contre la foudre et les surtensions

5.3.1.1 Protection contre les chutes directes de la foudre sur les bâtiments ou installations techniques

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.3.1.2 Protection contre les chutes de la foudre sur le sol au voisinage des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

Les piquets de terre seront prévus tous les 100 m environ; ils seront du type acier diamètre 19 mm (longueur 2 m) recouvert d'une couche de cuivre électrolytique.

5.3.1.3 Protection contre les surtensions

Elle sera réalisée, en particulier, par la mise en place de limiteurs de surtensions adaptés à chaque type d'installation pour éviter les dégâts dus aux ondes de choc avec :

- Parafoudres à résistance variable sur les arrivées/départs des câbles HT ;
- Parafoudres à résistance variable sur les départs et/ou les arrivées des câbles BT de la centrale, des shelters et des autres bâtiments

(ces parafoudres seront installés sur les conducteurs de phases et de neutre sauf si celui-ci est raccordé directement à la terre) ;

- Parafoudres disposés sur les départs et sur les arrivées de câble coaxial ;
- Parafoudres sur les départs et arrivées des câbles à conducteurs métalliques de télécommande et téléphonie ;
- Filtres limiteurs ou absorbeurs d'onde intégraux sur les arrivées d'énergie BT alimentant les installations sensibles aux surtensions (aides radioélectriques).

5.3.2 Réseau de terre

5.3.2.1 Réseaux de terre des bâtiments

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.3.2.2 Réseaux de terre intérieures des salles énergie et postes électriques

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.3.2.3 Interconnexion des terres

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.3.2.4 Mise à la terre des masses

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

5.3.2.5 Prescriptions particulières concernant les travaux

Pour mémoire voir les spécifications générales.

5.4 DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DES RESEAUX

Les dispositions normalement retenues seront :

a) En HT : Un neutre isolé de la terre avec déclenchement sur défaut simple. A cette fin, il sera prévu un contrôle permanent du niveau d'isolement pour chaque tronçon et une signalisation en cas de baisse de ce dernier au-dessous d'un certain seuil, le déclenchement à un deuxième seuil du disjoncteur BT correspondant.

b) En BT :

b.1) Besoins techniques : Un neutre impédant avec déclenchement au second défaut. A cette fin, il sera prévu :

- un contrôleur général permanent de l'isolement avec signalisation en cas de défaut simple et déclenchement en cas de défaut double du disjoncteur correspondant,
- un dispositif de localisation sous tension du départ en défaut, au niveau de tous les départs des tableaux BT (IT) de la centrale électrique, par appareil permanent (recherche automatique).

La recherche de défaut dans les tableaux BT (IT) restants sera effectuée manuellement :

- soit par ouverture successifs des départs,
- soit au moyen d'un dispositif mobile de recherche de défaut sous tension, adapté au type de CPI retenu.
- Une sélectivité des protections calculée de manière à assurer la meilleure continuité d'exploitation possible.

b.2) Autres besoins : Un neutre à la terre avec déclenchement au premier défaut.

6. TRAVAUX RELATIFS AUX EQUIPEMENTS DE BALISAGE LUMINEUX

6.1 CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux de réhabilitation du balisage lumineux à réaliser portent essentiellement sur :

- La réalisation complète des nouvelles installations ci-après, en remplacement de celles existantes :
 - un balisage de ligne d'approche HI catégorie I au QFU 06,
 - un balisage de ligne d'approche BI au QFU 06,
 - un système PAPI (indicateur visuel de pente d'approche de précision) aux deux QFU 06 et 24,
 - des feux d'identification de seuil " RTILS" aux deux QFU,
 - un balisage des seuils et extrémités aux deux QFU,
 - un balisage de piste et de prolongement d'arrêt (P.A.) et de raquette de retournement aux deux QFU,
 - un balisage des voies de circulation et aires de stationnement,
 - des équipements complémentaires : manches à vent éclairées, balisage d'obstacles, panneaux de signalisation éclairés, platines de commande et synoptique de balisage (en vigie).

Les dispositifs ci-dessus proposés permettront d'exploiter l'aérodrome par beau temps et par mauvaises conditions météorologiques.

6.2 CONFIGURATION GENERALE DES DISPOSITIFS

(Voir plan N° EB –BBO 08 : Configuration générale du balisage lumineux prévu)

6.2.1 Dispositif d'approche haute intensité à barres codées catégorie I

(Voir plan N° EB – BBO 09 : Balisage d'approche HI/BI)

Ce dispositif d'approche à haute intensité lumineuse (HI) de catégorie I sera installé en amont du seuil 06. Il sera constitué de barrettes de feux axiaux disposées sur une longueur de 900 m et espacées de 30 m et d'une barre transversale de 30 m de long située à 300 m du seuil.

Les feux situés au-delà du P.A. seront du type hors sol et montés sur poteaux de hauteur appropriée, en fonction de la pente de terrain, étant entendu que tous les axes optiques des feux seront disposés sur le même plan passant par le seuil. La ou les pentes de ce plan seront aussi faibles que possible.

Par ailleurs, les feux installés dans le P.A. seront encastrés dans le revêtement afin de ne pas constituer un obstacle pour les avions qui seront amenés à y rouler.

Les feux seront du type unidirectionnel (dirigés vers l'approche) et seront de couleur claire. La puissance unitaire des feux (fonction du matériel proposé) sera conforme aux réglementations de l'OACI.

Tous les feux seront utilisés sous une intensité lumineuse variable (cinq niveaux de brillance) en fonction des conditions météorologiques.

6.2.2 Dispositif d'approche à basse intensité lumineuse

(Voir plan N° EB – BBO 09)

Le dispositif d'approche à basse intensité (BI) lumineuse sera constitué de feux installés sur une longueur de 900 m à partir du seuil 06 et d'une barre transversale située à 300 m du seuil. Il sera installé dans les mêmes conditions que celle décrites au paragraphe précédent. La distance entre les feux axiaux sera de 60 m.

Les feux seront du type hors sol omnidirectionnel de couleur claire.

Les feux seront montés sur poteaux, dans les mêmes conditions que les feux HI. Les feux BI de la barre transversale pourront être montés sur les supports des feux HI.

6.2.3 Balisage de délimitation de piste et de P.A.

(Voir plans N° EB – BBO 11 et 12)

6.2.3.1 Balisage de bord de piste

Les feux de délimitation seront disposés sur toute la longueur de la piste en deux rangées parallèles équidistantes de l'axe de piste, de façon à ce qu'ils se trouvent placés à une distance comprise entre 0,5 et 3 m des bords. Dans chaque rangée les feux seront placés à intervalles réguliers de 60 m au maximum et les feux des deux rangées seront placés de façon symétrique 2 à 2 par rapport à l'axe de piste.

Ces feux seront de couleur claire et auront une puissance unitaire fonction des normes OACI. Un filtre de couleur jaune sera installé sur les feux délimitant les 600 derniers mètres de chaque bout de piste.

- La conception des feux hors sol permettra d'obtenir :
 - un rayonnement omnidirectionnel à basse intensité lumineuse,
 - deux faisceaux directionnels à haute intensité lumineuse (un dans chaque sens d'atterrissage).
- La conception des feux encastrés permettra d'obtenir deux faisceaux directionnels à haute intensité lumineuse (un dans chaque sens d'atterrissage).

Tous les feux seront utilisés sous une intensité lumineuse variable (5 niveaux de brillance) en fonction des conditions météorologiques.

6.2.3.2 Balisage de prolongement d'arrêt (P.A.)

Les feux des P.A. sont des feux de type hors sol, à haute intensité lumineuse. Il s'agit de feux unidirectionnels rouges visibles pour un observateur placé sur la piste. Les feux retenus devront être identiques à ceux utilisés en délimitation de piste et équipés de filtres et de caches d'occultation. Ils seront disposés :

- sur toute la longueur du P.A. en deux rangées parallèles équidistantes de l'axe et dans le prolongement des rangées de feux de bord de piste,
- à l'extrémité du P.A. (feux transversaux), perpendiculaire à son axe, aussi près que possible (à moins de 3 m) de la fin du P.A.

Les feux seront utilisés sous une intensité lumineuse réglable (5 niveaux de brillance), en fonction des conditions météorologiques.

6.2.3.3 Feux de raquette de retournement

Les raquettes de retournement seront balisées par des feux de délimitation installés à la limite de la chaussée entre 0,5 et 3 mètres. Ils seront au nombre de 11 par raquette.

Ces feux seront de type encastré, omnidirectionnels à basse intensité lumineuse de couleur bleue.

Ce dispositif sera complété par des feux de guidage de retournement pour Boeing 747.

6.2.4 Balisage de seuils et extrémités de piste

(Voir plan N° EB – BBO 10)

Les feux des seuils et des extrémités 06 et 24 seront tous de type "encastré".

Les feux de seuil et d'extrémité seront disposés sur une rangée perpendiculaire à l'axe de piste, uniformément espacés entre les rangées de feux de bord de piste, les extrêmes étant alignés sur les rangées des feux de bord de piste. Ces feux seront composés comme suit :

- QFU 06 :
 - 9 feux encastrés bidirectionnels verts/rouges (seuil/extrémité),
 - 9 feux encastrés unidirectionnels verts (seuil).
- QFU 24 : 8 feux encastrés bidirectionnels verts/rouges (seuil/extrémité).

Ils auront des sources lumineuses composées d'une, de deux ou de trois lampes de puissance unitaire fonction des normes OACI.

Ils seront également à intensité lumineuse variable (5 niveaux de brillance) pour s'adapter aux conditions d'exploitation.

6.2.5 Balisage de délimitation des voies de circulation et aires de stationnement

Les feux de balisage des voies de circulation et aires de stationnement seront installés des deux côtés de chaque voie ; dans les lignes droites ils seront placés à intervalles égaux ; dans les virages il en sera de même mais l'espacement entre les feux sera réduit ; on s'efforcera de placer un feu

au raccordement géométrique d'une courbe et d'une ligne droite. Au raccordement d'une voie avec la piste, un intervalle de 2 mètres environ sera prévu entre le feu de bord de piste et celui de la voie. Sur chaque voie les feux seront disposés symétriquement deux à deux par rapport à son axe dans les lignes droites.

Tous les feux seront installés de façon à :

- être alignés dans les lignes droites,
- former une courbe régulière dans les arrondis,
- se trouver aussi près que possible des bordures et dans tous les cas, à une distance extérieure comprise entre 0,5 et 3 m.

Ces feux seront du type hors sol ou encastré, omnidirectionnels à basse intensité lumineuse, de couleur bleue.

6.2.6 Indicateurs visuels de pente d'approche "PAPI"

(Voir plans N° EB – BBO 11 ; 12, et 15)

Les deux QFU seront équipés chacun d'un dispositif d'indicateur visuel de pente d'approche :

- Équipements nouveaux à fournir pour les deux QFU (06 et 24) ;

Le système prévu sera le PAPI normalisé par l'OACI.

Le dispositif PAPI est constitué par une barre de flanc formée de quatre ensembles lumineux à transition franche, installé sur le côté gauche de la piste (dans le sens de l'approche), donnant au pilote des indications sur sa position par rapport à la pente de descente à suivre. Chaque ensemble comportera 2 lampes.

Le dispositif conviendra pour tous les types d'avion et pourra être exploité de jour comme de nuit. L'intensité lumineuse du dispositif sera réglable en fonction des conditions météorologiques.

6.2.7 Feux d'identification de seuils de piste "RTILS"

(Voir plans N° EB – BBO 11 et 12)

Un système de feux d'identification de seuil de piste "RTILS" sera installé aux seuils 06 et 24 afin de renforcer la visibilité de ces derniers.

Chaque système sera composé de 2 feux à éclats, unidirectionnels, disposés symétriquement par rapport à l'axe de piste, dans l'alignement du seuil et à 10 m environ de part et d'autre de chaque rangée de feux de bord de piste.

Chaque feu est constitué d'un appareil comportant une lampe à décharge de condensateur qui émettra des éclats blancs dont la fréquence sera comprise entre 60 et 120 éclats par minute.

Les deux feux à éclats d'un même système s'allumeront simultanément.

6.2.8 Équipements et travaux complémentaires

6.2.8.1 Panneaux de signalisation

Des panneaux de signalisations éclairés intérieurement, composés de caissons lumineux conformes aux normes OACI, seront prévus. Les panneaux à installer sont indiqués dans le plan N°EB-BBO-08, complétés par un panneau indicateur de point vérificateur VOR.

6.2.8.2 Manches à vent

Trois nouvelles manches à vent "MAV" éclairées et balisées seront installées : une à chaque extrémité en remplacement et une troisième à implanter dans la zone centrale (nouvel emplacement : plus proche du droit de la vigie). Les implantations seront choisies de façon à ce qu'elles soient bien visibles d'une part de la vigie et d'autre part d'un avion à l'atterrissage ou au décollage, et de manière à échapper aux perturbations de l'air causées par les objets environnants.

6.2.8.3 Balisage d'obstacles

Un balisage d'obstacle sera fourni pour l'ensemble de ceux obsolètes existants. Un nouveau sera installé sur la nouvelle centrale électrique.

Les feux d'obstacles seront omnidirectionnels, de couleur rouge.

6.2.8.4 Platines de commande et contrôle de balisage

La commande et le contrôle de fonctionnement du balisage s'effectueront depuis le pupitre de vigie qui sera équipé en conséquence d'une platine de commande et d'un synoptique de balisage.

Il sera prévu :

- Une commande unique regroupant la piste, les seuils et extrémités, et les prolongements d'arrêt,
- Une commande par régulateur pour les voies de circulation, aire de stationnement et panneaux de signalisation (3 régulateurs en total).
- Les autres aides seront commandées individuellement.

L'équipement installé permettra en outre :

- La commande de l'éclairage des parkings avions : 5 boutons poussoirs pour le parking principal, 1 pour le parking technique et 1 pour le parking fret.
- La commande de la totalité des balisages d'obstacle de l'aéroport,
- La télécommande des groupes électrogènes de la centrale électrique.

6.3 PRINCIPES D'ALIMENTATION ELECTRIQUE

On distingue deux modes d'alimentation du balisage :

- l'alimentation du type " série ",
- l'alimentation du type " parallèle ".

6.3.1 L'alimentation du type série

Tous les feux d'un circuit sont pris successivement en série par un câble unipolaire qui, partant d'un régulateur, alimente tous les feux de ce circuit et y revient de façon à former une boucle. Le régulateur maintient constant dans ce circuit l'intensité du courant quel que soit le nombre de feux en état de marche.

Le régulateur peut être prévu pour un emploi à une seule brillance ou à plusieurs brillances; dans ce dernier cas, il est muni des appareils qui permettent le choix de la brillance.

De plus, dans tous les cas, les feux sont alimentés à partir des circuits primaires par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement qui permet de maintenir la boucle fermée en cas de défaillance d'une ou plusieurs lampes et d'isoler celle-ci du circuit primaire à haute tension.

Ce mode d'alimentation sera adopté pour :

- le balisage de la ligne d'approche HI (2 boucles).
- le balisage de la ligne d'approche BI (1 boucle).
- le balisage de délimitation de piste, des P.A. et les manches à vent des deux seuils (2 boucles).
- le balisage des seuils et extrémités (2 boucles).
- le balisage des voies de circulation et des aires de stationnement et les panneaux lumineux (3boucles).
- les systèmes PAPI (1 boucle par système).

6.3.2 Alimentation du type parallèle

Les feux sont alimentés en courant alternatif soit directement par câble à deux conducteurs, soit par un câble à quatre conducteurs. Dans ce cas, les feux sont alimentés entre un conducteur de phase et le conducteur de neutre et une répartition est faite pour équilibrer les charges sur les trois phases.

Ce mode d'alimentation sera adopté pour :

- les feux d'identification des seuils,
- les balisages d'obstacles,
- la manche à vent centrale.

6.4 PRINCIPES DE TELECOMMANDE ET TELESIGNALISATION

Les dispositifs et équipements relatifs au balisage seront :

- en exploitation normale, télécommandés depuis la platine de balisage intégrée au pupitre ou meuble tour de la vigie,
- en cas de défaillance du système ou de maintenance, commandé localement depuis les régulateurs.

Dans tous les cas, les commandes locales seront prioritaires sur les télécommandes.

Toutes les télécommandes seront regroupées sur la platine intégrée au pupitre de la vigie.

Par ailleurs, il est prévu de pouvoir contrôler la bonne marche des équipements : à cette fin, il est prévu à la vigie, associé aux télécommandes sur le pupitre, un tableau synoptique permettant à tout moment de connaître les installations "en" ou "hors" service ou en défaut et de s'assurer, lors de l'allumage et de l'extinction du circuit, que la manœuvre s'est bien effectuée.

Pour ce faire, les signalisations seront renvoyées depuis les régulateurs situés dans la centrale électrique au synoptique. A chaque circuit correspondront un ou plusieurs voyants. La signalisation ne sera effective que si les équipements sont réellement en service.

Toutes les télécommandes et télésignalisations seront transmises aux différents organes installés à la centrale électrique par le réseau de télécommande / télésignalisation.

7. SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS DE BALISAGE

7.1 GENERALITES

Les travaux seront effectués selon les règles de l'art et devront être conformes aux normes et règlements relatifs aux installations électriques et mécaniques de 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 de l'Administration.

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 mis en place. Les valeurs exactes retenues devront permettre d'obtenir les performances photométriques requises pour la catégorie I et plus généralement les performances recommandées par l'OACI pour les équipements concernés.

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

L'Entreprise devra examiner l'ensemble du dossier et ne pourra se prévaloir d'une connaissance insuffisante des autres installations pour effectuer ses travaux. Elle devra donc vérifier que les installations et les ouvrages des autres corps d'état, qui sont en relation avec les siens sont compatibles avec ses équipements.

Les pièces écrites et les plans joints définissent les principes d'implantation des matériels (les schémas d'installation et les schémas des équipements seront à fournir par l'Entreprise). L'Entreprise 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.

Nota : Il sera proposé des feux à LEDs pour l'ensemble des fonctions de balisage où la réglementation le permette, à l'exception des RTILS.

Le soumissionnaire s'assurera entre autres de la conformité des points suivants aux standards et exigences de l'OACI notamment l'annexe 14 :

- ✓ Frangibilité des pieds,
- ✓ Résistance au souffle des réacteurs,
- ✓ Photométrie et couleur selon fonctionnalités.

Les feux à LEDS montées sur système optique protégé par un dôme translucide devraient s'adapter aux conditions climatiques du site et pouvoir conserver leurs avantages essentiels par rapport aux feux à halogène, notamment la durée de vie à l'exploitation (>80.000 heures).

7.2 DISPOSITIF D'APPROCHE HI DE CATEGORIE I

7.2.1 Installation

Elle sera prévue du type encastré ou hors sol.

Les feux seront installés sur une longueur de 900 m à partir du seuil 06. Chaque feu sera espacé de 30 m.

7.2.1.1 Feux encastrés

Les feux seront installés dans des carottages à réaliser dans le revêtement du P.A. La partie supérieure des feux sera parfaitement horizontale, tous les feux étant correctement alignés sur une droite perpendiculaire à l'axe de piste.

Les ouvrages où seront installés les transformateurs seront construits en béton armé si nécessaire et posséderont un couvercle en fonte (tampon fonte). Les dimensions intérieures devront permettre de loger les transformateurs, les connecteurs, le mou des câbles.

7.2.1.2 Feux hors sol

Les feux seront fixés sur des poteaux de hauteur appropriée en fonction des cotes naturelles du terrain, de façon à ce qu'ils soient situés sur une même droite; le premier feu hors côté piste sera placé aussi bas que possible.

Les poteaux seront incorrodables légers, en matériau composite (fibre de verre); ils comporteront à leur base une partie frangible. Ils seront installés sur des massifs de béton. Ces poteaux seront mis à la terre par un conducteur de cuivre isolé relié au conducteur de terre placé dans la tranchée à câble

Chaque massif sera conçu et réalisé de façon à permettre :

- une fixation aisée du mât support,
- une stabilité maximum de l'ensemble poteaux feux au vent,
- un passage aisé des câbles d'alimentation sous fourreau.

Tous les câbles chemineront sous fourreau au niveau des supports.

Le transformateur d'isolement sera installé dans un regard solidaire du massif support du poteau, dont les dimensions intérieures seront suffisantes pour loger plusieurs transformateurs d'isolement (HI – BI) et le mou des câbles. La partie supérieure sera fermée par un couvercle qui sera en fonte ou en acier normalisé ; un tube noyé dans le massif permettra le passage des câbles et du conducteur de terre; le diamètre intérieur sera suffisant pour permettre le remplacement du câble.

A l'opposé, sur la face latérale de la tranchée à câbles sera prévu un trou pour le passage entrée et sortie du câble primaire et du conducteur de terre.

7.2.2 Spécification des matériels

7.2.2.1 Feux encastrés

- Désignation : feu unidirectionnel encastré à haute intensité lumineuse
- Implantation : P.A. au QFU 06

- Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Corps du feu : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Système optique : réflecteur à très haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Couleur du faisceau : blanc
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : scellé dans la longrine par résine époxy à 2 composants

7.2.2.2 Feux hors sol

- Désignation : feu unidirectionnel hors sol à haute intensité lumineuse
- Implantation : approche de 120 à 900 m en amont du seuil 06
- Corps : alliage d'aluminium ou matière à base d'hydrocarbure ou en résine plastique résistante aux U.V.
- Couleur : jaune aviation
- Système optique : réflecteur à très haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Faisceau lumineux : blanc
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : sur poteau.

7.2.2.3 Poteaux

- Socle : tripode en alliage d'aluminium traité
- Manchon de rupture : en alliage d'aluminium traité
- Couleur : jaune aviation
- Tube : composite

7.2.3 Alimentation électrique

La ligne d'approche HI sera alimentée par deux circuits à partir de deux régulateurs à intensité variable installés à la centrale électrique. Tension d'alimentation des régulateurs : 400 V – 50 Hz.

7.2.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes consisteront à donner les ordres suivants, par commutateur rotatif, depuis le pupitre de vigie :

- allumage/extinction (l'allumage correspond au choix de la brillance 1),
- choix de brillance (5 niveaux).

Les télésignalisations consisteront à donner les informations suivantes :

- au pupitre de vigie : marche, défaut

- au poste de contrôle de la centrale électrique : défaut régulateurs.

7.3 DISPOSITIF D'APPROCHE BI

7.3.1 Installation

Le mode d'installation sera identique à celui retenu pour les feux de l'approche HI.

7.3.2 Spécification des matériels

- | | | |
|---------------------|---|---|
| – Désignation | : | feu omnidirectionnel hors sol à basse intensité lumineuse |
| – Implantation | : | approche de 120 à 900 mètres en amont du seuil 06 |
| – Corps | : | alliage d'aluminium ou acier inoxydable |
| – Couleur | : | jaune aviation |
| – Système optique | : | réflecteur à très haute pureté |
| – Lampe | : | Halogène |
| – Faisceau lumineux | : | blanc |
| – Raccordement | : | par câble 2 x 4 mm ² |
| – Installation | : | sur même support que feux d'approche. |

Nota : les lampes à utilisées seront de préférence du type Leds s'elles sont homologuées OACI

7.3.3 Alimentation électrique

La ligne d'approche BI sera alimentée par un circuit à partir d'un régulateur à intensité fixe installé à la centrale électrique. Tension d'alimentation du régulateur : 400 V – 50 Hz.

7.3.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes consisteront à donner les ordres allumage/extinction, par bouton poussoir, depuis le pupitre de vigie.

Les télésignalisations consisteront à donner les informations suivantes :

- au pupitre de vigie : marche, défaut
- à l'unité de gestion de la centrale électrique : défaut régulateur.

7.4 DELIMITATION DE PISTE ET PROLONGEMENT D'ARRET

7.4.1 Installation

Elle sera de deux types en fonction des feux :

- Feux hors sol placés dans les bandes anti-souffle et pour les P.A.

- Feux encastrés aux intersections de la piste avec les voies de circulation ou les raquettes de retournement.

7.4.1.1 Installation des feux du type hors sol

Les feux seront installés sur des massifs bétons de dimensions appropriées au matériel retenu. Le massif béton devra :

- reposer sur un béton de propreté,
- comporter un volume de béton suffisant pour assurer une stabilité parfaite du feu,
- comporter un tube permettant le passage du câble d'alimentation et de mise à la terre.

Les transformateurs d'isolement d'alimentation des feux seront logés dans un ouvrage en béton placé en bordure de la bande anti-souffle, alignés sur une droite parallèle à l'axe de piste. Cet ouvrage aura un couvercle en fonte ou en acier normalisés. Les dimensions intérieures devront permettre de loger un ou deux transformateurs, les connecteurs, le mou des câbles.

La liaison entre chaque feu et l'ouvrage transformateur s'effectuera au moyen d'un tube plastique de dimension suffisante pour le passage du câble d'alimentation et un conducteur de terre; un jeu suffisant sera prévu pour le remplacement éventuel d'un tronçon de câble.

7.4.1.2 Installation des feux du type encastré

Les feux se situeront aux intersections de la piste avec les raquettes de retournement ou les voies de circulation; ils seront montés directement dans le revêtement de la chaussée au moyen d'un carottage.

Le transformateur d'isolement sera logé dans un ouvrage semblable à ceux prévus pour les feux hors sol.

Entre cet ouvrage pour transformateurs d'isolement et chaque feu, les câbles d'alimentation et de terre seront installés dans une rainure. Chaque rainure sera rebouchée par un matériau compatible.

7.4.2 Spécifications des matériels

7.4.2.1 Feux hors sol

- Désignation : feu hors sol à haute intensité lumineuse
- Implantation : bord de piste et de P.A.
- Socle : alliage d'aluminium
- Corps : alliage d'aluminium avec support de rupture
- Couleur : jaune aviation
- Système optique : réflecteur à très haute pureté, en plus d'un balisage omnidirectionnel, deux faisceaux directionnels à haute intensité lumineuse.
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures

- Faisceau lumineux :
 - blanc
 - blanc/jaune (180°) : fin de piste sur 600 derniers mètres
 - rouge/occulté (180°) : P.A.
- Filtre :
 - jaune (piste) facteur de transmission $\geq 0,45$
 - rouge (P.A.) facteur de transmission $\geq 0,23$
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : sur massif béton

7.4.2.2 Feux encastrés

- Désignation : feu bidirectionnel encastré (piste)
- Implantation : intersection de piste
- Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Corps : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Couleur : aluminium
- Système optique : réflecteur à très haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Faisceau lumineux :
 - blanc
 - blanc/jaune (180°): fin de piste sur 600 derniers mètres
- Filtre : jaune (facteur de transmission supérieur ou égal à 0,45)
- Accessoires : relais de shuntage (lampe hors service)
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : carottage et collage dans le revêtement

7.4.3 Alimentation électrique

Les feux de délimitation de piste et P.A. seront alimentés par 2 circuits distincts à partir de 2 régulateurs à intensité réglable installés à la centrale électrique. Tension d'alimentation des régulateurs : 400 V – 50 Hz.

7.4.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes consisteront à donner les ordres suivants, par commutateur rotatif, depuis le pupitre de vigie :

- allumage/extinction (l'allumage correspond au choix de la brillance 1),
- choix de brillance (5 niveaux).

Les télésignalisations consisteront à donner les informations suivantes :

- au pupitre de vigie : marche, défaut
- à l'unité de gestion de la centrale électrique: défaut régulateurs.

7.5 BALISAGE DES RAQUETTES DE RETOURNEMENT

1.1.1 Installation

Elle sera du type encastré. Les feux seront montés au moyen d'un carottage (directement dans le revêtement de la bande anti-souffle).

Le transformateur d'isolement sera logé dans un ouvrage semblable à ceux prévus pour les feux de bord de piste.

La liaison entre chaque feu et l'ouvrage transformateur s'effectuera au moyen d'un tube plastique de dimension suffisante pour le passage du câble d'alimentation et un conducteur de terre; un jeu suffisant sera prévu pour le remplacement éventuel d'un tronçon de câble.

1.1.2 Spécifications des matériels

- Désignation : feu omnidirectionnel encastré
- Implantation : raquettes de retournement aux deux QFU
- Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Corps : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Couleur : aluminium
- Système optique : réflecteur haute pureté.
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Faisceau lumineux : bleu
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : carottage et collage dans le revêtement

1.1.3 Alimentation électrique

Les feux de délimitation des raquettes de retournement seront alimentés par les deux circuits alimentant les feux de délimitation de bord de piste et de PA via des transformateurs saturés.

1.1.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes et les télésignalisations seront celles prévues pour les feux de délimitation de bord de piste et de PA.

1.2 FEUX DE RETOURNEMENT POUR B 747

1.2.1 Installation

Du type hors sol, les feux seront montés sur potelet.

Les ouvrages où seront installés les transformateurs seront construits en béton armé si nécessaire et posséderont un couvercle en fonte ou en acier normalisés. Les dimensions intérieures devront permettre de loger plusieurs transformateurs, les connecteurs et le mou des câbles.

La liaison entre chaque feu et l'ouvrage transformateur s'effectuera au moyen d'un tube plastique de dimension suffisante pour le passage du câble d'alimentation et un conducteur de terre ; un jeu suffisant sera prévu pour le remplacement éventuel d'un tronçon de câble.

1.2.2 Spécifications des matériels

- Désignation : feu omnidirectionnel hors sol à basse intensité lumineuse
- Implantation : à proximité des raquettes de retournement
- Corps : alliage d'aluminium traité
- Couleur : jaune aviation
- Système optique : verte et rouge réflecteur haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Faisceau lumineux :
 - vert facteur de transmission supérieur ou égal à 0,28
 - rouge facteur de transmission supérieur ou égal à 0,23
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : sur potelet.

NOTA : Les panneaux de signalisation seront en métal de couleur noir et ajustés afin de permettre le moins de prise possible au vent et au souffle des réacteurs. Les flèches seront de couleur jaune.

1.2.3 Alimentation

Les feux de retournement pour B 747 seront alimentés par les deux circuits alimentant les feux de délimitation de bord de piste et de P.A. via des transformateurs saturés.

1.2.4 Commandes – contrôles

Les télécommandes et les télésignalisations seront celles prévues pour les feux de délimitation de bord de piste et de P.A.

7.6 BALISAGE DES SEUILS ET EXTREMITES DE PISTE

7.6.1 Installation

Les feux seront installés dans des carottages à réaliser dans le revêtement de la piste ou du P.A. La partie supérieure des feux sera parfaitement horizontale : tous les feux seront correctement alignés sur une droite perpendiculaire à l'axe de piste.

Les ouvrages où seront installés les transformateurs seront construits en béton armé si nécessaire et posséderont un couvercle en fonte ou en acier normalisés. Les dimensions intérieures devront permettre de loger plusieurs transformateurs, les connecteurs, le mou des câbles.

7.6.2 Spécifications des matériels

7.6.2.1 Feu assurant simultanément les fonctions Seuil et extrémité

- Désignation : feu bidirectionnel encastré à haute intensité
- Implantation : seuils et extrémités QFU 06 et QFU 24
- Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Corps de feu : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Couleur : aluminium
- Système optique : réflecteur à très haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Couleur du faisceau : vert (seuil) / rouge (extrémité)
- Filtre :
 - vert facteur de transmission $\geq 0,28$
 - rouge facteur de transmission $\geq 0,23$
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : scellé par résine époxy à 2 composants

7.6.2.2 Feu assurant la fonction Seuil

- Désignation : feu unidirectionnel encastré à haute intensité lumineuse
- Implantation : seuil QFU 06
- Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Corps de feu : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Couleur : aluminium
- Système optique : prisme en verre à très haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Couleur du faisceau : vert
- Filtre : vert facteur de transmission $\geq 0,28$
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : scellé par résine époxy à 2 composants

7.6.3 Alimentation électrique

Les feux de délimitation de piste et P.A. seront alimentés par 2 circuits distincts à partir de 2 régulateurs à intensité réglable installés à la centrale électrique. Tension d'alimentation des régulateurs : 400 V – 50 Hz.

7.6.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes et les télésignalisations seront celles prévues pour les feux de délimitation de bord de piste et de P.A.

7.7 BALISAGE DE DELIMITATION DES VOIES DE CIRCULATION ET AIRES DE STATIONNEMENT

Les feux hors sol seront installés sur des massifs identiques aux feux de délimitation de piste. La mise en place des feux encastrés de l'aire de stationnement est identique à celle des feux de seuil et d'extrémité.

7.7.1 Spécification des matériels

7.7.1.1 Feux hors sol

- Désignation : feu omnidirectionnel hors sol à basse intensité lumineuse
- Implantation : voie de circulation et aire de stationnement
- Corps : alliage d'aluminium traité
- Couleur : jaune aviation
- Système optique : haute pureté
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Faisceau lumineux : bleu
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : vissé sur raccord de tube coudé noyé dans le massif béton.

7.7.1.2 Feux encastrés

- Désignation : feu omnidirectionnel encastré
- Implantation : voie de circulation et aire de stationnement
- Embase : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Corps : alliage d'aluminium traité ou fonte
- Couleur : aluminium
- Système optique : haute pureté

- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Faisceau lumineux : bleu
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : carottage et collage dans le revêtement

7.7.2 Alimentation électrique

Les feux de délimitation seront alimentés par un circuit ayant pour origine un régulateur à intensité fixe installé à la centrale électrique pour les voies de circulation et aires de stationnement civiles.

7.7.3 Commandes, Signalisation

La télécommande consistera à donner les ordres allumage extinction par bouton poussoir depuis le pupitre de vigie.

Les télésignalisations consisteront à donner les informations suivantes

- au pupitre de vigie : marche, défaut
- à l'unité de gestion de la centrale électrique défaut régulateur

7.8 DISPOSITIF PAPI

7.8.1 Installation

Le PAPI existant au QFU 24 sera maintenu et remplacé. Ses câbles d'alimentation (primaire et secondaire) et ses transformateurs d'isolement seront remplacés. Bien qu'en bon état de fonctionnement, son régulateur sera aussi remplacé (le régulateur existant sera conservé à la centrale pour servir de secours).

Un nouveau dispositif PAPI sera fourni au QFU06.

Les PAPI seront placés chacun sur le côté gauche du QFU (dans le sens de l'approche).

Les quatre ensembles (ou sources) lumineux constituant chaque dispositif seront alignés perpendiculairement à l'axe la piste et également espacés : les sources seront espacées de 9 m et la 1^{ère} sera distante de 15 m du bord de piste.

Un relevé topographique aux emplacements prévus sera, toutefois, nécessaire afin de déterminer la position exacte de chaque source en fonction du terrain naturel.

L'Entreprise fournira, pour accord, les calculs détaillés concernant l'implantation des deux dispositifs en prenant comme données de base :

- Pente de réglage : 3°
- Avion critique : Boeing 747-400 (à confirmer auprès du Maître d'Ouvrage)
- Type d'avion le plus fréquent : se renseigner auprès du Maître d'Ouvrage.

Nota : L'Entreprise devra harmoniser le signal PAPI installé au QFU 06 avec l'alignement de descente de l'ILS.

Chaque source lumineuse comportera quatre pieds qui seront scellés dans une dalle en béton massif. Celui-ci aura le volume nécessaire pour assurer une stabilité parfaite de l'appareil, compte tenu de la nature du sol et du sous-sol. Si nécessaire, l'ouvrage sera armé.

A l'arrière de l'appareil sera réalisé un ouvrage en béton destiné à loger les transformateurs d'isolement d'alimentation de l'appareil.

Cet ouvrage pourra être partie intégrante de la dalle support de la source, obtenu par coffrage ou indépendant de celle-ci. Il comportera les orifices nécessaires pour le passage des câbles d'alimentation des circuits primaires et des câbles d'alimentation des lampes. Dans leur parcours extérieur entre l'ouvrage et la source, ces câbles seront protégés mécaniquement par une gaine souple en plastique épais de bon aspect.

A l'avant de chaque source lumineuse, il sera aménagé une surface de contraste lumineux :

- Surface : 9 m²
- Largeur : 3 m également répartis sur l'axe de la source
- longueur : 3 m débutant à l'aplomb de chaque source
- épaisseur : 3 à 5 cm.

Cette surface sera réalisée en béton bitumineux.

7.8.2 Spécifications des matériels

- Désignation : indicateur visuel de pente d'approche
- Corps : châssis indéformable et incorrodable 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 du filtre
 - deux lentilles taillées
 - le filtre rouge à haute transmission
 - réflecteur en aluminium haute pureté
- Lampe : LEDs - 6,6 durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : sur pieds réglables en acier inoxydable fixés sur des manchons de rupture
- Accessoires : gabarit de positionnement et appareil de réglage.

7.8.3 Alimentation électrique

Chaque dispositif PAPI sera alimenté par un circuit à partir d'un régulateur à intensité réglable installé à la centrale électrique. Tension d'alimentation des régulateurs : 400 V – 50 Hz.

7.8.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes consisteront à donner les ordres suivants, par commutateur rotatif, depuis le pupitre de vigie :

- allumage/extinction (l'allumage correspond au choix de la brillance 1),
- choix de brillance (5 niveaux).

Les télésignalisations consisteront à donner les informations suivantes :

- au pupitre de vigie : marche, défaut
- à l'unité de gestion de la centrale électrique : défaut régulateurs.

7.9 DISPOSITIF D'IDENTIFICATION DE SEUILS DE PISTE "RTILS"

7.9.1 Installation

Ces feux seront installés à 10 mètres de part et d'autre des feux de seuil.

Le mode d'installation sera identique à celui retenu pour les feux hors sol de l'approche.

L'ensemble feu et support sera complété par un coffret d'appareillage de commande. Ce coffret sera installé sur un massif béton implanté à proximité du feu.

Le potelet support de feu sera mis à la terre par l'intermédiaire d'un conducteur de cuivre isolé de 6 mm² relié au dispositif de mise à la terre du coffret, ce dernier étant mis à la terre par un conducteur de cuivre nu relié au conducteur principal de terre cheminant en tranchée.

7.9.2 Spécifications des matériels

- Désignation : feu unidirectionnel hors sol à décharge de condensateur
- Implantation : aux deux seuils

7.9.2.1 Feux

- Corps : alliage d'aluminium
- Couleur : jaune aviation
- Système optique : réflecteur scellé dans la lampe
- Lampe : 60 joules/éclat, durée de vie à intensité max. ≥ 1000 heures
- Faisceau lumineux : blanc
- Installation : sur potelet

7.9.2.2 Coffret d'alimentation

Boîtier polyester, fibre de verre avec vis de fermeture.

- Alimentation : 240 V – 50 Hz
- Contrôle : 48 V CC
- Équipement : à 3 niveaux de brillance comprenant :
 - bornes d'alimentation, contrôle et mise à la terre
 - contacteurs et relais
 - résistance anti-condensation
 - cartes électroniques séquenceur et synchronisation pour identification de seuil
- Raccordement : prévu pour câbles basse tension et télécommande 14 paires
- Installation : scellé sur un massif béton au moyen de goujons ou pattes, ou sur le potelet.

7.9.3 Alimentation électrique

L'alimentation de chaque ensemble (coffret + feu) s'effectuera en 240 V – 50 Hz par un câble (2 x 35 mm²) provenant du tableau BT du poste P1 pour les RTILS au QFU 06 et du Localizer pour les RTILS au QFU 24.

7.9.4 Commandes - contrôles

Les télécommandes consisteront à donner les ordres suivants, par commutateur rotatif, depuis le pupitre de vigie :

- allumage/extinction (l'allumage correspond au choix de la brillance 1),
- choix de brillance (3 niveaux).

Les télésignalisations consisteront à donner les informations suivantes :

- au pupitre de vigie : marche, défaut
- à l'unité de gestion de la centrale électrique : défaut du système.

7.10 PANNEAUX DE SIGNALISATION

1.2.5 Installation

Les panneaux de signalisation seront installés sur l'ensemble des voies de circulation, notamment à l'intersection de la piste avec les bretelles. Du type hors sol, ils seront montés chacun sur un massif en béton à la distance recommandée du bord de piste et des voies de circulation et de dimension spécifique en fonction de leur grandeur (normalisé en fonction de l'inscription du panneau). Le concept de conception sera modulaire.

La liaison entre chaque panneau et l'ouvrage transformateur s'effectuera au moyen d'une gaine plastique de section suffisante pour permettre le passage des câbles d'alimentation et de terre.

Ces panneaux comprendront (voir plan d'implantation joint en annexe) :

- des panneaux d'obligation,
- des panneaux d'indication,
- un panneau indicateur de point de vérification VOR.

A propos de ce dernier panneau, il appartiendra à l'entreprise de collecter les informations concernant les inscriptions de ce panneau lors de leur visite du site en vue de faire réaliser la façade.

Les panneaux seront conformes au chapitre 5.5 de l'annexe 14 de l'OACI.

Le transformateur d'isolement sera logé dans un ouvrage semblable à ceux des feux de bord de voie de circulation.

1.2.6 Spécifications des matériels

- Désignation : panneau de signalisation éclairée intérieurement
- Implantation : voir plan N° EB- *BBO* -12 (fourni à titre indicatif)
- Constitution : résistante à la corrosion et sans entretien, IP 45
- Corps : extrudé en aluminium
- Visserie : acier inoxydable
- Couleur du caisson : blanc
- Panneau de message : polycarbonate résistant aux U.V., à l'abrasion et aux hautes températures
- Couleurs inscription / fond : conformes aux normes OACI
- Lampe : LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Raccordement : par câble 2 x 4 mm²
- Installation : hors sol sur massif béton.

1.2.7 Alimentation

Les panneaux de signalisation seront alimentés par le circuit alimentant les feux de délimitation des voies de circulation et des aires de stationnement, à l'exception des panneaux indicateurs de sortie de piste qui eux seront alimentés par les circuits des feux de bord de piste via des transformateurs saturés.

1.2.8 Commandes – contrôles

Les télécommandes et les télésignalisations seront celles prévues pour les feux de délimitation des voies de circulation et des aires de stationnement.

1.3 MANCHE A VENT

1.3.1 Spécifications des matériels

- Mât rabattable ou basculant en acier galvanisé haubané d'une hauteur de 7 m avec girouette éclairée
- Haubans et accessoires de fixation en acier inoxydable
- Manche à air en matière synthétique très résistante (grande durée de vie), bandes rouges et blanches alternées, longueur 4.5 m, diamètre 1 m
- Un feu d'obstacle en tête de mât.

1.3.2 Alimentation

Les deux manches à vent situées aux extrémités de piste seront alimentées par les circuits des feux de bord de piste via des transformateurs saturés ; celle située dans la zone centrale sera dotée d'une alimentation solaire dédiée.

1.3.3 Commandes - contrôles

Manches à vent aux extrémités de piste : la télécommande et la télésignalisation seront celles prévues pour les feux de délimitation de bord de piste.

Manche à vent centrale :

- la télécommande consistera à donner les ordres allumage/extinction, par bouton poussoir, depuis le pupitre de vigie,
- la télésignalisation consistera à donner l'information "marche" au pupitre de vigie.

7.11 BALISAGE D'OBSTACLES

Seront concernés la centrale électrique et l'ensemble des bâtiments techniques.

7.11.1 Spécifications des matériels

- Désignation : feu omnidirectionnel
- Corps : polyamide armé fibre de verre teinté dans la masse
- Couleur : jaune aviation
- Système optique : réflecteur haute pureté.
- Couleur du faisceau : rouge
- Intensité lumineuse : ≥ 32 Cd
- Puissance : < 6 W (puissance consommée) LEDs durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures
- Installation : sur tube support fixé par collier
- Commande : par interrupteur crépusculaire

Sur le sommet des bâtiments, les feux seront fixés par des pattes de scellement.

7.11.2 Alimentation

Chaque dispositif sera alimenté en 240 V – 50 Hz par un seul circuit, à l'exception de ceux des deux manches à vent situées aux extrémités de piste (alimentation par les circuits des feux de bord de piste via des transformateurs saturés).

7.11.3 Commandes - contrôles

Les télécommandes consisteront à donner les ordres allumage/extinction, par bouton poussoir, depuis le pupitre de vigie.

La télésignalisation consistera à donner l'information « marche » au pupitre de vigie.

7.12 TRANSFORMATEUR D'ISOLEMENT

7.12.1 Installation

Tous les transformateurs seront installés dans des ouvrages enterrés disposés au droit de chaque feu. Ils seront posés sur un support amovible disposé dans l'ouvrage de telle sorte que le transformateur ne repose pas sur le fond de cet ouvrage. Ces ouvrages seront réalisés en béton armé et pourront support une charge de 24 tonnes. **Ils seront équipés de couvercles tampon fonte ou acier normalisés qui résistera à une charge ponctuelle brève de 40 tonnes réparties sur une surface circulaire de 30 cm de rayon.** Les couvercles posséderont un système de levage. La qualité de l'ouvrage et de son couvercle lui permettra de supporter le passage de la roue d'un avion du type Boeing 747 sans dommage pour l'avion ni pour lui-même.

Les ouvrages transformateurs comporteront :

- deux orifices sur la grande face latérale bordant la tranchée pour l'entrée et la sortie du câble d'alimentation primaire et du conducteur de terre,
- sur la face opposée, un orifice dans lequel aboutira la gaine desservant le feu,
- en partie basse, un trou permettant l'évacuation des eaux d'infiltration,

Après passage des câbles, les 2 trous pour câble primaire seront obturés par un tampon de béton très maigre.

Deux systèmes de levage des couvercles de regards seront fournis. Ils seront conçus pour servir à lever les couvercles des regards transformateurs et les couvercles des ouvrages de traversées sous chaussées aéronautiques. Leur conception rendra son emploi possible par un seul homme.

7.12.2 Spécifications des matériels

- Désignation : transformateur d'isolement
- Implantation : ouvrage transformateur en béton
- Type : immergeable enrobé élastomère et/ou résine, à double enroulement séparé par un écran
- Isolement : 5 kV

- Puissance nominale : 10W, 15W, 30W, 45 W, 100 W, 150 W, 200 W ou 300 W selon le cas
- Courants nominales : 6,6 A / 6,6 A (primaire / secondaire)
- Raccordement primaire : câble unipolaire à écran 5 kV – 1 x 6 mm² terminé par connecteurs unipolaires surmoulés sur le câble
- Raccordement secondaire : câble bipolaire 1 kV – 2 x 4 mm² terminé par connecteur bipolaire irréversible surmoulé sur le câble.

7.12.3 Alimentation

Les transformateurs d'isolement seront alimentés en circuit série à partir des régulateurs installés dans la centrale électrique.

7.13 REGULATEURS

7.13.1 Récapitulatif

Au total, il sera prévu les régulateurs de balisage suivant :

- 02 de 12,5 kVA pour l'approche HI CAT I
- 01 de 7,5 kVA pour l'approche BI CAT I
- 02 de 10 kVA pour la piste
- 02 de 5 kVA pour les seuils et extrémités
- 01 de 4 kVA pour le PAPI 06
- 01 de 4 kVA pour le PAPI 24
- 01 de 4 kVA pour la voie de circulation A et aire de stationnement
- 01 de 4 kVA pour la voie de circulation B et aire de stationnement

Nota : Les puissances des régulateurs ci-dessus sont données à titre indicatif. Il revient au soumissionnaire de les vérifier, et les corriger aux besoins ; notamment au cas où l'option feux à LED sera retenue pour certains circuits du balisage. Il faut retenir cependant que les trois boucles des voies de circulation et aire de stationnement devront être interchangeables.

7.13.2 Installation

Les régulateurs seront tous installés dans la centrale électrique

Ils seront du type mobile sur roulette avec blocage en position sur caniveaux.

7.13.3 Spécifications des matériels

- Désignation : régulateurs à thyristor avec 1 ou 5 niveaux de brillance
- Type : mobile sur roulette avec blocage en position sur caniveau
- Utilisation : circuits série de balisage

- Alimentation : 400 V – 50 Hz
- Refroidissement : par air
- Châssis de puissance comprenant :
 - le transformateur de sortie
 - les transformateurs de mesure
 - les parafoudres
 - le module (boîtier) permettant l'isolement, la mesure et la mise à la terre du circuit primaire
- Accessoires comprenant :
 - galets de roulement
 - crochets de levage
- Coffret de commande et de contrôle comprenant :
 - le module de contrôle et de commande par liaison série redondante de type J-BUS ou équivalent permettant la supervision du système
 - les protections
 - les bornes d'alimentations, de terre, de commande et de signalisation
 - les cartes circuit imprimé de protection et de régulation
 - le compteur horaire
 - le contrôle d'isolement des circuits
 - les détections de défauts,
 - etc.

Nota : Le câblage de chaque régulateur sera repéré.

7.13.4 Alimentation électrique

Tous les régulateurs seront alimentés à partir du coffret balisage prévu dans la Centrale électrique. Ils seront alimentés en 400 V – 50 Hz.

7.13.5 Commandes - contrôles

Se reporter aux chapitres concernés pour chaque dispositif.

7.14 CABLES

7.14.1 Installation

Les câbles seront posés en tranchée, en caniveau et/ou sous buses.

Le réseau de tranchées câbles de balisage sera distinct de réseaux de tranchées câbles BT et CF.

7.14.2 Spécifications des câbles

7.14.2.1 Câble circuit primaire (balisage)

Le câble du circuit primaire est à champ radial, isolé Polyéthylène (PR) avec écran cuivre et gaine de protection Polyéthylène Réticulé ; la tension spécifiée est de 5 kV et le diamètre extérieur maxi de 16 mm.

Il peut être enterré ou tiré en conduit et supporter une immersion temporaire.

Construction :

- Âme :
 - cuivre nu recuit classe 2 – 7 brins,
 - section nominale circulaire 6 mm²
- Enveloppe isolante et écrans:
 - écran semi-conducteur sur âme, constitué d'une couche extrudée de mélange semi-conducteur (épaisseur moyenne minimale 0,30 mm, en un point 0,17 mm),
 - enveloppe isolante constituée d'une couche extrudée de polyéthylène réticulé (épaisseur moyenne minimale 3,6 mm, en un point 3,14 mm),
 - écran semi-conducteur sur enveloppe isolante constituée d'une couche extrudée pelable de mélange semi-conducteur (épaisseur moyenne minimale 0,3 mm, en un point 0,17 mm),
 - écran métallique constitué par un ruban de cuivre recuit nu, d'épaisseur nominale de 0,10 mm enroulé en hélice, avec un recouvrement minimum de 15 % de la largeur du ruban.
- Gaine de protection : constituée d'une couche extrudée de polyéthylène réticulé de couleur rouge (épaisseur moyenne minimale 1,6 mm, en un point 1,26 mm). Un ruban séparateur polyester est interposé entre la gaine et l'écran.
- Marquage : réalisé suivant les spécifications électriques,

Caractéristiques électriques et mécaniques :

- Âme : résistance linéique mesurée à 20° C : $\leq 3,08 \Omega/\text{km}$.
- Écran semi-conducteur sur âme : il supporte sans altération une température admissible sur âme de 90° C en régime permanent et 250° C en court-circuit, la résistivité électrique ne doit pas être supérieure à 5000 $\Omega\cdot\text{cm}$ à 20° C.
- Enveloppe isolante : caractéristiques mécaniques conformes aux prescriptions du tableau VIII de la NF C 33-220, essais d'allongement à chaud conforme aux prescriptions du tableau XII de la NF C 33-220.
- écran semi-conducteur sur enveloppe isolante :
 - résistance à la traction : $\geq 7 \text{ MPa}$,
 - allongement à la rupture : $\geq 150\%$,
 - résistivité électrique du semi-conducteur : $\leq 5000 \Omega\cdot\text{cm}$ à 20°C.

- Gaine de protection : constituée d'une couche extrudée de polyéthylène réticulé (épaisseur moyenne minimale 1,60 mm, en un point 1,26 mm) fongicide et anti termites.

Réseau de câbles de balisage (circuits primaires) à réaliser :

- BA1 : Circuit ½ Approche HI CATI N°1
- BA2 : Circuit ½ Approche HI CAT I N°2
- BA3 : Circuit Approche BI CAT I
- BA4 : Circuit ½ Piste et P.A. N°1
- BA5 : Circuit ½ Piste et P.A. N°2
- BA6 : Circuit ½ Seuils / Extrémités N°1
- BA7 : Circuit ½ Seuils / Extrémités N°2
- BA8 : Circuit PAPI 06
- BA9 : Circuit PAPI 24
- BA10 : Circuit Voie A et aire de stationnement
- BA11 : Circuit voie B et aire de stationnement

7.14.2.2 Câble circuit secondaire (balisage)

- Désignation : câble bipolaire 1 kV (avec connecteur surmoulé)
- Utilisation : circuit secondaire des transformateurs
- Âme : 4 mm² cuivre - classe 5
- Marquage : suivant spécifications électriques.

7.14.2.3 Câble de terre

- Désignation : câble cuivre nu
- Utilisation : réseau de terre principal
- Âme : 25 mm² cuivre nu torsadé 7 brins

7.14.2.4 Conducteur de terre

- Désignation : conducteur HO7 VF ou similaire
- Utilisation : mise à la terre des feux
- Âme : 6 mm² cuivre nu classe 5
- Isolation : 450/750 V polychlorure de vinyle bicolore vert/jaune.

7.15 CONNECTEURS

7.15.1 Installation

Ils sont destinés au raccordement des tronçons de câbles constituant les circuits de balisage. Lorsqu'il sera possible, ces connecteurs seront du type surmoulé. Dans le cas contraire, ils seront du type coulé avec une résine adaptée à la nature du câble.

7.15.2 Spécifications des matériels

- Désignation : connecteurs bipolaires irréversibles montables primaires ou secondaires
- Utilisation : circuits de balisage
- Porte contacts : broches et douilles laiton
- Manchon de protection : polychloroprène moulé
- Isolement :
 - 5 kV connecteur primaire
 - 1 kV connecteur secondaire

7.16 PARASURTENSEURS

7.16.1 Installation

Les dispositifs de protection contre la foudre et notamment les parasurtenseurs seront disposés dans des regards identiques à ceux utilisés pour les transformateurs de balisage.

7.16.2 Spécifications des matériels

- Désignation : parasurtenseur surmoulé 6 kV
- Type : réseau balisage

7.17 PLATINES DE COMMANDE ET SYNOPTIQUE DE BALISAGE

7.17.1.1 Installations

Les platines de commande et synoptique de balisage seront intégrées au meuble ou pupitre tour de la vigie.

A l'entrée, à la base du pupitre, sera prévue la fixation mécanique de tous les câbles.

Les platines comporteront, dans la mesure du possible, des connecteurs multibroches afin de faciliter la maintenance.

NB : Il est autorisé la fourniture de la platine de commande et synoptique du balisage du type tactile, cependant une commande unique du type électromécanique en secours pour la mise en marche des régulateurs en brillance moyenne sera également fournie.

7.17.1.2 Spécifications

Platine synoptique

- Façade : Tôle d'aluminium 40/10°, peinture cuite au four et décoré équipé de :
 - diodes électroluminescentes (ou témoins lumineux)
 - connecteurs multibroches
- Texte : sérigraphié encres cuites au four
- Alimentation : fonction des équipements installés
- Raccordement : par connecteurs multibroches.

Platine de commande

Elle sera fabriquée sur le même principe que la platine synoptique. Elle regroupera toutes les commandes du balisage lumineux.

7.18 TAMPONS CARRES EN FONTE POUR REGARD DE TRANSFORMATEURS D'ISOLEMENTS

Pour l'ensemble des tampons, il est retenu ce qui suit :

Couvercle rectangulaire monobloc moulé à relief anti-glissant homologué ;

Dimension normalisée suivant norme EN 124 ;

Verrouillage dans son cadre par un verrou 1/4 tour/came à clé codée ;

Angle d'ouverture égale 105° ;

Déverrouillage et ouverture à l'aide de la clé codée ;

Pour ceux destinés aux regards de grande dimension abritant plus de deux transformateurs d'isolements et autres, les couvercles seront articulés et équipés d'une assistance à l'ouverture par vérins à gaz réduisant l'effort de soulèvement à l'ouverture et dans ce cas, un verrou sera obligatoirement installé.

RÈGLES GENERALES D'INSTALLATION DES DISPOSITIFS DE BALISAGE

7.19 GENERALITES

Ce chapitre a pour but de définir les règles générales d'installation, des équipements ou ouvrages communs aux circuits de balisage.

7.20 MISE A LA TERRE DE LA PROTECTION Foudre

7.20.1 Mise à la terre

Chaque feu de balisage lumineux et chaque appareil, quel qu'il soit, sera relié électriquement au conducteur de terre placé dans la tranchée à câbles la plus proche à l'aide d'un conducteur de cuivre de section appropriée.

Le conducteur principal de terre sera en cuivre nu de section minimum 25 mm². Le conducteur de liaison entre un appareil et la terre sera:

- soit en cuivre nu de section minimum 25 mm² pour les équipements tels que les régulateurs, ...
- soit en câble isolé de 6 mm² de section pour la liaison entre les feux et le conducteur principal de terre.

7.20.2 Protection foudre

Les circuits de balisage lumineux comporteront un dispositif de protection contre la foudre.

Lorsqu'un circuit de balisage comportera une boucle de longueur supérieure à 1000 m, il sera prévu une ou plusieurs terre de décharge (une tous les 1000 mètres).

Cette terre de décharge comportera un coffret parafoudre et un ensemble de piquets de terre disposés suivants détails ci-après :

- Un piquet de terre planté à 10 mètres des regards transformateurs sera le point principal de décharge des circuits. Sur ce piquet seront raccordées 4 dérives (longueur 10 mètres) en cuivre nu torsadé de section minimum 25 mm². Ces dérives seront installées en forme de croix.
- L'extrémité de chaque dérivation sera également raccordée à un piquet de terre : deux de ces piquets seront placés contre la tranchée des câbles et le conducteur de terre existant dans la tranchée sera également raccordé à ces piquets.
- Il sera prévu 5 piquets de terre ayant chacun une longueur de 2 mètres ; ils seront enfoncés par percussion; les raccordements des piquets de terre aux conducteurs cuivre nu de section minimum 25 mm² seront assurés au moyen de connecteurs en cuivre, avec serrage mécanique assurant un bon contact électrique.
- Le coffret parafoudre sera placé entre le piquet central et la tranchée. Il sera installé sur une dalle béton (épaisseur 200 mm).
- Les câbles pénétreront dans le coffret à l'aide de presse-étoupe. Une protection mécanique sera installée sur la partie visible des câbles.

- Les conducteurs actifs des câbles de balisage seront raccordés aux parasurtenseurs, la sortie de cet appareil étant relié au piquet de terre central par un câble cuivre nu de section minimum 25 mm².

En complément des terres de décharge, seront prévues sur tout le réseau de câbles balisage, des terres secondaires disposées tous les 100 mètres.

Les piquets auront chacun une longueur de 2 mètres et seront enfoncés selon la même méthode que les piquets de terre de décharge.

7.21 TRANCHEES, BUSAGES, CANIVEAUX

7.21.1 Tranchées

Elles seront établies aux profondeurs ci-après, au-dessous du sol, et quelle que soit la nature du sol et des obstacles qu'il contiendra :

- 0,50 m pour les câbles de balisage situés à proximité des chaussées aéronautiques,
- 0,90 m pour les câbles de balisage situés en dehors des chaussées aéronautiques.

Du niveau du sol au fond de la tranchée, on rencontrera successivement :

- terre de remblais
- grillage avertisseur
- conducteur de terre (cuivre nu de section minimum 25 mm²)
- terre tamisée : 0,10 m
- sable : 0,10 m
- câble(s)
- sable : 0,10 m

L'excédent de terre sera régalé et les pierres évacuées en un lieu de décharge qui devra être défini.

Un bourrelet correspondant au foisonnement susceptible d'être résorbé par le jeu des intempéries sera maintenu et signalé jusqu'à ce qu'il soit procédé au nivellement définitif.

La largeur nominale d'une tranchée de balisage sera de 0,40 m. Elle contiendra les câbles de 1 x 6 mm² situés à 10 cm des bords de la tranchée. La largeur de tranchée à ouvrir sera donc, selon les cas 0.40m, 0.80 m, 1.20 m... et selon le nombre de câbles à enterrer.

7.21.2 Busages

Au moment de la mise en place des câbles dans les buses, il sera introduit à l'intérieur un fil Nylon diamètre minimum 20/10ème de mm, servant d'aiguille pour le passage des câbles futurs.

Les buses, au droit de chaque traversée, aboutiront dans des chambres.

Renseignements complémentaires : voir paragraphe 3.8.4.b

7.22 POSE DES CABLES

Les câbles seront posés en tranchée, en caniveau et/ou sous buses, réalisées conformément aux indications données au paragraphe 7.21.

Les précautions ci-après seront prises :

- A l'entrée et à la sortie de chaque traversée, chaque câble formera une boucle de réserve.
- A l'entrée et à la sortie de chaque traversée, sur chaque câble, sera fixé au moyen de colliers, une étiquette en matière plastique gravée, indiquant le circuit desservi par le câble (exemple : délimitation piste).
- A l'entrée de chaque ouvrage pour transformateur d'isolement, sur chaque câble, sera réservée une boucle de 1 m.
- Dans chaque ouvrage, les câbles primaires et secondaires seront repérés comme indiqué ci-avant dans le cas des traversées busées.
- Les câbles de balisage seront mis en place, soit à la main, soit mécaniquement à l'aide d'une dérouleuse.

7.23 REPERAGE, NUMEROTATION

7.23.1 Tranchées

Tous les itinéraires de câbles en tranchées seront repérés au moyen de bornes en ciment de 0,20 m de côté et de 0,30 m de hauteur (5 cm hors sol) disposées tous les 100 m et à tous les changements de direction.

Sur ces bornes sera fixée une plaquette en cuivre portant les indications suivantes :

- nature du (ou des) câble(s)
- numéro repéré du (ou des) câble(s)
- éventuellement nature de la boîte de jonction se trouvant en ce point.

7.23.2 Feux et ouvrages

Tous les feux de balisage, ainsi que les ouvrages contenant des transformateurs d'isolement seront repérés.

Tous les repères (lettres et chiffres) seront peints au sol ou sur les feux de façon à être bien visibles (hauteur des lettres et chiffres 8 à 10 cm). La teinte sera la même pour tous les repères et choisie pour trancher nettement sur la teinte de la partie sur laquelle ils sont peints.

7.24 BALISAGE DES TRAVAUX

Pendant la durée des travaux, tout ouvrage pouvant présenter un danger pour autrui, sera balisé.

Ce balisage se fera :

- de jour : par un nombre suffisant de drapeaux à 4 damiers alternés blancs et rouges, dont les dimensions minimum seront de 0,60 m x 0,60 m fixés sur un piquet support,

- de nuit : par des feux automatiques fixes de couleur rouge.

7.25 RECEPTION DES TRAVAUX

7.25.1 Généralités

Lorsque les travaux seront terminés, il sera procédé, en vue de leur réception, à des contrôles permettant de juger de leur qualité et de leur conformité avec les spécifications du présent document. Au cours des examens, l'Entrepreneur devra être présent ou représenté par une personne qualifiée habilitée à prendre en son nom toutes les décisions qui se révéleraient nécessaires. L'Entrepreneur devra également mettre à la disposition des contrôleurs la main d'œuvre et les appareils de mesure nécessaires (exemple : polymètre, mégohmmètre, etc.) ainsi que des appareils émetteurs –récepteurs portatifs (type de campagne) pour assurer les liaisons.

Les différents contrôles et essais sont traités au paragraphe suivant. Ils seront identiques pour des équipements de même type.

Les contrôles et essais sont donnés à titre indicatif et non limitatif. S'ils le jugent nécessaires, les contrôleurs pourront procéder à des essais et contrôles complémentaires permettant de juger la qualité des installations.

7.25.2 Contrôles

7.25.2.1 Feux de balisage

- Conformité de l'implantation des feux,
- Réglage des feux,
- Raccordement électrique des feux,
- Qualité des supports et de la mise en place (support et feux),
- Alignement dans les parties droites.

7.25.2.2 Transformateurs d'isolement

- Conformité de l'installation avec les prescriptions,
- Raccordements électriques et rangement des câbles dans les ouvrages,
- Implantations, alignement, qualité des ouvrages contenant les transformateurs d'isolement, etc.
- Conformité de l'installation avec les prescriptions du présent dossier technique.

7.25.2.3 Pupitre vigie

- Conformité avec les prescriptions et fonctionnement.

7.25.2.4 Câbles

- Contrôle de l'isolement de tous les circuits "série" à partir d'un régulateur, tous les appareils raccordés (mesure avec la terre),

- Contrôle de l'isolement des circuits parallèles, appareils raccordés et, si nécessaire, de chaque tronçon entre deux appareils (appareils débranchés).

7.25.2.5 Tranchée

Contrôle de leur exécution par sondage en plusieurs points. Contrôle de l'alignement des câbles.

7.25.2.6 Repérage et numérotation

- Contrôle du repérage des câbles :
 - en quelques emplacements choisis avant les traversées,
 - dans différents ouvrages pour transformateurs d'isolement,
- Contrôle du repérage des feux et des ouvrages en fonction des prescriptions.

7.25.2.7 Protections

- Contrôle des équipements de protection,
- Mesure des résistances des terres de décharge le long des circuits série.

7.25.3 Essais

- Fonctionnement de tous les différents équipements de balisage en commande manuelles à partir de la Centrale électrique.
- Mêmes contrôles que ci-dessus en télécommande à partir du pupitre de vigie

Au cours de ces essais :

- contrôle du fonctionnement du pupitre de vigie, commandes et signalisations ; essais de réglage de la brillance des voyants lumineux de signalisation (contrôles de jour et de nuit),
- dans chaque cas, contrôle des signalisations à la vigie,
- contrôle de la priorité des ordres manuels sur les ordres télécommandés,
- essais en puissance maximum simultanée de tous les équipements pendant 4 heures et contrôle du fonctionnement (de jour); même type d'essai effectué de nuit.

8. ANNEXES

8.1 RECAPITULATIF DES NOUVEAUX CABLES EXTERIEURS (A FOURNIR)

Nota : Les sections et nombres de paires des câbles portés sur le tableau ci-après et sur les plans joints, et les quantités des câbles portés sur le devis estimatif, sont donnés à titre indicatif et constituent un minimum (ces dernières correspondent aux longueurs estimés, majorés de 10%). Il appartiendra à l'Entrepreneur de les vérifier et de les rectifier, si nécessaires, en fonction des équipements réellement installés et des tracés réels des câbles.

Câble	Repère	Liaison	Nbre cond. x section	Longueur (m)
HT		Liaisons HTA:		
	HT1	Poste de livraison – Centrale électrique	NF C33-226 18/30 3x1x240mm	1200
	HT2	Centrale solaire – Centrale électrique	NF C33-226 18/30 3x1x240mm ²	300
	HT3	Centrale électrique – Poste P1	3 x 16 mm ²	4600
	HT4	P0(Centrale électrique) – SIGC (ou Infra)	3 x 16 mm ²	2200
	HT5	P0(Centrale électrique) – Localizer	1 x 10 + 10 mm ²	1700
	HT6	P0(Centrale électrique) – VOR	1 x 10 + 10 mm ²	6000
BT	BT1	Centrale électrique – Bloc technique (S)	2 x 4 x 120 mm ²	500
	BT2	Centrale électrique – Bloc technique (N)	2 x 4 x 120 mm ²	500
	BT3	Centrale électrique – ancien bloc technique (S)	4 x 35 mm ²	500
	BT4	Centrale électrique – SSLI (S)	4 x 10 mm ²	300
	BT5	Centrale électrique – SSLI (N)	4 x 10 mm ²	300
	BT7	Centrale électrique – DREEM(N)	4 x 16 mm ²	1000
	BT8	P1 – GLIDE (S)	4 x 25 mm ²	500
	BT10	P1 – SAOMA (S)	2 x 25 mm ²	500
	BT11	P1 – RTILS QFU 06 (S)	2 x 35 mm ²	400
	BT17	Localizer – RTILS QFU24 (S)	2x35 mm ²	600
	BT18	Centrale Electrique – Ferme solaire (S)	4x35 mm ²	300
Câble	Repère	Liaison	Composition	Longueur (m)
CF		Fibres optiques (FO) :		
	CF1	Centrale Electrique ↔ Bloc technique ↔ VOR ↔ Glide ↔ Localizer ↔ SIGC ↔ Centrale Electrique.	2 câbles à 12 FO minimum	15.000
	CF1	Centrale électrique ↔ Ferme solaire	1 câbles à 12 FO minimum	300
		Câbles multipaires à conducteurs en Cu :		
	CF3	P0 ↔ Ancien Bloc Technique	2 x 7 paires	500

	CF4	Centrale électrique ↔ SSLI	2 x 7 paires	300
	CF5	Centrale Electrique ↔ Poste de Livraison	2 x 7 paires	1200
	CF6	P1 ↔ GLIDE	2 x 7 paires	500
	CF7	P1 ↔ RTILS 06	1 x 7 paires	400
	CF9	P1 ↔ SAOMA	1 x 7 paires	500
	CF10	Localizer ↔ RTILS 24	2 x 7 paires	300
Câble	Repère	Circuit	Longueur (m)	
B A L I S A G E	BA1	Circuit ½ Approche HI CAT I N°1	10200	
	BA2	Circuit ½ Approche HI CAT I N°2	10200	
	BA3	Circuit Approche BI CAT I	10200	
	BA6	Circuit ½ Piste et P.A. N°1	9500	
	BA7	Circuit ½ Piste et P.A. N°2	9500	
	BA8	Circuit ½ Seuils et Extrémités N°1	9500	
	BA9	Circuit ½ Seuils et Extrémités N°2	9500	
	BA10	Circuit PAPI 06	7400	
	BA11	Circuit PAPI 24	2150	
	BA12	Circuit voie de circulation A et aire de stationnement	4600	
	BA13	Circuit voie de circulation B et aire de stationnement	4500	

8.2 LISTE DES PLANS JOINTS

Numéro	Désignation
EB - BBO 00	PLAN DE MASSE
EB - BBO 01	UNIFILAIRE GENERAL DISTRIBUTION HT/BT - EXISTANT
EB - BBO 02	UNIFILAIRE GENERAL DISTRIBUTION HT/BT - NOUVEAU
EB - BBO 03	Centrale électrique - IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS
EB - BBO 04	Centrale électrique - SYNOPTIQUE DES FLUIDES
EB - BBO 05	Centrale électrique - SYNOPTIQUE LUMINEUX MURAL
EB - BBO 06	Centrale électrique - PUPITRE DE COMMANDE ET CONTROLE
EB - BBO 07	Vigie - PLATINES DE COMMANDE ET SYNOPTIQUE DE BALISAGE
EB - BBO 08	CONFIGURATION GENERALE DU BALISAGE LUMINEUX PREVU
EB - BBO 09	BALISAGES D'APPROCHE HI / BI
EB - BBO 10	BALISAGE DES SEUILS ET EXTREMITES
EB - BBO 11	BALISAGE DE PISTE - ZONE QFU 06
EB - BBO 12	BALISAGE DE PISTE - ZONE QFU 24
EB - BBO 13	CHEMINEMENTS DES CABLES D'ALIMENTATION ET DE TELECOMMANDE
EB - BBO 14	CARNET DE DETAILS ET PRINCIPES

8.3 GLOSSAIRE

API	Automate Programmable Industriel
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et en Madagascar
ATEX	Atmosphère Explosive
BAL	Balisage lumineux
BI	Basse Intensité
BMS	Battery Management System
BT	Basse Tension

CA	Courant Alternatif
CAT 1	Catégorie I
CC	Courant Continu
CF	Courant faible
Cu	Cuivre
DET	Direction des Etudes et Projets
DME	Dispositif de mesure de distance
EMS	Energy Management System
FO	Fibre Optique
HI	Haute Intensité
HT	Haute Tension
ILS	Instrument of Landing System
LED	Diode Électroluminescente
MPPT	Maximum Power Point Tracker
OACI	Organisation Internationale de l'Aviation Civile
PA	Prolongement d'Arrêt
PAPI	Indicateur Visuel de Pente d'Approche
PVC	Chlorure de Polyvinyle
QFU	Code d'identification de l'orientation magnétique d'une piste
RTILS	Runway Threshold Identification Lighting System
SCADA	Système d'acquisition et de contrôle de données
SFLS	Sequential Flashing Lighting System
TDBT	Tableau de distribution Basse Tension
TC	Télécommande
TS	Télésignalisation
V	Volt
VA	Volt Ampère
VOR	Radiophare Omnidirectionnel VHF