

AGENCE POUR LA SECURITE DE LA NAVIGATION AERIENNE EN AFRIQUE ET A MADAGASCAR

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



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

PSE 2023-2027

PROJET : 2906 - NPE : 923 060

AEROPORT DE MORONI

Réhabilitation de la Centrale électrique, mise en place des groupes électrogènes de production et d'un système de production solaire photovoltaïque, de l'aéroport International Prince Saïd Ibrahim de Moroni à l'Union des Comores

DOSSIER DE CONSULTATION D'ENTREPRISES

CAHIER DE CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Version N° 3.0 du 02 juillet 2024

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

HISTORIQUE DU DOCUMENT

DESCRIPTION




Titre :	Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) pour la réhabilitation de la Centrale électrique, mise en place des groupes électrogènes de production et d'un système de production solaire photovoltaïque, de l'aéroport International Prince Saïd Ibrahim de Moroni à l'Union des Comores
Type :	CCTP
Résumé :	Le présent CCTP a pour objet de décrire le projet de réhabilitation de la Centrale électrique, mise en place des groupes électrogènes de production et d'un système de production solaire photovoltaïque, de l'aéroport International Prince Saïd Ibrahim de Moroni à l'Union des Comores

HISTORIQUE

Version	Date (jj/mm/aa)	Description de l'évolution	Observations
1.0	11/06/2023	Création APS	Pour examen en SCT/DET
1.1	28/12/2023	Prise en compte des conclusions du SCT/ DET	Pour examen en CT
1.2	15/01/2024	Prise en compte des conclusions du CT	Pour validation
2.0	15/03/2024	Création APD	Pour examen en SCT/DET
2.1	15/05/2024	Prise en compte des conclusions du SCT/DET	Pour examen en CT
2.2	28/06/2024	Prise en compte des conclusions du CT	Pour validation
3.0	02/07/2024	CCTP	Pour application

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

Tâches	Acteurs	Fonction	Date	Visa
Rédaction	ALI MALLAYE	Cadre Supérieur Projets Energie et Balisage	02/07/2024	
Vérification	SARR Sophie	Chef de Service Equipements CNS-ATM-MET	02/07/2024	
Approbation	SOUMAHORO Yaya	Directeur des Etudes et Projets	03/07/2024	

LISTE DE DISTRIBUTION

DESTINATAIRE : Comité Technique, DET, Appel d'Offres

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 par les autorités de l'ASECNA.

Table des matières

HISTORIQUE DU DOCUMENT	2
I GENERALITES	13
I.1 GENERALITES.....	13
I.2 OBJET DU DOCUMENT.....	13
I.3 PROPOSITION DE L'ENTREPRISE	13
I.4 VARIANTES – OMISSIONS.....	13
I.5 PIECES DE RECHANGES	13
I.6 FORMATIONS.....	13
I.6.1 FORMATION EN USINE	13
I.6.2 FORMATION SUR SITE	15
I.6.3 EVALUATIONS DE LA FORMATION EN USINE	15
I.6.3.1 Evaluation par les animateurs	15
I.6.3.2 Evaluation par les bénéficiaires.....	15
I.6.4 FORMATION INGENIERIE	15
I.7 RECETTES USINE DES EQUIPEMENTS	16
I.8 DEROULEMENT DES TRAVAUX.....	16
I.9 DOCUMENTS A FOURNIR.....	16
I.10 HYGIENE ET SECURITE	17
I.11 NORMES ET REGLEMENTATIONS.....	17
II DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES	17
II.1 GENERALITES.....	17
II.2 PRINCIPES D'ALIMENTATION ET DE DISTRIBUTION	18
II.3 LIVRAISON DE L'ENERGIE SECTEUR	18
II.4 BATIMENT DE LA CENTRALE.....	18
II.5 EQUIPEMENTS MECANQUES.....	18
II.6 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES HT/BT.....	19
II.6.1.1 Poste de livraison	19
II.6.1.2 Salle de Contrôle	19
II.6.1.3 Salle des transformateurs	19
II.6.1.4 Salle énergie.....	19
II.6.1.5 Salle Onduleurs	20
II.7 RESEAUX DE DISTRIBUTION	20
II.7.1 RESEAUX BASSE TENSION.....	20
II.7.2 RESEAU HAUTE TENSION.....	20
II.7.2.1 NOUVELLE REPRESENTATION.....	20
II.7.2.2 LOGEMENTS D'ASTREINTE	20

II.7.2.3	VOR/DME	20
II.7.2.4	Glide /DME	21
II.7.2.5	Localizer	21
II.7.3	RESEAUX DE CABLES EXTERIEURS.....	21
II.7.3.1	Réseau 5,5 kV	21
II.7.3.2	Réseau 3,2 kV	21
II.7.3.3	Réseau 230/400 V	21
II.7.3.4	Réseau courants faibles (CF)	21
II.8	AUTOMATE ET SUPPERVISION	21
II.8.1	ARCHITECTURE GENERALE DU RESEAU.....	21
II.8.2	CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS DES RESEAUX	22
II.9	DONNEES METEO.....	22
II.9.1	VENT	22
II.9.2	TEMPERATURE.....	22
III	CONCEPTION GÉNÉRALE ET PRINCIPES D'EXPLOITATION DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE A REALISER.....	23
III.1	GENERALITES	23
III.2	FOURNITURE DE L'ENERGIE "SECTEUR"	23
III.3	PRINCIPE DE FOURNITURE DE L'ENERGIE DE SECOURS	23
III.4	SYSTEME D'ALIMENTATION RETENU.....	24
III.5	ROLE DE LA CENTRALE ELECTRIQUE.....	24
III.6	PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE L'ENERGIE SUR L'AEROPORT	25
III.7	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE ELECTRIQUE.....	25
III.7.1	PREAMBULE.....	25
III.7.2	FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE ELECTRIQUE.....	26
III.7.2.1	Généralités	26
III.7.2.2	Fonctionnement.....	26
III.7.3	DIFFERENTES CONFIGURATIONS EN EXPLOITATION NORMALE	27
III.7.3.1	Secteur SONELEC présent, production PV et les trois groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI opérationnelles	28
III.7.3.2	Secteur SONELEC présent, production PV et les trois groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI indisponibles	28
III.7.3.3	Secteur SONELEC absent (défaut), production PV et les trois groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI opérationnelles	28
III.7.3.4	Secteur SONELEC absent (défaut), production PV et deux groupes sur trois (G1, G2, G3) disponibles et ASI opérationnelles.....	29
III.7.3.5	Secteur SONELEC absent (défaut), production PV et un groupe (G1 ou G2 ou G3) disponible et ASI indisponibles.....	29

III.7.3.6	Secteur SONELEC absent (défaut), production PV disponible, et groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI indisponibles.....	29
III.7.3.7	Secteur SONELEC présent, production PV indisponible, les trois groupes disponibles et ASI opérationnelles	29
III.7.3.8	Secteur SONELEC présent, production PV indisponible, les trois groupes disponibles et ASI indisponibles	30
III.7.3.9	Secteur SONELEC absent (défaut), production PV indisponible, trois groupes (G1, G3 et G2) disponibles et ASI opérationnelles.....	30
III.7.3.10	Secteur absent (défaut), production PV indisponible, un seul groupe (G1 ou G2 ou G3) disponible et ASI opérationnelles	30
III.7.4	EN MANUEL	30
III.8	PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS	31
III.8.1	GENERALITES LE PRINCIPE DE PROTECTION.....	31
III.8.2	PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS.....	31
III.8.3	PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS	31
III.8.3.1	Mise à la terre d'une polarité de la partie CC.....	32
III.8.3.2	Schémas des liaisons à la terre de la partie AC.....	32
III.8.3.3	Réseau de terre	32
III.8.4	PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITES	32
III.8.5	MESURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET LES SURTENSIONS.....	32
III.9	CONSISTANCE DES TRAVAUX A REALISER.....	32
IV	DESCRIPTION DES TRAVAUX ET FOURNITURE.....	34
IV.1	PREAMBULE	34
IV.2	POSTE DE LIVRAISON DE LA SONELEC	34
IV.2.1	Appareils de protection HTA	34
IV.2.2	Comptage HTA.....	35
IV.3	EXTENSION POSTE DE LIVRAISON DE LA CPV	35
IV.3.1	Bâtiment Extension poste de livraison de la CPV	35
IV.3.2	Appareils pour la livraison d'énergie provenant de la CPV	36
IV.3.3	Appareils de protection transformateur HT/BT 500KVA.....	36
IV.3.4	Postes élévateurs pour l'alimentation des auxiliaires de la CPV, le Bloc Technique et les logements d'astreinte	36
IV.3.5	Equipements de sécurité	37
IV.4	CENTRALE ELECTRIQUE.....	37
IV.4.1	ÉQUIPEMENTS MECANIQUES.....	37
IV.4.1.1	Groupes électrogènes	37
IV.4.1.2	Auxiliaires des groupes électrogènes	37
IV.4.1.3	Abri pour le groupe électrogène G4.....	38
IV.4.2	ÉQUIPEMENTS ELECTRIQUES	38

IV.4.2.1	Salle de contrôle/commande	38
IV.4.2.2	Salle Energie	40
IV.5	LE NOUVEAU BLOC TECHNIQUE	41
IV.6	LES LOGEMENTS D'ASTREINTE DE L'ASECNA.....	41
IV.7	CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE (CPV).....	41
IV.7.1	ETUDES D'IMPLANTATION.....	41
IV.7.2	TRAVAUX DE TERRASSEMENT	42
IV.7.3	ETUDE DE RACCORDEMENT	42
IV.7.4	LOCAL HT	42
IV.7.4.1	Protections HT.....	42
IV.7.4.2	Transformateur BT/HTA	43
IV.7.5	LOCAL ONDULEURS PV	43
IV.7.5.1	Tableaux BT	43
IV.7.5.2	Onduleurs photovoltaïques.....	44
IV.7.6	LOCAL ONDULEURS HYBRIDES ET BATTERIES.....	44
IV.7.6.1	Caractéristiques du local	44
IV.7.6.2	Onduleurs hybrides	45
IV.7.6.3	Batterie d'accumulateurs	45
IV.7.7	CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE	46
IV.7.7.1	Emplacement	46
IV.7.7.2	Clôture autour du champ photovoltaïque.....	46
IV.7.7.3	Modules photovoltaïques	47
IV.7.7.4	Structures.....	47
IV.7.7.5	Orientation.....	47
IV.7.7.6	Inclinaison	47
IV.7.7.7	Coffret de protection de string (table)	47
IV.7.7.8	Instruments de mesures.....	48
IV.7.7.9	Outils de nettoyage des panneaux	48
IV.7.8	AUXILIAIRES ET ACCESSOIRES.....	48
IV.7.8.1	Bureau (local d'exploitation)	48
IV.7.8.2	Guérite	49
IV.7.8.3	Alimentation des auxiliaires	49
IV.7.8.4	Éclairage du champ PV	50
IV.7.8.5	Éclairage de secours (ou "de remplacement")	50
IV.7.9	PRISES DE TERRE	51
IV.7.10	DISPOSITIF DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE.....	51
IV.7.10.1	Système de sécurité incendie	51

IV.7.10.2	Extincteurs	51
IV.8	TELECOMMANDE ET TELESIGNALISATION DES EQUIPEMENTS	52
IV.8.1	LIAISONS PAR CABLES EN CUIVRE	52
IV.8.2	LIAISONS PAR CABLES A FIBRES OPTIQUES	52
IV.9	RESEAUX DE CABLES EXTERIEURS	52
IV.9.1	RESEAUX HT	52
IV.9.1.1	Réseau HT 20 kV	52
IV.9.1.2	Réseau HT 5,5 kV	52
IV.9.2	RESEAU BT	53
IV.9.3	CABLES COURANTS FAIBLES (CF)	53
IV.9.3.1	FIBRE OPTIQUE	53
IV.9.3.2	CABLE CUIVRE	53
IV.9.4	RESEAUX DE TRANCHEES, BUSES ET CANIVEAUX	53
IV.9.4.1	Les tranchées	53
IV.9.4.2	Les buses	54
IV.9.4.3	Les caniveaux	54
IV.10	PROTECTION CONTRE LA FOUDRE	55
IV.10.1	BATIMENTS ET SHELTERS	55
IV.10.2	ÉQUIPEMENTS	55
IV.10.3	RESEAUX	55
IV.10.4	RESEAU D'EQUIPOTENTIALITE DES TERRES	55
IV.11	AUTOMATISME ET SUPERVISION	56
IV.11.1	AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL (API)	56
IV.11.2	SUPERVISION CENTRALISEE	56
IV.11.3	VIDEOSURVEILLANCE	56
IV.12	DEPOSE DES INSTALLATIONS EXISTANTES	57
V	SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS	57
V.1	GENERALITES	57
V.2	ÉQUIPEMENTS MECANIQUES	57
V.2.1	GENERALITES	57
V.2.1.1	Objet	57
V.2.1.2	Textes de référence	57
V.2.1.3	Documentation	57
V.2.2	GROUPES ELECTROGENES	58
V.2.2.1	Généralités	58
V.2.2.2	Caractéristiques des moteurs	58
V.2.2.3	Alternateurs	60
V.2.3	ARMOIRES ET COFFRETS LIES AUX GROUPES	61

V.2.3.1	Armoires liées au groupe	61
V.2.3.2	Conditions générales de l'automatisme	61
V.2.3.3	Exécution générale.....	62
V.2.3.4	Équipements des armoires.....	62
V.2.3.5	Signalisation	62
V.2.3.6	Coffret lié au groupe	62
V.2.4	ACCESSOIRES DES GROUPES ELECTROGENES	62
V.2.4.1	Stockage du combustible	62
V.2.4.2	Circuit à combustible.....	63
V.2.4.3	Dispositif de refroidissement	64
V.2.4.4	Dispositif pour la distribution d'huile	64
V.2.4.5	Dispositif d'échappement	64
V.2.4.6	Système de démarrage électrique.....	65
V.2.5	CANALISATIONS, PEINTURE ET ISOLATION.....	65
V.2.5.1	Canalisations	65
V.2.5.2	Peinture.....	65
V.2.5.3	Repérage des canalisations	66
V.2.5.4	Insonorisation	66
V.2.6	OUTILLAGE ET EQUIPEMENTS D'ATELIER.....	66
V.2.6.1	Outillage et appareils de mesure.....	66
V.2.6.2	Outillage spécifique.....	67
V.2.7	ESSAIS DU GROUPE ELECTROGENE	68
V.2.7.1	Généralités	68
V.2.7.2	Essais concernant le moteur	68
V.2.7.3	Essais concernant l'alternateur	68
V.2.7.4	Essais concernant le groupe électrogène et ses accessoires	68
V.2.7.5	Essais de l'armoire de commande et contrôle des groupes	68
V.3	ÉQUIPEMENTS ELECTRIQUES	68
V.3.1	ÉQUIPEMENTS HAUTE TENSION.....	68
V.3.1.1	Généralités	68
V.3.1.2	Spécifications des cellules HT	68
V.3.2	ÉQUIPEMENTS BT	71
V.3.2.1	Stabilisateur de tension réseau, de type statique	71
V.3.2.2	Tableaux et armoires BT.....	71
V.3.2.3	Appareils Basse Tension (BT).....	72
V.3.2.4	Système automatique de compensation d'énergie réactive et filtre anti-harmonique	77

V.3.2.5	Chargeurs et batteries d'accumulateurs	77
V.3.2.6	Synoptique de contrôle	77
V.3.2.7	Pupitre de commande	78
V.3.3	ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES	80
V.4	CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE (CPV)	80
V.4.1	PROTECTION HT	80
V.4.1.1	Système de découplage	80
V.4.1.2	Appareils de protection HTA	80
V.4.2	TRANSFORMATEURS BT/HTA	80
V.4.3	TABLEAUX BASSE TENSION BT	81
V.4.3.1	Tableaux Basse Tension (BT CC)	81
V.4.3.2	Tableaux Basse Tension AC (BT AC)	81
V.4.4	ONDULEURS	82
V.4.4.1	Onduleurs photovoltaïques	82
V.4.4.2	Onduleurs hybrides	83
V.4.5	BATTERIES	84
V.4.5.1	Local batteries	84
V.4.5.2	Batterie d'accumulateurs	84
V.4.6	CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE	85
V.4.6.1	Modules photovoltaïques	85
V.4.6.2	Structures	86
V.4.6.3	Câblages et protections DC	86
V.4.6.4	Précautions de câblage	88
V.4.6.5	Dispositions de câblage	88
V.4.6.6	Cheminement des câbles	88
V.4.7	ESSAIS EQUIPEMENTS PV	89
V.4.7.1	Modules PV	89
V.4.7.2	Onduleurs hybrides	89
V.4.7.3	Batteries	90
V.4.7.4	Onduleurs PV	90
V.4.7.5	Le système de gestion d'énergie : synchronisation et basculements entre sources	91
V.4.7.6	Câbles	91
V.6	CABLES HT, BT, CF ET DE TERRE	91
V.6.1	CABLES HT	91
V.6.1.1	Câble HT 20 KV	91
V.6.1.2	Câble HT 5,5KV	91

V.6.2	CABLES BT	91
V.6.2.1	Série 1000 V cuivre RVFV type extérieur rigide pour liaisons extérieures	91
V.6.2.2	Série 1000 V - cuivre - R02V type rigide utilisée en intérieur	91
V.6.2.3	Série 750 V - cuivre - type souple utilisé en intérieur	91
V.6.2.4	Câbles - cuivre - type souple pour installations photovoltaïques	91
V.6.3	CABLES CF	92
V.6.3.1	Câbles multipaires à conducteurs en cuivre	92
V.6.3.2	Câble à fibres optiques " FO "	92
V.6.4	CABLES DE TERRE.....	92
V.6.4.1	Nature des câbles.....	92
V.6.4.2	Section des câbles	92
V.6.5	ESSAIS	92
V.6.5.1	Généralités	92
V.6.5.2	Essais sur les câbles HT.....	93
V.6.5.3	Essais sur les câbles BT	93
V.6.5.4	Essais sur les câbles de télécommande / télécontrôle (CF)	93
V.6.5.5	Contrôle du câble de terre	93
V.7	AUTOMATISME ET SUPERVISION.....	93
V.7.1	GENERALITES(PREAMBULE).....	93
V.7.2	AUTOMATE PRGRAMMABLE INDUSTRIEL.....	93
V.7.2.1	Parties logicielles de l'automate.....	93
V.7.2.2	Parties matérielles de l'automate	95
V.7.2.3	Stations réseau.....	98
V.7.2.4	Caractéristiques des armoires automates.....	98
V.7.2.5	Réseaux industriels.....	99
V.7.3	SUPERVISION CENTRALISEE.....	101
V.7.3.1	Généralités	101
V.7.3.2	États et paramètres supervisés	103
V.7.3.3	Principes de visualisation	103
V.7.3.4	Pages d'aide à l'exploitation et à la maintenance	105
V.7.3.5	Consignation des états	108
V.7.3.6	Accès au système	109
V.7.3.7	Caractéristiques des équipements	109
V.7.4	VIDEO SURVEILLANCE.....	110
V.7.4.1	Consistance des travaux.....	110
V.7.4.2	Spécifications techniques.....	111

VI REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES.112

VI.1	GENERALITES	112
VI.2	REALISATION DU RESEAU DE CABLES.....	112
VI.2.1	GENERALITES	112
VI.2.2	TRACE DE RESEAUX.....	112
VI.2.3	PARCOURS COMMUNS.....	112
VI.2.4	MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX.....	112
VI.2.4.1	Généralités	112
VI.2.4.2	Tranchées et fouilles	112
VI.2.4.3	Pose de câbles.....	113
VI.2.4.4	Extrémités des câbles non raccordés	113
VI.2.4.5	Identification des câbles.....	113
VI.2.4.6	Dispositif avertisseur	113
VI.2.4.7	Repérage des câbles.....	113
VI.2.4.8	Croisement d'autres conduits	113
VI.2.4.9	Entrée des câbles dans les bâtiments.....	114
VI.2.4.10	Busages	114
VI.2.4.11	Réfection des chaussées.....	114
VI.2.4.12	Ouvrages rencontrés dans les fouilles et gardiennages.....	114
VI.2.4.13	Raccordement des câbles.....	114
VI.3	REALISATION DES PROTECTIONS	114
VI.3.1	PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET LES SURTENSIONS	114
VI.3.1.1	Protection contre les chutes directes de la foudre.....	114
VI.3.1.2	Protection contre les chutes de la foudre au voisinage des câbles	114
VI.3.1.3	Protection contre les surtensions.....	114
VI.3.2	PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITES	114
VI.3.3	RESEAU DE TERRE	114
VI.3.3.1	Réseaux de terre des bâtiments.....	114
VI.3.3.2	Réseaux de terre intérieures des salles énergie et postes électriques	115
VI.3.3.3	Interconnexion des terres	115
VI.3.3.4	Mise à la terre des masses	115
VI.3.3.5	Prescriptions particulières concernant les travaux.....	115
VI.4	DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DES RESEAUX	115
VI.4.1	EN HT	115
VI.4.2	EN BT.....	115
VI.4.2.1	Besoins techniques.....	115
VI.4.2.2	Autres besoins.....	115
VI.5	RECEPTION DES TRAVAUX.....	115

VI.5.1	GENERALITES	115
VI.5.2	CONTROLES.....	116
VI.5.2.1	Feux de balisage	116
VI.5.2.2	Transformateurs d'isolement	116
VI.5.2.3	Pupitre vigie	116
VI.5.2.4	Câbles	116
VI.5.2.5	Tranchée	116
VI.5.2.6	Repérage et numérotation	116
VI.5.2.7	Protections	116
VI.5.3	ESSAIS	116
VII	ESSAIS - PIECES DE RECHANGE – SERVICE APRES VENTE (SAV)	117
VII.1	ESSAIS EN USINE.....	117
VII.1.1	ESSAIS SPECIFIQUES DES EQUIPEMENTS MECANIQUES	117
VII.1.2	ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES.....	117
VII.1.2.1	Essais spécifiques des matériels HT	117
VII.1.2.2	Essais sur les ensembles BT	117
VII.1.2.3	Essais spécifiques sur les matériels PV	117
VII.1.2.4	Essais complémentaires (essais de type).....	117
VII.1.2.5	Essais des transformateurs de puissance	117
VII.1.2.6	Essais sur les câbles	117
VII.1.2.7	Essais spécifiques des matériels et fonctionnalités des système d'automatisme et supervision	117
VII.2	ESSAIS DE RECEPTION SUR SITE	117
VII.3	PIECES DE RECHANGE–OUTILLAGE	118
VII.4	SERVICES APRES-VENTE (SAV)	118
VIII	EMBALLAGE ET TRANSPORT	118
IX	DELAI DE REALISATION	119
	ANNEXE : FORMATIONS EN USINE	120
	LISTE DES PLANS JOINTS	121
	GLOSSAIRE	122

I GENERALITES

I.1 GENERALITES

L'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), dans le cadre de son Plan des Services et Equipements (PSE) 2023-2027, prévoit la réhabilitation de la Centrale électrique, mise en place des groupes électrogènes de production et d'un système de production solaire photovoltaïque, de l'aéroport International Prince Saïd Ibrahim de Moroni à l'Union des Comores.

I.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 de la Centrale électrique, mise en place des groupes électrogènes de production et d'un système de production solaire photovoltaïque, de l'aéroport International Prince Saïd Ibrahim de Moroni à l'Union des Comores.

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 (CCTP).

I.3 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.

I.4 VARIANTES – OMISSIONS

Lors de la remise de son offre, le soumissionnaire sera tenu de signaler toute omission ou toute erreur constatée dans le CCTP et/ou sur les Plans joints. Le soumissionnaire 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.

I.5 PIECES 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.

I.6 FORMATIONS

Les durées des formations doivent être dimensionnées en fonction des objectifs de niveau. En tout état de cause, le contenu et la durée doivent être validés par l'ASECNA.

I.6.1 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.

Afin d'atteindre les objectifs, le prestataire devra organiser des tests d'évaluation (écrite et pratique) à la fin de la formation.

Les formations en usine pour la maintenance doivent être de niveau 3 selon la norme AFNOR NF X 60010.

En effet, le niveau 3 de maintenance AFNOR concerne des opérations complexes qui nécessitent la réalisation d'identification des éléments concernés et de diagnostic au préalable. Ces opérations devant donc être réalisées par des techniciens spécialisés, qui connaissent les systèmes et leur fonctionnement dans leur ensemble, à l'aide des outils spécifiques et des documents techniques, le personnel devra être formé pour avoir les compétences nécessaires à cet effet.

Afin d'atteindre ces objectifs, le prestataire devra intégrer dans son offre les outils nécessaires et former les techniciens ASECNA sur ces outils et organiser des tests d'évaluation (écrite et pratique) à la fin de la formation.

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

- ✓ Présentation générale des équipements ;
- ✓ Présentations détaillées de chacun des principaux 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 d'une durée totale de cinq (05) semaines environ, pour chaque session ou groupe, concerne les nouveaux équipements mis en place : groupes électrogènes, les équipements du système photovoltaïque ; équipements hauts et basse tensions, automatisme et supervision, vidéosurveillance, système de télécommande/télésignalisation, les équipements du réseau à fibre optique (câbles, mesures et tests de réflectométrie, soudage, etc.), câbles, etc.

Evaluations de la formation :

A l'issue de chaque module de formation, deux types d'évaluations seront effectuées et les résultats transmis à l'ASECNA :

- ✓ Par les participants : les participants évalueront la qualité de la formation et l'atteinte des objectifs.
- ✓ Par le prestataire : le prestataire devra évaluer les acquis de la formation afin de vérifier l'atteinte des objectifs fixés.

Nota : toute formation ou module de formation, évaluée non-satisfaite par la majorité de participants devra être reprise à la charge de l'entreprise

Les agents à former sont au nombre de dix (10) répartis en deux groupes :

- ✓ Un groupe de Cinq (05) agents suivra la première session de la formation,
- ✓ Un autre groupe Cinq (05) agents suivra la deuxième session de la formation.

Un programme minimum des formations est joint en ANNEXE I, à titre indicatif.

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 la formation (y compris les manuels servant de support de cours),
- ✓ Les frais de transports locaux et régionaux (Aéroport d'arrivée vers/de lieu d'hébergement, Hôtel / Lieu des cours (allers et retours) ; entre lieux des différentes formations, Etc.) ;
- ✓ Les repas de midi des jours ouvrables.

L'ASECNA prendra en charge les frais suivants :

- ✓ Les transports internationaux depuis et vers l'aéroport du participant

- ✓ Les indemnités de stages à verser à chaque stagiaire.

I.6.2 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 concernera tous techniciens de la Centrale et 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.

I.6.3 EVALUATIONS DE LA FORMATION EN USINE

Les évaluations de la formation seront mises en œuvre selon la démarche suivante :

I.6.3.1 Evaluation par les animateurs

Evaluation pédagogique : C'est une évaluation qui permet de vérifier l'atteinte des objectifs et d'apprécier la participation des bénéficiaires. L'animateur (trice) procède à cette évaluation tout au long de la session de formation et remet les résultats au Maître-d'ouvrage à la fin de la session.

Les fiches d'évaluation pédagogiques prévues à cet effet doivent être préparées par le formateur avant la formation et remis pour validation au Maître-d'ouvrage avant le début de la formation. Une fois validées, ils doivent être remplis par les animateurs après.

Evaluation des acquis : Pour vérifier le degré d'atteinte des objectifs pédagogiques au terme de chaque module de formation, l'animateur est tenu de procéder à une évaluation des acquis des apprenants.

I.6.3.2 Evaluation par les bénéficiaires

L'évaluation de fin de formation se fait à l'aide d'un questionnaire instruit par chaque apprenant. Les bénéficiaires de la formation instruisent une fiche d'évaluation de formation (fiche à proposer par le formateur avec le programme et à valider par le Maître-d'ouvrage avant le commencement de la formation) où ils expriment individuellement leurs degrés de satisfaction par rapport aux différents aspects de la formation.

Après tenue de la formation un rapport d'évaluation des agents participants à cette formation devra être établi par le constructeur et des attestations de compétence seront remises aux agents qualifiés pour les travaux de maintenance et d'exploitation des systèmes et équipements.

Cette attestation de qualification et compétence qui sera délivrée par le constructeur (fournisseur des équipements) confirmant l'habilitation des agents de la maintenance pour intervenir sur les équipements et systèmes.

Nota : Si le taux de satisfaction de la formation est inférieur à 75 % (<75 %), cette formation ne sera ni acceptée ni réglée par le Maître-d'ouvrage et doit être systématiquement refaite par le prestataire dans un délai à convenir. Ainsi toute formation ou module de formation, évaluée non-satisfaite par la majorité de participants devra être reprise à la charge de l'entreprise.

I.6.4 FORMATION INGENIERIE

La formation « Ingénierie » est destinée aux ingénieurs des études/projets et permettra leur remise à niveau dans le domaine de la conception des automatismes et des installations des centrales électriques et comportera les modules suivants au minimum :

- ✓ M1 : Introduction sur les réseaux électriques & Choix des protections ;
- ✓ M2 : Les normes sur les composantes (panneaux, onduleurs, batteries, accessoires, etc.) et installations photovoltaïques notamment UTE C 15-712-1&2, DIN VDE 0126, NFC 15-100, NFC 13-100/200/300 etc. ;
- ✓ M3 : Conception des installations électriques HTA ;
- ✓ M4 : Les schémas de liaison à la Terre ;

- ✓ M5 : logiciels de conception des installations électriques et Photovoltaïques autonomes et raccordées au réseau (pack CANECO HT, BT, Implantation, Caneco solar) et PVSYST, avec une clé hors ligne de chacun des logiciels pour chaque participant ;
- ✓ Etc.

Elle sera prévue aux frais de l'entreprise pour quatre (04) agents et comprendra une partie théorique et une partie pratique pour une durée de dix (10) jours ouvrables, sans les délais de route.

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.

I.7 RECETTES USINE DES EQUIPEMENTS

Les recettes en 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 (3) représentants du Maître d'Ouvrage aux différentes recettes.

La proposition de l'entreprise comprendra les frais suivants :

- ✓ Le coût des recettes,
- ✓ Les frais de transports locaux (depuis l'Hôtel d'hébergement des participants vers/de lieux des tests) en allers et retours, entre lieux des différentes recettes, Etc.
- ✓ Les repas de midi des jours ouvrables,

L'ASECNA prendra en charge les frais suivants :

- ✓ Les transports internationaux depuis et vers l'aéroport du participant
- ✓ Les indemnités de missions à verser à chaque participant.

Toutefois, si les essais ne sont pas concluants, l'organisation d'une autre recette est à la charge de l'entreprise.

I.8 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.

I.9 DOCUMENTS A 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 " étude 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.

I.10 HYGIENE ET SECURITE

L'Entreprise devra se conformer aux règlements de sécurité et notamment la mise en place de tous dispositifs assurant la sécurité du chantier, de la voie publique et de la voie privée. Elle devra également prévoir, pendant toute la durée des travaux, un matériel de premier secours contre les risques d'accident, d'incendie et d'effondrement.

I.11 NORMES ET REGLEMENTATIONS

Tous les équipements fournis ainsi que leurs installations doivent être conformes aux règles de l'art, compatibles au climat tropical et aux exigences :

- ✓ Du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ;
- ✓ Au cahier des Spécifications Techniques Générales (STG) de l'ASECNA ;
- ✓ Autres normes et réglementations locales applicables.
 - NFC 15 100, installations électriques, basse tension ;
 - NFC 14 100, installations électriques, basse tension, dans les locaux recevant des travailleurs ;
 - NFC 13 200, installations électriques, haute tension ;
 - NFC 17 102, NFC 17 100, installations et disposition de protection contre la foudre ;
- ✓ NF EN 61-730-1&2 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (Partie 1 : Exigences pour la construction (CEI 61730-1) et Partie 2 : Exigences pour les essais (CEI 61730-2) ;
- ✓ VDE 0126-1-1 : Protection de découplage automatique du réseau
- ✓ NF EN 60947-(1 à 3) : Appareillage à basse tension (parties 1 à 3) ;
- ✓ NF-EN 62305-(1 à 3) : Protection contre la foudre (parties 1 à 3) ;
- ✓ CEI 62124 : Systèmes photovoltaïques (PV) autonomes - Vérification de la conception (NFEN 62124 - 2005)
- ✓ CEI 61194 : Paramètres descriptifs des systèmes photovoltaïques autonomes (NF C 57-332)
- ✓ UTE C15-712-2 : Systèmes photovoltaïques autonomes non raccordés au réseau public de distribution avec stockage par batterie
- ✓ XP C15-712-3 : Systèmes photovoltaïques avec dispositif de stockage et raccordés au réseau public de distribution
- ✓ Etc.

NOTA : la liste n'est pas exhaustive et fait allusion aux dernières versions des textes concernés.

II DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES

(Voir PLAN N°EB_HAH_00 PLAN DE MASSE)

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-1 PLAN D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS CE EXISTANT)

(Voir PLAN N°EB_HAH_02-1 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL EXISTANT)

II.1 GENERALITES

L'aéroport International de Moroni comporte pour l'essentiel :

- ✓ Une piste d'atterrissage, orientée 02/20, de largeur 45 m et de longueur 2900 m (complétée par deux prolongements d'arrêt (PA de 60 m au QFU02 et au QFU20) avec balisage lumineux.
- ✓ Une voie de circulation et une aire de stationnement avec balisage lumineux ;
- ✓ Deux raquettes de retournement aux extrémités de piste ;
- ✓ Un Bloc technique et tour de contrôle avec vigie ;
- ✓ Une tour de contrôle mobile de secours avec vigie au QFU 20, à 300 m de la centrale électrique ;
- ✓ Une centrale électrique de secours ;

- ✓ Un bâtiment ancienne centrale électrique
- ✓ Un bâtiment abritant le garage
- ✓ Un bâtiment INFRA IGC
- ✓ Des aides radioélectriques (VOR/DME et ILS) ;
- ✓ Des installations météorologiques dont un parc et une station d'observation (en cours) ;
- ✓ Un bâtiment SSLI (Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie) avec DREEM (Dispositif de Rétention en Eau et Emulseur) ;
- ✓ Etc.

II.2 PRINCIPES D'ALIMENTATION ET DE DISTRIBUTION

- ✓ L'énergie secteur est livrée en 20 kV par le distributeur public d'électricité, la Société Nationale d'Electricité des Comores (SONELEC) depuis le Poste De Livraison situé au sein du bâtiment de la Centrale électrique ;
- ✓ La fourniture d'énergie secourue est assurée par des groupes électrogènes de marque 2H Energy de puissances unitaires 300 KVA fonctionnent en redondance secours mutuel ;
- ✓ La distribution de l'énergie électrique est assurée à partir de la centrale électrique. Les équipements distants (GLIDE, LOCALIZER, VOR, Représentation) sont alimentés via des antenne Haute tension de la centrale électrique.

Nota : en réalité la Centrale Electrique de Moroni fonctionne H24 comme une Centrale de Production à cause de l'absence quasi permanente de l'énergie fournie par le réseau de distribution publique SONELEC

II.3 LIVRAISON DE L'ENERGIE SECTEUR

La source normale d'énergie (non secourue ou énergie du secteur public) est la SONELEC dont la livraison se fait à la centrale électrique en haute tension (20kV) à partir d'un poste de livraison attenant au bâtiment de la centrale électrique. Deux transformateurs abaisseurs secs 20KV/400V de 500 KVA alimentent les installations en énergie non secourue.

II.4 BATIMENT DE LA CENTRALE

Le bâtiment de la centrale a été construit en 2014. Il comporte essentiellement :

- ✓ Une salle "machines" avec trois emplacements pour groupes électrogènes, tous occupés. Un coin de cette salle abrite le système de fluide (les réserves journalières de gasoil et l'appoint en huile).
- ✓ Une salle commande/Contrôle surélevée avec vue sur la salle "machines" où il y a :
 - Un Pupitre Contrôle / commande avec les positions: groupe G1, groupe G2, PC Supervision energie / fibre optique et PC Supervision balisage.
 - Un Pupitre Contrôle / commande avec les positions: groupe G3, groupe G4.
 - Une baie Mux optique pour le reseau Energie.
 - Une baie Mux optique pour le balisage (rehabilitation balisage AERONAV).
- ✓ Une salle onduleurs avec deux onduleurs de 300 kVA chacun, les régulateurs de balisage, l'armoire de gestion du groupe G3, etc.
- ✓ Une salle des transformateurs abritant un ensemble de transformateurs HT/BT, BT/HT, BT/BT, etc.
- ✓ Une salle Poste de livraison abritant les cellules assurant le arrivée/Départ SONELEC.
- ✓ Deux bureaux dont un pour le chef d'unité ELB et l'autre pour les techniciens.
- ✓ Un atelier pour Electriciens avec armoires de rangement.
- ✓ Un atelier pour Diésélistes avec armoires de rangement outillage.

II.5 EQUIPEMENTS MECANIKES

Les équipements mécaniques sont constitués de quatre groupes électrogènes et leurs auxiliaires :

- ✓ Deux groupes électrogènes de secours G1 et G2 de marque 2H (Moteur Perkins et alternateur Leroy Somer), de puissance unitaire 300 kVA, installés en 2015 lors de la dernière réhabilitation. Par suite de surexploitation à cause de défaillance de la SONELEC, un de ces deux groupes est complètement à l'arrêt et le deuxième en fonctionnement dégradé.
- ✓ Deux autres groupes électrogènes de secours G3 et G4 de marque 2H (Moteur Perkins et alternateur Leroy Somer), de puissance unitaire 250 kVA, installés en 2020.

Les auxiliaires des groupes :

- ✓ Deux cuves souterraines, de 15 000 litres chacune, assurent le stockage du carburant
- ✓ Deux cuves journalières de gasoil d'une contenance de 500 litres, chacune.
- ✓ Un réservoir d'huile d'appoint de 200 litres.
- ✓ Un réservoir de liquide de refroidissement de 200 litres.

II.6 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES HT/BT

Les équipements sont répartis dans les différentes salles de la centrale électriques, ci-après :

II.6.1.1 Poste de livraison

L'énergie secteur SONELEC est livrée à partir de ce poste, il abrite cinq cellules HT 400A-24KV de marque Schneider.

II.6.1.2 Salle de Contrôle

- ✓ Un synoptique mural de supervision de la distribution de l'énergie électrique sur la plateforme
- ✓ Un pupitre Contrôle / commande avec les positions : groupe G1, groupe G2, Supervision énergie / fibre optique, Supervision balisage.
- ✓ Un pupitre Contrôle / commande avec les positions : groupe G3 et groupe G4.
- ✓ Une baie Mux optique pour le réseau Energie ;
- ✓ Une baie Mux optique pour le balisage (réhabilitation balisage AERONAV) ;
- ✓ Un tableau pour le système de sécurité incendie ;
- ✓ Etc.

II.6.1.3 Salle des transformateurs

Cette salle abrite les équipements suivants :

- ✓ Deux (02) transformateurs abaisseurs TRIHAL enrobés secs de 500 kVA (20KV/230-400V) ;
- ✓ Deux (02) cellules combinées à des transfos élévateurs de 10 kVA (400V/3200V) de type TMAI AUGIER ENERGY ;
- ✓ Un (01) cellules combinées à des transfos élévateurs de 25 kVA (400V/3200V) de type TMAI AUGIER ENERGY
- ✓ Un (01) transformateur élévateur TRIHAL enrobés secs de 63 kVA (400V/5500) ;
- ✓ Deux (02) transformateurs élévateurs TRIHAL enrobés secs de 50 kVA (400V/5500) ;
- ✓ Un (01) transformateur d'isolement (BT/BT) pour changement de régime du neutre de 160 kVA ;
- ✓ Un (01) transformateur d'isolement (BT/BT) pour changement de régime du neutre de 125 kVA ;
- ✓ Etc.

II.6.1.4 Salle énergie

- ✓ Un ensemble d'armoires de distribution TGBT pour différents départs ;
- ✓ Un ensemble d'armoires de distribution BT pour différents départs alimentant les bâtiments de la Centrale électrique ;
- ✓ Deux (02) chargeurs BENNING 48V et le tableau de distribution 48V ;
- ✓ Trois cellules HT (HT11, HT12 et HT13) protections amonts transformateurs 500 kVA ;

- ✓ Un coffret d'alimentation pour le local Radar ;
- ✓ Un coffret inverseur semi-automatique groupes ;

II.6.1.5 Salle Onduleurs

- ✓ Deux (02) onduleurs Galaxy PW de 300 kVA ;
- ✓ Armoires batteries ;
- ✓ Le tableau TDBT SC1 alimentant les régulateurs du balisage ;
- ✓ Le tableau TDBT SC2 alimentant le Bloc Technique, le Magasin ASECNA, le Pavillon Présidentiel, la Subdivision Infra, la Caserne SSLI, les coffrets (secouru et non secouru) du bâtiment de la Centrale sont alimentés par ce tableau, etc., ;
- ✓ Deux (02) régulateurs à courant constant de 20 kVA de type MCR3 ADB ;
- ✓ Deux (02) régulateurs à courant constant de 7,5 kVA de type MCR3 ADB ;
- ✓ Six (06) régulateurs à courant constant de 5 kVA de type MCR3 ADB ;
- ✓ Un ensemble d'armoires pour la TC/TS ;
- ✓ Etc.

II.7 RESEAUX DE DISTRIBUTION

II.7.1 RESEAUX BASSE TENSION

Les réseaux de distribution basse tension sont constitués des installations alimentées directement en BT par centrale électrique, il s'agit de :

- ✓ Les auxiliaires des groupes électrogènes ;
- ✓ Le tableau TDBT SC1 alimentant les régulateurs du balisage ;
- ✓ Le tableau TDBT SC2 alimentant le Bloc Technique, le Magasin ASECNA, le Pavillon Présidentiel, la Subdivision Infra, la Caserne SSLI, les coffrets (secouru et non secouru) du bâtiment de la Centrale sont alimentés par ce tableau, etc., ;
- ✓ Le local Radar,

II.7.2 RESEAU HAUTE TENSION

La distribution électrique aux installations éloignées des centrales électriques et le balisage se font par l'intermédiaire des réseaux HT : boucle 5,5 kV ou antennes 3,2 KV.

II.7.2.1 NOUVELLE REPRESENTATION

- ✓ Un départ secouru : un départ secouru, via un transformateur élévateur 400V/5,5 kV - 50 kVA de type sec ;
- ✓ Un départ non secouru : un départ secouru, via un transformateur élévateur 400V/5,5 kV - 63 kVA de type sec .

II.7.2.2 LOGEMENTS D'ASTREINTE

Les logements d'astreinte ne sont pas connectés au réseau ASECNA. Le site dispose d'un local pour l'arrivée et la distribution d'énergie mais pas encore connecté. Il est prévu une arrivée de la SONELEC. Dans le cadre de ce projet, son alimentation est prévue mais la continuité de cette alimentation sera soumise à des conditions de disponibilité de la source solaire.

II.7.2.3 VOR/DME

Il est alimenté à partir de la centrale électrique par une antenne 3200V via deux cellules : une cellule élévatrice intégrée (transformateur 10 kVA) TMAI de type intérieur à la centrale et une cellule abaisseuse intégrée (transformateur 10 kVA) TMAI de type intérieur placé dans un regard situé à proximité du local VOR.

II.7.2.4 Glide /DME

Il est également alimenté à partir de la centrale électrique par une antenne 3200V via deux cellules : une cellule élévatrice intégrée (transformateur 25 kVA) TMAI de type intérieur à la centrale et une cellule abaisseuse intégrée (transformateur 25 kVA) TMAI de type extérieur à proximité du local de Glide.

II.7.2.5 Localizer

Il est alimenté à partir de la centrale électrique par une antenne 3200V via deux cellules : une cellule élévatrice intégrée (transformateur 10 kVA) TMAI de type intérieur à la centrale et une cellule abaisseuse intégrée (transformateur 10 kVA) TMAI de type extérieur à proximité du local de Localizer.

II.7.3 RESEAUX DE CABLES EXTERIEURS

Les réseaux existants sont les suivants :

II.7.3.1 Réseau 5,5 kV

Les liaisons suivantes sont alimentées en 5,5 kV :

- ✓ Représentation ;
- ✓ La station météo (en cours de réalisation).

II.7.3.2 Réseau 3,2 kV

Les liaisons suivantes sont alimentées en 3,2 kV :

- ✓ Le VOR/DME ;
- ✓ Le Glide ;
- ✓ Le Localizer.

II.7.3.3 Réseau 230/400 V

Les principales liaisons sont ceux énumérés au II.7.1 RESEAUX BASSE TENSION ci-dessus.

Bien que fonctionnant, les câbles assurant ces liaisons ne seront plus réutilisés.

II.7.3.4 Réseau courants faibles (CF)

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

- ✓ Liaisons en fibre optique (12 brins) :
 - Une boucle à fibre optique: Centrale élect-Bloc Technique-Glide/DME-Météo Seuil principal-Glide/DME-Localizer-VOR/DME-Météo Secondaire-Météo Médian-Centrale élect.
 - Des antennes: Centrale électrique – Nouvelle Représentation; Centrale électrique – Ancienne Représentation.
- ✓ Des liaisons cuivre multipaires (7 paires) entre :
 - la Centrale et le répartiteur TC/TS à la Subdivison Infra.
 - la Centrale et le répartiteur TC/TS au Magasin.
 - l'Ancienne Représentation et le répartiteur TC/TS dans chacun des trois logements 1; 2 et 3.
 - Le Bloc Technique et le répartiteur TC/TS au Abri à gonflement.
 - Le Bloc Technique et le répartiteur TC/TS au parc Météo.
 - Le Bloc Technique et le répartiteur TC/TS au SSLI.
- ✓ Etc.

II.8 AUTOMATE ET SUPERVISION

II.8.1 ARCHITECTURE GENERALE DU RESEAU

L'architecture actuelle du réseau à fibre optique est constituée d'une boucle et des antennes. La boucle Centrale élect-Bloc Technique-Glide/DME-Météo Seuil principal- Glide/DME-Localizer-VOR/DME-Météo Secondaire-Météo Médian-Centrale élect. Chacun des nœuds est constitué d'un multiplexeur

Subrack Milegate 2510 de marque KEYMILE. Voir PLAN N°EB_HAH_03-1 ARCHITECTURE RESEAU CF ENERGIE EXISTANT.

II.8.2 CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS DES RESEAUX

- ✓ Multiplexeur : MileGate 2510 21 slots de marque Keymile ;
- ✓ Supervision : La supervision est réalisée avec PVVUE32
- ✓ Le rack automates TSXRKY12 est équipé de:
 - Un module alimentation électrique: TSXPSY3610M
 - D'un module Processeur Unity: medicom Premium TSX5726344M, programmation Unity Pro L.
 - Un Module Ethernet TCP/IP: TSXETY5103, RJ45 10BASE-T/100BASE.
 - Un Module de communication: TSXSCY21601
 - Etc.
- ✓ Des modules Entrées/sorties :

Les liens entre les équipements et l'automate pour les entrées/sorties sont assurés par des modules Wago configurés sous CoDeSys 2.3.

Les programmes (automate, Wago, supervisons) seront accessibles à l'entreprise retenue pour l'exécution du projet, pour une mise à jour complète prenant en compte toute les modifications opérées pour la reconfiguration des systèmes de production de production, distribution de l'énergie et la supervision, via la boucle fibre optique.

Nota :

- ✓ Le soumissionnaire, dans sa proposition technique, doit démontrer sa solution technique d'intégration des nouveaux systèmes, objet de ce CCTP, aux installations existantes, avec tous les détails permettant d'apprécier la pertinence de sa proposition.
- ✓ L'attributaire devra prendre toutes les dispositions idoines pour que ces modifications n'engendrent pas de dysfonctionnement et diminuer la qualité de service rendu auparavant.

II.9 DONNEES METEO

II.9.1 VENT

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUE : Direction dominante des vents (en °) et vitesse moyenne (en m/s)												
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Direction dominante	100	100	100	100	120	120	120	120	120	100	120	120
Vitesse Moyenne	3,7	3,1	3,3	3,6	3,7	4,7	4,6	3,8	3,7	4,3	5,2	3,6

Source : AIP ASECNA, juillet 2018

II.9.2 TEMPERATURE

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUE : Températures maximale et minimale (en degrés C)												
Température	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Maximum	33,5	31,3	31,0	31,0	30,8	30,2	29,7	29,0	29,1	30,3	32,3	32,8
Minimum	25,3	24,5	24,9	25,0	22,9	21,8	21,0	20,5	21,3	22,2	24,4	24,9

Source : ASECNA Moroni, 2022

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

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-2 PLAN D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS CE NOUVEAU)

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-4 PLAN D'IMPLANTATION EXTENSION POSTE DE LIVRAISON PV)

(Voir PLAN N°EB_HAH_02-2 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL NOUVEAU)

III.1 GENERALITES

Le présent chapitre présente et justifie les dispositions retenues pour le remplacement des groupes et la mise en œuvre d'une centrale solaire photovoltaïque sur l'Aéroport International Prince Saïd Ibrahim de Moroni.

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 SONELEC) par une arrivée 20 kV.
- ✓ Transformation de l'énergie HT en BT, par le poste de distribution situé à la centrale électrique, pour l'alimentation des besoins terminaux sous une tension 230/400 V ;
- ✓ Distribution de l'énergie électrique sur l'ensemble de l'aéroport en HTA 5,5 kV et/ou 3,2 kV et en BT 230-400V et 950V suivant les distances et les puissances, à partir d'un poste de distribution situé à la centrale électrique ;
- ✓ Production sur le site de l'énergie électrique nécessaire pour le secours du secteur grâce aux groupes électrogènes de secours ;
- ✓ Production sur site de l'énergie électrique photovoltaïque alimentant les besoins, seul ou en hybridation avec les sources classiques notamment la SONELEC ;
- ✓ Etc.

III.2 FOURNITURE DE L'ENERGIE "SECTEUR"

L'énergie dite "secteur" nécessaire aux besoins de l'aéroport est fournie, en HTA 20 kV, à partir d'un PDL alimenté en antenne par la SONELEC. La haute tension est transformée en basse tension 230-400V grâce à deux transformateurs HTA/BT de 500 kVA installés dans la salle des transformateurs au sein de la centrale électrique.

III.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 électrique. 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 secourus, soit suppléer aux défaillances éventuelles du groupe sélectionné en priorité. Cette solution sera 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 une partie des besoins concernés sans microcoupure, 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 électrogène 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.

III.4 SYSTEME D'ALIMENTATION RETENU

Eu égard aux recommandations de l'OACI rappelées en III.3 PRINCIPE DE FOURNITURE DE L'ENERGIE DE SECOURS, Le nouveau système à mettre en place sera du type hybride (photovoltaïque + sources classiques : SONELEC et Groupes électrogènes de secours).

En effet, un système hybride de production d'énergie électrique, dans sa vue la plus générale, est celui qui combine et exploite plusieurs sources (solaires, réseau de distribution d'électricité, groupes électrogènes, etc.) disponibles facilement mobilisables.

Le système hybride objet de ce projet sera constitué d'un ensemble de générateurs photovoltaïques associés aux deux sources classiques que sont le réseau de distribution publique d'électricité SONELEC et les groupes électrogènes de secours. Le système **hybride à mettre en œuvre devra être capable de fonctionner en autoconsommation pure (zéro injection dans le réseau SONELEC) et en injection réseau, selon des consignes définies par l'exploitant.**

Le fonctionnement de la fourniture d'énergie devra permettre une continuité de l'alimentation en énergie électrique des différents besoins quels que soient le ou les défauts apparaissant.

Afin d'assurer cette continuité, le principe retenu est la permutabilité automatique des sources d'énergie photovoltaïque, groupes électrogènes et secteur SONELEC avec possibilité d'inversion manuelle en cas de nécessité.

Le système hybride comportera un stockage tampon, par batteries d'accumulateurs, pour une autonomie de **1heure** à 100% de charge (500 kW).

Les batteries associées à des onduleurs hybrides (conversion du courant continu en courant alternatif ou vice versa) joueront deux rôles essentiels :

- ✓ Maintenir la continuité de la production d'énergie photovoltaïque en cas de coupure du réseau public (SONELEC) pendant la journée ;
- ✓ Être utilisé comme tampon afin d'éviter les basculements intempestifs et souvent répétitifs entre sources à cause de l'intermittence du photovoltaïque (passages de nuages, décrochages des onduleurs, autres dysfonctionnements de courte durée, etc.).

Pour cause, les onduleurs PV s'arrêtent dès qu'il y a coupure secteur même si l'ensoleillement est maximal. Les onduleurs hybrides associés aux batteries permettent alors de générer un réseau à courant alternatif, Grid forming, auquel les onduleurs photovoltaïques se synchronisent pour assurer la continuité de la production ;

III.5 ROLE 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 l'arrivée de l'énergie secteur en provenance du réseau HT de distribution publique SONELEC. La salle poste de livraison abritant les cellules HT est dédié pour cela.
- ✓ Assurer l'arrivée de l'énergie en provenance de la centrale de production photovoltaïque. Un local appelé « Extension Poste De Livraison PV » sera mis en œuvre et abritera les cellules HT et les transformateurs HT/BT.
- ✓ La salle « Transformateurs » abrite les transformateurs pour alimentation de la boucle passe par le Bloc Technique et le poste de transformation aéroport, les transformateurs BT/BT pour les secours non techniques, les postes intégrés élévateurs pour les départs alimentant les Navais ainsi les cellules HT.

- ✓ Assurer la production de l'énergie de secours et à cette fin, disposer d'un ensemble de générateurs solaires photovoltaïques et de groupes électrogènes diesel de production 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) existant et la centrale photovoltaïque à construire seront réservée à cet effet. La salle "machines" abritera les groupes électrogènes et tous les équipements mécaniques qui y sont liés ainsi que tous les auxiliaires correspondants (sources de démarrage, etc.) alors que la centrale photovoltaïque construite dans le cadre de ce projet abritera les équipements de production, transformations, conversion, stockage, etc. photovoltaïques ;
- ✓ Assurer la distribution de l'énergie secteur, de la production photovoltaïque et de l'énergie de secours, c'est-à-dire assurer :
 - Les commutations entre les différentes sources ;
 - Les départs vers les différents besoins par l'intermédiaire des réseaux HT et BT avec les protections correspondantes.

La salle "énergie" abritant tous les tableaux BT de distribution, d'inverseur de sources, chargeurs 24/48V, le régulateur de tension secteur, le filtre anti-harmonique, la batterie de compensation, les régulateurs de balisage, etc. ;
- ✓ Assurer l'alimentation sans microcoupure des installations techniques alimentées à partir de la centrale électrique via les ASI installées dans la Salle Onduleurs.
- ✓ Assurer la commande et le contrôle de fonctionnement des groupes électrogènes, de la centrale de production photovoltaïque, le contrôle de l'ensemble de la situation électrique des différentes sources et des principaux départs HT et BT, notamment de la centrale électrique et de la centrale de production photovoltaïque. Le local distinct "Salle commande et contrôle" est réservé à cet effet.

III.6 PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE L'ENERGIE SUR L'AEROPORT

Le projet ne concerne pas tout le réseau de distribution existant mais l'intégrité de ce dernier devra être impérativement préservée lors d'exécution des travaux.

III.7 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE ELECTRIQUE

III.7.1 PREAMBULE

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 SONELEC et/ou production photovoltaïque ;
- ✓ Deux ASI assurent la fourniture de l'énergie sans coupure aux installations sensibles (balisage lumineux, Navais, etc.) alimentées depuis la centrale électrique ;
- ✓ En cas d'indisponibilité des 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 électrique 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 pouvant fonctionner en parallèle avec le secteur de la SONELEC sera connectée sur le jeu de barres BT au niveau du TGBT Sync Non secouru, en amont du stabilisateur de tension. L'énergie produite par la source d'origine solaire sera consommée en priorité et le complément sera fourni par la SONELEC, si celle-ci est disponible.

Nota : en cas de dysfonctionnement du système de synchronisation des sources TGBT Sync, les commutateurs manuels de sources (Byp-KRE et Byp-KPV) seront utilisés pour alimenter les installations en ultime secours.

- ✓ Tout défaut apparaissant sur la partie HTA ou BT doit être détecté rapidement et éliminé par les dispositifs de protection du réseau afin de préserver la sécurité des personnes et l'intégrité des matériels électriques, y compris au cours des travaux sous tension. Afin de répondre à l'impérative de continuité de la fourniture d'énergie électrique, le processus d'élimination du défaut et type de régime de neutre doivent respecter les principes de sélectivité totale.

Nota (important) : dans sa proposition technique, le soumissionnaire devra démontrer que sa solution technique d'intégration des systèmes correspond parfaitement au fonctionnement attendu et qu'il prendra toutes les dispositions idoines pour que l'intégration de ces systèmes n'engendrent pas de dysfonctionnement et diminuer la qualité de service rendu auparavant.

III.7.2 FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE ELECTRIQUE

III.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 sources d'énergie secteur, photovoltaïque et groupes (étant entendu que les deux groupes électrogènes sont également permutables automatiquement) avec possibilité d'inversion manuelle des sources,
- ✓ Respect des principes de sélectivité dans l'élimination des défauts ;
- ✓ 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.

III.7.2.2 Fonctionnement

En exploitation normale :

- ✓ Les trois groupes sont disponibles et individuellement positionnés en "automatique", l'un d'eux étant sélectionné en priorité ;
- ✓ Pendant la journée, la centrale photovoltaïque et le secteur de la SONELEC doivent fonctionner en parallèle ;
- ✓ Pendant la nuit, la centrale photovoltaïque reste connectée au secteur de la SONELEC, si disponible, pour le besoin d'absorption d'énergie réactive du réseau, si besoin ;
- ✓ Les installations de l'ASECNA devront être alimentées par l'énergie produite par la Centrale photovoltaïque en priorité et l'énergie manquante sera soutirée de la SONELEC ;
- ✓ En cas de défaut sur le secteur SONELEC, si la production photovoltaïque est supérieure ou égale à la charge secourue, la prise en charge des installations par la CPV devra se faire sans interruption et en prévenant le démarrage de groupe électrogène. A défaut, une microcoupure de moins de 3 secondes, peut être tolérée mais sans démarrage de groupes électrogènes ;
- ✓ En cas de défaut sur le secteur SONELEC, si la production photovoltaïque est inférieure à la charge secourue, le groupe électrogène disponible devra alimenter la charge secourue et la production photovoltaïque continuera à alimenter la charge non secourue.

- ✓ Pendant la nuit ou à l'absence de production photovoltaïque, la totalité de besoin en énergie devra être couverte par les sources classiques (SONELEC et/ou Groupes électrogènes). Dans cette situation, le réseau SONELEC est prioritaire par rapport aux groupes électrogènes.
- ✓ Sur défaut de secteur SONELEC et de production photovoltaïque, après que le groupe électrogène a 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 SONELEC ou de production photovoltaïque aux conditions normales, l'inverseur de sources bascule après temporisation sur le jeu de barres non secouru, puis le groupe s'arrête après temporisation ;
- ✓ Sur défaut simultané du secteur SONELEC, production photovoltaïque et du groupe électrogène sélectionné en priorité, le groupe en deuxième priorité réalimente les besoins dans un délai de 12 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.
- ✓ Dans les différents modes décrits ci-dessous, les ASI sont considérées indisponibles si et seulement si les deux onduleurs sont simultanément indisponibles.

III.7.3 DIFFERENTES CONFIGURATIONS EN EXPLOITATION NORMALE

L'exploitation normale est caractérisée par une production mixte d'énergie en BT et le commutateur des sources (côté BT) maintenu fermé en position "Auto", avec :

- ✓ Fourniture d'énergie normale par la SONELEC depuis le PDL via un transformateur HTA/BT ;
- ✓ Une production d'énergie photovoltaïque à partir de la CPV via un transformateur HTA/BT ;
- ✓ Des onduleurs hybrides (conversion du courant continu en courant alternatif ou vice versa) associés à des batteries joueront deux rôles essentiels :
 - Maintenir la continuité de la production d'énergie photovoltaïque en cas de défaut du réseau public (SONELEC) pendant la journée ou tant que le niveau de charge de batteries reste supérieur à seuil défini par l'exploitant ;
 - Être utilisé comme tampon, pour une autonomie 1 heure, afin d'éviter les basculements intempestifs et souvent répétitifs entre sources à cause de l'intermittence du photovoltaïque (passages de nuages, décrochages des onduleurs, autres dysfonctionnements de courte durée, etc.).
- ✓ Trois groupes électrogènes de production de puissance unitaires 400 kVA pouvant fonctionner en secours mutuel ;
- ✓ Deux ASI de 300 kVA fonctionnant en redondance active, chacune constituée d'un onduleur et disposant des batteries de stockage avec une autonomie 10 minutes. Ces ASI alimentent les installations sensibles (balisage lumineux, Navajds, etc.) depuis la centrale électrique.

Remarque (importante) :

Le système hybride qui sera mis en place fonctionnera en autoconsommation pure (zéro injection dans le réseau SONELEC) néanmoins tous les dispositifs permettant l'injection (totale ou partielle) dans le réseau public de distribution d'électricité doivent être mis en place à la phase actuelle du projet.

Différentes configurations de fonctionnement suivantes sont possibles :

III.7.3.1 Secteur SONELEC présent, production PV et les trois groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI opérationnelles

III.7.3.1.1 Cas 1 : Si la production PV est supérieure ou égale au besoin

Dans cette configuration :

- ✓ Les trois groupes G1, G2 et G3 sont à l'arrêt ;
- ✓ Les onduleurs hybrides fonctionnent **en modes chargeurs batteries** ;
- ✓ Pendant la phase précédant l'établissement d'une convention d'injection dans le réseau SONELEC, dès que la production PV égale la consommation de l'ASECNA, les onduleurs de la CPV seront limités (par écrêtages) en puissance afin de ne produire que, juste le besoin de l'ASECNA. L'arrivée SONELEC peut, alors, être déconnectée, si l'exploitant le désire, et toutes les installations alimentées par l'énergie produite par le PV si le niveau de charge des batteries le permet.

Un ensemble des dispositifs de mesures (pour la régulation), protections et de Couplage/découplage devra être mise en place conformément aux textes réglementaires relatifs au fonctionnement en parallèle et injection réseau.

État des principaux contacts :

- QGN1 ou QGN2, KMG1, KMG2, KMG1/G2 ; KMG3, KMG : ouverts
- QGN1 ou QGN2, QGN3, KRE (facultative), KPV, QRE, KMS, SAU : fermés

- ✓ A partir de l'entrée en vigueur de la convention d'injection dans le réseau SONELEC, dès que la production PV est supérieure à la consommation de l'ASECNA, le surplus sera injecté dans le réseau de la SONELEC. Les dispositifs de mesures, protections et de Couplage/découplage devront toujours être présents cotés BT et HTA ;

État des principaux contacts :

- QGN1 ou QGN2, KMG1, KMG2, KMG1/G2 ; KMG3, KMG : ouverts
- QGN1 ou QGN2, QGN3, KRE, KPV, QRE, KMS, SAU : fermés

III.7.3.1.2 Cas 2 : Si la production PV est inférieure au besoin

Dans cette configuration :

- ✓ Les trois groupes G1, G2 et G3 sont toujours à l'arrêt ;
- ✓ Les onduleurs hybrides fonctionnent **en modes chargeurs batteries** ;
- ✓ Les sources (SONELEC et CPV) fonctionnant en parallèle, le déficit sera complété par l'énergie fournie par le réseau de la SONELEC.

Les dispositifs de mesures (pour la régulation), protections et de Couplage/découplage automatique devront être mis en place afin de garantir un fonctionnement optimal.

État des principaux contacts : identiques à la situation précédente mais ici la position fermée du contacteur (KRE) est indispensable.

III.7.3.2 Secteur SONELEC présent, production PV et les trois groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI indisponibles

Configuration semblable à la précédente mais à défauts des ASI, les installations normalement alimentées par les ASI seront alimentées via le bypass externe.

État des principaux contacts : semblables à celui du paragraphe précédent sauf QBYP fermé.

III.7.3.3 Secteur SONELEC absent (défaut), production PV et les trois groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI opérationnelles

Dans cette configuration :

- ✓ Les onduleurs hybrides fonctionnent **en mode onduleur** pour générer les paramètres du réseau ;
- ✓ Si la production PV est supérieure ou égale à la consommation de l'ASECNA, les installations seront alimentées par l'énergie produite par le PV sans démarrage d'un groupe électrogène (en prévenant le

démarrage du groupe). Les dispositifs de mesures, protections et de Couplage/découplage automatique mise en place afin de garantir un fonctionnement optimal ;

État des principaux contacts :

- KRE (obligatoire), KMG1, KMG2, KMG1/G2 ; KMG3, KMG : ouverts
- QGN3, KPV, QRE, QN11, KMS, SAU : fermés

- ✓ Si la production PV est inférieure à la consommation de l'ASECNA. Le jeu de barres non secouru peut être alimenté la production PV. La mise en marche et en débit du groupe prioritaire (G1 ou G2 ou G3) se fera automatiquement pour alimenter le jeu de barres dit secouru. L'un de deux autres groupes présélectionnés en seconde priorité suppléera automatiquement, en cas de panne du groupe présélectionné prioritaire.

État des principaux contacts :

- KRE, QN11, KMS, KMG1/KMG2/(KMG1/G2) /KMG3 (ceux des groupes à l'arrêt) : ouverts
- QGN3, KPV, QRE, KMG1/KMG2/(KMG1/G2) /KMG3 (celui de groupe en service), KMG, SAU : fermés

Sur retour du secteur ou une production PV suffisante et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

III.7.3.4 Secteur SONELEC absent (défaut), production PV et deux groupes sur trois (G1, G2, G3) disponibles et ASI opérationnelles

Cette configuration est semblable à celle décrite dans le paragraphe précédent hormis la différence suivante : un des trois groupes n'est pas disponible,

Dans cette configuration, sur défaut du groupe opérationnel les besoins seront alimentés par le groupe sélectionné en seconde priorités.

Sur retour du secteur ou une production PV suffisante et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

III.7.3.5 Secteur SONELEC absent (défaut), production PV et un groupe (G1 ou G2 ou G3) disponible et ASI indisponibles

Cette configuration est semblable à celle décrite dans le paragraphe précédent hormis la différence suivante : un seul groupe électrogène est disponible sur trois,

Dans cette configuration, sur défaut du groupe opérationnel les besoins ne seront pas alimentés. Hormis les installations alimentées par les ASI. La durée de cette alimentation dépendra de la consommation.

Sur retour du secteur ou une production PV suffisante et après temporisation, l'arrêt du groupe se fait automatiquement.

III.7.3.6 Secteur SONELEC absent (défaut), production PV disponible, et groupes (G1, G2 et G3) disponibles et ASI indisponibles

Cette configuration est identifiable à l'une des configurations secteur absent décrites dans les paragraphes précédents, hormis la différence suivante : il n'y a plus d'ASI et contact KBypass fermé.

III.7.3.7 Secteur SONELEC présent, production PV indisponible, les trois groupes disponibles et ASI opérationnelles

Dans cette configuration, les installations sont alimentées par l'énergie fournie par la SONELEC.

- ✓ Les groupes G1, G2 et G3 sont à l'arrêt ;

- ✓ Les onduleurs hybrides fonctionnent **en modes chargeurs batteries** ;

État des principaux contacts :

- QGN1 ou QGN2, KMG1, KMG2, KMG1/G2, KMG3, KS, KBypass : ouverts
- QGN1 ou QGN2, QGN3*, KRE, KPV*, QRE, KMS, SAU, KASI : fermés

* : l'ouverture de KPV et/ou QGN3 est obligatoire, seulement, si l'indisponibilité de la production PV est due à un défaut à la CPV.

III.7.3.8 Secteur SONELEC présent, production PV indisponible, les trois groupes disponibles et ASI indisponibles

Configuration semblable à la précédente mais à défauts des ASI, les installations habituellement prises en charge par les ASI seront alimentées via le Bypass externe.

État des principaux contacts :

- QGN1 ou QGN2, KMG1, KMG2, KMG1/G2, KMG3, KMG, QGSC1 : ouverts
- QGN1 ou QGN2, QGN3*, KRE, KPV*, QRE, KMS, SAU, QS04 (Bypass) : fermés

* : l'ouverture de KPV et/ou QGN3 est obligatoire, seulement, si l'indisponibilité de la production PV est due à un défaut à la CPV.

III.7.3.9 Secteur SONELEC absent (défaut), production PV indisponible, trois groupes (G1, G3 et G2) disponibles et ASI opérationnelles

Dans cette configuration, la mise en marche et en débit du groupe prioritaire (G1 ou G2 ou G3) se fait automatiquement.

Si le groupe présélectionné prioritaire tombe en panne, le groupe sélectionné en deuxième priorité groupe démarre automatiquement et prend la charge et ainsi de suite.

État des principaux contacts :

- ✓ QGN1 ou QGN2, KRE*, KPV, KMS QS04 (Bypass) : ouverts
- ✓ QGN1 ou QGN2, QGN3, QRE, KMG1/KMG2/(KMG1/G2)/KMG3 (celui de groupe en service), KMG, SAU, QGSC1 : fermés

* : l'ouverture de KRE est obligatoire, seulement, en cas de défaut secteur SONELEC.

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

III.7.3.10 Secteur absent (défaut), production PV indisponible, un seul groupe (G1 ou G2 ou G3) disponible et ASI opérationnelles

Cette configuration est semblable à celle décrite dans le paragraphe précédent hormis les différences suivantes :

- ✓ Deux des trois groupes ne sont pas disponibles,
- ✓ Sur défaut du groupe opérationnel les besoins ne seront pas alimentés hormis les installations prises en charge par les ASI. La durée de cette alimentation dépendra de la consommation.

État des principaux contacts :

- ✓ QGN1 ou QGN2, KPV, KN, KBypass : ouverts
- ✓ QGN1 ou QGN2, QGN3, KRE*, QRE, KMG1 ou KMG2 ou KMG3 (celui du groupe disponible), KMG, SAU, QGSC1 : fermés

* : KRE reste fermé, seulement, s'il n'y a aucun autre défaut que l'absence (coupure) secteur SONELEC.

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

III.7.4 EN MANUEL

Ces configurations sont obtenues à partir des commutateurs manuels de secours ultime (fermé en position "By-KRE", "SG1", "SG2", "SG3", "SG4" ou "SRE") pour le choix des sources. Elles permettent d'alimenter manuellement le jeu de barres secouru à partir de l'une des six sources (secteur, PV, G1, G2, G3 ou G4) et dans la mesure de leur disponibilité.

Il appartient à l'exploitant de gérer en temps réel la situation dégradée qui justifie leur emploi.

III.8 PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS

III.8.1 GENERALITES LE PRINCIPE DE PROTECTION

Il est impératif de prendre sérieusement en considération les dangers potentiels, pendant et après la phase d'installation, et prendre toutes les dispositions permettant d'assurer la protection des personnes et des biens durant toute la vie des installations.

La protection des personnes et des matériels devra donc être conforme aux normes et textes réglementaires en vigueur au Tchad ou à défaut en France. Il s'agit notamment des normes NF-C 15-100, NF-C 13-100, DIN VDE 0126.1.1, C15-712-1, C15-712-2, etc.

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

- ✓ Des usagers contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, en particulier dû à la batterie ;
- ✓ 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, surtensions, ...
- ✓ Des bâtiments ou conteneurs (containers) contre tout risque d'incendie accidentel dû à des défauts de fonctionnement de l'installation.

Compte tenu de la spécificité des installations PV et conformément au guide C15-712-1, il est retenu le principe d'assurer la protection électrique des personnes et des biens par les dispositions suivantes en BT :

- ✓ L'ensemble de composants côté DC devront être de classe II ;
- ✓ Toutes les parties métalliques des matériels (y compris de classe II) constituant l'installation photovoltaïque sont interconnectées et reliées à la même prise de terre ;
- ✓ Le schéma de liaison à la terre de la partie courant alternatif sera réalisé conformément aux exigences de la norme NF C15-100 tout en accordant une importance à la disponibilité de la production photovoltaïque, il est alors retenu le schéma du type IT pour la partie AC de la centrale PV. Tout autre choix (TT ou TN ou TNS) devra être justifié ;
- ✓ La protection contre les surcharges des câbles en cas de défaut sera assurée par fusibles ou disjoncteurs ;
- ✓ La prévention contre la dégradation de niveau d'isolement des installations BT en IT et photovoltaïques seront assurées par des contrôleurs d'isolement dont les états seront déportés à la supervision ;
- ✓ La protection des équipements sensibles (onduleurs, modules PV,) contre les surtensions atmosphériques seront assurée par la mise en œuvre de parafoudres (de type 1 complété par le type 2 et 3) et éventuellement de paratonnerres ;
- ✓ etc.

L'entrepreneur fournira pour chaque matériel un manuel décrivant clairement les procédures d'installation, d'exploitation et de maintenance.

III.8.2 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

La protection contre les contacts directs devra être assurée quel que soit le domaine de tension (TBT et BTA). L'IP minimum des appareils sera IP2x.

III.8.3 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 IT pour les équipements techniques et un neutre mis à la terre TT pour le réseau BT alimentant des bâtiments recevant du public.

III.8.3.1 Mise à la terre d'une polarité de la partie CC

Dans une installation PV, les dispositions de protection contre les contacts indirects ne faisant pas appel au principe des schémas de liaison à la terre. La partie à courant continu sera réalisée selon les règles de la classe II ou isolation équivalente.

III.8.3.2 Schémas des liaisons à la terre de la partie AC

Le régime de neutre de la Centrale PV sera, de préférence, le neutre impédant IT afin de privilégier le maintien de la production. Toutefois, l'entreprise pourra proposer un autre type régime de neutre qu'elle devra justifier en notant que le réseau de distribution public BT (SONELEC) est en TT.

III.8.3.3 Réseau de terre

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

- ✓ La réalisation pour chaque bâtiment ou conteneur (container) et le champ PV 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/conteneurs, champ PV. Ce circuit étant lui-même mis à la terre en plusieurs points afin d'obtenir des terres aussi équipotentielles que possible permettant d'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.

III.8.4 PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITES

Les règles de protection à respecter pour la protection contre les surintensités (court-circuit et surcharges) en courant alternatif et continu sont celles exigées par la norme NF C 15-100.

III.8.5 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 et conteneurs (container) ou les installations techniques. Elle est réalisée par la mise en place de paratonnerres au-dessus des bâtiments/conteneurs ou installations concernées,
- ✓ 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/conteneurs renforcées par mise en place des parafoudres adaptés à chaque extrémité. 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.

Attention :

- ✓ La proximité minimale voir le plaquage du conducteur de terre (masse) avec les conducteurs actifs est fortement exigée pour limiter la surface de boucle ;
- ✓ Dans chaque cas, la longueur maximale de câble de terre entre la protection (disjoncteur ou sectionneur), le parafoudre et le répartiteur de terre doit être strictement inférieure à 50 cm.

III.9 CONSISTANCE DES TRAVAUX A REALISER

Les travaux à réaliser dans le cadre du présent projet 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.

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 :
- ✓ Participer à l'étude de sécurité et mettre en œuvre les recommandations ;
- ✓ La fourniture, installation et mise en service des groupes électrogènes et accessoires,
- ✓ La construction de la source solaire photovoltaïque,
- ✓ La construction d'une salle « extension poste de livraison PV » à côté de la centrale électrique existante ;
- ✓ En complément ou en remplacement de l'existant, la mise en place dans la centrale électrique de nouveaux équipements de livraison d'énergie secteur, de production d'énergie de secours, 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 d'une nouvelle configuration de système de production et de distribution électrique,
 - Mise en place d'une nouvelle configuration de système de supervision prenant en compte la reconfiguration de système de production et de distribution de l'énergie ;
- ✓ 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,
- ✓ Les formations 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, proposer des rectifications.

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.).

IV DESCRIPTION DES TRAVAUX ET FOURNITURE

Les spécifications détaillées relatives aux rubriques ci-après seront données au chapitre V.
SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS.

IV.1 PREAMBULE

Les prestations comprennent outre les études d'exécutions, les fournitures et l'exécution des travaux prévues au présent CCTP, toutes les expertises de la profession nécessaires au parfait et complet fonctionnement du système à mettre en place. Il faut noter que :

- ✓ Les travaux seront réalisés sur la base des plans joints. Les détails des tableaux (HT et 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. L'Entrepreneur devra les vérifier et, si nécessaires, les rectifier.
- ✓ La liste des travaux et fournitures précisés dans le présent document 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.).
- ✓ Tous les frais inhérents aux prestations faites par la SONELEC sont à la charge de l'Entreprise, l'ASECNA s'engage à faciliter les démarches administratives.
- ✓ Les éventuels frais inhérents à l'obtention de titres d'accès seront à la charge de l'Entreprise, l'ASECNA s'engage à faciliter les démarches administratives.
- ✓ 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.
- ✓ **L'ensemble de fournitures et matériels doivent être neufs, non usagés et du modèle le plus récent ou courant et qu'ils englobent toutes les dernières améliorations apportées à la conception ou aux matériels.**

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

Aux vues de ce qui précède, le prestataire devra la fourniture et effectuer les travaux suivants :

IV.2 POSTE DE LIVRAISON DE LA SONELEC

Au niveau de ce poste, les prestations consistent à faire une étude complète de raccordement sur l'installation existante et faire la mise à niveau nécessaire par la fourniture des nouveaux matériels ou par le recalibrage et l'adaptation des matériels existants. La finalité étant de garantir le même niveau de sûreté de fonctionnement à l'issue de raccordement de l'antenne venant du nouveau Poste de production PV.

Les études et la mise en œuvre des équipements du PDL devront être effectuées en coordination avec la SONELEC.

Les fourniture et travaux concernent principalement :

IV.2.1 APPAREILS DE PROTECTION HTA

Il sera fourni, installé et mise en service un ensemble d'unités fonctionnelles de commandes, et comptage permettant les protections notamment le découplage/coupage au réseau de la SONELEC en complément ou remplacement des équipements existants. Si les études de raccordement les recommandent, il sera également fourni et installé des cellules HTA en complément de celles existantes mais aussi toutes les prestations d'adaptations permettant un fonctionnement optimal du PDL après le raccordement de la centrale PV.

IV.2.2 COMPTAGE HTA

Les cellules de comptage HTA existant ainsi que leurs accessoires seront examinés et adaptés par une reprise de raccordement et/ou par une fourniture, pour prendre en compte les nouveaux raccordements notamment ceux des protections (CC, homopolaire et de découplage) et un compteur quatre quadrants. Il est important de noter que le dispositif de comptage doit intégrer les compteurs ainsi que l'ensemble d'accessoires afin de tenir compte d'une éventuelle injection au réseau SONELEC dans l'avenir.

IV.3 EXTENSION POSTE DE LIVRAISON DE LA CPV

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-4 PLAN D'IMPLANTATION EXTENSION POSTE DE LIVRAISON PV)

Le raccordement de la Centrale PV à la centrale existante se fera en BT à partir de ce poste. A défaut d'emplacement suffisant dans les locaux de la Centrale électrique actuelle, il sera construit une nouvelle salle comme indiquée sur le plan N°EB_HAH_01-4, pour servir d'extension poste de livraison PV.

En plus, ce poste devra abriter aussi :

- ✓ Les cellules HT (H11, H12 et H13) pour les protections des transformateurs HT/BT (500 kVA) actuellement installées dans la Salle Energie ;
- ✓ Le Poste élévateur 160 kVA alimentant les auxiliaires de la CPV ;
- ✓ Les postes élévateurs destinés pour l'alimentation du nouveau Bloc Technique par des antennes 5,5 kV.
- ✓ Etc.

IV.3.1 BATIMENT EXTENSION POSTE DE LIVRAISON DE LA CPV

Un nouveau local, de 9 m longueur et 4 m de largeur, sera construit pour servir d'extension du poste de livraison de la CPV. Le nouveau poste sera implanté à côté de l'actuel Salle des transformateurs comme indiqué sur le plan de masse.

L'extension poste de livraison CPV abritera les équipements HT et BT nécessaire à la distribution de l'énergie électrique aux équipements et au raccordement à la Centrale électrique actuelle.

L'entreprise devra effectuer l'ensemble de services et travaux de sa mise en œuvre :

- ✓ Etudes (implantation, génie civil, maçonnerie, menuiserie, étanchéité, électricité, canalisations, etc.) ;
- ✓ Les prestations comporteront :
 - Travaux préparatoires (terrassement, démolition, création de voie de secours, etc.) ;
 - Exécution tous les travaux génie civil (construction du bâtiment, caniveaux, regards, reprise de VRD, etc.) ;
 - Electricité : éclairages (normal et sécurité) et des prises de courages (prise force 3ph+ N et monophasé) ;
 - Étanchéité du toit et au sol ;
 - Mise d'une porte coupe-feu 1h double vantant avec rampe d'accès. Par le Côté intérieur, cette porte comportera une doublure vitrée (vitres avec isolation thermique renforcée) ;
 - Mise en place deux fenêtres vitrées (vitres avec isolation thermique renforcée) renforcé par grilles métalliques anti-vandalisme ;
 - Fourniture et installation de deux climatiseurs de type split inverter de puissance unitaire suffisante pour maintenir une température de 25°C dans la salle ;
 - Caniveaux et regards ;
 - Rampe d'accès ;
 - Carrelage du sol ;
 - Système protection contre la foudre,
- ✓ Etc.

La zone abrite des canalisations (fluides, câbles, etc.), toutes les précautions devront être prises pour protéger leurs intégrités.

IV.3.2 APPAREILS POUR LA LIVRAISON D'ÉNERGIE PROVENANT DE LA CPV

Vu l'éloignement, l'énergie produite à partir de la CPV sera acheminée à la Centrale électrique par une ligne HT 20 KV. Les équipements HTA ci-après seront fournis, installés et mis en service. Le prestataire fera le complément, si nécessaire, par le meilleur choix possible :

- ✓ Une (1) cellule 24 KV-400A « disjoncteur motorisé » simple sectionnement pour la protection de la ligne arrivée CPV et accessoires ;
- ✓ Une (1) cellule 24KV-400A interrupteur-fusibles combinés pour la protection du transformateur (TR03) HT/BT 630 kVA, arrivée CPV ;
- ✓ Un (1) transformateur abaisseur **630 kVA**, 400 V /20 KV, 50 Hz ; de type **immergé à huile végétal, cuve hermétique et remplissage intégral sous vide, avec enroulements en cuivre, pertes réduites A0Ak** ;
- ✓ Une armoire TGBT AC abritant le disjoncteur général protection côté secondaire du transformateur HT/BT, protection départ vers la Salle énergie à la Centrale électrique ;
- ✓ Un chargeur 48CC (avec batteries 48V-5A-14Ah) pour l'alimentation des auxiliaires du poste et les dispositifs de protection, conforme aux normes NFC 15-100 et NFC 15-200. Il devra être avec bypass permettant le remplacement des batteries sans coupure et disposer des contacts auxiliaires pour la supervision.
- ✓ Tous les équipements doivent disposer de ports de communication et/ou des contacts auxiliaires pour le déport à la supervision.
- ✓ Etc.

IV.3.3 APPAREILS DE PROTECTION TRANSFORMATEUR HT/BT 500KVA

Il s'agit des cellules HT (H11, H12 et H13), protections transformateurs HT/BT de 500 kVA, actuellement installées dans la Salle Energie. A défaut d'emplacement suffisant dans la Salle Energie, à la suite de la reconfiguration des systèmes, ces équipements seront relocalisés dans la nouvelle Salle Extension Poste de livraison. Ils seront complétés par la fourniture, installation et mise en service d'une cellule comptage.

Les équipements HTA ci-après seront donc fournis, installés et mis en service. Le prestataire fera le complément, si nécessaire, par le choix d'un meilleur type de protection :

- ✓ Le transfert et prestations complémentaires, si nécessaires, des trois cellules :
 - La cellule (H13) 24 kV-400A, sectionneur « arrivée » PDL ;
 - Les deux (2) cellules (H11 et H12) 24 kV-400A interrupteur-fusibles combinés pour les protections de deux transformateurs HT/BT de 500 kVA (TR01 et TR02) ;
- ✓ Un (1) cellule 24 kV-400A comptage complet avec tous accessoires sera fournie et installée en complet de celles existantes.
- ✓ Tous les équipements doivent disposer de ports de communication et/ou des contacts auxiliaires pour le déport à la supervision.

IV.3.4 POSTES ÉLEVATEURS POUR L'ALIMENTATION DES AUXILIAIRES DE LA CPV, LE BLOC TECHNIQUE ET LES LOGEMENTS D'ASTREINTE

Vu l'éloignement, les auxiliaires de la CPV et le Bloc Technique seront alimentés par des postes élévateurs 5,5 kV depuis la Centrale électrique. Les équipements HTA ci-après seront fournis, installés et mis en service. Le prestataire fera le complément, si nécessaire, par le choix d'un meilleur type de protection :

- ✓ Un (1) poste élévateur triphasé complet de type intérieur, avec **transformateur immergé de 160 kVA, enroulements en cuivre, cuve hermétique et remplissage intégral sous vide**, 400V/5500 V, 50 Hz, pour l'alimentation des auxiliaires de la Centrale PV ;
- ✓ Un (1) poste élévateur triphasé complet de type intérieur, avec **transformateur immergé de 250 kVA, enroulements en cuivre, cuve hermétique et remplissage intégral sous vide**, 400 V / 5500 V, 50 Hz ; pour l'alimentation du nouveau Bloc Technique ;
- ✓ Un (1) poste élévateur triphasé complet de type intérieur, avec **transformateur immergé de 100 kVA, enroulements en cuivre, cuve hermétique et remplissage intégral sous vide**, 400 V / 5500 V, 50 Hz ; pour l'alimentation des logements d'astreinte de l'ASECNA ;

- ✓ Déplacements des équipements des postes extérieurs pour l'alimentation du nouveau Bloc Technique (transformateurs, câbles HT/BT, Etc.), prévus dans le cadre des projets en cours d'exécution, à l'intérieurs du poste ainsi leurs raccordements ;
- ✓ Tous les équipements doivent disposer de ports de communication et/ou des contacts auxiliaires pour le déport à la supervision.
- ✓ Etc.

IV.3.5 EQUIPEMENTS DE SECURITE

Il sera fourni et mise en place les équipements de sécurité ci-après :

- ✓ 1 tabouret isolant 24 kV ;
- ✓ 1 boîte à gants avec 1 paire de gants 24 kV ;
- ✓ 1 perche tire-corps 24 kV ;
- ✓ 1 perche de détection : détecteur de tension à diode électroluminescentes avec test de bon fonctionnement intégré avec support. Plage de tension d'utilisation : 10/30 kV
- ✓ 1 serrure anti panique simple canon (1 canon + 2 clés) ;
- ✓ Casque avec écran faciale (visière) ;
- ✓ Lampe de secours portative C13-100
- ✓ Jeu d'affiches réglementaires C13-100,
- ✓ Extincteur CO2 risque électrique 5k ;
- ✓ Affichage réglementaire extincteur (intérieur et extérieur) ;
- ✓ Détecteur de fumée ;
- ✓ Etc.

IV.4 CENTRALE ELECTRIQUE

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-2 PLAN D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS CE NOUVEAU)

IV.4.1 EQUIPEMENTS MECANIQUES

IV.4.1.1 Groupes électrogènes

La centrale électrique sera constituée de **trois groupes électrogènes de production (en service continu)** capotés et insonorisés, à démarrage automatique, de **puissance PRP 420 kVA, chacun** (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 **V.2.2 GROUPE ELECTROGENE**, et doivent être impérativement consultées par le soumissionnaire.

IV.4.1.2 Auxiliaires des groupes électrogènes

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

- ✓ 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, compteur dont les mesures seront reportées à la supervision, etc.
- ✓ Un système d'alimentation en huile (commune aux trois groupes) constituée d'un réservoir de 200 litres monté sur bac de 300 litres, de canalisations, de pompes manuelles, de vannes, etc.

La réserve générale (cuves enterrées) de carburant commune aux groupes, installée à l'extérieur, sera conservée avec des compléments des accessoires. Cette réserve est constituée de deux cuves double enveloppes de 15.000 litres. Les différentes canalisations et les raccordements aux réserves journaliers y compris ceux du groupe électrogène G4 seront fournis au titre de ce projet.

Afin de se prémunir de tout risque lié à une fourniture et/ou stockage de gasoil de mauvaise qualité, des dispositions appropriées devront être proposées par l'Entreprise pour la filtration du carburant notamment la mise en place d'une centrifugeuse.

Dans la salle groupes, toutes les canalisations (électriques, fluides et autres) chemineront en caniveaux, dans la mesure du possible, les canalisations fluides emprunteront des chemins différents des canalisations électriques.

IV.4.1.3 Abri pour le groupe électrogène G4

L'entreprise devra mettre en œuvre, à côté de la Salle groupes, un abri sécurisé pour le groupe électrogène 4. La proposition devra inclure les prestations suivantes, au minimum :

- ✓ Un massif à la taille similaire à ceux de la Salle groupe ;
- ✓ Mise en place d'une rampe au niveau de la grille d'entrée ;
- ✓ Carrelage du sol ;
- ✓ Porte deux vantant avec serrure ;
- ✓ Accessoires de sécurité ;
- ✓ Un hangar sécurisé ;
- ✓ Un coffret électrique pour l'éclairage et prises de courants dont une prise force (triphase). Tous les équipements doivent être étanches ;
- ✓ Circuits d'alimentation en gasoil ;
- ✓ Etc.

IV.4.2 ÉQUIPEMENTS ELECTRIQUES

Les équipements HT – BT seront installés dans différents locaux : Poste de livraison SONELEC, Poste de livraison PV, Extension poste de livraison PV, la salle de commande/contrôle, la salle énergie/régulateurs, la salle des transformateurs, la salle Onduleurs et la salle livraison énergie.

IV.4.2.1 Salle de contrôle/commande

Cette salle recevra le nouveau pupitre de commande, de contrôle et de gestion des installations, l'écran de vidéosurveillance, le tableau sécurité incendie, le synoptique représentant l'ensemble de systèmes de production et de la distribution électrique de l'aéroport, les armoires d'automatisme des groupes électrogènes, l'armoire de l'automate de gestion, etc. :

IV.4.2.1.1 Pupitre de commande et de contrôle

(Voir PLAN N°EB_HAH_04_PUPITRE DE COMMANDE ET CONTRÔLE)

Le pupitre existant sera remplacé par un pupitre neuf. Il regroupera tous les appareils de commande et de contrôle de chacun des trois groupes électrogènes, du secteur de la SONELEC et de la centrale PV. Il comprendra une console de supervision pour la visualisation et la consignation des états et des défauts.

IV.4.2.1.2 Poste de supervision centralisé

Il sera fourni, installé et mis en service un poste de supervision centralisé avec un écran de 32 pouces prenant en compte la configuration des installations électriques (centrale PV y compris) de l'aéroport.

Intégré dans le pupitre de commande et de contrôle ou fixé dessus, ce système complète les indications du panneau synoptique et permettra à l'opérateur, dès qu'un incident est signalé sur ce panneau, d'une part de disposer des informations utiles sur l'incident survenu ou susceptible d'intervenir et, d'autre part de suivre l'évolution des systèmes.

A cette fin, l'opérateur disposera :

- ✓ D'un écran de visualisation,
- ✓ D'un clavier alphanumérique,
- ✓ D'une imprimante à jet d'encre pour une impression à la demande.

Le poste de supervision devra répondre aux spécifications techniques détaillées au V.7.2 SUPERVISION CENTRALISEE.

IV.4.2.1.3 Poste de vidéosurveillance

Il sera fourni, installé et mis en service un poste de vidéosurveillance avec un écran de 55 pouces et un système de stockage de grande capacité. Il devra être capable de centraliser les images issues de toutes les caméras de vidéosurveillance y compris celles de la CPV.

IV.4.2.1.4 Les armoires d'automatisme

Les armoires d'automatisme contiendront tous les systèmes et appareils liés au fonctionnement, à la commande et au contrôle des sources (Secteur SONELEC, Production PV, groupes électrogènes), excepté les parties puissances qui seront placées dans les tableaux électriques (HT et/ou BT).

Les armoires d'automatisme regrouperont donc tous les équipements pour le relayage et l'automatisme (automates) nécessaires à la production et la distribution électrique. Chaque moyen de commande et de protection sera équipé de contacts auxiliaires afin de permettre un renvoi de signalisation.

Afin de générer efficacement l'ensemble des systèmes électriques, configuration du système de production et distribution de l'énergie, Voir PLAN N°EB_HAH_02-2 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL NOUVEAU, les dispositions suivantes seront donc prises, au minimum :

- ✓ **Trois automates de gestion pour les groupes électrogènes : un automate de gestion pour chaque groupe électrogène. Les automates gèreront, également, les protections et les inversions des sources pour la partie BT (basculement KMS/KMG) ;**
- ✓ **Un automate pour la gestion des sources (couplages/découplages, protections, etc.) : réseau SONELEC et production photovoltaïque.**

Nota : en cas de dysfonctionnement du système de synchronisation des sources SONELEC/CPV, les commutateurs manuels de sources (Byp-KRE et Byp-KPV) seront utilisés pour alimenter les installations en ultime secours.

- ✓ **Un automate de gestion pour la supervision de l'ensemble d'installations.**

Tous les automates doivent être capables d'intercommuniquer et interagir afin d'assurer un meilleur fonctionnement du système d'énergie (gestion de couplage/découplage, supervision, basculement entre sources, démarrages/arrêts des groupes électrogènes, gestion des événements et défauts).

NOTA : L'ensemble des systèmes d'automates doivent être interopérables et les matériels interchangeables.

IV.4.2.1.5 Un panneau (ou synoptique) lumineux mural

(Voir PLAN N°EB_HAH_05 SYNOPTIQUE MURAL)

L'écran synoptique existant sera remplacé par un autre, plus grand. Le panneau (ou synoptique) mural, un écran à LED de 65 pouces ou plus, visualisera au moyen de graphisme :

- ✓ Les arrivées électriques générales en provenance des postes de livraison ;
- ✓ La centrale solaire photovoltaïque ;
- ✓ La centrale électrique, ses équipements électriques et ses générateurs de secours,
- ✓ Les principaux jeux de barre BT de la centrale,
- ✓ Les arrivées HT 20 kV, les antennes 3,2 kV, la boucle 5,5 kV ainsi que les principaux départs BT : de la CE, du Bloc technique, Radar, Représentation, de la CPV, Aides radio, etc.

L'objet de ce panneau sera :

- ✓ 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.

NOTA : Tous les nouveaux tableaux BT doivent être munis d'une centrale de mesures. L'état de fonctionnement des signalisations ainsi que les paramètres mesurés seront déportés à la supervision de la centrale électrique pour un suivi dans le cadre du management de l'efficacité énergétique.

IV.4.2.2 Salle Energie

Il sera fourni, installé et mis en service les équipements suivants en complément ou en remplacement des existants :

IV.4.2.2.1 Armoires BT

un ensemble d'armoires BT constitué de cellules modulaires préfabriquées et comprenant :

- ✓ un ensemble TGBT de systèmes de synchronisation et d'inversions secteur/PV, groupe/groupe et groupes/secteur qui abritera les disjoncteurs d'arrivée des deux groupes, les contacteurs de permutation groupes et normal secours, ainsi que les disjoncteurs de protection des onduleurs. Ces tableaux fonctionneront sous le régime de neutre impédant.
- ✓ un ensemble d'armoires basse tension non secourue pour l'arrivée secteur et les départs non secourus. Ils fonctionneront sous le régime de neutre impédant. Le disjoncteur de protection départ de non secouru (vers le transformateur d'isolement BT/BT) doit être motorisé afin de faire des délestage/délestage automatiques selon niveau de charge du groupe en service ;
- ✓ un ensemble d'armoires basse tension non secourue neutre à la terre ;
- ✓ un ensemble d'armoires basse tension pour la distribution de l'énergie HQ neutre impédant ;
- ✓ un ensemble d'armoires basses tension secourue pour les différents départs secourus. Ces armoires fonctionneront sous le régime de neutre impédant ;
- ✓ l'armoire basse tension secourue neutre à la terre ;
- ✓ une armoire pour les auxiliaires des groupes électrogènes.

Chaque ensemble sera équipé de disjoncteurs de protection par besoin ou groupe de besoins associés, ainsi que des appareils de contrôle et d'une centrale de mesures et les équipements nécessaires à la signalisation. Les appareils de protection doivent disposer des contacts auxiliaires pour la supervision.

Le nombre et le calibrage des départs des armoires sont détaillés sur le schéma unifilaire général. Toutefois, ce schéma électrique est donné à titre indicatif. Il revient à l'entrepreneur de faire une proposition sur la base d'éléments recueillis sur le site.

Ces armoires viendront en remplacement et/ou en complément de celles existant (Voir PLAN N°EB_HAH_02-2 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL NOUVEAU).

Toutes les prestations nécessaires (études, fournitures, modifications, etc.) seront effectuées au titre du présent projet.

Nota : L'alimentation des logements à partir de la Centrale électrique devra être soumise à la condition suivante : **elle se fera à partir du jeu de barres non secourues avec la mise en place d'un système de délestage en automatique : délestage, s'il n'y a pas d'excédent suffisant provenant de la centrale photovoltaïque en journée.** A cet effet, un départ (disjoncteur) avec un système de délestage automatique devra être installé dans le TGBT non secouru.

IV.4.2.2.2 Stabilisateur de tension réseau de type statique

Il sera fourni, installé et mis en service dans la Salle Energie, un stabilisateur de tension secteur de type statique de 500 kVA. Ce matériel devra fournir une tension stabilisée lorsqu'il est alimenté par un réseau soumis à des fluctuations de tension et ceci quelles que soient les variations de fréquence, du facteur de puissance, de charge et de tension d'entrée dans les limites fixées.

IV.4.2.2.3 Compensation d'énergie réactive et filtres anti-harmoniques

Il sera fourni, installé et mis en service une batterie de compensation du type automatique à gradins avec commutateur électronique (contacteurs statiques à thyristors) et intégrant un filtre anti-harmoniques, en remplacement de l'existant. 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, sera supérieur à 0,95 et l'élimination des cinquante (50) premiers rangs d'harmoniques impaires au moins. En aucun moment, le système ne devra pas constituer une gêne au fonctionnement des équipements

(transformateurs, stabilisateur de tension statique, groupes électrogènes, les équipements PV, etc.). La batterie de compensation sera raccordée sur le jeu de barres non secourues.

IV.4.2.2.4 Appareils de protection HTA

Les cellules (H11, H12 et H13) existant dans la Salle Energie seront délocalisées dans la nouvelle Salle « Extension Poste de livraison de la CPV ». Le prestataire devra assurer toutes les prestations pour le transfert de ces cellules dans la nouvelle salle et fera le complément de mis niveau, si nécessaire.

IV.5 LE NOUVEAU BLOC TECHNIQUE

Le Bloc Technique devra être alimenté à partir de la Centrale électrique par une antenne 5,5 kV, dans le cadre du projet de construction du bâtiment en cours d'exécution. Dans le cadre du présent projet, il est prévu un renforcement de cette alimentation, par la mise en œuvre d'une antenne d'une seconde antenne 5,5 kV en redondance.

Les prestations au titre du présent projet consistent à :

- ✓ Etude de modification ;
- ✓ Fourniture, installation et mise en service d'un (1) poste abaisseur triphasé complet de type intérieur, transformateur avec enroulements en cuivre immergé à huile végétale de **250 kVA**, 400 V / 5500 V, 50 Hz ; à pertes réduites A0Ak, pour l'alimentation du nouveau Bloc Technique ;
- ✓ Fourniture, installation et mise en service d'un tableau électriques avec inverseurs de sources et protections (disjoncteurs, sectionneurs, Etc.) comme indiquer sur le plan EB_HAH_02-2 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL ;
- ✓ Tous les travaux de modification nécessaire pour une alimentation du bâtiment par la nouvelle antenne en redondance avec l'antenne existante.

IV.6 LES LOGEMENTS D'ASTREINTE DE L'ASECNA

Les logements d'astreinte seront alimentés à partir de la Centrale électrique par une antenne 5,5 kV. L'alimentation des logements à partir de la Centrale électrique devra être soumise à la condition suivante : **elle se fera à partir du jeu de barres non secourues avec la mise en place d'un système de délestage en automatique : délestage, s'il n'y a pas d'excédent suffisant provenant de la centrale photovoltaïque en journée.**

Les prestations suivantes sont prévues au titre du présent projet :

- ✓ Fourniture, installation et mise en service d'un (1) poste abaisseur triphasé complet de type intérieur, transformateur avec enroulements en cuivre immergé à huile végétale de **100 kVA**, 5,5kV/230-400V, 50 Hz ; à pertes réduites A0Ak ;
- ✓ Fourniture, installation et mise en service d'un tableau électriques avec inverseurs de sources et protections (disjoncteurs, sectionneurs, Etc.) comme indiquer sur le plan EB_HAH_02-2 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL ;
- ✓ Tous les travaux de modification nécessaire pour une alimentation du bâtiment par la nouvelle antenne en redondance avec l'antenne existante.

IV.7 CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE (CPV)

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-3 PLAN D'IMPLANTATION CPV)

IV.7.1 ETUDES D'IMPLANTATION

L'entreprise devra réaliser une étude afin de :

- ✓ Choisir précisément le type de fixation de support des modules PV et le traitement anticorrosion des matériaux (enterrés, à l'air libre, dans les locaux, etc.) ;
- ✓ Déterminer la nature des matériaux d'apport (remblai, terres rocheuses, sable, etc.) pour le terrassement de la plate-forme du champ PV ;
- ✓ Faire un levé topographique du site afin d'assurer les écoulements des eaux de pluies autour du site et leurs canalisations vers les bassins de rétention ;
- ✓ Etc.

IV.7.2 TRAVAUX DE TERRASSEMENT

L'entreprise devra réaliser tous les travaux de terrassement afin d'avoir une surface parfaitement convenable pour l'implantation de la centrale photovoltaïque. Le site étant sur un sol marqué par la présence des roches volcaniques, il est primordial d'y effectuer ces travaux permettant d'assainir le terrain en se débarrassant de la terre des pierres, rochers, plantes, des crevasses, etc.

IV.7.3 ETUDE DE RACCORDEMENT

Cette étude, qui devra être validée par la SONELEC, a pour objet de déterminer les matériels à fournir et installer afin d'assurer un fonctionnement dans des conditions techniques et économiques optimales.

Les principaux éléments à vérifier et à déterminer pour un fonctionnement optimal des systèmes électriques sont les suivants :

- ✓ Tenue thermique des éléments ;
- ✓ Vérification des capacités de transit ;
- ✓ Vérification des conséquences sur les plans de tension des réseaux HTA et BT ;
- ✓ Vérification du fonctionnement du plan de protection contre les défauts entre phases du réseau HTA et du poste de livraison et calcul des courants de défaut HTA ;
- ✓ Schémas, les cellules HT, les réducteurs de mesure et du dispositif de comptage ;
- ✓ Capacité d'absorption d'énergie réactive ;
- ✓ Vérifications complémentaires :
 - Variations rapides de tension ;
 - Courants harmoniques injectés ;
 - Déséquilibre des tensions ;
 - Dispositif d'Échange d'Informations d'Exploitation (DEIE).

IV.7.4 LOCAL HT

Il sera fourni et mis en place un conteneur spécialisé (tropicalisation avec des parois multicouches isolantes thermiques, traitement anti-corrosion de type milieux agressifs, etc.). Considérant la proximité des installations avec la mer, le conteneur doit subir un traitement anticorrosion de classe C5, environnement sévère. Ce container devra garantir une meilleure intégration des équipements et des conditions de fonctionnement optimal malgré la situation environnementale difficile : conditions climatiques et météorologiques extrêmes. En outre, s'il doit accueillir des équipements (coffrets automatisme, chargeur batteries pour automatisme, etc.), ce local doit être climatisé. Le conteneur devra être installé sur un massif en béton armé surélevé et disposer d'un escalier a, moins, 3 marches.

Toutes les prestations de génie civil (Béton de propreté, traitements anti-corrosion, aménagement) à réaliser, la pose ainsi que toutes les prestations induites pour la mise en œuvre de ce local seront à la charge de l'entrepreneur.

IV.7.4.1 Protections HT

Il sera fourni, installé et mise en service un ensemble des cellules HTA de type GIS, modulaires et compacts à isolation intégrale dans le gaz, pour les protections du poste de production de la Centrale PV. Chaque fonction devra avoir son propre compartiment (réservoir) moyenne tension isolée en SF6 scellé à vie.

Vue la distance, son raccordement à la Centrale électrique se fera en HTA (20 kV). Il sera donc créé à la centrale PV, un poste de transformation BT/HTA tel que recommandé et décrit par la norme C13-100.

Les principaux équipements suivants seront installés et si nécessaires complétés :

- ✓ Une (1) cellule GIS modulaire et compact 24 kV-400A « disjoncteur motorisé » simple sectionnement pour la protection ligne de la CPV et accessoires ;
- ✓ Un (1) cellule GIS modulaire et compact 24 kV-400A interrupteurs et accessoires ;

- ✓ Un chargeur 48CC (avec batteries 48V-5A-14Ah) pour l'alimentation des auxiliaires du poste et les dispositifs de protection, conforme aux normes NFC 15-100 et NFC 15-200. Il devra être avec bypass permettant le remplacement des batteries sans coupure et disposer des contacts auxiliaires pour la supervision.
- ✓ Equipements réglementaires de sécurité et protection incendie.

Les protections HT seront regroupées dans le LOCAL HT.

Tous les équipements doivent être adaptés aux milieux agressifs sévères avec un traitement anti-corrosion de type milieux agressifs

IV.7.4.2 Transformateur BT/HTA

Il sera fourni, installé et mis en service un transformateur élévateur BT/HTA (400 V/20 KV) de **630 kVA**, du type transformateur de distribution, enroulements en cuivre immergés dans l'huile végétale à remplissage intégral hermétique sous vide et à Pertes Extras réduites A0Ak.

Le transformateur BT/HT doit être installé dans un compartiment du local HT. Des espaces de circulations de 0,7 mètre minimum doivent être laissés autour du transformateur afin de faciliter à la fois les interventions de maintenance et une bonne aération, excepté le côté des bornes BT du transformateur BT/HTA.

Caractéristiques détaillées voir V.4.2 TRANSFORMATEUR BT/HTA

IV.7.5 LOCAL ONDULEURS PV

Il sera fourni et mis en place un conteneur spécialisé (tropicalisation avec des parois multicouches isolantes thermiques, traitement anti-corrosion de type milieux agressifs, etc.) afin d'abriter les onduleurs PV et les tableaux BT. Considérant la proximité des installations avec la mer, le conteneur doit subir un traitement anticorrosion de classe C5, atmosphères agressives. Ce conteneur devra garantir une meilleure intégration des équipements et des conditions de fonctionnement optimal malgré la situation environnementale difficile : conditions climatiques et météorologiques extrêmes. Le conteneur devra être installé sur un massif en béton armé surélevé et disposer d'un escalier à 3 marches.

Ce local doit disposer d'une climatisation de puissance suffisante pour maintenir une température inférieure à 25°, avec des climatiseurs de type inverter.

Toutes les prestations de génie civil (Béton de propreté, traitements anti-corrosion, aménagement) à réaliser, la pose ainsi que toutes les prestations induites pour la mise en œuvre de ce local seront à la charge de l'entrepreneur.

Tous les équipements doivent être adaptés aux milieux agressifs sévères avec un traitement anti-corrosion de type milieux agressifs

IV.7.5.1 Tableaux BT

Tous les Tableaux BT fermant à clé devront disposer de :

- ✓ Voyants présences tensions ;
- ✓ Jeux de barres ;
- ✓ Centrales des mesures disposant des ports de communication ;
- ✓ Organes protection et de sectionnement, disposant des contacts auxiliaires (disjoncteurs, Les interrupteur-sectionneurs, contacteurs, etc.) pour la supervision ;
- ✓ Borniers de raccordement ;
- ✓ Pochettes pour l'emplacement des schémas électriques ;
- ✓ Etc.

Nota : tous équipements et les bornes de raccordement des câbles seront clairement repérés à l'aide d'étiquettes.

Spécifications détaillées voir V.4.3 TABLEAUX BASSE TENSION BT.

IV.7.5.1.1 Tableaux Basse Tension Courant Continu (BT CC)

Des armoires électriques BT CC seront fournies et installées en amont et au plus près des onduleurs. Ces armoires recevront les câbles issus des coffrets de protections de string, ils doivent alors disposer également d'organes de coupure dotés de pouvoir de coupure et sectionnement (inter-sectionneur) pour chaque câble venant du coffret de protection, un interrupteur-sectionneur général ainsi qu'une protection contre les surtensions (parafoudre).

Le prestataire devra fournir et installer les armoires et coffrets suivants, si nécessaire les complétés :

- ✓ Un ensemble d'armoires BT CC devant recevoir les câbles venant des coffrets de regroupement de string (tables) du champ PV ;
- ✓ Un ensemble d'armoires BT pour le bus CC entre les batteries et les onduleurs hybrides.
- ✓ etc.

IV.7.5.1.2 Tableaux Basse Tension Courant Alternatif (BT AC)

Il sera fourni, installé et mise en service un ensemble d'armoires et coffrets BT complets :

- ✓ Une armoire BT AC abritant le disjoncteur général protection côté primaire du transformateur BT/HT, les arrivées de chacun des onduleurs PV et le disjoncteur de l'arrivée des onduleurs hybrides ;
- ✓ Une armoire BT pour les sorties des onduleurs hybrides. Elle disposera d'un disjoncteur général en plus des disjoncteurs pour chacune des arrivées onduleurs hybrides ;
- ✓ Un (1) poste abaisseur triphasé complet de type, 160 kVA, 5500 V / 230V-400V, 50 Hz, pour l'alimentation des auxiliaires de la Centrale PV et recharges des batteries via les onduleurs, si la situation l'exige ;
- ✓ Une armoire BT pour la distribution d'énergie aux différents locaux et auxiliaires de la Centrale PV ;
- ✓ Il sera fourni, installé et mise en service un onduleur de 5 kVA pour assurer une alimentation sans interruption aux équipements (Contrôle/commande, supervision, vidéosurveillance, etc.).
- ✓ Un coffret inverseur de sources (KP et KC).

Nota : il est prévu la possibilité d'une recharge des batteries, par les onduleurs hybrides, avec l'énergie provenant des sources secours (groupes électrogènes) de la centrale, via le contacteur KC. **Cette éventualité peut être envisagée dans le cas où les installations sont alimentées par les groupes électrogènes à la suite d'un défaut prolongé du secteur SONELEC, le niveau de l'état de charge (SOC) des batteries est inférieur au seuil prédéfini et le niveau de charges du groupe en service est inférieur à 80%. Dans une telle situation, les capacités de recharge des onduleurs chargeurs devront être limitées afin d'éviter tout risque de surcharge du groupe électrogène en service.**

IV.7.5.2 Onduleurs photovoltaïques

Il sera fourni, installé et mis en service un ensemble de **sept (7)** onduleurs photovoltaïques de **100 kVA**, chacun.

Ces onduleurs auront pour rôle de convertir le courant continu de l'énergie photovoltaïque en courant alternatif, ils sont sans système intégré de recharge des batteries.

Les caractéristiques détaillées seront précisées au paragraphe V.4.4.1 Onduleurs photovoltaïques.

IV.7.6 LOCAL ONDULEURS HYBRIDES ET BATTERIES

IV.7.6.1 Caractéristiques du local

Il sera, également, fourni et mis en place un conteneur spécialisé (tropicalisation avec des parois isolées thermiquement, traitement anti-corrosion de type milieux agressifs, etc.) afin d'abriter les batteries et les onduleurs hybrides. Considérant la proximité des installations avec la mer, le conteneur doit subir un traitement anticorrosion de classe C5, atmosphères agressives. Ce container devra garantir une meilleure

intégration des équipements et des conditions de fonctionnement optimal malgré la situation environnementale difficile : conditions climatiques et météorologiques extrêmes.

Le conteneur devra être installé sur un massif en béton armé surélevé et disposer d'un escalier à 3 marches.

Ce local doit être adapté pour accueillir les batteries. Il doit disposer de deux systèmes (2) de climatiseurs fonctionnant automatiquement en redondance secours mutuel et de puissance suffisante pour maintenir une température inférieure ou égale à 25° C, climatiseurs de type inverter.

La fourniture, les prestations de génie civil (Béton de propreté, traitements anti-corrosion, aménagement) à réaliser, la pose ainsi que toutes les prestations induites pour la mise en œuvre de ce local tel que décrit seront à la charge de l'entrepreneur.

IV.7.6.2 Onduleurs hybrides

Il sera également fourni, installé et mis en service, deux onduleurs hybride modulaire (plusieurs modules de puissances en parallèle) d'une puissance unitaire de **500 kVA**. Ces onduleurs doivent intégrer et assurer la fonction onduleur /chargeur et éventuellement de pilote du système hybride. Ils seront placés dans un compartiment du Local batteries disposant d'une climatisation redondante de puissance suffisante pour maintenir une température de 25° avec climatiseurs de type inverter. Le système hybride (onduleurs + batteries) doit être capable de supporter les impacts de charge générés lors des basculements dus et les démarrages des transformateurs de puissances dans la chaîne. **Ces convertisseurs doivent être à la fois source de courant et source de tension. Modes de fonctionnement : en mode chargeur en présence secteur SONELEC pour charger les batteries et en mode onduleurs en absence SONELEC pour générer les paramètres de ce réseau, si besoin.**

Ces onduleurs associés aux batteries permettent de :

- ✓ Eviter la perte de production photovoltaïque à l'absence ou en cas de coupure du réseau public SONELEC pendant la journée ;
- ✓ Être utilisé comme tampon afin d'éviter les basculements intempestifs et souvent répétitifs à cause de l'intermittence du photovoltaïque (passages de nuages, décrochages des onduleurs, autres dysfonctionnements de courte durée, etc.).

Nota : Si nécessaire, un transformateur BT/BT pour adaptation des tensions (onduleurs PV-onduleurs hybrides) sera également fourni.

Les caractéristiques détaillées seront précisées au paragraphe V.4.4.2 Onduleurs hybrides.

IV.7.6.3 Batterie d'accumulateurs

IV.7.6.3.1 Caractéristiques

Il sera fourni et installé un ensemble des batteries d'accumulateurs de type modulaires **Lithium-ion LFP** avec un système de gestion BMS (Battery management system) électronique intégré. Il doit être capable d'assurer, sur toute sa durée de vie, une autonomie d'**une (1) heure** pour une charge de **500 kW** soit **500 kWh**. Le calcul de la capacité des batteries devra tenir compte des pertes dues au vieillissement

Les batteries d'accumulateurs devront être obligatoirement modulaires (tel qu'une opération de remplacement d'unité ne devra pas nécessiter l'arrêt du système) et de conception de type « Plug and Play ».

Fourniture et installation d'un système de détection et extinction d'incendie dont l'état de fonctionnement et données seront reportées à la supervision.

Nota : Le système hybride (onduleurs + batteries) doit être capable, individuellement, de supporter les impacts de charge dus à la reprise des charges lors de basculement (notamment les démarrages des transformateurs de puissances dans la chaîne).

Pour les caractéristiques détaillées voir à partir du paragraphe V.4.5 BATTERIES

IV.7.6.3.2 Rôle

L'énergie stockée pour une autonomie d'une (1) heure assure trois rôles cruciaux :

- ✓ Assurer la continuité de la production photovoltaïque en cas de défaut secteur SONELEC pendant la journée par « grid-forming » grâce aux onduleurs hybrides ;
- ✓ Assurer la stabilité de la production photovoltaïque durant les courtes périodes, inférieures à 1 heure, de baisse de production (passages des nuages, décrochage, autres ombrages partiels, etc.) ;
- ✓ Eviter les basculements intempestifs sur les sources classiques durant les périodes de perturbation (microcoupures du réseau SONELEC, passages des nuages, etc.).

IV.7.7 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

IV.7.7.1 Emplacement

L'emplacement de l'installation du champ des modules photovoltaïques est choisi afin d'optimiser les pertes dues aux ombrages, les chutes de tension et autres perturbations nuisibles à la production d'énergie et l'exploitation mais surtout d'éviter les gênes dans l'exploitation de l'aéroport. L'Entreprise y effectuera les prestations suivantes :

- ✓ L'ensemble de travaux de levé topographique et de génie civil afin d'obtenir une surface parfaite pour l'implantation du champ PV et aussi éviter la stagnation d'eau de pluies ;
- ✓ Mise en place des canalisations et des buses de diamètre suffisant pour l'évacuation des eaux de pluies en dehors du champ PV, vers la zone de rétention indiquée ;
- ✓ Installation des modules aussi proche que possible des locaux techniques ;
- ✓ Veiller à ce que l'ombre portée éventuelle sur les modules due aux antennes environnantes, bâtiments, arbres ou obstacles divers, soit la plus faible possible. Il procédera à l'élagage des arbres, si nécessaire, lors de l'installation.
- ✓ La création des chemins (un chemin périphérique autour du champ des panneaux et un chemin central) afin de permettre les déplacements nécessaires aux activités de maintenance et les éventuelles interventions des pompiers, leurs comptages devront permettre la circulation des engins notamment les camions de sécurité incendie ;
- ✓ Afin de faciliter la circulation de l'engin de nettoyage, les espaces entre les strings doivent également être compactées ;
- ✓ L'aménagement d'un parking couvert (hangar en tôle bac inox) de quatre (4) places.
- ✓ Mise en œuvre d'un abri, sécurisé, pour la citerne mobile et l'engin de traction (moto Quad) ;
- ✓ La création d'une voie bitumée pour l'accès à la Centrale PV, à partir de la voie de servitudes ;
- ✓ Localiser, identifier et protéger toutes les canalisations existantes (câbles, circuits de fluides, etc.) dans les zones de travaux ;

Ces prestations sont réalisées au titre de prestation génie civil du présent lot. Avant tout début des travaux l'entreprise devra soumettre pour validation un dossier technique comportant les propositions matérielles, la méthodologie d'exécution, etc.

IV.7.7.2 Clôture autour du champ photovoltaïque

Une clôture en treillis métallique en acier galvanisé (inox) et revêtement plastique avec portail d'accès de type industriel, double vantant, sera réalisé autour du champ photovoltaïque.

Cette clôture de hauteur 2,5 m au-dessus du sol (idem pour le portail) 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 treillis devra pénétrer dans le sol d'une profondeur 20 cm au minimum. Si nécessaire, un muret en parpaings crépi (ou en béton) devra être réalisé, s'il n'est pas possible d'enfourer le treillis. En partie haute, la clôture devra être surmontée des barbelés anti-escalade.

Le treillis sera fixé sur des poteaux métalliques inox scellés dans des plots en béton espacés au maximum tous les 2m. Des contrevents viendront renforcer un poteau sur deux aux lignes droites et aux angles. Sur la partie médiane du grillage, il sera fixé sur les poteaux un câble devant relier une chaîne des capteurs de protection périmétrique dont les données seront transmises à la vidéosurveillance et la supervisons.

L'enclos sera fermé par un portail pivotant métallique double vantant équipé d'une serrure. Un pictogramme réglementaire "danger électrique" sera apposé sur le portail. Le portail sera, également, muni d'un contact dont l'état sera reporté à la supervision.

L'enclos sera composé de matériaux inoxydables (acier galvanisé et plastifié) de couleur verte. La partie enterrée (poteau, grillage, etc.) devra subir un traitement anticorrosion renforcée pour atmosphères agressives.

Les espaces entre le champ photovoltaïque et la clôture devront être suffisants pour éviter toute ombre portée significative de la clôture sur le champ photovoltaïque.

Devant le champ photovoltaïque (côté Nord de la clôture), un espace libre d'une largeur suffisante sera laissé pour éviter toute ombre portée significative des locaux techniques sur le champ photovoltaïque.

Ces prestations sont réalisées au titre des travaux génie civil du présent lot.

IV.7.7.3 Modules photovoltaïques

Il sera fourni, installé et mis en service, un ensemble des modules photovoltaïques cristallins de **faible luminance de rayons réfléchis inférieure à 10 000 Cd/m²**, avec cadres **sombres** ou **sans cadre**, capable de produire une puissance de **845 kWc**.

Les caractéristiques seront précisées à partir du paragraphe **V.4.6 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE**.

IV.7.7.4 Structures

Il sera également fourni et installé un ensemble de supports des modules en matériau inoxydable, conçus pour atmosphères agressives.

L'ensemble de modules de la Centrale PV seront donc assemblés sur des structures métalliques porteuses dont les pieds seront ensuite fixés sur des massifs en béton armé ou enrésés au sol.

Les câbles doivent cheminer sur des chemins de câbles auxquels ils seront attachés à intervalles réguliers afin d'assurer une protection mécanique.

Le type d'ancrage (longrine en béton, pieux, etc.) des supports au sol sera déterminé en fonction du résultat de l'étude d'implantation.

Les recommandations issues de l'étude d'implantation seront rigoureusement appliquées pour le choix de mode de fixation des supports et la protection anticorrosion des parties enterrées (longrines, poteaux, grillage, etc.) et celles à l'air libre.

Toutes les dispositions doivent être prises afin d'éviter le phénomène de corrosion galvanique, il est fortement recommandé de n'utiliser que des pièces galvanisées et en inox pour le montage et la fixation de parties métalliques.

Nota : le mode de fixation, le type de matériau ainsi que les notes de calculs de structure devront être choisis en fonction de l'étude d'implantation voir **IV.4.2 ETUDES D'IMPLANTATION** et feront l'objet d'une validation par l'ASECNA.

IV.7.7.5 Orientation

La face avant des modules sera orientée en direction du Nord géographique.

IV.7.7.6 Inclinaison

Les modules seront inclinés à **15 °** par rapport au plan horizontal.

Cette inclinaison sera réglée une fois pour toutes lors du montage.

IV.7.7.7 Coffret de protection de string (table)

Il sera fourni, installé et mis en service, un ensemble de coffrets permettant la mise en parallèle des chaînes photovoltaïques et disposant d'un pouvoir de coupure et sectionnement (inter-sectionneur à fusible éventuellement) pour chaque string, un interrupteur-sectionneur général ainsi qu'une protection contre les surtensions (parafoudre).

Chaque coffret devra permettre, par déconnexion individuelle sur chaque string, d'effectuer les opérations de vérification et d'entretien sur chacun des strings sans mettre hors service les autres parties de l'installation. Les coffrets devront se situer au plus près du champ photovoltaïque. Chaque coffret

devra disposer d'un système d'acquisition des données (courants, tensions, états du sectionneur, états des fusibles, état de parafoudre, etc.) qui seront remontées à la supervision.

IV.7.7.8 Instruments de mesures

Il sera fourni, installé et mis en service une station météo dont les données seront destinées à la Supervision, elle devra comporter au minimum :

- ✓ 1 capteur de température ambiante,
- ✓ 1 capteur de température de surface des panneaux ;
- ✓ 1 anémomètre pour la vitesse de vent ;
- ✓ 1 capteur de rayonnement global ;
- ✓ 1 capteur de rayonnement dans le plan du panneau ;
- ✓ Etc.

Tous les capteurs de rayonnement solaire doivent être conformes aux normes IEC 61724, ISO 9060 : 2018 ou plus (la plus récente).

IV.7.7.9 Outils de nettoyage des panneaux

Il sera fourni et installer un ensemble d'outillage pour le nettoyage des panneaux PV afin d'optimiser à la fois le rendement énergétique et la durée de vie utile, constitué de, au minimum :

- ✓ Un réservoir d'eau (mini château) de 10 m³, posé sur support minimum 3 mètres de hauteur, alimenté par un surpresseur connecté au réseau de distribution d'eau de l'ASECNA. Le réservoir doit être en Inox et du type industriel, un réservoir du type local ne sera pas accepté. Son support métallique doit être correctement dimensionner et subir un traitement anti-corrosion de type atmosphère agressive ;
- ✓ Un supprimeur de remplissage ;
- ✓ Mise en place d'un réseau, sous les strings, des prises de courant apparents de type industrielle étanche IP65 au minium, tous les 15 mètres ;
- ✓ Mise en place, sous les strings tous les 15 mètres, d'un réseau des robinets d'eau pour le nettoyage ;
- ✓ Un réservoir mobile de 1m³ équipé de tous accessoires :
 - Châssis et cuve galvanisée avec trou d'homme,
 - Pompe embarquée ;
 - Freinage à inertie ;
 - Roue jockey télescopique ;
 - 2 béquilles arrière ;
 - Signalisation ;
 - Vanne de débit ;
 - Etc.
- ✓ Une moto quad permettant l'entraînement de la citerne mobile sera fournie ainsi les nécessaires pour l'entretien de l'engin ;
- ✓ Mise en œuvre d'un abri couvert et sécurisé pour la moto (quad) et la citerne mobile ;
- ✓ Un ensemble d'outils de nettoyage : 3 nettoyeurs hautes pression, 3 tuyaux d'arrosage de 20m de longueur, 5 brosses à deux disques rotatifs, 5 bras télescopiques, etc.

Son état de fonctionnement (les niveaux d'eau dans le, les contacts secs du surpresseur, etc.) sera suivi à la supervision.

IV.7.8 AUXILIAIRES ET ACCESSOIRES

IV.7.8.1 Bureau (local d'exploitation)

Il sera fourni et mis en place un conteneur spécialisé (tropicalisation avec des parois multicouches isolantes thermiques, traitement anti-corrosion de type milieux agressifs, etc.) afin d'abriter un bureau. Considérant la proximité des installations avec la mer, le conteneur doit subir un traitement anticorrosion de classe C5, atmosphères agressives. Le conteneur devra être installé sur un massif en béton armé surélevé et disposer d'un escalier a 3 marches.

Ce container bureau devra être équipé de toutes commodités, au minimum, de :

- ✓ Un bureau avec un fauteuil et quatre chaises visiteurs,
- ✓ Armoires de rangement à deux portes fermant à clés ;
- ✓ Lignes équipées pour téléphones et données (internet) ;
- ✓ Un PC complet avec écran 32 pouces pour la Supervision de la CPV y compris imprimante couleur et tous accessoires ;
- ✓ Un PC complet avec écran 32 pouces pour la vidéosurveillance ;
- ✓ Système de climatisation de type split inverter de classe A+++;
- ✓ Un compartiment toilettes et WC ;
- ✓ Un réseau d'assainissement avec des fosses toutes-eaux ;
- ✓ Equipements réglementaires de sécurité et protection incendie ;
- ✓ Etc.

Toutes les prestations à réaliser : génie civil (Béton de propreté, pose), réseau d'assainissement, etc. seront à la charge de l'entrepreneur.

IV.7.8.2 Guérite

Il sera construit un local maçonné, de 3m de largeur sur 4,5 m longueur avec toiture en dalle, pour le gardiennage du site.

L'entreprise devra effectuer l'ensemble de travaux (génie civil et équipements) :

- ✓ Travaux préparatoires (terrassement, démolition, etc.) ;
- ✓ Exécution tous les travaux génie civil (construction et équipement du bâtiment, caniveaux, regards, VRD, etc.) ;
- ✓ Electricité : éclairages (normal et sécurité) et des prises de courages ;
- ✓ Étanchéité du toit et au sol ;
- ✓ Mise en place deux fenêtres vitrées (vitres avec isolation thermique renforcée) renforcé par grilles métalliques anti-vandalisme ;
- ✓ Fourniture et installation de deux climatiseurs de type split de puissance unitaire suffisante pour maintenir une température de 25°C dans la salle ;
- ✓ Caniveaux et regards ;
- ✓ Carrelage du sol ;
- ✓ Système protection contre la foudre,
- ✓ Deux chaises,
- ✓ Une armoire métallique pour rangement ;
- ✓ Une ligne téléphonique ;
- ✓ Une toilette et WC avec équipements complets et réseau d'assainissement (regards, canalisation, fosse, Etc.) ;
- ✓ Etc.

La zone abrite des canalisations (fluides, câbles, etc.), toutes les précautions devront être prises pour protéger leurs intégrités.

IV.7.8.3 Alimentation des auxiliaires

L'alimentation peut s'effectuer de 2 manières selon le type d'auxiliaires :

- ✓ Le branchement en sortie onduleur pour tous les équipements indispensables à sa production et à la sécurité de fonctionnement (ventilation, dispositifs de sécurité, etc.) ;
- ✓ Un (1) poste abaisseur triphasé complet de type intérieur avec un transformateur immergé à huile végétale, 160 kVA, 5500 V / 230V-400V, 50 Hz, sera fourni, installé et mis en service pour l'alimentation des auxiliaires de la Centrale PV :
 - Le branchement sur le Coffret d'alimentation des auxiliaires pour tous les autres auxiliaires de la Centrale PV (éclairage locaux techniques, éclairage du champ PV, château d'eau, climatiseurs, extracteurs etc.). Le Coffret d'alimentation des auxiliaires sera alimenté depuis le

TGBT secouru technique de la salle énergie de la Centrale électrique. Les équipements sensibles (automates, supervision, équipements de vidéosurveillance, etc.) seront alimentés via une petite alimentation sans interruption.

- Il sera fourni, installé et mis en service un onduleur de 5 kVA pour assurer une alimentation sans interruption aux équipements (Contrôle/commande, supervision, vidéosurveillance, etc.).

IV.7.8.4 Éclairage du champ PV

Pour l'éclairage du champ, il sera fourni, installé et mis en service au moins 12 projecteurs à LED de 50W équipés des détecteurs crépusculaires réglables pour un allumage automatique lorsque les conditions de luminosité deviennent faibles. Les projecteurs doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- ✓ Type : LED
- ✓ Angle de diffusion : supérieur à 150° ;
- ✓ Inclinaison : plusieurs positions ;
- ✓ Alimentation : 100-240Vac ;
- ✓ Commande : automatique et manuelle, par deux circuits distincts tels que deux projecteurs consécutifs ne soient pas sur la même commande ;
- ✓ Classe indice de protection : IP65 ;
- ✓ Garantie : supérieure à 5 ans ;
- ✓ Conformité : CE ; ROHS ;
- ✓ Température de fonction. : supérieure à +45°C
- ✓ Indice de Rendu de Couleur (IRC) : supérieure à 90.

IV.7.8.5 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 idéaux afin d'éclairer les différents espaces lors d'un manque total d'énergie.

IV.7.8.5.1 Blocs autonomes fixes

Des blocs d'éclairage autonome (autonomie 1 heure) d'ambiance à LED avec Système Autonome de Test Intégré (SATI) pouvant fournir 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 :

- ✓ Local HT : 2
- ✓ Local transformateurs : 2
- ✓ Local batteries : 2 (compatible locaux ATEX)
- ✓ Local onduleurs : 2
- ✓ Local bureau : 2 ;
- ✓ Guerite : 1
- ✓ Etc.

IV.7.8.5.2 Lampes portatives rechargeables

Des blocs d'éclairage autonome portables à LED, consommation maximum 2 W, seront placés au mur, à raison d'un bloc par local :

- ✓ Local HT : 1
- ✓ Local Onduleurs : 1
- ✓ Local hybride : 1
- ✓ Local exploitation : 1
- ✓ Guerite CPV : 1
- ✓ Local batteries : 1 (conforme ATEX)

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

- ✓ Autonomie : 1 heure ;

- ✓ Isolement : Classe II ;
- ✓ Indices de Protection : IP 44 & IK 08 ;
- ✓ Commutateurs : 3 positions (Veilleuse-Phare deux niveaux de brillance)
- ✓ Flux : 100 lumens (au minimum) ;
- ✓ Conforme aux normes en vigueur en la matière.

IV.7.9 PRISES DE TERRE

Chaque bâtiment/conteneur/groupe de tables (string) doit disposer de sa propre prise de terre et l'ensemble de prises de terre devront être interconnectées afin de réaliser une équipotentialité.

A l'extension de poste de livraison PV à la CE et au poste de production HT de la CPV, deux prises de terre distinctes (une prise de terre des masses et une prise de terre du neutre) doivent être réalisées quel que soit le régime du neutre.,

- ✓ Une prise de terre des masses du poste à laquelle seront reliés, les éléments suivants :
 - Les masses des cellules HTA ;
 - Les masses des matériels divers BT ;
 - La masse des onduleurs ;
 - La masse des transformateurs, le bac de rétention pour un transformateur huile ;
 - Les gaines des câbles ;
 - Les armatures métalliques du bâtiment ;
 - Les sectionneurs de mise à la terre intégrés aux cellules HTA.

Les portes du local et les auvents métalliques de ventilation ne doivent pas être reliés à la prise de terre des masses.

- ✓ Une prise de terre du neutre.

Pour mémoires, spécifications complémentaires voir STG.

IV.7.10 DISPOSITIF DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Le dispositif de lutte contre l'incendie comprenant un système de sécurité incendie et un ensemble d'extincteurs mobiles mise en place dans les différents locaux techniques.

IV.7.10.1 Système de sécurité incendie

Le système de sécurité incendie permettra de signaler la présence de feu ou de fumée dans les locaux de la Centrale PV, l'Extension Poste De Livraison PV, la salle des groupes électrogènes, dont les données seront remontées à la supervision.

IV.7.10.2 Extincteurs

Il sera fourni et installé des extincteurs portables et/ou mobiles, bacs à sables dans les différents les locaux de la Centrale PV, l'Extension Poste De Livraison PV, la salle des groupes électrogènes, etc. :

- ✓ Un extincteur mural à dioxyde de carbone dans la salle de contrôle ;
- ✓ Extincteurs à poudre 50kg sur chariot à roues pour la Salle groupes électrogènes : 3
- ✓ Ensemble bac à sables, pelles, etc. pour la Salle groupes électrogènes : 3
- ✓ Extincteurs muraux à poudre dans :
 - Salle des groupes : 3
 - Extension Poste de livraison PV : 1.
 - Local HT : 1
 - Local Onduleurs : 1
 - Local hybride : 1
 - Local exploitation : 1
 - Guérite CPV : 1
 - Local citerne mobile et moto quad : 1

Cette liste est donnée à titre indication, l'entreprise la complétera si nécessaire.

IV.8 TELECOMMANDE ET TELESIGNALISATION DES EQUIPEMENTS

Les signaux TC/TS des équipements (Energie, 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.

IV.8.1 LIAISONS PAR CABLES EN CUIVRE

Les liaisons CF bâtiment (ou Shelter) ↔ équipements terminaux installés en extérieurs seront réalisées par des câbles multipaires à conducteurs en cuivre (voir IV.7.3.2 Liaisons par câbles multipaires (conducteurs en cuivre)).

A l'intérieur du Shelter (ou du bâtiment), ces câbles aboutiront sur un répartiteur. Chaque répartiteur sera commun aux besoins de la navigation aérienne, météo, électricité, téléphone et balisage (chaque bornier sera spécialisé). Chaque répartiteur sera conçu avec une protection foudre installé sur tous les borniers départs/arrivées câbles à conducteurs métalliques extérieurs. Les cartes concernant les borniers raccordés aux câbles à conducteurs métalliques 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.

IV.8.2 LIAISONS PAR CABLES A FIBRES OPTIQUES

Les réseaux de télécommande / télésignalisation existant (liaison : CCR - Bloc Technique) et les nouvelles liaisons (voir IV.8.3.1 Liaisons fibre optique).

IV.9 RESEAUX DE CABLES EXTERIEURS

(Voir PLAN N°EB_HAH_07 CHEMINEMENTS DES CÂBLES EXTERIEURS)

IV.9.1 RESEAUX HT

IV.9.1.1 Réseau HT 20 kV

Ce réseau sera constitué de l'antenne reliant la centrale électrique et le poste de production PV, câble (HT1) de type (conforme HS).

IV.9.1.2 Réseau HT 5,5 kV

C'est la liaison HT 5500V qui alimentera le Bloc Technique-CE à partir de la Centrale électrique par le câble HT2, 3*35 mm² - 6,6 kV (GVPFV RH) ;

Câble	Repère	Liaison	Nbre cond. x section	Longueur (m)
HT		Liaisons 20 kV		
	HT1	Centrale PV – Centrale électrique	3 x 70 mm ²	2 100
		Liaisons 5,5 kV		
	HT2	Centrale PV – Centrale électrique	3 x 35 mm ²	2 100
	HT3	Centrale PV – Bloc Technique nouveau	3 x 35 mm ²	850

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

IV.9.2 RESEAU BT

Le réseau BT a réalisé avec des câbles multipolaires et unipolaires comprendra toutes les liaisons : les nouvelles liaisons à créer et les modifications des liaisons existantes.

Nota :

- ✓ Les informations (Liaisons, longueur, sections) indiquées ci-dessus sont données à titre indicatif, il appartiendra à l'Entrepreneur de les vérifier et, éventuellement, les rectifier selon les besoins ;
- ✓ Toutes les liaisons à courant continu doivent être réalisées avec des câbles unipolaires souples notamment des câbles pour application photovoltaïque. Les câbles unipolaires souples utilisées pour la partie photovoltaïque doivent être du type photovoltaïque (PV).

IV.9.3 CABLES COURANTS FAIBLES (CF)

IV.9.3.1 FIBRE OPTIQUE

Il sera fourni, installé et mise en service un ensemble d'équipements pour réseau de câbles à fibres optiques (câbles fibre optique monomode 6 ou 12 brins, répartiteurs, switch, modules automate, etc.). Cet ensemble sera utilisé pour l'acheminement des données de l'automate de la Centrale PV et la Centrale électrique et vice versa.

Afin d'optimiser la disponibilité de la liaison, il sera créé une boucle à fibre optique propre à la Centrale PV. (Voir N°EB_HAH_03-2 ARCHITECTURE RESEAU CF ENERGIE NOUVEAU).

La nouvelle boucle sera : Centrale PV-Centrale électrique-Centrale PV.

Cette boucle utilisera les brins de fibre optique existant entre Station météo et la Centrale électrique.

IV.9.3.2 CABLE CUIVRE

Le prestataire devra la fourniture et l'installation du réseau de câbles multipaires (conducteurs en cuivre) pour l'ensemble de liaisons suivantes :

- ✓ Coffrets de protection de string-Local Technique de la Centrale PV ;
- ✓ Poste de livraison PV-Salle de Contrôle ;
- ✓ Etc.

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

IV.9.4 RESEAUX DE TRANCHEES, BUSES ET CANIVEAUX

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

IV.9.4.1 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.
- ✓ Toutes les liaisons extérieures doivent être sous fourreaux (PVC 160) avec des regards à intervalle régulier (un regard chaque 50 m) ;

IV.9.4.2 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 pour la plupart.

Dans le cas où l'ouvrage de traversée n'existe pas ou 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/container, 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,
- ✓ Mise en œuvre des nouvelles buses en compléments de celles existantes ;
- ✓ 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 de une ou deux buses utilisées, une de réserve, trois ou quatre buses utilisées deux de réserve, etc.

IV.9.4.3 Les caniveaux

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

- ✓ Création ou réfection des caniveaux intérieurs et extérieurs ;
- ✓ Repérage des caniveaux,
- ✓ Enlèvement des câbles non réutilisés,
- ✓ Nettoyage et remise en état du caniveau et des couvercles (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.).

IV.10 PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

(Voir PLAN N°EB_HAH_09 CARNETS DE DETAILS ET PRINCIPES)

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

IV.10.1 BATIMENTS ET SHELTERS

Dans le but d'assurer la sécurité des personnes et des biens donc de sécuriser l'investissement et de garantir la continuité de service, il sera installé un système de protection contre la foudre.

Tous les bâtiments techniques (Extension poste de livraison et les locaux à la CPV) et les antennes seront équipés d'une protection foudre et d'un réseau de mise à la terre ayant les caractéristiques ci-après :

- ✓ Un système de paratonnerres à dispositif d'amorçage PDA FRANKLIN et mâts rallonge (si nécessaire) ou équivalent, en nombre suffisant ;
- ✓ Deux descentes en méplat de cuivre étamé par PDA ;
- ✓ Un compteur de coups de foudre sur une des deux descentes
- ✓ Une barrette de coupure ou joint de contrôle par descente permettant la mesure de la résistance de la prise de terre ;
- ✓ Un tube de protection protégeant des chocs mécaniques, les deux derniers mètres de chaque descente ;
- ✓ Prise de terre en pattes d'oies ou équivalent ;
- ✓ Une liaison équipotentielle déconnectable entre chaque prise de terre et le circuit de terre général de la structure.
- ✓ La protection intérieure par parafoudre et liaisons équipotentielles sera prévue ;
- ✓ 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,

La résistance de la 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.

IV.10.2 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.

IV.10.3 RESEAUX

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.

IV.10.4 RESEAU D'EQUIPOTENTIALITE 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.

IV.11 AUTOMATISME ET SUPERVISION

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.7 AUTOMATISME ET SUPERVISION.

IV.11.1 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL (API)

Un ensemble d'API sera fourni, installé et mis en service pour suivre et piloter les installations localement et à distance. Il disposera d'un système d'alarme sonore et visuelle installé dans la Salle de Contrôle de la Centrale électrique et un autre dans la salle exploitation de la Centrale photovoltaïque.

La télésurveillance et l'enregistrement concerne tous paramètres, évènements, défauts, alarmes, etc. qui seront définies dans la partie Supervision centralisée.

L'ensemble de ces données doit être enregistré instantanément ou périodiquement (configurable).

Pour le besoin de supervision tous les équipements doivent disposer des ports de communication tels qu'Ethernet, série (RS 232, RS485), Modbus ou jbus.

Le système d'automate et supervision devra disposer d'outils de télécommunication (modules GSM/GPRS ou autres) permettant, à des personnes autorisées, la télésuivi des installations à distance, les téléchargements de données, etc. (Internet, emails, SMS, etc.) et alimenter le système de suivi des consommations dans le cadre d'efficacité énergétique et de la maîtrise des dépenses.

Nota : pour la Centrale PV l'acquisition des données doit remonter jusqu'aux paramètres des strings.

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.7.2 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL.

IV.11.2 SUPERVISION CENTRALISEE

Il sera fourni, installé et mise en service, une supervision centralisée (ou GTC : gestion technique centralisée) destinée à centraliser sur un Interface Homme Machine (IHM) l'ensemble des états des principaux équipements. Le prestataire procèdera également :

- ✓ À la fourniture, installation et mise en service d'un écran, dans la salle contrôle, pour la supervision de l'ensemble d'installations électriques de l'ASECNA et la supervision de l'état du réseau à fibre optique ;
- ✓ À la fourniture, installation et mise en service d'un système de vidéo surveillance de la Centrale PV à partir de la Salle de Contrôle de la Centrale électrique ;
- ✓ À la fourniture, installation et mise en service d'un écran, dans le local bureau de la Centrale PV pour la supervision de la Centrale PV,
- ✓ À la mise en place des outils permettant aux personnes autorisées : réception des notifications par email et par SMS, consulter le journal des évènements et des alertes, voir graphiquement le fonctionnement et l'historique de fonctionnement sur un portail web.
- ✓ À la fourniture, installation et mise en service de sept (07) panneaux d'affichage LED de 55" avec leurs accessoires (Production, consommations, quantité de CO2 évité, courbes, etc.), aux emplacements suivants : CE, CPV, Représentation ASECNA, 2 au nouveau Bloc Technique (Hall entre et hall accueil AIM), Aérogare « Départ », Aérogare « Arrivée ».
- ✓ Tous les écrans seront placés dans des grilles métalliques antivols en inox.
- ✓ À la fourniture, installation et mise en service d'un écran de 65" pour synoptique mural.
- ✓ Le système d'automate et supervision devra disposer d'outils de télécommunication (modules GSM/GPRS ou autres) permettant, à des personnes autorisées, de suivre les installations à distance (Internet, courriels, SMS, etc.), enregistrer les données de fonctionnement (production/consommation énergie, consommation gasoil, événements, défauts, Etc.) de deux Centrales sur des serveurs FTP distant ou autres choisi par l'exploitant dans le cadre d'efficacité énergétique et de la maîtrise des dépenses.

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.7.3 SUPERVISION CENTRALISEE.

IV.11.3 VIDEOSURVEILLANCE

(Voir PLAN N°EB_HAH_01-3 PLAN D'IMPLANTATION CPV)

Les travaux comprennent les prestations de fourniture, la pose et mise en service d'un système de protection périphérique ci-après :

- ✓ Six (06) caméras de surveillance PTZ disposant d'un système d'alarme anti-intrusion. Les vidéos et données de toutes les caméras seront acheminées dans le Local technique à la CPV et à la Salle de contrôle de la Centrale électrique via la fibre optique ;
- ✓ Armoires avec serveurs vidéo au complet (switch, une unité de stockage vidéo, etc.) ;
- ✓ Radar et contact au niveau du portail d'accès pour la Centrale PV ;
- ✓ Système de détection anti-intrusion couplé aux caméras de vidéosurveillance;
- ✓ La fourniture et la pose de deux haut-parleurs professionnels pour l'amplification des signaux avertisseurs, émis en cas de franchissement de la limite autorisée. L'avertissement devra être possible par des signaux pré-enregistrés ou par message vocal du personnel d'exploitation depuis la Salle de contrôle ;
- ✓ Des câbles d'alimentation électrique et de transmission des données ;
- ✓ etc.

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.7.4 VIDEOSURVEILLANCE.

La réalisation de toutes les sujétions pouvant concourir au bon fonctionnement des installations, étant entendue que l'entrepreneur est censé compléter par ses connaissances tous les manquements éventuels pouvant se trouver dans le présent dossier.

IV.12 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 existants dans tous les locaux y compris les câbles ;
- ✓ Tous les équipements HT, BT et C.F ;
- ✓ 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.

Nota : la plupart d'équipements déposés et/ou leurs pièces pouvant éventuellement servir de pièces de rechanges en cas d'urgence dans un des centres de l'ASECNA, le prestataire devra prendre les dispositions afin de les déposer avec délicatesse et les protéger contre les intempéries (pluies, chaleur) sur leurs lieux de stockages. Un abri devra être construit, si nécessaire.

V SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS

V.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.

V.2 ÉQUIPEMENTS MECANIQUES

V.2.1 GENERALITES

V.2.1.1 Objet

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

V.2.1.2 Textes de référence

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.1.3 Documentation

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

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

V.2.2 GROUPES ELECTROGENES

V.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, sur le groupe 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.
- ✓ Conforme à la norme Stage V, également appelée « Étape 5 » : réduction des émissions polluantes des moteurs à combustible des groupes électrogènes.
- ✓ 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.

V.2.2.2 Caractéristiques des moteurs

V.2.2.2.1 Combustible

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.2.2 Puissance – Déclassement

La puissance minimum du moteur **en service continu** permettra, avec suralimentation, la fourniture aisée par l'alternateur de la puissance en PRP de **450 kVA sur site**.

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

Complément de spécifications, voir **Spécifications Techniques Générales (STG)**.

V.2.2.2.3 Vitesse

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.2.4 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.

V.2.2.2.5 Démarrage – Arrêt

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

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

Complément de spécifications, voir **Spécifications Techniques Générales (STG)**.

V.2.2.2.6 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.

V.2.2.2.7 Préchauffage

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

Le régulateur de vitesse sera électronique.

V.2.2.2.8 Sécurités du groupe

Tous les paramètres de sécurité des groupes (températures, pressions, vitesses, tensions, intensités, fréquences, etc.) seront reportés à la supervision.

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.2.9 Tableau de bord

Les appareils de mesures doivent être du type numérique.

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.2.10 Constitution du bâti de groupe

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.2.11 Caractéristiques du moteur

Type : **diesel à injection directe**

Cycle : **4 temps**

Disposition des cylindres : **en V ou en L**

Vitesse moyenne des pistons : **inférieur à 8 m/s**

Consommation en carburant : **inférieur à 195g/kWh**

Complément de spécifications, voir **Spécifications Techniques Générales (STG)**.

V.2.2.2.12 Accessoires montés sur le groupe

Voir les spécifications techniques générales. A noter :

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

V.2.2.2.13 Accessoires hors châssis

Voir paragraphe **V.2.4 ACCESSOIRES DES GROUPES ELECTROGENES**

V.2.2.2.14 Insonorisation

Les groupes électrogènes et accessoires devront respecter certaines mesures de traitement acoustique, qui sont assurées par la mise en place :

- ✓ De dispositifs antivibratiles de type silentblocs,
- ✓ 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.
- ✓ Les portes et les baies vitrées de la salle de contrôle seront conçues de façon telle qu'elle garantisse une atténuation phonique d'au moins 40 dBA. Les portes les baies vitrées 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.

V.2.2.3 Alternateurs

V.2.2.3.1 Généralités

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

Complément de spécifications, voir **Spécifications Techniques Générales (STG)**.

V.2.2.3.2 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.

V.2.2.3.3 Surcharge

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.3.4 Variation de tension en régime établi

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.3.5 Variation en régime transitoire

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.3.6 Excitation – Régulation

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.3.7 Préchauffage

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.2.3.8 Surchauffe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

V.2.3 ARMOIRES ET COFFRETS LIES AUX GROUPES

V.2.3.1 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).

V.2.3.2 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 commentés des automates seront remis en fin de travaux dans les DOE ;
- ✓ L'accès aux programmes sera verrouillé par un code d'accès qui 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.
- ✓ En fin de travaux, les valeurs des réglages ainsi les codes d'accès seront remises dans les DOE.
- ✓ Les armoires automates 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,

L'ensemble des systèmes d'automates doivent être interopérables et les matériels interchangeables.

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

V.2.3.2.1 Surveillance secteur

Le secteur (SONELEC ou CPV) 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 $\pm 5\%$ ou lorsque la rotation de l'ordre de phases est inversée. Toutefois, les relais de détection de ces défauts seront réglables dans une fourchette de 0 à $\pm 20\%$.

Le contrôle des paramètres secteur (tensions, fréquences, ordre de phase) se fera au niveau du tableau BT non secouru.

V.2.3.2.2 Démarrage des groupes

Le démarrage du groupe choisi prioritaire est assuré par un double système de démarreurs électriques 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.

V.2.3.2.3 Temps de prise en charge

Sur défaut secteur (SONELEC ou CPV), 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.

V.2.3.2.4 Arrêt des groupes

Sur le retour du secteur (SONELEC ou CPV) 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 par l'exploitant de 0 à 5 minutes.

V.2.3.3 Exécution générale

- 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.
- 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.

V.2.3.4 Équipements des armoires

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

- ✓ L'asservissement du régulateur,
- ✓ L'automate et tout le relaying de fonctionnement et de signalisation propre au groupe et à ses accessoires,
- ✓ L'alimentation continue nécessaire à l'automatisme du groupe (automate et éventuellement relaying) 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 relaying 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.

V.2.3.5 Signalisation

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

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

V.2.3.6 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.

V.2.4 ACCESSOIRES DES GROUPES ELECTROGENES

(Voir PLAN N°EB_HAH_06_SYNOPTIQUE DES FLUIDES)

V.2.4.1 Stockage du combustible

Pour mémoire :

Pour l'ensemble des groupes, les deux citernes de stockage enterrées de capacité unitaire de 15 000 litres,

située à l'extérieur du bâtiment centrale électrique seront maintenues avec une mise à niveau.

Chacune sera équipée de :

- ✓ Deux trous de visite dont un seul sera équipé,
- ✓ Détecteur de fuites avec déports alarmes à la supervision ;
- ✓ Divers raccords : remplissage, évent, aspiration, retour trop plein, etc.,
- ✓ Une jauge électronique avec lecture à distance sur un écran et déport (lectures et alarmes) à la supervision 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,
- ✓ Des filtres classiques ;
- ✓ Compteurs pour la consommation de gasoil dont les valeurs seront reportées à la supervision ;
- ✓ Il sera fourni une jauge manuelle (latte graduée) adaptée aux cuves et permettant d'effectuer des lectures directes des mesures.
- ✓ Toutes les vannes ou fonctions similaires seront équipées de contacts auxiliaires fins de course dont les positions seront reportées à la supervision ;

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.

Nota : les états de tous les éléments fonctionnels des systèmes d'alimentation des groupes électrogènes (niveaux des fluides dans les réserves, position des vannes, états des pompes, etc.) devront être prise en compte dans la supervision.

V.2.4.2 Circuit à combustible

Il sera prévu trois 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,
- ✓ Le bac de rétention de 300 litres monté sur pied (minimum 10 cm) pour les deux réservoirs journaliers.
- ✓ Afin de se prémunir de tout risque lié à une fourniture de gasoil de mauvaise qualité, des dispositions appropriées devront être proposées par l'Entreprise pour la filtration du carburant notamment la mise en place d'une centrifugeuse.
- ✓ Les réservoirs, en tôle acier, seront équipés chacun de :
 - Une jauge visuelle et une jauge manuelle (barrette graduée) de secours,
 - Un évent,
 - Un raccord trop plein,
 - Une vanne de vidange,
 - Des capteurs de différents niveaux dont les valeurs seront reportées à la supervision ;
- ✓ Trois niveaux (haut, bas, très bas) d'alarmes seront configurés.
- ✓ Un compteur pour la consommation de gasoil dont les valeurs seront reportées à la supervision ;
- ✓ 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 classique adapté ;
- Un filtre décanteur gasoil avec cuve en verre transparent et vis de purge ;

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.

Nota : les états de tous les éléments fonctionnels des systèmes d'alimentation des groupes électrogènes (niveaux des fluides dans les réserves, position des vannes, états des pompes, etc.) devront être prise en compte dans la supervision.

V.2.4.3 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.

V.2.4.4 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 250 litres.
 - Les états de tous les éléments fonctionnels des circuits (niveaux d'huile dans les réserves, position des vannes, états des pompes, etc.) devront être prise en compte dans la supervision

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.

V.2.4.5 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 dB minimum) disposé horizontalement et suspendues 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 devra dépasser la toiture du bâtiment centrale électrique et devra être terminé par un système assurant une protection contre la pluie et les effets du vent.

V.2.4.6 Système de démarrage électrique

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.
- ✓ Chaque jeu de batteries sera prévu pour prendre en compte 10 tentatives de démarrage, au minimum.
- ✓ Ils fourniront la tension adaptée (12, 24 ou 48 volts) et posséder 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.

V.2.5 CANALISATIONS, PEINTURE ET ISOLATION

V.2.5.1 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 ;
- ✓ Les états de tous les éléments fonctionnels des circuits (niveaux d'huile dans les réserves, position des vannes, états des pompes, etc.) devront être prise en compte dans la supervision
- ✓ 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.

V.2.5.2 Peinture

V.2.5.2.1 Extérieure

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.5.2.2 Intérieure ou extérieure

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.2.5.2.3 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.

V.2.5.3 Repérage des canalisations

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

V.2.5.3.1 Principe de repérage

- ✓ Eau naturelle : vert
- ✓ Gas-oil : marron
- ✓ Gas-oil (retour interne) : marron 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.

V.2.5.4 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.

V.2.6 OUTILLAGE ET EQUIPEMENTS D'ATELIER

L'atelier sera équipé des lots d'outillage figurant sur les listes ci-après.

V.2.6.1 Outillage et appareils de mesure

Désignation	Marque / Qualité	Unité	Qté
Armoire d'outillage mécanique en servante	FACOM	Ens	1
Echafaudage roulant alu hauteur 7 m	MANUTAN	U	1
Perceuse visseuse / Boulonneuse sans fil Pro y compris accessoires	BOSCH	U	1
Sonomètre numérique pro		U	2
Clés dynamométrique 6,7 à 135Nm électronique couple et angle avec cliquet	FACOM	U	1
Adaptateur Dynamométrique 17 À 340 Nm	FACOM	U	1
Compresseur mobile 8 bars	MANUTAN	U	1
Soufflette à air comprimé	MANUTAN	U	2
Coffret de douilles 1/4" 5,5 à 14 mm et embouts	FACOM ou similaire	U	1
Doigt mécanique	FACOM ou similaire	U	1
Coffret 17 outils isolés (travaux sur batteries)	FACOM	U	1
Boîte d'outillage métrique de 95 outils (électriciens)	FACOM	Ens	1
Coupe câble manuel	FACOM	U	1
Valise d'outillage métrique et en pouce de 99 outils	FACOM	Ens	1

Mètre à ruban	FACOM	U	1
Rallonge 40 m	MANUTAN	U	2
Pince à sertir manuelle de 10 à 70 mm ²	CEGERS	U	1
Presse hydraulique manuelle avec jeux matrices pour cosses et connecteurs de 6 à 240 mm ² .	CEGERS ou plus	Ens.	1
Pince à sertir manuelle pour cosses isolées	FACOM	U	1
Lampe à phare orientable	LEGRAND	U	2
Multimètre avec sonde de température	METRIX	U	1
Casque anti-bruit	MANUTAN	U	7
Casque renforcé	MANUTAN	U	7
La mallette autonome portable de tests de qualités essentielles du gas-oil, complet avec kit de tests de rechange	GESERCO ou plus	U	1
Mallette autonome Portable de tests de qualité des huiles moteur diesel, complet avec kit de tests de rechange	GESERCO ou plus	U	1
Thermomètre infrarouge haute température	FLUKE 572-2	U	1
Kit extracteur d'injecteur moteurs diesel (universel)	Wurth ou similaire		
Dispositif de recherche de défaut sous tension (adapté au type de CPI fourni)	MERLIN GERIN ou similaire	U	1
Dispositif de recherche de câbles (sous et hors tension)	FLUKE	U	1
PC avec les licences des logiciels d'exploitations et de maintenance des principaux équipements (Groupes électrogènes, onduleurs, régulateurs, automates, AutoCAD, Etc.)	Type professionnel	U	1
Télémètre laser Pro portée 120 mètres	BOSCH	U	2
Détecteur d'angle numérique et inclinomètre Pro	BOSCH	U	1
Lunettes connectées Pro	Type professionnel	U	2
Contrôleur d'isolement	CHAUVIN ARNOUX	U	1
Contrôleur de terre	CHAUVIN ARNOUX	U	1
Analyseur de réseau	CHAUVIN ARNOUX	U	1
PC avec les licences des logiciels d'exploitations pour l'ingénierie avec les principaux logiciels d'ingénierie (Suite CANECO « HT, BT, Solar » ; AutoCAD ; PVSYST, Archelios suite, Etc.), les licences doivent être hors-lignes et longue durée	Type professionnel	U	1
Contrôleur de rotation de phase	CATU	U	1
Contrôleur de différentiel	METRIX	U	1
Pince harmonique (mesures AC, DC, etc.)	CHAUVIN ARNOUX	U	1
Luxmètre portable professionnel et accessoires	CHAUVIN ARNOUX	U	1
Caméra thermique	FLUKE	U	1
Boîte outillage pour le photovoltaïque	KNIPLEX ou similaire	U	2
Appareils Soudeuse pour fibre optique cœurs à cœurs et accessoires	SUMITOMO	U	1
Réflexomètre OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer)	SUMITOMO	U	1
Outil de dépannage optique	AFL/FLEXSCAN TS100	U	1

V.2.6.2 Outillage spécifique

Pour pouvoir assurer la maintenance des installations, il sera fourni l'outillage spécifique pour les principaux équipements suivants :

- ✓ Groupe électrogène : l'outillage spécial nécessaire aux opérations de démontage et de montage du groupe électrogène et ses auxiliaires pour les entretiens courants et les révisions jusqu'à 1500 et 2000 heures de marche.
- ✓ 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
- etc.

V.2.7 ESSAIS DU GROUPE ELECTROGENE

V.2.7.1 Généralités

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.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.

V.2.7.3 Essais concernant l'alternateur

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.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.

V.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.

V.3 ÉQUIPEMENTS ELECTRIQUES

V.3.1 ÉQUIPEMENTS HAUTE TENSION

V.3.1.1 Généralités

Ces spécifications concernent les équipements HT relatifs à la production (CPV), au transport de l'énergie de/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 – 50 Hz ;
- ✓ Les antennes techniques seront réalisées en 3,2 kV – 50 Hz.

Toutes les cellules HT y compris les cellules du PDL font partie du présent lot.

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.

V.3.1.2 Spécifications des cellules HT

V.3.1.2.1 Spécifications générales des cellules HT

Les tensions d'isolement seront supérieures ou égales à :

- ✓ 24 kV pour les cellules exploitées en 15 kV ;
- ✓ 7,2 kV pour les cellules exploitées en 5,5 kV ;
- ✓ 3,6 kV pour les cellules exploitées en 3,2 kV.

Toutes les cellules seront de type préfabriqué protégé d'un modèle existant sur catalogue. Elles seront étanches à la poussière et seront pourvues d'une isolation entre le jeu de barre et le compartiment intérieur.

De l'extérieur des cellules, il devra être possible de savoir si les appareils de coupure situés à l'intérieur de la cellule sont en position « ouvert » ou « fermé ».

Des dispositifs de verrouillage seront prévus par serrure robuste ayant pour but :

- ✓ D'empêcher l'ouverture des panneaux avant des cellules si toutes les manœuvres d'isolement préalables n'ont pas été effectuées,
- ✓ D'empêcher la fermeture en charge des sectionneurs de terre en les asservissant à l'ouverture préalable de l'interrupteur H.T. ou disjoncteur B.T. correspondant.

Spécifications complémentaires voir les [Spécifications Techniques Générales](#).

V.3.1.2.2 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 : 15kV ou 5,5kV
- ✓ Tension d'isolement : 24 KV ou 7,2 kV ;
- ✓ 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 côtés, IAC : A-FL ;
- ✓ 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,
- ✓ Plaque 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](#).

V.3.1.2.3 Transformateurs de puissance - Postes de transformation

V.3.1.2.3.1 Transformateurs élévateur / abaisseurs pour la production PV

Le transformateur HT/BT, enroulements en cuivre à isolement dans l'huile végétale à remplissage intégral sous vide, doit être conforme aux normes françaises (NFC 52100, NFC 52112-1, etc.), HD 428.1.S1 et à la norme CEI 60076 ou similaire.

Le transformateur élévateur sera installé dans le local HT à la CPV et le transformateur abaisseur dans le Poste de livraison. Ces transformateurs doivent posséder les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ Puissance **630 kVA** ;
- ✓ Primaire : Neutre sortie en B.T.,
- ✓ Tension primaire 230/400 V,
- ✓ Tension secondaire en charge 20 kV ;
- ✓ Enroulement en cuivre ;
- ✓ Pertes : A0Ak, selon réglementation ECODSIGN R(UE) 548/2014 du 21/05/2014 ;
- ✓ Installation intérieure ;
- ✓ Prise de réglages 5 positions ;
- ✓ Cuve étanche à remplissage total ;
- ✓ Traitement et revêtement anti-corrosion de classe C4 minimum ;
- ✓ Bac de rétention ;
- ✓ Etc.

En outre, les dispositifs de protection suivantes doivent être fournis et installés, il s'agit de :

- ✓ Dispositif de détection DGPT2 (gaz, surpression, température) agissant sur le dispositif de coupure HTA et BT ;
- ✓ Rétention totale du diélectrique par bac ;
- ✓ Parois coupe-feu 1h ;
- ✓ Détection automatique d'incendie ;
- ✓ La surveillance du niveau d'huile ;
- ✓ Déport de toutes les données de protections à la supervision.

Pour mémoires, voir [Spécifications Techniques Générales \(STG\)](#).

V.3.1.2.3.2 Postes élévateurs et abaisseurs triphasés

Les postes élévateurs et abaisseurs monophasés comprendront chacun, dans une enveloppe en aluminium peinte (IP 21 pour les postes élévateurs "modules intérieurs", IP 44 pour les postes abaisseurs "modules extérieurs") :

- ✓ Un module de transformation constitué d'un transformateur (abaisseur ou élévateur), conforme aux normes NFC 52 410, ayant les caractéristiques suivantes :
 - Puissances : 63 à 250 kVA
 - Tensions : 230 ou 400V/950 à 5500V ou 950 à 5500V/230 ou 400V ;
 - Enroulements HT/BT: cuivre
 - Type : araldite, incorrodable, étanche, enterrable et débouchable
 - Degrés de protection : IP 68
 - Couplage : monophasé/monophasé ou triphasé/triphasé
 - Diélectrique : huile végétale
 - Protection HT : par fusible HPC (transformateur élévateur) avec signalisation renvoyée à la supervision ;
 - Protection thermique : par sonde incorporée au bobinage ;
 - Protection d'accès : verrouillages par clé ;
 - Protections différentielles à seuils avec signalisation renvoyée à la supervision ;
 - Le poste sera équipé d'un commutateur de réglage de tension (prises : $\pm 2,5$ % et ± 5 %), par barrette manœuvrable hors tension.
 - Disposer d'une plaque de fond et des grillages anti-insectes sur les aérations ;
- ✓ Un module de sectionnement constitué d'un commutateur / sectionneur à 3 positions permettant le fonctionnement normal, la mise à la terre et en court-circuit et la mesure d'isolement du réseau HT.

Pour mémoire, voir [Spécifications Techniques Générales \(STG\)](#).

V.3.2 ÉQUIPEMENTS BT

V.3.2.1 Stabilisateur de tension réseau, de type statique

Il sera fourni, installé et mis en service un stabilisateur statique de tension, triphasé à phases indépendantes. Cet stabilisateur devra être capable de compenser les variations de la valeur de tension sur la ligne d'entrée provoquée par la baisse (en raison de lignes sous-dimensionnées de distribution, la connexion de charges importantes sur le réseau, les défauts de terre, etc.) et l'augmentation (générées par la déconnexion de grosses charges, l'augmentation de la tension à la production d'énergie, les événements atmosphériques etc.).

V.3.2.1.1 Caractéristiques électriques

- ✓ Puissance : 500 kVA ;
- ✓ Tension d'entrée : 230/400 V $\pm 15/\pm 20$;
- ✓ Tension de sortie : 230/400 V $\pm 1\%$ (au maximum) ;
- ✓ Réglage de la tension : Contrôle IGBT (technologie à double conversion) ou équivalent
- ✓ Fréquence : 50 Hz $\pm 5\%$;
- ✓ Variation de charge admissible : jusqu'à 100% ;
- ✓ Déséquilibre de charge admissible : 100% ;
- ✓ Surcharge admissible : supérieur à 150% pour 2 min ;
- ✓ Affichage : multimètre digitale ;
- ✓ Protection contre les surtensions : parafoudre classe II et classe I ;
- ✓ Interrupteur automatique en entrée et sortie ;
- ✓ By-pass manuel permettant de le court-circuiter (en cas de nécessité) ;
- ✓ Fusibles de protection des circuits auxiliaires.
- ✓ Etc.

V.3.2.1.2 Caractéristiques générales

- ✓ Distorsion harmonique nulle ;
- ✓ Tension de sortie en phases avec la tension d'entrée ;
- ✓ Rendement élevé supérieur à 95% ;
- ✓ Fonctionnement sans déclassement avec les charges non linéaires ;
- ✓ Réglage progressif de la tension ;
- ✓ Ventilation naturelle (extraction d'air au-delà de 35°C) ;
- ✓ Température ambiante de fonctionnement : 0 à +45°C ;
- ✓ Humidité relative maximale : 95% ;
- ✓ Fonctionnement : continu ;
- ✓ Montage : sur châssis rigide ;
- ✓ Degré de protection : par capot (IP 21) ;
- ✓ Déplacement : par roulettes ;
- ✓ Monitoring possible à distance (connexion Ethernet, GPRS, etc.)
- ✓ Etc.

V.3.2.2 Tableaux et armoires BT

L'indice de protection des armoires et tableaux BT installés dans les salles climatisées sera IP21.

Pour mémoire, voir *Spécifications Techniques Générales (STG)*.

V.3.2.3 Appareils Basse Tension (BT)

V.3.2.3.1 Caractéristiques des disjoncteurs

✓ 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

✓ 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 : 106 A²s pour les calibres ≤ à 250 A, 5 x106 A²s 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 ≤ 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.

✓ 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 voltméttriques (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.
- Etc.

V.3.2.3.1.1 Exigences concernant les protections

✓ 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

✓ Déclencheur magnétothermique de 16 à 250 A

Caractéristiques :

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

✓ 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
- Le déclencheur électronique comportera les fonctions de contrôle suivantes, au minimum :

- Contrôle de charge (hors moteur) - 2 LED d'indication de charge, une allumée au-dessus de 90 % de I_r , 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 autotests (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)
- ✓ Déclencheurs pour applications simples sans mesure et sans communication.
 - Protection long retard (LR) : I_r réglable de 36 % à 100 % du calibre nominal du déclencheur (par commutateurs)
 - Protection court retard :
 - I_m réglable de 1,5 à 10 fois la valeur du courant de réglage thermique (I_r) (par commutateur)
 - Temporisation fixe à 40 ms
 - Protection instantanée : seuil fixe entre 11 et 19 I_n 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,
- ✓ Déclencheurs pour applications complexes ou nécessitant mesure, communication

Protection :

- Protection long retard (LR) :
 - I_r réglable de 36 % à 100 % du calibre nominal du déclencheur (par commutateur)
 - Temporisation réglable de 0,5s à 6 I_r à 16s à 6 I_r
- Protection court retard :
 - I_{sd} réglable de 1,5 à 10 fois la valeur du courant de réglage thermique (I_r) (par commutateur)
 - Temporisation réglable de 0 à 0,4s avec option I^2t ON ou OFF
- Protection instantanée : réglable de 1,5 à 11 I_n
- 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 I_r des phases (jusqu'à 1,6 I_r).

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.

V.3.2.3.1.2 Exploitation – Maintenance (Déclencheurs électroniques)

✓ 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.

✓ Alarmes

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

- Ces alarmes pourront être affectées à des sorties pour signalisation.
- Ces alarmes seront horodatées.

✓ 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.

✓ 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

✓ 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

✓ 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.

✓ 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.

V.3.2.3.2 Inverseur électromécanique

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

Pour mémoire, voir [Spécifications Techniques Générales \(STG\)](#).

V.3.2.3.3 Relais

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.3.2.3.4 Protection et contrôle

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.3.2.3.5 Appareils de mesure et de comptage

- ✓ Appareils de mesure : tous les appareils de mesures doivent être du type numérique.

Spécifications complémentaires, voir [Spécifications Techniques Générales \(STG\)](#).

- ✓ Compteurs

Pour mémoire, voir [Spécifications Techniques Générales \(STG\)](#).

- ✓ Boîtes d'essais

Pour mémoire, voir Spécifications Techniques Générales (STG).

- ✓ Convertisseurs de mesure

Pour mémoire, voir Spécifications Techniques Générales (STG).

V.3.2.3.6 Répartiteurs courants faibles

Pour mémoire, voir Spécifications Techniques Générales (STG).

- ✓ 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.

V.3.2.4 Système automatique de compensation d'énergie réactive et filtre anti-harmonique

Le système (armoire) de compensation doit être du type automatique à gradins avec commutateur électronique (contacteurs statiques à thyristors) et intégrant un filtre anti-harmoniques. 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, sera supérieur à **0,95** et l'élimination des Cinquante (50) premiers rangs d'harmoniques impaires. En aucun moment, le système ne devra pas constituer une gêne au fonctionnement des équipements (transformateurs, stabilisateur de tension statique, groupes électrogènes, les équipements PV, etc.). La batterie de compensation sera raccordée sur le jeu de barres non secourues.

Le module filtre anti-harmonique doit être du type actif permettant ainsi d'éliminer les courants harmoniques produits par les charges non-linéaires réparties dans les installations. Cette armoire sera raccordée sur le jeu de barres secourues.

Le filtre doit, au minimum, disposer les caractéristiques suivantes :

- ✓ Il doit être capable de mesurer les harmoniques du courant, calculer les harmoniques de chaque composant du réseau et pour chacun injecter un courant équivalent, par module et par ordre harmonique, afin de les éliminer pour que le courant reste à la même fréquence fondamentale.
- ✓ Compensation jusqu'à la 50ème harmonique, sélectionnables individuellement ;
- ✓ Adopter une technologie numérique et permettent de garantir une haute performance en termes de :
 - Vitesse de réponse ;
 - Robustesse et fiabilité pour une utilisation dans des environnements industriels difficiles
 - Rapidité de maintenance / réparation
 - Adaptation aux changements d'harmoniques du réseau dus à la modification de la topologie et/ou à la présence de nouvelles charges non linéaires.
 - Etc.

Pour mémoire, voir Spécifications Techniques Générales (STG).

V.3.2.5 Chargeurs et batteries d'accumulateurs

V.3.2.5.1 Généralités

Les chargeurs existants seront maintenus.

V.3.2.5.2 Ensemble Chargeurs et batteries d'accumulateurs pour démarrage des groupes

Pour mémoire, voir Spécifications Techniques Générales (STG).

V.3.2.6 Synoptique de contrôle

(Voir PLAN N°EB_HAH_05 ECRAN SYNOPTIQUE MURAL)

Ça sera un écran LED de 65 pouces et disposant de tous les ports de connectiques (HDMI, Ethernet, etc.) permettant de représenter 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.

V.3.2.6.1.1 Conception

Il représentera au moyen de graphisme :

- ✓ Les arrivées électriques générales en provenance du poste de livraison, de la centrale PV ;
- ✓ Les principaux équipements : groupes électrogènes, transformateurs, ASI, centrale PV, etc.,
- ✓ Les liaisons HT (SONELEC, CPV, Bloc Technique, Poste P1, les antennes Navids, etc.),
- ✓ 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, CCR, Localizer, CPV, Poste P1, Glide, CED, CRD, Magasin, VOR/DME, Représentation, Garage, Infirmerie, Station météo...

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

Le " fond " sera de couleur claire.

La conception devra permettre des éventuelles extensions des installations électriques.

V.3.2.7 Pupitre de commande

V.3.2.7.1 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.

V.3.2.7.2 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. Le **PLAN N°EB_HAH_04 PUPITRE DE COMMANDE ET 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.

V.3.2.7.3 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 pré-lancement 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.

V.3.2.7.4 Contrôle

V.3.2.7.4.1 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.

V.3.2.7.4.2 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.

V.3.3 ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES

Pour mémoire, voir Spécifications Techniques Générales (STG).

V.4 CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE (CPV)

La Centrale PV sera constituée de l'ensemble d'équipements BT, HT, accessoires, etc. Elle devra être réalisée conformément aux normes et guide technique en vigueur en la matière.

V.4.1 PROTECTION HT

V.4.1.1 Système de découplage

Conformément aux normes NF C13 100 et NF C13 200, imposant une protection de découplage pour toute installation de production couplée au réseau, même fugitivement ; un dispositif de découplage sera fourni, installé et mis en service.

V.4.1.2 Appareils de protection HTA

Il sera fourni, installé et mise en service des cellules HTA assurant toutes les protections relatives à ce genre de poste notamment les normes et les textes réglementaires en vigueur en la matière en République du Tchad ou à défauts celles appliquées en France.

V.4.2 TRANSFORMATEURS BT/HTA

Le transformateur BT/HT, à isolement dans l'huile végétale à remplissage intégral sous vide, doit être adapté aux installations photovoltaïques et conforme aux normes françaises (NFC 52100, NFC 52112-1, etc.), HD 428.1.S1 et à la norme CEI 60076 ou similaire.

Le transformateur sera installé dans le Local transformateur et doit posséder les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ Puissance **630 kVA** ;
- ✓ Neutre sortie en B.T ;
- ✓ Enroulements HT/BT en cuivre
- ✓ Tension primaire 230/400 V,
- ✓ Tension secondaire en charge 15 kV ;
- ✓ Pertes : A0Ak, selon réglementation ECODESIGN R(UE) 548/2014 du 21/05/2014 ;
- ✓ Installation intérieure ;
- ✓ Cuve étanche à remplissage total ;
- ✓ Bac rétention ;
- ✓ Disposer d'un écran électrostatique entre enroulements BT et enroulements MT en vue d'interdire tout couplage capacitif entre circuits primaire et secondaire ;
- ✓ Enroulements BT à isolation renforcée vis-à-vis des surtensions induites ;
- ✓ Adaptation aux cycles de charge spécifiques aux centrales de production ;
- ✓ Traitement et revêtement anti-corrosion de classe C4 minimum ;

- ✓ Toutes les options permettant de garantir un meilleur fonctionnement du système doivent être intégrées ;
- ✓ Etc.

Ce transformateur doit être spécialement conçu pour répondre aux contraintes liées à la production d'électricité notamment les exigences d'exploitation propres aux installations de production photovoltaïque.

En outre, les dispositifs de protection suivantes doivent être fournis et installés, il s'agit de :

- ✓ Dispositif de détection DGPT2 (gaz, surpression, température) agissant sur le dispositif de coupure HTA et BT ;
- ✓ Rétention totale du diélectrique par bac ;
- ✓ Détection automatique d'incendie ;
- ✓ La surveillance du niveau d'huile ;
- ✓ Déport de toutes les données de protections à la supervision.

Pour mémoires, spécifications complémentaires voir STG.

V.4.3 TABLEAUX BASSE TENSION BT

V.4.3.1 Tableaux Basse Tension (BT CC)

Les armoires électriques BT CC seront installées en amont et au plus près des onduleurs. Ces armoires recevront les câbles issus des coffrets de protections de string (table). Ils doivent disposer d'un pouvoir de coupure et sectionnement (intersectionneur à fusible) pour chaque câble, un interrupteur-sectionneur général ainsi qu'une protection contre les surtensions (parafoudre).

Afin de garantir un bon niveau de sécurité, il est préconisé les dispositions constructives suivantes :

- ✓ Choix d'une enveloppe non-propagatrice de la flamme ;
- ✓ Jeux des barres ;
- ✓ Dispositifs de présence tension ;
- ✓ Multimètres avec port de communication (tensions, courants, énergies, etc.) ;
- ✓ Protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ;
- ✓ Chaque regroupement du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement ;
- ✓ Poignet d'ouverture/fermeture avec clé ;
- ✓ Séparation des borniers positifs et négatifs avec une isolation appropriée ;
- ✓ Disposition des bornes terminales de telle sorte que les risques de court-circuits durant l'installation ou la maintenance soit improbables ;
- ✓ Les étiquettes devront comporter « danger, conducteurs actifs sous tension » et être facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, UV, ...) ;
- ✓ Disposer d'une plaque signalétique portant les informations électriques essentielles ;
- ✓ Disposer de protection transparente arrière et avant contre les contacts accidentels avec les jeux de barres.

Ces caractéristiques complètent celles définies dans les **Spécifications Techniques Générales (STG)** relatives aux armoires et coffrets BT.

V.4.3.2 Tableaux Basse Tension AC (BT AC)

Les BT AC recevront les câbles issus des onduleurs. Le transformateur BT/HTA sera raccordé au tableau BT principal.

Ces tableaux, fermant à clé, regrouperont :

- ✓ Choix d'une enveloppe non-propagatrice de la flamme ;
- ✓ Jeux des barres ;
- ✓ Dispositifs de présence tension ;

- ✓ Centrale de mesures (tensions, courants, puissances, énergies, etc.)
- ✓ Les organes protection et de sectionnement (disjoncteurs, Les interrupteur-sectionneurs, contacteurs, etc.) ;
- ✓ Borniers de raccordement ;
- ✓ Les pochettes pour l'emplacement des schémas électriques ;
- ✓ Etc.

Ces caractéristiques complètent celles définies dans les Spécifications Techniques Générales (STG) relatives aux armoires/coffrets BT et accessoires (disjoncteurs, relais, appareils de mesures, convertisseurs, inverseurs, étiquetages, etc.).

V.4.4 ONDULEURS

V.4.4.1 Onduleurs photovoltaïques

Les onduleurs à fournir et installer auront pour rôle de convertir le courant continu de l'énergie photovoltaïque en courant alternatif. Ces sont des onduleurs sans système de rechange des batteries intégré.

Chaque onduleur devra avoir, au minimum, les caractéristiques techniques suivantes :

Puissance nominale	7 x 100 kVA
Tension d'entrée CC maximum (MPP)	$\geq 1000V$
Tension de sortie AC	400 V \pm 1 % triphasé
Forme de la tension des sorties AC	Sinusoïdale pure
Fréquence de sortie	50 Hz \pm 1 %
Taux de distorsion en sortie	Inférieur à 3%
Rendement quel que soit le niveau de charge	Supérieur à 96%
Température ambiante de fonctionnement	0 à 60 °C
Surcharge admissible	125 % de la puissance nominale pendant 10 mn et 150 % pendant 1 mn
Tension de sortie en régime dynamique	Impact de charge de 0 à 100 % : \pm 2 % Impact de charge de 100 % à 0 : \pm 2 %
Bruit (émission sonore)	Inférieur à 65 dB à 1 mètre
Protection anti-retour de puissance	Interne
Interrupteur marche/arrêt à distance	Oui
Garantie	5 ans avec possibilité d'extension à 10 ans

- ✓ Possibilité de raccordement en parallèle ;
- ✓ Contacts multifonction programmable ;
- ✓ Répartition de la puissance réglable ;
- ✓ Conversion à plusieurs permettant d'améliorer la production d'énergie avec un faible niveau de rayonnement ;
- ✓ Protection contre surtempérature et surcharge ;
- ✓ Protection contre les courts-circuits ;
- ✓ Disposer de plusieurs entrées ;
- ✓ Disposer d'un MPPT sur chaque entrées ou groupes d'entrées ;
- ✓ Limiteurs de surtensions DC et AC, type 1 et/ou 2 ;
- ✓ Protection contre une polarité inversée ;
- ✓ Consommation à vide inférieure à 1% de puissance nominale ;
- ✓ 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) ;
- ✓ 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". La supervision devra permettre d'exécuter cette tâche à distance complétée par un

dispositif manuel d'acquiescement "défaut onduleur" par "bouton poussoir" accessible au personnel de maintenance pour qu'il puisse remettre l'onduleur en service.

Nota : Remarque, très importante, de sécurité pour les onduleurs sans transformateurs

- Dans le cas des onduleurs sans transformateur, la protection des personnes doit être garantie par un disjoncteur différentiel conformément à la norme DIN VDE 0126.1.1.
- L'onduleur doit comporter un contrôleur d'isolement côté DC permettant de prévenir d'un défaut éventuel d'isolement (entre chaque polarité et la masse) et provoquer l'arrêt éventuel de l'onduleur. Dans l'hypothèse où cette fonction ne serait pas assurée par l'onduleur, il y a lieu de rajouter un contrôleur d'isolement externe sur la partie continue avec signalisation du défaut visuelle et sonore à la salle de contrôle.

V.4.4.2 Onduleurs hybrides

Les onduleurs hybrides à fournir et installer devra avoir, au minimum, les caractéristiques techniques suivantes :

Puissance nominale (modulaire)	2 x 500 kVA (plusieurs modules de puissance)
Tension d'entrée AC	400/230 V \pm 10 % (paramétrable à \pm 15 %)
Tension de sortie AC	400/230 V \pm 1 %
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 98%
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°
Surcharge admissible	125 % de la puissance nominale pendant 10 mn et 150 % pendant 1 mn
Tension de sortie en régime dynamique	Impact de charge de 0 à 100 % : \pm 2 % Impact de charge de 100 % à 0 : \pm 2 %
Bruit (émission sonore)	Inférieur à 40 dBA à 1 mètre
Protection anti-retour de puissance	Interne
Interrupteur marche/arrêt à distance	Oui
Garantie	10 ans avec possibilité d'extension à 20 ans

- ✓ Ces convertisseurs doivent fonctionner : en mode chargeur en présence secteur SONELEC pour charger les batteries et en mode onduleurs en absence SONELEC pour générer les paramètres du réseau, si besoin ;
- ✓ Possibilité de régler la reconnaissance de charge en mode veille à partir d'une valeur basse dans une large plage ;
- ✓ Fonctionnement en parallèle ;
- ✓ Contacts multifonction programmable ;
- ✓ Répartition de la puissance réglable ;
- ✓ Relais de commutation rapide ;
- ✓ Limiteurs de surtensions DC et AC, type 1 ou 2 ;
- ✓ 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 ;

- ✓ 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". La supervision devra permettre d'exécuter cette tâche à distance complétée par un dispositif manuel d'acquiescement "défaut onduleur" par "bouton poussoir" accessible au personnel de maintenance pour qu'il puisse remettre l'onduleur en service.

V.4.5 BATTERIES

V.4.5.1 Local batteries

Un local appelé Local Batteries sera être aménagé. Cette salle sera indépendante et sans aucune autre affectation.

Les caractéristiques de ce local :

- ✓ Elle doit être climatisée, par au moins deux climatiseurs fonctionnant en redondance, afin de maintenir une température inférieure ou égale à 25°C ;
- ✓ Dimensions suffisantes pour la manutention des batteries ;
- ✓ Disposer d'au moins deux types de capteurs de température reliés au système de Supervision ;
- ✓ Isolation thermique des parois afin de faciliter le maintien de température ;
- ✓ Traitement anticorrosion de toutes les parties métalliques (le site est situé près de la mer) ;
- ✓ Disposer d'un Kit de prévention incendie ;
- ✓ Disposer des panneaux de sécurité ;
- ✓ Elle doit également être considérée comme un local ATEX (ATmosphère EXplosive), aucun matériel électrique non certifié ATEX ne doit y être installé ;
- ✓ Disposer d'éclairage avec des lampes basses consommations renfermées dans des appareillages antidéflagrants et commandées par des interrupteurs de type « contact de porte » placés à l'entrée de la salle.
- ✓ Sur la porte de la salle batteries seront signalés par affichettes de sécurité normalisées :
 - Interdiction de fumer ;
 - Danger de brûlure ;
 - Danger d'explosion ;
 - Risque de "chocs électriques".

V.4.5.2 Batterie d'accumulateurs

Les batteries d'accumulateurs devront être à **Lithium-Ion avec système BMS** intégré et doivent avoir, au minimum, les caractéristiques suivantes :

- ✓ Type : **Lithium-Fer-Phosphate (LFP)** ;
- ✓ Capacité utile : **1 heure d'autonomie à 100% de charge (500 kW)**. Le calcul doit intégrer les pertes de capacité des batteries dues au vieillissement dans le temps. ;
- ✓ Tension nominale : 3V à 5V ou toute tension compatible avec le système ;
- ✓ Capable de supporter les impacts de charges pendant les phases de basculement ;
- ✓ Capable de subir des décharges profondes allant jusqu'à 100% de la capacité nominale ;
- ✓ Capable d'accepter des vitesses (courants) élevées de décharges notamment en fonctionnement en ilotage ;
- ✓ Température de fonctionnement : jusqu'à 60° C
- ✓ Régime Charge : apte à accepter plusieurs régimes de charge ;
- ✓ Garantie produit : supérieure égale à 10 ans à 25°C ;
- ✓ Durée de vie : supérieure égale à 20 ans à 25°C ;

- ✓ Rendement charge/décharge : supérieure ou égale 90%
- ✓ Taux d'autodécharge : mensuel ne devra pas excéder 1% de la capacité nominale à une température ambiante de 25°C,
- ✓ Etc.

V.4.6 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

V.4.6.1 Modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques, **avec cadre sombre ou sans cadre**, devront avoir les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ Faible luminance des rayons réfléchis : inférieure à **10 000 Cd/m²**, ces performances de non-éblouissement devront être garanties dans le temps ;
- ✓ Capables de produire : **845 kWc**
- ✓ Résistante aux conditions environnementales et climatiques extrêmes :
- ✓ Température : 10° à + 85°C ;
- ✓ Humidité relative : jusqu'à 100% ;
- ✓ Vitesse du vent : les ensembles (modules et structures) doivent résister aux forts vents ;
- ✓ Précipitations : pluie battante continue, chutes de grêlons ;
- ✓ Conditions particulières : climat marin, climat tropical, etc. ;
- ✓ Puissance nominale (STC) : gamme de puissances disponible sur le marché grand public ;
- ✓ Le soumissionnaire doit fournir toutes les caractéristiques électriques de chaque module résultant du test en sortie de fabrication ;
- ✓ L'ensemble des modules constituant le champ photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques ou interchangeables avec une tolérance positif (idéalement +5%) sur la valeur de la puissance crête ;
- ✓ Les modules seront interconnectés entre eux de façon à obtenir plusieurs branches, dont les tensions nominales globales seront parfaitement compatibles avec les seuils des tensions admissibles à l'entrée des onduleurs ;
- ✓ Les modules doivent avoir des dispositions pour la mise à la terre avec identification du symbole approprié.
- ✓ Les caractéristiques électriques (puissances, tensions, courants) des modules seront précisées par le soumissionnaire pour les températures de jonction (Tj) : (Tj = 25°C, Tj = 50°C et Tj = 75°C) ;
- ✓ Les cellules des modules photovoltaïques seront en silicium cristallin (monocristallin ou polycristallin ou multicristallin). Les cellules seront protégées par un sandwich face avant en verre trempé (épaisseur 4 mm) et face arrière en tedlar ou verre trempé ;
- ✓ La puissance minimale de sortie des modules devra être garantie pendant une durée mini de 10 ans. Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10% ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés par les spécifications du ESTI implique l'échange des modules concernés par le prestataire ;
- ✓ Le soumissionnaire devra mentionner la (les) durée(s) de garantie des modules (caractéristiques électriques, durée de vie, etc.) ;
- ✓ 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 ;
- ✓ Les modules doivent être à 72 cellules et la tension de chaque string doit être adaptée au dispositif MPPT (Maximal Power Point Tracking) ;
- ✓ Le module devra disposer de :
 - Plusieurs Busbars, 5 au minimum ;
 - Un câble de sortie de longueur ≥ 1 mètre ;
 - Une dégradation induite par la lumière (LID) extrêmes faible ;
 - Une dégradation induite par le potentiel (PID) nul ;

- Une boîte de connexion au moins IP65 (les boîtes moulées ne sont pas acceptées) et des connecteurs appropriés au moins IP54 ;
- Des diodes by-pass (diodes de dérivation), elles doivent être de faible chute de tension directe (0,4V max) ;

N.B :

- ✓ L'appairage des modules doit être rigoureusement respecté lors des montages.
- ✓ Les performances des panneaux photovoltaïques sur le non-éblouissement devront être garanties dans le temps

V.4.6.2 Structures

Les structures d'assemblage et de support des modules (aussi appelées châssis) doivent remplir les conditions suivantes :

- ✓ Elles doivent être capables de résister aux conditions climatiques extrêmes locales ;
- ✓ Tous les équipements doivent être adaptés aux milieux agressifs sévères avec un traitement anti-corrosion de type milieux agressifs
- ✓ Les structures seront sérieusement ancrées à l'aide de systèmes de fixation résistant à l'arrachement et à la corrosion ;
- ✓ 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) ;
- ✓ L'Entreprise veillera à ce que le point le plus bas des modules se situe à 0,5-1 mètre du sol ;
- ✓ L'Entreprise veillera à ce que le point le plus haut des modules se situe au maximum à 2 mètres du sol ;
- ✓ Durée de vie : supérieure ou égale à 25 ans ;
- ✓ Etc.

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

V.4.6.3 Câblages et protections DC

V.4.6.3.1 Dimensionnement des composants DC

Tous les composants DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) seront calibrés conformément aux normes UTE C 15-712-1, C 15-712-2, NFC 15-100 ou équivalents.

Les calibres doivent être choisis en fonction de la valeur de courant et tension maximum des modules en série/parallèle.

V.4.6.3.2 Câbles DC

- ✓ Les câbles cheminant derrière les modules photovoltaïques doivent être du type PV et dimensionnés pour une température ambiante de 75°C, au minimum.
- ✓ Le choix des câbles doit être effectué en fonction des courants et tensions déterminés selon les précisions apportées par le paragraphe « Dimensionnement des composants CC ». Il sera fait référence aux normes en vigueur notamment celles relatives aux installations photovoltaïques autonomes.
- ✓ Tous les câbles seront sélectionnés de manière à ce que les risques de défaut à la terre ou de courts-circuits soient minimisés après installation.

- ✓ Les câbles doivent cheminer sur des chemins de câbles permettant une protection mécanique ;
- ✓ Les câbles doivent être dimensionnés de telle sorte que la chute de tension entre le champ PV et l'onduleur soit inférieure à 3% (idéalement 1%) ;
- ✓ Les câbles extérieurs doivent être à la fois, flexibles, stables aux UV, résistant aux intempéries, à la corrosion (pollution, brouillard salin...) et compatibles avec la connectique rapide le cas échéant ;
- ✓ Il y a lieu de dimensionner les câbles des chaînes en fonction du courant de défaut maximum éventuel et de la présence ou non d'une protection par fusible ;
- ✓ Pour des systèmes comportant davantage de chaînes (supérieur à 3) en parallèle, la protection par fusibles (sur chaque polarité de chaque chaîne) est exigée conformément aux guides UTE C 15-712-1, C 15-712-2.

V.4.6.3.3 Connecteurs courant continu (CC)

Les connecteurs doivent au minimum :

- ✓ Être dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés ;
- ✓ Assurer des connexions fiables tels que les connecteurs mâles et femelles reste ancrés l'un dans l'autre et ne peuvent être déconnectés qu'en actionnant un processus de déverrouillage mécanique ;
- ✓ Une étiquette « ne pas déconnecter en charge » doit être fixée à proximité des connecteurs ;
- ✓ Être débroschables surtout au niveau des modules photovoltaïques pour simplifier la procédure de maintenance ;
- ✓ Être de classe II ;
- ✓ Résister aux conditions extérieures (UV, humidité, température, ...) (> IP54) ;
- ✓ Comporter une indication de polarité (+ oui -).

V.4.6.3.4 Coffrets de protection des chaînes (strings)

Le système étant constitué de plusieurs chaînes et groupements de chaînes de modules, les coffrets serviront d'interconnexion et abriter certains éléments de protection (fusibles, sectionneurs, parafoudres, diodes de by-pass, points de tests, éléments (borniers ou module) pour l'acquisition des données).

Caractéristiques des coffrets :

- ✓ Ils devront être implantées en des lieux accessibles pour les exploitants et comportées des étiquettes de repérage et de signalisation de danger :
 - « Coffret de Protection de Chaînes N° xx » (CPC-xx) ;
 - « Armoire de Regroupement N° xx » (AR-xx) ;
 - Ces étiquettes devront comporter « danger, conducteurs actifs sous tension » et être facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, UV,) ;
- ✓ Chaque chaîne du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement ;
- ✓ Chaque coffret devra disposer son propre piquet de terre avec un bornier de test ;
- ✓ Disposer de plusieurs entrées pour strings et des sorties ;
- ✓ Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupes situés en dessous des coffrets, avec câblage « en goutte d'eau » ;
- ✓ Un interrupteur général CC sera intégré dans chaque coffret sur le départ de la liaison ;
- ✓ Afin de garantir un bon niveau de sécurité, il est préconisé les dispositions constructives suivantes :
 - Choix d'une enveloppe non-propagatrice de la flamme ;
 - Choix d'un matériel capable de résister à la température extrême et aux vents ;

- Protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ;
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ;
- Séparation des borniers positifs et négatifs avec une isolation appropriée ;
- Disposition des bornes terminales de telle sorte que les risques de courts-circuits durant l'installation ou la maintenance soit improbables.
- ✓ L'installateur veillera à ce que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité ;
- ✓ Chaque boîte doit fixer de façon suffisamment robuste pour résister aux contraintes cycloniques locales.

V.4.6.3.5 Fusibles

Lorsque la protection par fusibles s'impose (couplage parallèle de 3 chaînes ou plus) des fusibles doivent être installés à la fois sur la polarité positive et négative de chaque chaîne. Ces fusibles doivent posséder le marquage gp conformément à la NF EN 60269-6 et être dimensionnés et choisis conformément aux guides UTE C15-712-1&2.

V.4.6.4 Précautions de câblage

Tous les câbles, mécanismes, fixations et assemblages électriques seront installés en application des normes NF, CEI et autres règles appropriées.

L'ensemble des câbles de liaison utilisés en extérieur ou à l'intérieur du bâtiment répondra aux normes en vigueur (isolement, résistance aux ultraviolets, résistance mécanique, etc.), de même que les conduits utilisés pour le cheminement des câbles.

Les câblages extérieurs seront réalisés en câbles résistants aux influences externes pour le site concerné ; Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des câbles ou des conduits renforcés seront employés ;

Les fils électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu le fil bleu sera la polarité négative ; en courant alternatif phase : rouge/marron/noir, neutre : bleu, PE : vert-jaune) Les connexions électriques seront réalisées de manière à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion par suite par exemple, de traction exercée sur les câbles électriques.

V.4.6.5 Dispositions de câblage

Pour limiter les surtensions dues à la foudre, les conducteurs de polarité positive et négative des modules photovoltaïques doivent être jointifs avec la liaison équipotentielle.

En conséquence, on veillera à ce que les câbles de liaison entre le champ photovoltaïque et les équipements électriques soient plaqués sur toute leur longueur contre le câble de masse. Une protection complémentaire, type blindage permet d'augmenter le degré de protection. Ce blindage peut être réalisé en utilisant des goulottes métalliques raccordées à la masse côté capteurs et côté bâtiment.

V.4.6.6 Cheminement des câbles

Le cheminement des câbles électriques ainsi que leur fixation et celle des autres éléments comme par exemple les boîtes de jonction seront réalisées de manière à s'intégrer, au mieux, aux bâtiments concernés, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Les câbles doivent cheminer sur des chemins de câbles et être fixés correctement, en particulier ceux exposés au vent. Les câbles doivent cheminer dans des zones préalablement définies ou à l'intérieur de protections mécaniques. Ils doivent aussi être protégés des bords anguleux.

Une protection mécanique renforcée est exigée pour les câbles électriques (classe II) cheminant à l'intérieur du bâtiment entre les modules photovoltaïques et les onduleurs. Cela concerne le cheminement des câbles depuis les points de pénétration dans le bâtiment vers les onduleurs. La

protection mécanique renforcée interdira l'accès à ces câbles sous tension DC : câbles cheminant sous fourreaux fermés et non démontable de type gaines « PVC pression » collées.

Des étiquettes (type dilophane ou équivalent) seront apposées tous les 1m sur ces fourreaux avec mention « attention DANGER, installation photovoltaïque, câbles actifs sous tension durant la journée ».

Le cheminement devra être tel que la longueur soit la plus faible possible entre le champ photovoltaïque et l'onduleur. Les câbles (+) et (-) ainsi que la liaison équipotentielle devront être jointifs pour éviter des boucles de câblage préjudiciable en cas de surtensions dues à la foudre.

V.4.7 ESSAIS EQUIPEMENTS PV

Les essais ont pour but de vérifier la conformité des équipements aux normes en vigueur et aux spécifications définies dans le présent CCTP.

Tous les équipements PV ci-dessous doivent faire l'objet, chacun, d'une réception en usine.

V.4.7.1 Modules PV

V.4.7.1.1 Essais initiaux

- ✓ Examen visuel ;
- ✓ Détermination de la puissance maximale ;

V.4.7.1.2 Essais climatiques

- ✓ Essai de cycle thermique ;
- ✓ Essai de chaleur humide ;
- ✓ Essai de conditionnement aux UV ;

V.4.7.1.3 Essais mécaniques

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

V.4.7.1.4 Essais électriques et photoélectriques ;

- ✓ Essai d'isolement en milieu sec et humide ;
- ✓ Essai de continuité à la masse ;
- ✓ Essais PID et LID ;
- ✓ 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 thermique de diode Bypass ;
- ✓ Etc.

V.4.7.2 Onduleurs hybrides

- ✓ Plage de tensions de/vers batteries ;
- ✓ Seuils des tensions de démarrage/arrêt ;

- ✓ Capacité et célérité dans le changement de mode de fonctionnement (fonctionnement en mode onduleurs/fonctionnement en mode chargeur) en fonction de l'état du secteur SONELEC ;
- ✓ Fonctionnement autonome
- ✓ Système de limitation de puissance ;
- ✓ Temps de déconnexion sur perte de l'alimentation DC ;
- ✓ Temps de déconnexion sur fonctionnement hors plages DC ;
- ✓ Comportement (déconnexion, arrêt, limitation en puissance) de l'onduleur face aux paramètres hors tolérances.
- ✓ THD courant ;
- ✓ Etc.

V.4.7.3 Batteries

Des tests de sécurité et de performance seront réalisés conformément aux normes y relatives :

- ✓ IEC 62133 (Sécurité Lithium)
- ✓ IEC 60086-X (Sécurité et performances Piles Nickel et Lithium)
- ✓ IEC 61960 (performance Lithium)
- ✓ UN38.3 (Transport Lithium)
- ✓ Etc.

V.4.7.4 Onduleurs PV

- ✓ Plage de tensions de/vers batteries ;
- ✓ Seuils des tensions de démarrage/arrêt ;
- ✓ Plage de tensions et de courant MPP ;
- ✓ Temps de démarrage et connexion ;
- ✓ Système de découplage/couplage réseau ;
- ✓ Système de limitation de puissance ;
- ✓ Temps de déconnexion sur perte de l'alimentation DC ;
- ✓ Temps de déconnexion sur fonctionnement hors plages DC ;
- ✓ Comportement à l'ombrage ;
- ✓ Plage de tension réseau ;
- ✓ Plage de fréquence réseau ;
- ✓ Amplitude bosse de tension suite coupure réseau ;
- ✓ Rendement Total
- ✓ 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 (côté AC) suite coupure réseau ;
- ✓ Courant de fuite (côté DC) ;
- ✓ Défaut d'isolement ;
- ✓ THD courant ;
- ✓ Injection d'un courant DC sur le réseau ;
- ✓ Etc.

V.4.7.5 Le système de gestion d'énergie : synchronisation et basculements entre sources

Tous les scénarios de fonctionnement en situation normale de fonctionnement, en cas des défauts, etc. seront testés obligatoirement testés et vérifiés.

V.4.7.6 Câbles

Pour mémoire voire les **Spécifications Techniques Générales**.

V.6 CABLES HT, BT, CF ET DE TERRE

V.6.1 CABLES 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.

V.6.1.1 Câble HT 20 KV

Pour mémoire voire les **Spécifications Techniques Générales**.

V.6.1.2 Câble HT 5,5KV

Câble 6 / 6 (7,2) kV [ou 3,6 / 6 (7,2) kV] à ceinture armé avec gaine plomb. Section 3 x 35 mm².

Spécifications complémentaires voir les **Spécifications Techniques Générales**.

V.6.2 CABLES BT

V.6.2.1 Série 1000 V cuivre RVFV type extérieur rigide pour liaisons extérieures

Les câbles doivent être armés avec des feuillards en acier.

Pour complément de spécifications, voir les **Spécifications Techniques Générales**.

V.6.2.2 Série 1000 V - cuivre - R02V type rigide utilisée en intérieur

Pour mémoire voire 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.

V.6.2.3 Série 750 V - cuivre - type souple utilisé en intérieur

Pour mémoire voire 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.

V.6.2.4 Câbles - cuivre - type souple pour installations photovoltaïques

Ces câbles doivent avoir les caractéristiques suivantes au minimum :

- ✓ Conducteur : cuivre étamé, classe 5, selon EN 60228 ;
- ✓ Isolant : double isolation polyéthylène réticulé sans halogène ;
- ✓ Tension maximale de fonctionnement : supérieure à 1,5 kV ;
- ✓ Température de service maximale : 120 °C ;
- ✓ Résistance à la flamme : non propagateur de la flamme selon NF C32-070, EN 60332-1-2 ;

- ✓ Résistants aux UV ;
- ✓ Compatible (directive et certificats) : TUV 2, RoHS 2002/95/EC ;
- ✓ Etc.

V.6.3 CABLES CF

V.6.3.1 Câbles 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.

V.6.3.2 Câble à fibres optiques " FO "

V.6.3.2.1 Câble

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

Caractéristiques :

- ✓ Câble à fibres optiques, 14, 24 ou 58 brins en fonction des liaisons ;
- ✓ 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.

V.6.3.2.2 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.

V.6.4 CABLES DE TERRE

V.6.4.1 Nature des câbles

- ✓ Câbles de cuivre nu recuit.

V.6.4.2 Section des câbles

- ✓ Câble 50 mm^2 - 7 ou 19 brins torsadés de 20/10
- ✓ Câble 25 mm^2 - 7 ou 19 brins torsadés de 14/10

V.6.5 ESSAIS

V.6.5.1 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.

V.6.5.2 Essais sur les câbles HT

Pour mémoire voir les Spécifications Techniques Générales.

V.6.5.3 Essais sur les câbles BT

Pour mémoire voir les Spécifications Techniques Générales.

V.6.5.4 Essais sur les câbles de télécommande / télécontrôle (CF)

Mesures de réflectométrie pour les caractéristiques et performances des câbles à fibre optiques.

Pour mémoire voir les Spécifications Techniques Générales.

V.6.5.5 Contrôle du câble de terre

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

- ✓ Mesures de résistances linéiques,
- ✓ Contrôle de la constitution.

V.7 AUTOMATISME ET SUPERVISION

V.7.1 GENERALITES(PREAMBULE)

Afin de générer efficacement l'ensemble des systèmes électriques, configuration du système de production et distribution de l'énergie, Voir **PLAN N°EB_HAH_02-2 SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL NOUVEAU**, les dispositions suivantes seront donc prises :

- ✓ Trois automates de gestion pour les groupes électrogènes : un automate de gestion pour chaque groupe électrogène. Les automates groupes gèreront, également, les protections et les inversions des sources pour la partie BT (basculement KMS/KMG) ;
- ✓ Un automate pour la gestion des sources (inversion, protection, etc.) pour la partie BT (réseau SONELEC et production photovoltaïque). Cet automate devra mettre à la disposition de l'automate de gestion des sources BT toutes les informations devant conduire aux démarrages/arrêts des groupes électrogènes (défauts secteur SONELEC et Centrale PV).
- ✓ Un automate de gestion pour la supervision de l'ensemble d'installations.

NOTA : L'ensemble des systèmes d'automates doivent être interopérables et les matériels interchangeables.

V.7.2 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL

V.7.2.1 Parties logicielles de l'automate

V.7.2.1.1 Programmes

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

V.7.2.1.1.1 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 », 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.

V.7.2.1.1.2 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, etc.) 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 process 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 ;
 - Etc.

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 accordé la possibilité de recourir aux blocs programme appelé BFU (automates série 1000) et DFB (automates premium).

- La partie commentaire du DFB devra être complétée 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 seront 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 seront 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.

V.7.2.2 Parties matérielles de l'automate

V.7.2.2.1 Caractéristiques communes

- ✓ Tous les automates et matériels GTC installés sur la plateforme doivent être inters 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 devra s'effectuer 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 débroschables et embroschables sous tension sans provoquer l'arrêt de l'automate à l'exclusion de carte unité centrale et de la carte d'alimentation,

V.7.2.2.2 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.

V.7.2.2.3 Cartes d'entrées Tout Ou Rien (TOR)

- ✓ Alimentation : 24 VCC ;
- ✓ Nombre d'entrées par carte 8 à 64 voies ;
- ✓ Configuration des temps de filtrage entré 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 ;
- ✓ Etc.

V.7.2.2.4 Cartes de sorties Tout Ou Rien (TOR)

- ✓ Statiques 24 ou 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 ;

V.7.2.2.5 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.

V.7.2.2.6 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 devront être 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 ;
- ✓ Etc.

V.7.2.2.7 Cartes bus de terrain embarqué 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 devront se faire 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 ;
 - Etc.

V.7.2.3 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 devront être 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 ou 100 à 230 Vac ;
 - L'état des entrées sorties devront être 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.
- ✓ Cartes d'entrées sorties analogiques :
 - Fonctionnement tension : -10V-+10V ; 0 - 10V ; 0 - 5V.
 - Fonctionnement courant : 0 - 20 mA ; 4 - 20 mA.

V.7.2.4 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 sera protégée par un disjoncteur. Dans une station il devra y avoir 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 220VAC 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 devront être 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, assurera la liaison avec les interfaces d'entrées/sorties. Les interfaces d'entrées/sorties seront reliées aux cartes des automates ou des stations déportées sur réseau, par des cordons de pré câblage ;
- ✓ Si, du fait que les interfaces de précâblage 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 précâblage, sera apposée à l'intérieur de l'armoire ;
- ✓ Tous les équipements présents dans l'armoire seront repérés.

V.7.2.5 Réseaux industriels

V.7.2.5.1 Principes

Pour répondre aux besoins de communication inter-automates ou automates vers superviseurs, l'ensemble des équipements automates devront être interconnectés par des réseaux fibre optique, RS485 (protocole Modbus/série, FIPIO) ou Ethernet (protocole Modbus/TCP ou Ethernet/IP).

V.7.2.5.2 Réseau RS485

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

Les câbles seront repérés selon la logique tenant/aboutissant. Les repères seront 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 $120\Omega/\text{Km}$;
- Nombre de conducteurs 2 paires ;
- Section conducteurs $0,22\text{mm}^2$;
- Paires torsadées blindées paire à paire ;
- Conforme à la norme EIA RS485.
- ✓ Caractéristiques câbles FIPIO principaux :
 - Diamètre = $7,8\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$ employant 2 conducteurs de jauge 22 ;
 - Diamètre sur tresse = $6,4\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$;
 - Composé d'une paire torsadée d'impédance caractéristique $140\Omega < Z_c < 155\Omega$;
 - Atténuation à $1\text{Mhz} \leq 12\text{Db/Km}$;
 - Résistance linéique à $20^\circ\text{C} \leq 52\Omega/\text{Km}$ 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 $+70^\circ\text{C}$;
 - Température d'utilisation : $+5^\circ\text{C}$ à $+60^\circ\text{C}$;
 - Essais à la flamme : Norme UL VW-1 ;
 - Norme d'essai applicable : CEI.189.1 et CEI 885.1 ;
 - Conforme aux normes : NFC 46.604 ;
- ✓ Caractéristiques des câbles de dérivation :
 - Diamètre = $7,8\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$ employant 4 conducteurs de jauge 26.
 - Les autres caractéristiques sont identiques au câble principal.

V.7.2.5.3 Réseau Ethernet industriel

V.7.2.5.3.1 Switchs :

Chaque switch devra avoir une adresse IP et un nom unique.

- ✓ Principales 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 seront 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 normalisées ;
- Un bandeau de brassage cuivre (RJ45) ;
- Deux alimentations 24VCC dont les origines électriques sont distinctes, une origine ondulée, l'autre de source de secours 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 switchs et des équipements qui y sont connectés, il devra offrir toutes les fonctionnalités propres à ce type de logiciel. Il devra également permettre de configurer le réseau.

V.7.2.5.3.2 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 seront repérés selon la logique tenant/aboutissant avec le nom du réseau, le principe de repérage des liaisons filaires s'applique. Les nœuds du réseau fibre seront constitués des multiplexeurs.

En cas de nécessité le câble sera 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.

V.7.2.5.3.3 Câbles cuivre :

Tous les câbles seront au minimum de catégorie 5E.

V.7.3 SUPERVISION CENTRALISEE

V.7.3.1 Généralités

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

Elle devra permettre aux personnes autorisées : réception des notifications par email et par SMS, consulter le journal des événements et des alertes, voir graphiquement le fonctionnement et l'historique de fonctionnement sur un portail web.

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, de l'évolution des installations et l'état du réseau FO de transmission 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 ;
- ✓ L'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.
- ✓ 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 devra permettre de visualiser des pages (écrans) de textes, des tableaux et des schémas, animés en temps réel. A cette fin, il devra disposer de :
 - **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.
- ✓ Le système devra être capable d'alimenter la base des données de GMAO de l'ASECNA. À cet effet, une liste récapitulative de l'ensemble des équipements sera établie sous la forme d'une arborescence suivant un modèle fourni par l'ASECNA ;
- ✓ Le système devra également être capable d'assurer la sauvegarde automatique des données de fonctionnement (productions et consommations d'énergies, consommation en gazoil des groupes électrogènes, temps de fonctionnement, etc.) sur serveurs (local et distants) à travers des protocoles sécurisés ;
- ✓ Etc.

V.7.3.2 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 photovoltaïques, onduleurs hybrides ; etc.)
 - Tensions,
 - Fréquence,
 - Intensités,
 - Puissances,
 - Facteur de puissance,
 - Énergies,
 - Défauts,
 - Positions des dispositifs de protections (contacteurs, disjoncteurs, sectionneurs, fusibles, Etc.) ;
 - 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,
 - Les états de tous les éléments fonctionnels des systèmes d'alimentation des groupes électrogènes (niveaux des fluides dans les réserves, position des vannes, états des pompes, etc.) ;
 - etc.
- ✓ Paramètres relatifs au fonctionnement des installations électriques de la centrale, du réseau de transmission FO, de la centrale PV 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.

V.7.3.3 Principes de visualisation

V.7.3.3.1 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.

V.7.3.3.2 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 " réseau de transmission FO",
- ✓ Une page " arrivée HT",
- ✓ Une page "antennes HT",
- ✓ Une page "synoptique centrale",
- ✓ Une page "synoptique centrale PV",
- ✓ 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 « Circuits fluides » donnant les états de tous les éléments fonctionnels des systèmes d'alimentation des groupes électrogènes (niveaux des fluides dans les réserves, position des vannes, états des pompes, etc.) ;
- ✓ Une page "mesures" réseau HT,
- ✓ Une page "mesures" centrale PV,
- ✓ 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) ;

V.7.3.3.3 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)
 - Acquiescement défauts
- ✓ Une partie centrale qui recevra les schémas, textes et commentaires

V.7.3.3.4 Animation

L'animation sera obtenue par :

- ✓ Modification de schémas
- ✓ Changement de couleurs,
- ✓ Apport ou modification d'informations (textes, etc.).

V.7.3.3.5 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.

V.7.3.3.6 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.

V.7.3.3.7 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.

V.7.3.3.8 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.

V.7.3.3.9 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 -PV- BT non secouru – HQ - 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.

V.7.3.3.10 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 de la page "synoptique centrale PV" 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.

V.7.3.4 Pages d'aide à l'exploitation et à la maintenance

V.7.3.4.1 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 recourt systématiquement aux notices et recueils d'exploitation.

V.7.3.4.2 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 synoptique centrale PV,
 - Retour au sommaire spécifique,
 - Accès à la page de consignes,
 - Accès à la page suivante,
 - Retour à la page précédente,
 - "impression écran".

V.7.3.4.3 Contenu des pages

Il sera prévu une page "sommaires aides" qui permettra de se rendre sur les sommaires spécifiques (HT - BT – Centrale PV- Groupes - balisage - réseau de transmission FO, etc.).

V.7.3.4.3.1 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,

V.7.3.4.3.2 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.).

V.7.3.4.3.3 Aides centrale PV

Ces aides comporteront, en principe, les parties suivantes :

- ✓ Défauts d'isolement,
- ✓ Absence tension,
- ✓ Défauts synchronisation ;
- ✓ Défauts couplage/découplage ;
- ✓ Alarmes et défauts système de vidéosurveillance ;
- ✓ Défauts disjoncteurs,
- ✓ Alarmes tension continue,
- ✓ Défauts chargeurs,
- ✓ Défauts onduleurs,
- ✓ Défauts et alarmes autonomie batteries

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.

V.7.3.4.3.4 Alarme tension boucle HT 5500V

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.

V.7.3.4.3.5 Défaut isolement boucle HT 5500V

Même principes que pour l'alarme tension antenne.

V.7.3.4.3.6 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.

V.7.3.4.3.7 Alarmes transformatrices

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.

V.7.3.4.3.8 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.

V.7.3.4.3.9 Aides groupes électrogènes

Ces aides comporteront, en principe, les parties suivantes :

- ✓ Fonctionnement,
- ✓ Discordances,

- ✓ Indications spécifiques,
- ✓ Alarmes - défauts.

V.7.3.4.3.10 Fonctionnement

Cette partie précisera les différents modes possibles de fonctionnement des groupes, du système hydrique (sources classiques + PV) et de l'automatisme, les choix et sélections possibles.

V.7.3.4.3.11 Discordances

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

V.7.3.4.3.12 Indications spécifiques

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

V.7.3.4.3.13 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
- ✓ etc.

V.7.3.5 Consignation des états

V.7.3.5.1 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.

V.7.3.5.2 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.

V.7.3.5.3 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),

V.7.3.5.4 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.

V.7.3.5.5 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.

V.7.3.6 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.

V.7.3.7 Caractéristiques des équipements

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

- ✓ Un moniteur : écran plat LED de 32 pouces au minimum ;
- ✓ 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 multicœurs de génération la plus récente. Elle aura un disque dur d'une capacité suffisante pour emmagasiner 6 mois de la vie du système électrique (le mois actif et le 5 mois précédents). 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 consigneur).

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

V.7.4 VIDEO SURVEILLANCE

V.7.4.1 Consistance des travaux

Les travaux comprennent les éléments ci-après :

- ✓ La fourniture et la pose des caméras associées à un système anti-intrusion ;
- ✓ La fourniture et la pose d'un serveur vidéo au complet ;
- ✓ La fourniture et la pose de quatre haut-parleurs (un à chaque du champ) associé à la vidéosurveillance ;

- ✓ La fourniture et la pose d'une unité de stockage vidéo ;
- ✓ Deux haut-parleurs professionnels pour l'amplification des signaux avertisseurs, émis en cas de franchissement de la limite autorisée. L'avertissement devra être possible par des signaux pré-enregistrés ou par message vocal du personnel d'exploitation depuis la Salle de contrôle ;
- ✓ La fourniture et la pose des câbles de liaison avec la centrale électrique ;
- ✓ La mise en service ;

La réalisation de toutes les sujétions pouvant concourir au bon fonctionnement des installations, étant entendue que l'entrepreneur est censé compléter par ses connaissances tous les manquements éventuels pouvant se trouver dans le présent dossier.

V.7.4.2 Spécifications techniques

V.7.4.2.1 Caméras

Les six (06) 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) 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 sorties 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 et déclenchement d'alarme intrusion à la salle de Contrôle ;
- ✓ 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 seront de type installations extérieures avec dispositif de protection.

V.7.4.2.2 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 :

- ✓ Entrées vidéo pouvant aller jusqu'à 8 (fixes ou PTZ)
- ✓ Format Vidéo MJPEG, MPEG 2, MPEG 4, THEORA
- ✓ Nombre de caméras : jusqu'à 6 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 55 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 2 TB - 3 x Serial-ATA II, 3 Gb/s (300 MB/s) supporte le monitoring.

V.7.4.2.3 Moniteurs

Le titulaire du présent devra la fourniture et le raccordement des moniteurs qui serviront à visualiser les images issues des caméras, l'écran de surveillance sera placé dans la salle de contrôle de la Centrale électrique.

Ces moniteurs seront à LED de 55 pouces.

V.7.4.2.4 Logiciels

Le système comportera les logiciels nécessaires au système. La gestion multiposte devra être possible.

VI REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

VI.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.

VI.2 REALISATION DU RESEAU DE CABLES

VI.2.1 GENERALITES

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 voire les spécifications générales " Réseau de câbles installés en extérieur ".

VI.2.2 TRACE DE RESEAUX

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.3 PARCOURS COMMUNS

Pour mémoire voire 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.

VI.2.4 MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

VI.2.4.1 Généralités

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.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.
- ✓ Il sera mis en place des fourreaux PVC160 sur tous parcours des câbles extérieurs. Sur le parcours, un regard sera créé chaque 50 mètres.

VI.2.4.3 Pose de câbles

Pour mémoire voire 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).

VI.2.4.4 Extrémités des câbles non raccordés

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.4.5 Identification des câbles

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.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.

VI.2.4.7 Repérage des câbles

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.4.8 Croisement d'autres conduits

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.4.9 Entrée des câbles dans les bâtiments

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.4.10 Busages

Pour les traversées des chaussées aéronautiques, routes et chemins, les câbles emprunteront des passages en buse aboutissant obligatoirement dans des regards. 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 voire les spécifications générales.

VI.2.4.11 Réfection des chaussées

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.4.12 Ouvrages rencontrés dans les fouilles et gardiennages

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.2.4.13 Raccordement des câbles

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.3 REALISATION DES PROTECTIONS

VI.3.1 PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET LES SURTENSIONS

VI.3.1.1 Protection contre les chutes directes de la foudre

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.3.1.2 Protection contre les chutes de la foudre au voisinage des câbles

Pour mémoire voire 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.

VI.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 conteneurs/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).

VI.3.2 PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITES

Les règles de protection à respecter pour la protection contre les surintensités (courts-circuits et surcharges) en courant alternatif et continu sont celles exigées par la norme NF C 15-100.

VI.3.3 RESEAU DE TERRE

VI.3.3.1 Réseaux de terre des bâtiments

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.3.3.2 Réseaux de terre intérieures des salles énergie et postes électriques

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.3.3.3 Interconnexion des terres

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.3.3.4 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.

VI.3.3.5 Prescriptions particulières concernant les travaux

Pour mémoire voire les spécifications générales.

VI.4 DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DES RESEAUX

Les dispositions normalement retenues seront :

VI.4.1 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.

VI.4.2 EN BT

VI.4.2.1 Besoins techniques

Un neutre impédant IT 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.

VI.4.2.2 Autres besoins

Un neutre à la terre TT avec déclenchement au premier défaut.

VI.5 RECEPTION DES TRAVAUX

VI.5.1 GENERALITES

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.

VI.5.2 CONTROLES

VI.5.2.1 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.

VI.5.2.2 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.

VI.5.2.3 Pupitre vigie

Conformité avec les prescriptions et fonctionnement.

VI.5.2.4 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).

VI.5.2.5 Tranchée

Contrôle de leur exécution par sondage en plusieurs points. Contrôle de l'alignement des câbles.

VI.5.2.6 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.

VI.5.2.7 Protections

- ✓ Contrôle des équipements de protection,
- ✓ Mesure des résistances des terres de décharge le long des circuits série.

VI.5.3 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.

VII ESSAIS - PIECES DE RECHANGE – SERVICE APRES VENTE (SAV)

VII.1 ESSAIS EN USINE

A la fin de la fabrication et avant leur expédition sur site, tous les équipements devront subir assemblés ou séparément des essais de conformité et de fonctionnement dans les usines du fabricant et/ou dans les locaux et aux frais du fournisseur en présence d'un représentant du Maître d'ouvrage. Ces essais se feront selon les normes réglementaires, les spécifications techniques du cahier des charges et les procédures de contrôle qualité du fabricant.

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

VII.1.1 ESSAIS SPECIFIQUES DES EQUIPEMENTS MECANIQUES

Voir paragraphe V.2.7 ESSAIS DU GROUPE ELECTROGENE.

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.2 ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES

VII.1.2.1 Essais spécifiques des matériels HT

Voir paragraphe V.3.3 ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.2.2 Essais sur les ensembles BT

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.2.3 Essais spécifiques sur les matériels PV

Voir paragraphe V.4.3 ESSAIS SPECIFIQUES DES EQUIPEMENTS PV

VII.1.2.4 Essais complémentaires (essais de type)

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.2.5 Essais des transformateurs de puissance

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales

VII.1.2.6 Essais sur les câbles

Voir paragraphe V.6.5 ESSAIS

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.2.7 Essais spécifiques des matériels et fonctionnalités des système d'automatisme et supervision

Caractéristiques des équipements et fonctionnalités à tester, voir paragraphe V.7 AUTOMATISME ET SUPERVISION

VII.2 ESSAIS DE RECEPTION SUR SITE

De même, lorsque les travaux sur site seront terminés et préalablement à la réception provisoire, il sera procédé à des contrôles permettant de juger de leurs qualités et de leur conformité avec les spécifications

techniques. 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.

Les procédures d'essais, de contrôle et de réception seront présentées par l'entrepreneur au moins un mois avant la date fixée pour le début des essais.

Lorsque tous les équipements et installations seront contrôlés, testés (Essais de fonctionnement de tous les équipements installés à l'aide de leurs commandes automatiques et manuelles) et les anomalies éliminées, il sera procédé à leur mise en service pour une période dite de démonstration.

Simulations des différentes configurations (vérification du bon fonctionnement des automatismes).

La réception provisoire interviendra à l'issue de la période de démonstration.

VII.3 PIÈCES DE RECHANGE–OUTILLAGE

Les prestations de l'entrepreneur comprendront la fourniture d'un lot de pièces de rechanges et d'outillage. Il sera demandé à l'entrepreneur que le lot de rechange relatif au projet soit détaillé, justifié par item, pour l'ensemble des matériels. Il sera défini de façon à permettre le bon fonctionnement de l'installation sans interruption de service supérieur au taux de disponibilité demandé.

Ce lot de pièces de rechange sera composé :

- ✓ D'un lot de rechange « 1er degré » : composants, circuits intégrés, pièces mécaniques etc., lorsque la maintenance ou le dépannage peuvent être effectués au niveau du composant ou si la pièce peut être remplacée.
- ✓ D'un lot de rechange « 2ème degré » comprenant les cartes électroniques et les modules de chaque type utilisé et éventuellement des sous-ensembles mécaniques réputés fragiles (critères selon les statistiques du constructeur ».
- ✓ D'un lot de consommables pour assurer le fonctionnement des équipements ou systèmes pendant la période de garantie.
- ✓ Un ensemble d'outillage et d'instruments de mesures et de contrôle (appareils de mesures, caméra thermique, PC muni des applications de maintenance (diagnostics de dépannage, et accessoires de connections, etc.) ;
- ✓ Le montant total des pièces de rechange doit être compris entre 1% et 3% du montant total du marché des fournitures.

VII.4 SERVICES APRES-VENTE (SAV)

- ✓ L'Entreprise devra s'engager sur :
 - La durée de disponibilité sur 15 ans de toutes pièces de recharges des équipements fournis ;
 - La fourniture d'une liste d'adresses des fabricants vers qui l'ASECNA pourra se tourner en cas de besoin.
- ✓ Elle devra également proposer des extensions de garantie pour les équipements sensibles tels que les onduleurs, les batteries, Etc.

VIII EMBALLAGE ET TRANSPORT

Toutes les prestations relatives à l'emballage et au transport des fournitures sont à la charge du soumissionnaire.

A cet effet, le soumissionnaire devra :

- ✓ Indiquer et justifier les modes de transport (aérien, maritime et/ou terrestre) pour l'acheminement des matériels ;
- ✓ Prendre connaissance, auprès de la Représentation locale de l'ASECNA :
 - Des formalités à accomplir pour obtenir les titres d'exonération indispensables pour lui permettre de procéder aux diverses opérations douanières et de transit nécessaire à la livraison des matériels sur site ;

- Des spécificités de la réglementation et des textes en vigueur sur site.
- ✓ Assumer la responsabilité et les risques associés de la manutention, de l’emballage, du stockage et de l’expédition des matériels ;
- ✓ Utiliser l’INCOTERM (INternational Commercial TERMinology) DPU (Delivered at Place Unload) pour la livraison sur site à Moroni.
- ✓ Permettre le stockage des matériels dans une limite de six (06) mois sans frais supplémentaires, en cas de nécessité.

IX DELAI DE REALISATION

Le délai prévisionnel de réalisation de l’installation (conception, fabrication, définition, essais en usine, formation du personnel, transport, livraison, installation, essais de mise en service, réception provisoire, etc.) à partir de date de notification du marché et l’ordre de démarrer l’exécution, est estimé à **16 à 18 mois**.

ANNEXE : FORMATIONS EN USINE

ANNEXE : FORMATIONS ET RECETTES USINE

Sommaire

I	FORMATIONS USINE	3
I.1	FORMATION CELLULES HTA.....	3
I.1.1	Durée de la formation : 3 jours.....	3
I.1.2	Module / relais de protection HT :	3
I.1.3	Cellules HTA :	3
I.2	FORMATION GROUPES ELECTROGENES.....	4
I.2.1	Durée de la formation : 10 jours.....	4
I.2.2	Présentation :	4
I.2.3	Fin de stage :	5
I.3	FORMATION EQUIPEMENTS SOLAIRES	5
I.3.1	Durée de la formation : 10 jours.....	5
I.3.2	Présentation :	5
I.3.3	Architecture de la centrale PV	5
I.3.4	Localisation et identification des sous-ensembles types	5
I.3.5	Analyse et interprétation de la signalisation.....	5
I.3.6	Exploitation des équipements.....	5
I.3.7	Présentation générale SCADA	5
I.3.8	Exercice et manipulation :	5
I.4	FORMATION EQUIPEMENTS BT	5
I.4.1	Durée de la formation : 2 jours.....	5
I.4.2	Présentation de la norme C15-100	5
I.4.3	Dimensionner une installation BT :	5
I.4.4	Lecture et analyse d'un plan électrique :	6
I.4.5	Exercice et manipulation :	6
I.5.1	Durée de la formation : 2 jours.....	6
I.5.2	Présentation :	6
I.6	FORMATION FIBRE OPTIQUE	6
I.6.1	Durée de la formation : 3 jours.....	6
I.6.2	Objectif :	6
I.6.3	Les composants	6
I.6.4	Les contraintes de chantiers.....	6
I.6.5	Les tests et recettes	6
I.6.6	Travaux pratiques	6
I.6.7	Multiplexeurs.....	7

I.7	FORMATION AUTOMATISME-CONTROLE COMMANDE - SUPERVISION	7
I.7.1	Durée de la formation : 10 jours.....	7
I.7.2	Présentation générale des équipements :	7
I.7.3	Description détaillée des différents matériels équipant les armoires :	7
I.7.4	Présentation de l'automatisme en général.....	8
I.7.5	Principe des systèmes programmables	8
I.7.6	Présentation de l'automate	8
I.7.7	Présentation générale des vues de supervision	8
I.7.8	Retour sur les bases du fonctionnement général, de la supervision et de l'automate.....	9
I.7.9	Autres	9
II	FORMATION SITE	9

I FORMATIONS USINE

Ces formations concernent le personnel de maintenance et d'exploitation de l'ASECNA et devront permettre à ces agents, d'assurer la bonne exploitation des équipements, les opérations de maintenance préventive et courante et, enfin, les diagnostics de panne.

Le but de ces formations 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.

Ces formations concernent les équipements mécaniques et électriques suivants :

- ✓ Equipements HTA (3 jours)
- ✓ Groupes électrogènes (10 jours)
- ✓ Equipements solaire (10 jours)
- ✓ Equipements BT (2 jours)
- ✓ Vidéosurveillance (2 jours)
- ✓ Fibre optique (2 jours)
- ✓ Automatisation et supervision (10 jours)
- ✓ Etc.

Les formations usine comprendront les modules ci-après :

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

Les agents à former sont au nombre de dix (10) dont deux (2) agents de maintenance Siège (DTIRE) :

- ✓ Un groupe de cinq (05) agents dont un de DTIRE suivra la première session de la formation,
- ✓ Un autre groupe de cinq (05) agents dont un de DTIRE suivra la deuxième session de la formation.

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

I.1 FORMATION CELLULES HTA

La formation d'une durée de 3 jours se décompose ainsi :

I.1.1 Durée de la formation : 3 jours

I.1.2 Module / relais de protection HT :

- ✓ Découvrir les fonctions et les caractéristiques de la gamme du module :
 - Mesure, Protection, Automatisation.
- ✓ Exploiter les modules :
 - Lecture et interprétation des informations de l'afficheur,
 - Exercices sur l'exploitation de la documentation.
- ✓ Diagnostics exercices pratiques :
 - Les travaux pratiques sont réalisés sur des bancs d'essai permettant ;
 - la simulation de défauts.

I.1.3 Cellules HTA :

- ✓ Rappel de sécurité électrique lors des opérations d'exploitation ou de maintenance.
- ✓ Réglementation relative au SF6
- ✓ Phénomènes transitoires à la fermeture et à l'ouverture de l'appareillage.

- ✓ L'arc électrique :
 - Naissance, extinction dans le SF6
 - Propriétés physiques, propriétés électriques
- ✓ Présentation de la gamme de produits :
 - Fonctions, schémas d'installation et d'utilisation
 - Verrouillages mécaniques
 - Manœuvres d'exploitation, sécurité d'exploitation
- ✓ Commande RI, disjoncteurs LF1 et SF1:
 - Présentation, fonctionnement, manœuvres
 - Entretien de niveau II : fréquence et modes opératoires
- ✓ Précautions générales pour l'entretien du matériel :
 - Serrage, corrosion, graissage, entretien général
 - motorisation
- ✓ Travaux pratiques sur cellules
 - Cellules HTA (Interrupteur, Compteur, protection transformateur, Disjoncteur)
- ✓ Visite de l'unité de production 38L

I.2 FORMATION GROUPES ELECTROGENES

La formation d'une durée de 10 jours se décompose en deux parties :

- ✓ Partie mécanique et installation (groupes électrogènes et accessoires d'installation)
- ✓ Partie électrique (automatisme et fonctionnement)

I.2.1 Durée de la formation : 10 jours

Programme de formation :

I.2.2 Présentation :

- ✓ Formation théorique des principes généraux d'installation des groupes électrogènes.
- ✓ Présentation des matériels installés en plate-forme d'essais.
- ✓ Principe de fonctionnement et intégration des groupes électrogènes de l'aéroport.
- ✓ Moteur :
 - Localisation des différents circuits
 - Ingrédients à utiliser dans les différents circuits
 - Contrôles à effectuer en cours d'exploitation
 - Recherche de pannes, causes et remèdes
- ✓ Alternateur :
 - Etude de la conception des alternateurs
 - Localisation des différents bobinages sur les alternateurs
 - Contrôles et remplacement des diodes et possibilités de réglage du régulateur de tension
 - Recherche de pannes et remèdes
 - Entretien
- ✓ Automatisme :
 - Etude des schémas électriques
 - Rappel des symboles utilisés
 - Rôle et compréhension des différents circuits de sécurité
 - Compréhension des messages alphanumériques lus à l'écran des automates
 - Réglages possibles
- ✓ Entretien :
 - Rappel des entretiens moteur et alternateur
 - Pièces de rechange et périodicité de remplacement
 - Suivi des entretiens
- ✓ Pratique :
 - Manipulation grandeur réel avec assistance en plate-forme

- Essais groupes électrogènes avec différents fonctionnements possibles
- Essais et mesures avec interprétation des résultats obtenus
- Questions diverses

I.2.3 Fin de stage :

- Tests de connaissance ;
- Remise des diplômes de fin de stage

I.3 FORMATION EQUIPEMENTS SOLAIRES

La formation d'une durée de 10 jours se décompose ainsi :

I.3.1 Durée de la formation : 10 jours

I.3.2 Présentation :

- ✓ Généralités
- ✓ Présentation matérielle

I.3.3 Architecture de la centrale PV

- ✓ Principe de fonctionnement

I.3.4 Localisation et identification des sous-ensembles types

- ✓ Onduleurs photovoltaïques
- ✓ Onduleurs hybrides
- ✓ Batteries
- ✓ SCADA

I.3.5 Analyse et interprétation de la signalisation

I.3.6 Exploitation des équipements

- ✓ Séquences de fonctionnement
- ✓ Opérations de mise en service et d'arrêt
- ✓ Maintenance préventive et curative

I.3.7 Présentation générale SCADA

- ✓ Procédure d'arrêt et de démarrage du SCADA
- ✓ Présentation des fonctions
- ✓ Présentation des fonctions historiques
- ✓ Présentation des fonctions d'alarmes

I.3.8 Exercice et manipulation :

I.4 FORMATION EQUIPEMENTS BT

La formation d'une durée de 2 jours se décompose ainsi :

Objectif

- ✓ Rappel des normes et réglementations
- ✓ Bien connaître les équipements ;
- ✓ Pouvoir assurer la maintenance des installations

I.4.1 Durée de la formation : 2 jours

I.4.2 Présentation de la norme C15-100

I.4.3 Dimensionner une installation BT :

- ✓ Bilan de puissance
- ✓ L'appareillage électrique
- ✓ Les canalisations électriques
- ✓ Courant de court-circuit
- ✓ Coordination des protections
- ✓ Protection des personnes

I.4.4 Lecture et analyse d'un plan électrique :

- ✓ Lecture d'un unifilaire
- ✓ Symbolisation électrique
- ✓ Lecture d'un schéma développé
- ✓ Principe des références croisées

I.4.5 Exercice et manipulation :

- ✓ Mise en pratique pour dimensionner une installation

I.5 VIDEOSURVEILLANCE

La formation d'une durée de 2 jours se décompose ainsi :

I.5.1 Durée de la formation : 2 jours

I.5.2 Présentation :

- ✓ Généralités
- ✓ Présentation gamme onduleurs

I.6 FORMATION FIBRE OPTIQUE

La formation d'une durée de 3 jours se décompose ainsi :

I.6.1 Durée de la formation : 3 jours

I.6.2 Objectif :

- ✓ Identifier les caractéristiques des câbles, des connexions et des différentes fibres
- ✓ Comparer la qualité des composants, les règles d'ingénierie et d'installation
- ✓ Interpréter les grandeurs physiques liées à la fibre
- ✓ Interpréter les grandeurs physiques liées à la fibre
- ✓ Mettre en œuvre les techniques de connectivisation d'extrémité
- ✓ Ranger et protéger les fibres en tous lieux
- ✓ Réaliser les mesures et recettes de fin de chantier

I.6.3 Les composants

- ✓ Les différentes fibres : multimodes, monomodes
- ✓ Les différents câbles fibres
- ✓ Les systèmes de raccordements d'extrémités (connecteurs, épissures, soudures)
- ✓ Termes et acronymes

I.6.4 Les contraintes de chantiers

- ✓ Les règles de l'art et normes (EIA, ISO, EN, AFNOR)
- ✓ Les contraintes liées aux bâtiments
- ✓ Les limites et les recettes d'ouvrage
- ✓ Préconnectorisé ou montage sur site

I.6.5 Les tests et recettes

- ✓ Les testeurs. Limites et configurations
- ✓ Le test proprement dit (insertion et réflectométrie)
- ✓ Archivage et cahiers de recettes

I.6.6 Travaux pratiques

- ✓ Raccordements d'extrémités sur les différents câbles
- ✓ Les fourreaux et conduites
- ✓ Les connecteurs et tiroirs
- ✓ Le lovage
- ✓ La soudure. Utilisation des soudeuses
- ✓ Les raccordements rapides provisoires

- ✓ soudures, épissures, collage, sertissage, connecteurs à froid et à chaud, techniques de centrage, nettoyage et entretien, ...
- ✓ Rangements des fibres et entretien long terme
- ✓ Utilisation des OTDR. Paramétrages et lectures de traces
- ✓ Connecteurs, locks, pigtails
- ✓ Polissoirs, cliveuses, colle
- ✓ Microscopes et outils de décapage
- ✓ Soudeuses et pinces à cliver
- ✓ Sources, photomètres, OTDR
- ✓ Support de cours papier

I.6.7 Multiplexeurs

- ✓ Généralités sur les interfaces
 - Interfaces E1, G703/704, E3, T3
 - Liens TDM, infrastructures PDH
 - Interconnexion au niveau PDH
 - Interfaces clients voix, données
 - Interfaces Ethernet Pont/Routeur
 - Les applications possibles
 - Le choix du produit ou interfaces adéquate
- ✓ Paramétrages et cas d'applications :
 - Prise en main, configuration d'un multiplexeur
 - Mise en place des interfaces, alimentation, câblages
 - Administration, Console VT100, Telnet
 - Apprentissage de l'ensemble des paramétrages de l'équipement,
 - Cartes de brassage et de chaque interface
 - Routage et pontage avec cartes routeurs
- ✓ Administration SNMP, analyse des actions, travaux pratiques
 - Mise en place de SNMPC,
 - Compilation de MIB
 - Administration des équipements
 - Les types d'alarmes TRAPS et actions
 - Les statuts de connexion
- ✓ Manipulations
 - Mise en place d'un réseau de multiplexeurs, de liens voix, data et Ethernet
 - Mise en place de l'administration
 - Discussion et approfondissement sur les différentes configurations d'utilisation
 - Maintenance préventive, curative mis en évidence à l'aide de travaux pratiques

I.7 FORMATION AUTOMATISME-CONTROLE COMMANDE - SUPERVISION

La formation d'une durée de 10 jours se décompose ainsi :

I.7.1 Durée de la formation : 10 jours

I.7.2 Présentation générale des équipements :

- ✓ Armoire automate de gestion
- ✓ Répartiteur courants faibles

I.7.3 Description détaillée des différents matériels équipant les armoires :

- ✓ Centrale
 - Equipement par groupe (verrines, appareil de mesures, unité de commande)
 - Equipement commun (verrines, appareils de mesures, poste de supervision)
- ✓ Armoire automate

- Module alimentation
- Processeur
- Cartes entrées / sorties
- ✓ Analyse des schémas électriques
 - Présentation des schémas électriques
 - Principe de repérage des équipements (n° de folios et n° de ligne)
 - Principe de report vers un autre plan ou un autre folio
 - Présentation générale des vues de supervision
- I.7.4 Présentation de l'automatisme en général
- ✓ Architecture d'un système programmé
 - Interfaces entrées sorties
 - Processeurs
 - Mémoire
 - Analogie avec la logique câblée
- I.7.5 Principe des systèmes programmables
- ✓ Les langages (ladder, littéral)
- ✓ Structure des langages programmables (bits, mots)
- I.7.6 Présentation de l'automate
- ✓ Structure
- ✓ Ergonomie
- ✓ Création d'une application
- ✓ Transferts automate
- ✓ Mise au point
- ✓ Langage de programmation
 - Structure
 - Adressage des objets
- ✓ Langage à contacts
 - Structure
 - Fonction combinatoire
 - Blocs fonctions
 - Saisie des schémas
 - Mode de structure
- ✓ Langage littéral
 - Structure
 - Instructions spécifiques sur bits, sur mots, sur tableau
 - Saisie
 - Mode d'exécution
- I.7.7 Présentation générale des vues de supervision
- ✓ Initiation à Windows 10
- ✓ Procédure d'arrêt et de démarrage du poste de supervision
- ✓ Procédure d'arrêt et de démarrage du logiciel de supervision
- ✓ Initiation à la configuration de logiciel de supervision
- ✓ Principe de modification
 - Ex : Ajout d'un départ disjoncteur
 - Modification du dessin
 - Animation du disjoncteur (position et défaut)
 - Création d'une alarme "Défaut disjoncteur"
 - Création d'un événement "Ouverture ou fermeture disjoncteur"
 - Test des modifications apportées.
- ✓ Présentation des fonctions courbes
 - Visualisation des grandeurs mesurées

- Principe de lecture de ces courbes
- Fonction de "ZOOM" d'une partie de la courbe
- ✓ Présentation des fonctions historiques
 - Historique des alarmes et événements
 - Historique des courbes des grandeurs mesurées
 - Stockage des historiques sur le poste
 - Stockage des historiques sur CD ROM
- ✓ Présentation des fonctions d'alarmes
 - Apparition d'une alarme
 - Acquiescement d'une alarme depuis le poste de supervision ou depuis les boutons poussoirs du pupitre
 - Disparition d'une alarme
- I.7.8 Retour sur les bases du fonctionnement général, de la supervision et de l'automate
- I.7.9 Autres
 - ✓ Questions / Réponses
 - ✓ Compléments d'informations
 - ✓ Retour sur les points importants

II FORMATION SITE

La formation site concernera le personnel chargé de l'exploitation et de la maintenance des installations de l'aéroport et aura lieu dans les deux mois qui précèdera la réception provisoire.

Cette formation a pour but de compléter la formation usine et de l'adapter aux conditions particulières de l'aéroport. Elle sera accès sur les spécialités suivantes :

- ✓ Contrôle commande et Supervision (5 jours)
- ✓ Centrale solaire (5 jours)
- ✓ Autres systèmes : HT, BT, Réseaux, TC/TS, Etc. (5 jours)

Cette formation sera adaptée pour tous les agents maximums de maintenance et d'exploitation.

Pour chaque type d'équipement, nous assureront la formation des agents désignés.

Cette formation portera sur :

- ✓ 1/ La connaissance des installations (raccordements, câblages, tableaux électriques, répartiteurs, etc.)
- ✓ 2/ Le fonctionnement et l'exploitation (théorique et pratique) des équipements fournis au titre de l'installation, dont les appareils de mesure,
- ✓ 3/ Les programmes de maintenance, méthode de mesure et de dépannage de ces mêmes équipements.

Le coût de la formation site comprendra :

- ✓ la formation (y compris les manuels servant de support).

LISTE DES PLANS JOINTS

Numéro	Désignation
EB_HAH_00	PLAN DE MASSE
EB_HAH_01_1	PLAN D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS CE
EB_HAH_01_2	PLAN D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS CE NOUVEAU
EB_HAH_01_3	PLAN D'IMPLANTATION CENTRALE PV
EB_HAH_01_4	PLAN D'IMPLANTATION EXTENSION POSTE DE LIVRAISON PV
EB_HAH_02-1	SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL EXISTANT
EB_HAH_02-2	SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL NOUVEAU
EB_HAH_03-1	ARCHITECTURE RESEAU CF ENERGIE EXISTANT
EB_HAH_03-2	ARCHITECTURE RESEAU CF ENERGIE NOUVEAU
EB_HAH_04	PUPITRE DE COMMANDE ET CONTROLE
EB_HAH_05	ECRAN SYNOPTIQUE MURAL
EB_HAH_06	SYNOPTIQUE DES FLUIDES
EB_HAH_07	CHEMINEMENTS DES CABLES EXTERIEURS
EB_HAH_08	CARNETS DES DETAILS ET PRINCIPES
EB_HAH_09	SCHEMA ALIMENTATION BLOC TECHNIQUE AERO ASECNA

GLOSSAIRE

API	Automate Programmable Industriel
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et en Madagascar
BAL	Balisateur lumineux
BI	Basse Intensité
SONELEC	Société National d'Electricité
BT	Basse Tension
CA	Courant Alternatif
CAT 1	Catégorie I
CC	Courant Continu
CE	Centrale Electrique
CPV	Centrale Photovoltaïque
CF	Courant faible
Cu	Cuivre
DET	Direction des Etudes et Projets
DME	Dispositif de mesure de distance
EPC	Equipements de Protection Collective
EPI	Equipements de Protection Individuelle
FO	Fibre Optique
HI	Haute Intensité
HT	Haute Tension
ILS	Instrument of Landing System
KWc	Kilo Watt Crête
KWh	Kilo Watt heure
KV	Kilo Volt
KVA	Kilo Volt Ampère
LED	Diode Electro-Luminescente
NOCT	Normal Operating Cell Temperature
OACI	Organisation Internationale de l'Aviation Civile
PV	Photovoltaïque
PID	Potential Induced Degradation (Dégradation Induite du Potentiel)
LID	Light Induced Degradation (dégradation induite par la lumière)
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
SFLS	Sequential Flashing Lighting System
STC	Standard Tests Conditions
TDBT	Tableau de distribution Basse Tension
TC	Télécommande
TS	Télésignalisation
V	Volt
VA	Volt Ampère
VOR	Radiophare Omnidirectionnel VHF