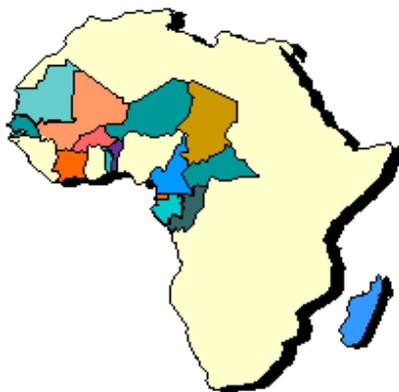


AGENCE POUR LA SECURITE DE LA NAVIGATION AERIENNE EN
AFRIQUE ET A MADAGASCAR

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



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

PSE 2018-2022

PROJET : 2806 - NPE : 80410

**Réhabilitation de la Centrale électrique et remplacement
des groupes électrogènes du Siège, site de Yoff**

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
Version n° 1.2 du 07 décembre 2018

DET-DCE-EB-11-A/2018



Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

DIRECTION des ÉTUDES et PROJETS

B.P.: 8163 DAKAR-YOFF SÉNÉGAL Tél : (221) 33 869 51 00 & 33 869 51 20 Fax : (221) 33 820 00 15

CERTIFIÉE PAR



HISTORIQUE DU DOCUMENT

DESCRIPTION

Titre:	Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) pour le projet de réhabilitation de la Centrale électrique et remplacement des groupes électrogènes du Siège
Type:	Dossier de Consultation des Entreprises
Résumé:	La présente CCTP a pour objet de décrire le projet pour la réhabilitation de la Centrale électrique et remplacement des groupes électrogènes du Siège

HISTORIQUE

Version	Date (jj/mm/aa)	Description de l'évolution	Observations
1.0	06/07/2018	Création	Pour examen en SCT DET
1.1	26/09/2018	Prise en compte des conclusions du SCT DET	Pour examen en CT
1.2	07/12/2018	Prise en compte des conclusions du CT	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 Etudes et Projets Energie et Balisage	07/12/2018	
Vérification	RAJAONA Rajaofetra J.	Chef de Service Equipements CNS-ATM-MET	09/12/18	
Approbation	OBAMA RABAGO Pedro	Directeur des Etudes et Projets, pi	12/12/18	

LISTE DE DISTRIBUTION

DESTINATAIRE : Président du CT, toutes Directions, Soumissionnaires

Table des matières

HISTORIQUE DU DOCUMENT	2
I GENERALITES	6
I.1 INTRODUCTION	6
I.2 OBJET DES TRAVAUX	6
I.3 RESPONSABILITE DE L'ENTREPRISE	6
I.4 FORMATION	7
I.4.1 Formation en usine.....	7
I.4.2 Formation sur site	7
I.5 RECETTES USINE DES EQUIPEMENTS	7
I.6 DOCUMENTS A FOURNIR	8
I.7 DEROULEMENT DES TRAVAUX.....	8
I.8 TEXTES DE REFERENCES.....	8
I.9 HYGIENE ET SECURITE	9
I.10 PRESCRIPTIONS D'ARCHITECTURE ET DE DECORATION.....	9
II DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES	9
II.1 POSTE DE LIVRAISON.....	9
II.2 CENTRALE ELECTRIQUE	9
II.2.1 Salle Groupes (BT002)	9
II.2.2 Salle énergie	10
II.2.3 Salle de Contrôle	10
II.3 AUTRES BATIMENTS	10
II.3.1 Bâtiment station terrienne R+1 (BT003)	10
II.3.2 Bâtiment DTI R+1 (BA008).....	10
II.3.3 Bâtiment laboratoire (BT001).....	10
II.3.4 Bâtiments DET Bureau Responsable CNS/ATM/MET (BA002), ABAT (BA004), Imprimerie (BA003) 11	
II.3.5 Bâtiment DET Bureau Directeur/Responsable AGA (BA001)	11
II.3.6 Bâtiment Médiathèque (BA006)	11
II.3.7 Bâtiment Magasin (BA005).....	11
II.3.8 Bureau IGC Maintenance (BT004).....	11
II.3.9 Bâtiment R+2 bureaux Directeurs DNA/DSQ/DMA (BA009).....	12
II.4 BESOINS OPERATIONNELS.....	12
III SYSTEME A METTRE EN PLACE : ROLE, PRINCIPES, CHOIX TECHNIQUES ET TRAVAUX	12
III.1 GENERALITES	12
III.2 ROLE DU SYSTEME A METTRE EN PLACE.....	12
III.3 LES PRINCIPES.....	13

III.3.1	Fourniture de l'énergie normale	13
III.3.2	Fourniture de l'énergie secourue	13
III.3.3	Principes de fonctionnement du système électrique	14
III.3.4	Principe de distribution de l'énergie	15
III.3.5	Principe de protection des personnes et des matériels.....	17
III.3.6	Automatisme et supervision des installations	18
III.4	CONSISTANCE DES TRAVAUX	19
IV	SPECIFICATIONS DETAILLEES DES FOURNITURES ET TRAVAUX	20
IV.1	GENERALITES	20
IV.2	MODIFICATION DE BATIMENT	20
IV.2.1	Salle de contrôle.....	20
IV.2.2	Local fluides.....	21
IV.3	LIVRAISON D'ENERGIE	22
IV.3.1	Poste de livraison(PDL).....	22
IV.3.2	Caractéristiques des équipements du PDL.....	22
IV.4	EQUIPEMENTS MECANIQUES.....	23
IV.4.1	Généralités	23
IV.4.2	Groupes électrogènes	23
IV.5	EQUIPEMENTS ELECTRIQUES	33
IV.5.1	Base des calculs	33
IV.5.2	Armoires et coffrets électriques.....	36
IV.5.3	Chargeurs et batteries d'accumulateurs	37
IV.5.4	Alimentation statique sans coupure (ASI).....	38
IV.5.5	Condensateurs de puissance.....	39
IV.5.6	Eclairages.....	39
IV.5.7	Distribution prises de courant.....	42
IV.6	EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES (PV).....	44
IV.6.1	Tableau basse tension (BT) cc	44
IV.6.2	Onduleurs photovoltaïques.....	45
IV.6.3	Champ photovoltaïque.....	46
IV.7	RESEAUX DE CABLES BT ET CHEMINEMENTS.....	50
IV.7.1	RESEAUX DE CABLES.....	51
IV.7.2	Chemins de câble, goulottes et conduits	52
IV.7.3	Réseau extérieur : tranchées, buses et chambres de tirage	53
IV.8	AUTOMATE ET SUPERVISION DES INSTALLATIONS	54
IV.8.1	AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL	54
IV.8.2	SUPERVISION CENTRALISEE.....	62
IV.8.3	CONTROLE/COMMANDE.....	70

IV.9	PROTECTION CONTRE LA Foudre ET RESEAU DE TERRE	72
IV.9.1	Paratonnerres ionisants	73
IV.9.2	Piquets de terre	73
IV.9.3	Régime de neutre et prises de terre	73
IV.9.4	Conducteurs de protection	74
V	REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES	75
V.1	Généralités	75
V.2	Réalisation du réseau de câbles	75
V.2.1	Généralités	75
V.2.2	Tracé de réseaux	75
V.2.3	Parcours communs.....	75
V.2.4	Mode d'exécution des travaux.....	75
V.3	Réalisation de la protection contre la foudre et de la mise à la terre	76
V.3.1	mesures de protection contre la foudre et les surtensions	76
V.3.2	Réseau de terre	77
V.3.3	Dispositifs de surveillance des réseaux	77
VI	ESSAIS, PIÈCES DE RECHANGE	78
VI.1	ESSAIS ET RECEPTIONS EN USINE ET SUR SITE	78
VI.2	PIÈCES DE RECHANGE ET SERVICE APRES-VENTE.....	78
GLOSSAIRE	79
ANNEXES	79

I GENERALITES

I.1 INTRODUCTION

Dans le cadre de son Plan de Services et d'Équipements PSE 2018-2022, l'ASECNA prévoit la réhabilitation de la centrale électrique et le remplacement des électrogènes du Siège, site de Yoff.

I.2 OBJET DES TRAVAUX

Le présent cahier des Spécifications Techniques Particulières (STP) a pour objet de décrire les fournitures, travaux et mises en service à réaliser dans le cadre du projet de réhabilitation des installations électriques (secouru, non secouru et de haute qualité d'énergie) du Siège. Les STP concerne les sources d'énergies, les réseaux et tableaux de distributions, les appareillages (prise de courant, luminaires d'éclairage, interrupteurs ou appareils de coupure des circuits forces, etc.), réaménagement des locaux, ainsi que le système de protection contre la foudre.

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.

Ce présent dossier est complété par : le cadre quantitatif, les plans et schémas d'exécution pour l'appel d'offres.

I.3 RESPONSABILITE DE L'ENTREPRISE

L'Entreprise est entièrement responsable des installations qu'elle réalise en termes de fiabilité, durabilité, tenue des performances imposées, et limitation des niveaux sonores.

En conséquence, elle doit communiquer, en pièce annexe à son offre, toutes les erreurs ou omissions qu'elle aurait pu relever dans le dossier de consultation comprenant les pièces écrites et plans, ou toutes les améliorations qu'elle estime nécessaires par rapport aux minimums imposés pour satisfaire aux exigences ci-dessus.

L'acceptation, par le Maître d'Ouvrage, du projet présenté ainsi que de tous les calculs et dessins graphiques s'y rattachant ne diminue en rien la responsabilité de l'Entreprise.

Il appartient à celle-ci d'établir son étude pour que les prix unitaires et le prix global qu'elle indiquera soient calculés en tenant compte des dispositifs, longueurs de canalisations, sections de câbles, caractéristiques du matériel, de difficultés d'exécution, et impératifs du Maître de l'Ouvrage, etc.,

En toutes circonstances, l'Entreprise demeure seule responsable de tous dommages ou accidents causés à des tiers lors ou par suite de l'exécution de travaux résultant soit de son propre fait, soit de son personnel, soit de ses sous-traitants.

Pour ce faire, 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 spécifications.

L'Entreprise ne peut plus prétendre à des plus-values pour toutes sous-estimations de sa part des ouvrages à réaliser.

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.4 FORMATION

I.4.1 FORMATION EN USINE

L'Entrepreneur proposera la formation des agents chez les divers fournisseurs de matériels. Cette formation qui sera complétée par celle prévue sur site devra permettre à ces agents d'assurer la bonne exploitation des équipements, les opérations de maintenance préventive et curative et les diagnostics de panne.

Il sera prévu une formation pour **quatre (04) agents** sur l'ensemble des nouveaux équipements mis en place : cellules HTA, le transformateur, les ASI, équipements de gestion (l'automatisme/la supervision), les équipements photovoltaïques, les tableaux, les protections etc.

Nota: la formation devra se dérouler en deux sessions successives. Chacune, avec deux groupes de deux (2) agents. Le planning des différentes formations devra permettre à un même agent de participer à toutes les formations.

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

- ✓ la formation (y compris les manuels servant de support de cours),
- ✓ les transports internationaux et locaux (aller et retour):
 - lieu d'affectation (aéroport) du stagiaire / hôtel près du lieu des cours,
 - hôtel / lieu des cours ;
- ✓ les repas de midi des jours ouvrables,
- ✓ les indemnités de stages à verser à chaque stagiaire conformément aux textes en vigueur à l'ASECNA et mentionnés à titre indicatif dans le tableau suivant :

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

I.4.2 FORMATION SUR SITE

La formation sur site du personnel de maintenance et d'exploitation devra avoir lieu au fil et à la fin de l'installation du système, dans la période qui précède la réception provisoire.

L'entrepreneur devra indiquer dans son offre technique la durée et le programme de formation sur site pour être validée par l'ASECNA.

I.5 RECETTES USINE DES EQUIPEMENTS

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

Il est prévu la participation de **trois (3)** représentants du Maître d'Ouvrage aux différentes recettes. Les transports locaux des représentants du Maître d'Ouvrage sont à la charge de l'Entrepreneur. Tous les autres frais sont à la charge du Maître d'Ouvrage.

I.6 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 les Cahiers de Spécifications Techniques Générales et Particulières (conception et description des matériels, spécifications techniques, documentation, références, etc.),
- ✓ la liste précise avec estimation détaillée des matériels de rechange fournis, le montant de ces matériels devant représenter environ 5% du montant global des fournitures,
- ✓ le programme détaillé des formations en usine et sur site avec estimations correspondantes,
- ✓ l'estimation détaillée relative aux postes " Essai et mise en service ", et " Recette usine" du devis estimatif,
- ✓ les estimations détaillées relatives aux éventuelles omissions constatées dans le Cahier des Spécifications ou aux variantes proposées par l'Entrepreneur.

I.7 DEROULEMENT DES TRAVAUX

Il est enfin rappelé que le chantier se déroulera sur des bâtiments en exploitation dont le fonctionnement devra être le moins perturbé possible. En conséquence, l'Entrepreneur devra :

- ✓ élaborer et soumettre pour validation, une procédure de déroulement des travaux (travailler les week-ends, la nuit, etc.) permettant l'exécution des travaux sans interruption d'exploitation des locaux;
- ✓ 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.
- ✓ travailler en collaboration étroite et permanente avec les services compétents de l'ASECNA 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 du Maître d'Ouvrage et devront conduire à des solutions fiables présentant de bonnes garanties d'exploitation et de sécurité.
- ✓ En cas de coupure accidentelle d'un câble d'alimentation ou autres, il devra prendre toutes dispositions pour rétablir dans les délais les plus rapides la liaison interrompue après en avoir immédiatement informé l'ASECNA.

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

I.8 TEXTES DE REFERENCES

Les fournitures et travaux se feront suivant les textes de références suivants, les références aux documents énoncés ci-après, ne constituent pas une liste limitative, elles sont un rappel des principaux documents applicables:

- ✓ Le présent document ;
- ✓ Spécifications Techniques Générales des travaux d'énergie de l'ASECNA ;
- ✓ Cahier des Prescriptions de la Logistique de l'ASECNA;
- ✓ Les exigences de l'étude de sécurité pour la réalisation des travaux (ASECNA);
- ✓ Spécifications et recommandations de la SENELEC ;
- ✓ Textes réglementaires en vigueur au Sénégal.
- ✓ Normes NF et guides AFNOR françaises concernant les sources, la distribution, les terminaux, la protection foudre, la CEM, etc.

En cas de contradiction ou de différence, les dispositions les plus restrictives ou les plus avantageuses pour l'ASECNA, l'emportent.

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

I.9 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. Par ailleurs, il est rappelé que les travaux se déroulant dans des lieux occupés (y compris voisinages), l'entreprise prendra toutes ses dispositions pour respecter le fonctionnement normal du bâtiment.

I.10 PRESCRIPTIONS D'ARCHITECTURE ET DE DECORATION

Tous les matériaux, matériels ou éléments d'équipements visibles dans les parties communes et privatives sont soumis à l'approbation de la Maîtrise d'Œuvre pour ce qui concerne leur aspect et leur mode de pose.

L'Entreprise devra particulièrement veiller au respect des divers calepins de revêtements de murs, de sols ou de plafonds, et intégrer ses équipements selon les modalités qui lui seront précisées en temps utile sur chantier par la Maîtrise d'Œuvre.

Les appareillages tels qu'interrupteurs, boutons poussoirs ou prises de courant seront parfaitement alignés s'ils sont superposés.

La pose des boîtiers d'encastrement ne pourra être validée qu'après vérification du calepin des revêtements de murs (notamment faïences ou boiseries).

En cours de chantier, si la nécessité s'impose, la Maîtrise d'Œuvre peut modifier la position de certains équipements sans que cette prescription ouvre droit, pour l'entreprise, à un supplément de prix.

Le Titulaire du présent lot prendra à sa charge, et dans le cadre de son forfait, toutes modifications qui seraient nécessaires pour des incorporations.

II DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES

(Voir Plan N°-00-E-YOF-00-PLAN DE MASSE)

Les installations existantes sont réparties de la façon suivante :

II.1 POSTE DE LIVRAISON

- ✓ deux arrivées/départs 33 kV avec TP et TI intégrés ;
- ✓ une cellule protection transformateur ;
- ✓ un transformateur à huile Minera de 630 kVA ;
- ✓ des accessoires de poste,
- ✓ etc.

La réhabilitation du poste concerne : le transformateur, le TGBT, raccordement, accessoires de sécurité.

II.2 CENTRALE ELECTRIQUE

II.2.1 SALLE GROUPES (BT002)

- ✓ Trois groupes électrogènes et accessoires :
 - Un groupe électrogène LEPRON de 400 kVA ;
 - Deux groupes électrogènes SDMO de 200 kVA ;
 - Accessoires : cuve journalier de 500 litres, compresseurs d'air, etc.
 - Etc.

- ✓ Armoire inverseur ;
- ✓ Un local de stockage, en mezzanine.

II.2.2 SALLE ENERGIE

- ✓ ensemble de tableaux TGBT : inversion, distribution, etc.
- ✓ Onduleur de 10 kVA avec armoire batterie ;
- ✓ Etc.

II.2.3 SALLE DE CONTROLE

- ✓ Un ensemble de trois armoires d'automatisme : Groupe 1, Groupe 2 et Commun ;
- ✓ PC de supervision ;
- ✓ Etc.

II.3 AUTRES BATIMENTS

II.3.1 BATIMENT STATION TERRIENNE R+1 (BT003)

- ✓ Deux ASI triphasé (400V, 230V, 50Hz) de 60 KVA, en parallèles redondants, de marque MGE, installée dans le local technique du RDC alimente un TGBT HQ de la salle machine qui distribue vers les prises de courant et équipement du RDC.
Un transformateur d'isolement de 60 kVA 400V-400/230V-50 Hz alimente ces installations en régime IT.
- ✓ Une ASI monophasé (230V, 50Hz) de 10 KVA de marque SOCOMEC alimente la partie administrative de l'étage par l'intermédiaire d'un coffret de distribution HQ.

Remarque : Vu l'âge des installations (10 ans) la fiabilité est faible actuellement.

II.3.2 BATIMENT DTI R+1 (BA008)

Une ASI triphasé (400V, 230V, 50Hz) de 10 KVA de marque SOCOMEC installée dans le local 001 du bâtiment BT002 (centrale électrique) alimente les coffrets de distribution vers les prises de courant des bâtiments suivants :

- ✓ Bâtiment bureau DTI en R+1 avec un tableau au RDC
- ✓ bâtiment laboratoire RDC avec un tableau de distribution vers les prises de courant autres que les équipements de surveillance.

Remarque:

- ✓ absence de tableau à l'étage du bâtiment maintenance avec un risque d'augmentation des chutes de tension et de retard à la coupure d'urgence.
- ✓ un seul DDR dans le tableau du laboratoire : mauvaise continuité de service en cas de déclenchement sur défaut d'isolement ou courant de fuite important.

II.3.3 BATIMENT LABORATOIRE (BT001)

Une ASI triphasé (400V, 230V, 50Hz) de 10 KVA de marque EAST, installée dans la salle équipement alimente le coffret de distribution vers les prises de courant et équipements de surveillance RADAR.

Remarque :

- ✓ ces équipements techniques sont alimentés en régime de neutre TT avec une mauvaise continuité de service ;
- ✓ par ailleurs, il n'a pas de redondance de la source d'énergie HQ (ASI).

II.3.4 BATIMENTS DET BUREAU RESPONSABLE CNS/ATM/MET (BA002), ABAT (BA004), IMPRIMERIE (BA003)

Une ASI triphasé (400V, 230V, 50Hz) de 10 KVA de marque CHLORIDE, installée dans le local technique du bâtiment abritant le Bureau du Responsable CNS/ATM/MET alimente un coffret du même local et distribue vers les prises de courant des bâtiments suivants :

- ✓ Bâtiment bureau du Responsable CNS/ATM/MET en RDC (BA002);
- ✓ le bâtiment ABAT (BA004);
- ✓ le bâtiment imprimerie (BA003).

Remarque :

- ✓ présence de risques de contacts directs sur ce coffret ;
- ✓ absence de DDR dans ce tableau, ce qui présente un risque important sur la sécurité des personnes (contact indirect) ;
- ✓ absence de coffret de distribution dans les bâtiments ABAT et imprimerie ;
- ✓ distribution non conforme aux besoins actuels et projetés (imprimeries).
- ✓ Coupure d'urgence difficile depuis les bâtiments ABAT et imprimerie.

II.3.5 BATIMENT DET BUREAU DIRECTEUR/RESPONSABLE AGA (BA001)

Une ASI triphasé (400V, 230V, 50Hz) de 10 KVA de marque SOCOMEC installée dans le local Autocom du bâtiment gestion de projet (local 015) au RDC, alimente le coffret de distribution vers les prises de courant du même bâtiment au RDC et à l'étage.

Remarque :

- ✓ absence de tableau à l'étage avec un risque d'augmentation des chutes de tension et de retard à la coupure d'urgence.
- ✓ Absence de DDR par circuit : mauvaise continuité de service en cas de déclenchement sur défaut d'isolement ou courant de fuite important.

II.3.6 BATIMENT MEDIATHEQUE (BA006)

Dans ce bâtiment il n'existe pas de réseau d'énergie HQ. Une distribution à partir d'un tableau sera prévue dans l'étude.

II.3.7 BATIMENT MAGASIN (BA005)

Dans ce bâtiment il existe un coffret électrique HQ alimenté par le tableau HQ du laboratoire .la source d'alimentation étant l'ASI de 10 KVA de la centrale électrique.

Remarque :

- ✓ absence de tableau à l'étage avec un risque de d'élévation des chutes de tension et de retard à la coupure d'urgence.
- ✓ Le câble d'alimentation passe par le laboratoire météo avant d'alimenter ce bâtiment avec une difficulté de retrouver le parcours.

II.3.8 BUREAU IGC MAINTENANCE (BT004)

Absence de réseau HQ dans ce bureau, les équipements sont alimentés par trois ASI individuelles monoposte de petites capacités. Une distribution à partir d'un tableau sera mise en place.

II.3.9 BATIMENT R+2 BUREAUX DIRECTEURS DNA/DSQ/DMA (BA009)

- ✓ Une ASI triphasé (400V, 230V, 50Hz) de 40 KVA de marque MGE, installée dans le local BA09 du sous-sol alimente un TGBT HQ de la salle machine qui distribue vers les prises de courant du bâtiment à travers les tableaux suivants :
- ✓ Tableau de distribution HQ du sous-sol (en gaine technique).
- ✓ Tableau de distribution HQ du RDC (en gaine technique).
- ✓ Tableau de distribution HQ de l'étage 1 (en gaine technique).
- ✓ Tableau de distribution HQ de l'étage 2 (en gaine technique).

Remarque :

- ✓ Absence de DDR par circuit dans les tableaux terminaux (mauvaise continuité de service).
- ✓ Absence de redondance (ASI) sur un bâtiment important.

II.4 BESOINS OPERATIONNELS

Les principaux besoins opérationnels pourront se résumer comme suit :

- ✓ Mettre en conformité les installations électriques avec les normes en vigueur;
- ✓ Garantir la fourniture d'énergie électrique aux installations ;
- ✓ Palier à l'absence de réseau d'énergie HQ dans certains bâtiments ;
- ✓ Palier à la vétusté des installations actuelles et les besoins d'adaptation de l'existant face aux équipements bureautiques et d'informatiques ;
- ✓ Faciliter les travaux de maintenances et assurer une sécurité de l'exploitation des installations électriques par la mise en place de schémas et de repérages d'exploitation ;
- ✓ Sécuriser les installations par une protection contre la foudre appropriée.

III SYSTEME A METTRE EN PLACE : ROLE, PRINCIPES, CHOIX TECHNIQUES ET TRAVAUX

III.1 GENERALITES

Le présent chapitre présente et justifie les dispositions retenues pour la réhabilitation et mise à jour des installations électriques du Siège, site de Yoff.

La conception générale du nouveau système électrique des installations techniques est la suivante :

- ✓ alimentation de l'ensemble des besoins en énergie électrique par le réseau de distribution publique SENELEC à partir d'un poste de livraison 30 kV/230-400V,
- ✓ production sur le site de l'énergie électrique secours nécessaire pour l'alimentation de l'ensemble,
- ✓ distribution de l'énergie électrique sur l'ensemble de bâtiments du siège en BT 230-400 V,
- ✓ distribution de l'énergie électrique haute Qualité pour les équipements sensibles en BT 230-400 V : un réseau pour les équipements techniques opérationnelles et un autre pour le réseau administratif (ordinateurs, autres équipements de bureau, etc.).

III.2 ROLE DU SYSTEME A METTRE EN PLACE

Le système électrique à mettre en place devra :

- ✓ Assurer la distribution de l'énergie produite par le groupe électrogène diesel de secours. A cet effet, le local groupes ainsi l'ensemble des accessoires seront réhabilités.
- ✓ Assurer la distribution des énergies électriques en provenance du poste de livraison et du local groupe, c'est-à-dire assurer :

- les commutations entre les différentes sources,
 - les départs vers les différents besoins par l'intermédiaire du réseau BT avec les protections correspondantes.
 - Un local distinct "Salle énergie" est réservé à cet effet.
- ✓ Assurer la commande et le contrôle du fonctionnement des groupes électrogènes, le contrôle de l'ensemble de la situation électrique des différentes sources et des principaux départs.
 - ✓ Assurer l'alimentation en énergie sans coupure ni microcoupure des besoins sensibles : les équipements opérationnels et les sensibles des bureaux et leurs annexes.

III.3 LES PRINCIPES

III.3.1 FOURNITURE DE L'ENERGIE NORMALE

L'énergie dite " Normale " sera fournie par la SENELEC en Moyenne Tension 30 KV depuis le poste de livraison existant qui sera réhabilité.

III.3.2 FOURNITURE DE L'ENERGIE SECOURUE

III.3.2.1 Groupes électrogènes

Les groupes électrogènes se substituent au secteur SENELEC en cas de défaillance de celui-ci et alimenteront l'ensemble des installations.

Pour sécuriser l'alimentation électrique des installations sensibles (équipements techniques, autres équipements informatiques) des bâtiments, il est prévu la mise en place des dispositifs d'Alimentation Sans Interruption ASI associés aux groupes électrogènes. Les ASI permettront d'alimenter les installations sensibles sans microcoupures, même en cas de panne secteur, les ASI prenant la charge pendant le temps de démarrage du groupe électrogène et le basculement d'inverseur des sources.

Le principe de fonctionnement de la fourniture d'énergie électrique est le suivant :

- ✓ en présence secteur, l'ensemble des besoins est alimenté par l'énergie secteur ;
- ✓ sur absence secteur, l'ensemble des besoins est alimenté par l'un de deux groupes électrogènes;
- ✓ pendant les basculements ou autres coupures de courte, les équipements sensibles sont alimentés par les ASI.

III.3.2.2 Fourniture énergie photovoltaïque

Des unités décentralisées de production photovoltaïques seront installés en toiture, le tableau ci-dessous donne les estimations de puissances (kWc) :

Parking ou Bâtiment	Puissance approximative (kWc)
Parking (PK1)	30
Parking (PK2)	15
Parking (PK3)	17
Parking (PK4)	58
Parking (PK5)	20
Bâtiment BA009	60
Total	200

NOTA : L'unité de production PV installée sur le toit (terrasse) du bâtiment BA009 intègre la solution de base et les autres unités sont en option.

III.3.3 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME ELECTRIQUE

III.3.3.1 Généralités

Le fonctionnement du système électrique a été conçu pour permettre une continuité de l'alimentation en énergie électrique des différents besoins des bâtiments et leurs annexes quels que soient le ou les défauts apparaissant.

Les critères pris en compte sont :

- ✓ les cas de maintenance des groupes électrogènes,
- ✓ les différents défauts pouvant apparaître au niveau du secteur local et des équipements.

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

- ✓ permutabilité automatique des deux sources d'énergie (secteur et groupe électrogène) avec possibilité d'inversion manuelle ;
- ✓ mise en place d'un commutateur rotatif manuel permettant, en cas d'avarie, de by-passer les organes d'inversion des sources,
- ✓ présence permanente de personnel de conduite assurant la surveillance de l'automatisme, pas indispensable.
- ✓ Produire sur le site de l'énergie électrique photovoltaïque afin de réduire la consommation de celle produite par les sources classiques (SENELEC et Groupes électrogènes) conformément à la précision du paragraphe III.3.2.2 Fourniture énergie photovoltaïque
- ✓ Etc.

III.3.3.2 Fonctionnement

En exploitation normale :

- ✓ les groupes électrogènes de secours sont disponibles et positionnés en "automatique" ;
- ✓ sur défaut secteur, après que l'un de deux groupes ait démarré et qu'une présence tension apparait sur le jeu de barres groupes, l'inverseur normal - secours bascule sur le groupe ;
- ✓ sur retour du secteur aux conditions normales, l'inverseur de sources bascule après temporisation sur la source secteur, puis le groupe après temporisation s'arrête ;
- ✓ sur défaut simultané du secteur et du groupe électrogène, le commutateur permet d'effectuer un raccordement rapide d'un groupe électrogène mobile ;
- ✓ Produire sur le site de l'énergie électrique photovoltaïque afin de réduire la consommation de celle produite par les sources classiques (SENELEC et Groupes électrogènes) conformément à la précision du paragraphe III.3.2.2 Fourniture énergie photovoltaïque

III.3.3.3 Différentes configurations de fonctionnement

(Voir Plan N°02-E-YOF-SCHEMA UNIFILAIRE)

En exploitation normale, le commutateur rotatif est maintenu fermé en position "Auto". Plusieurs cas de figures peuvent se présenter :

Les onduleurs de chacune des unités décentralisées de production photovoltaïques installées en toiture (sur les parkings ou bâtiments) se synchronisent automatiquement au réseau secouru interne et injectent leurs productions.

III.3.3.3.1 Secteur présent et groupes disponibles

Dans cette configuration, l'énergie provient du réseau public de distribution local (SENELEC) via le transformateur d'arrivée et la distribution de cette énergie est faite depuis le jeu de barres secourus. Les besoins sont alimentés à partir du jeu de barres secourus via la position automatique du commutateur. Les groupes G sont à l'arrêt.

État des principaux contacts :

- ✓ KG1, KG2, KS, SEC, G1, G2 : ouverts
- ✓ QTR01, KN, AUTO: fermés

III.3.3.3.2 Secteur absent (défaut) et groupe opérationnel (G1 ou G2)

Dans cette configuration, tous les besoins sont alimentés par le groupe électrogène en service. Le seconde groupe est en attente, il démarre dès qu'il y a anomalie entraînant un arrêt du celui en marche.

La mise en route et en débit des groupes G se fait automatiquement. Tous les besoins sont alimentés à partir du jeu de barres secours.

État des principaux contacts :

- ✓ QTR01, KN : ouverts
- ✓ KG1 ou KG2, KS, AUTO : fermés

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

III.3.3.3.3 Secteur absent (défaut) et groupe (G1 ou G2) disponible

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

- ✓ Un des deux groupes n'est pas disponible,
- ✓ Sur défaut du groupe disponible les besoins ne seront plus alimentés.

État des principaux contacts :

- ✓ TR01, KN, SEC, G1 ou G2 : ouverts
- ✓ KG1 ou KG2, KS, AUTO: fermés

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

III.3.3.3.4 Configurations en manuel

Ces configurations sont obtenues à partir du commutateur rotatif secours ultime (fermé en position "SEC", "G1", "G2" ou "GE mobile). Elles permettent d'alimenter manuellement le jeu de barres secouru à partir de l'une des quatre sources présentes (secteur SENELEC, G1, "G2" ou GE mobile) dans la mesure de leur disponibilité. Il appartient à l'exploitant de gérer en temps réel la situation dégradée qui justifie leur emploi.

III.3.4 PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE L'ENERGIE

III.3.4.1 Réseau secouru

III.3.4.1.1 Installations concernées

Ce réseau concerne tous les bâtiments suivants, du Siège site de Yoff, ainsi leurs annexes :

- ✓ La guérite ;
- ✓ le bâtiment de la station terrienne (RDC et étage), BT003;
- ✓ le bâtiment de la centrale électrique, BT002;
- ✓ le bâtiment abritant le bureau du Directeur DTI, BA008 ;
- ✓ le bâtiment labo (Surveillance), BT001;
- ✓ le bâtiment DET abritant le bureau du Responsable Equipements CNS/ATM/MTO, BA002;
- ✓ le bâtiment DET abritant le bureau du Directeur/Responsable, BA001;
- ✓ le bâtiment abritant la Médiathèque, BA006 ;
- ✓ le bâtiment ABAT, architecture et bâtiment, BA004 ;
- ✓ le bâtiment abritant l'imprimerie, BA003;
- ✓ le magasin abritant les bureaux et services d'approvisionnement, BA005 ;
- ✓ le bâtiment abritant le bureau maintenance IGC et salles de sport, BT004.

- ✓ le bâtiment R+2 abritant des Directeurs DNA, DSQ et DMA, BA009 ;
- ✓ etc.

III.3.4.1.2 Réseau secours

Un départ (disjoncteur et câble) depuis l'un des TGBTs de la centrale électrique sera prévu pour alimenter les TDBT et TTBT de chacun des bâtiments concernés sauf le bâtiment de la Station Terrienne (BT003) qui sera alimenter par un départ dédoublé (2 deux câbles). Les TDBT et TTBT alimenteront directement les circuits d'éclairage, des PC, Climatisations, autres équipements, etc.

Il sera prévu par circuit, au maximum :

- ✓ Huit (8) lampes;
- ✓ Huit (8) PC;
- ✓ Un (1) climatiseur ;

Les réseaux de distribution dans les bâtiments se feront par des chemins de câble en acier galvanisé et goulottes de couleur blanche type DLP PVC ou équivalent.

Un nombre de deux prises de courant, au moins, sera prévu par bureau soit un par poste de travail à côté des prises de voix et de données. Dans un bureau pouvant accueillir plus de deux postes de travail, le nombre des prises sera corrigé en conséquence.

III.3.4.2 Réseau HQ technique

III.3.4.2.1 Installations concernées

Ce réseau concerne tous le bâtiment de la station terrienne :

- ✓ le RDC du bâtiment de la station terrienne ;
- ✓ les équipements techniques du laboratoire météorologique.

III.3.4.2.2 Principe d'alimentation

Il sera créé à partir de deux ASI en parallèles redondants, installé dans la salle technique du RDC de la station terrienne en remplacement des ASI existant.

Les ASI ainsi que leur by-pass externe seront alimentés par le nouveau TGBT à installer dans la même salle.

Un transformateur d'isolement sera fourni et installé en aval des ASI pour la création du régime de neutre IT avec tous les accessoires nécessaire (CPI, protection, prise de terre, etc.). Les données (niveaux d'isolement, alarmes, etc.) informations seront remontées à la supervision de la Centrale électrique.

La sortie du transformateur d'isolement débitera sur un tableau général (TGBT-HQ) qui distribuera aux autres tableaux BT, équipements techniques et prise de courant HQ au standard britannique.

Le tableau de la salle modem alimenté par ce TGBT sera réhabilité.

Les réseaux de distribution et d'alimentation principale se feront par des chemins de câble en acier galvanisé et goulottes de couleur blanche type DLP ou équivalent.

Un nombre de quatre prises de courant (standard britannique) au moins sera prévu par bureau ou local soit deux par poste de travail à côté des prise de voix et de données. Dans un bureau pouvant accueillir plus de deux postes de travail, le nombre des prises sera corrigé en conséquence.

Chaque circuit terminal alimentera au maximum huit prises de courant.

III.3.4.3 Réseau HQ administratif

III.3.4.3.1 Installations concernées

Ce réseau concerne tous les bâtiments suivants, du Siège site de Yoff, ainsi leurs annexes :

- ✓ La guérite ;
- ✓ le bâtiment de la station terrienne (RDC et étage), BT003;
- ✓ le bâtiment de la centrale électrique, BT002;
- ✓ le bâtiment abritant le bureau du Directeur DTI, BA008 ;
- ✓ le bâtiment labo (Surveillance), BT001;
- ✓ le bâtiment DET abritant le bureau du Responsable Equipements CNS/ATM/MTO, BA002;
- ✓ le bâtiment DET abritant le bureau du Directeur/Responsable, BA001;
- ✓ le bâtiment abritant la Médiathèque, BA006 ;
- ✓ le bâtiment ABAT, architecture et bâtiment, BA004 ;
- ✓ le bâtiment abritant l'imprimerie, BA003;
- ✓ le magasin abritant les bureaux et services d'approvisionnement, BA005 ;
- ✓ le bâtiment abritant le bureau maintenance IGC et salles de sport, BT004.
- ✓ le bâtiment R+2 abritant des Directeurs DNA, DSQ et DMA, BA009 ;
- ✓ etc.

III.3.4.3.2 Principe d'alimentation

Il sera créé à partir de deux ASI en parallèles redondants, installé dans la salle ASI au sien du bâtiment de la Centrale électrique.

Les ASI, leur by-pass externe ainsi d'autres départs pour les auxiliaires seront alimentés à partir du TGBT de la salle énergie.

La sortie des ASI couplées en parallèle redondant alimentera le TGBT_HQ Administratif qui alimentera les TTBT et TDBT des bâtiments concernés. Ces derniers tableaux alimenteront directement les équipements bureautiques et informatiques à travers les prises de courant HQ en standard britannique.

Le schéma de liaison à la terre sera pour ce réseau du type TT avec des prises de terres des masses interconnectées et des DDR type A HPI ou SI pour chaque circuit.

Les réseaux de distribution dans les bâtiments se feront par des chemins de câble en acier galvanisé et goulottes de couleur blanche type DLP PVC ou équivalent.

Un nombre de quatre prises de courant (standard britannique) au moins sera prévu par bureau soit deux par poste de travail à côté des prises de voix et de données. Dans un bureau pouvant accueillir plus de deux postes de travail, le nombre des prises sera corrigé en conséquence.

Chaque circuit terminal alimentera au maximum huit prises de courant.

III.3.5 PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS

Les dispositions à retenir consisteront à protéger à la fois le personnel contre le danger présenté par les installations électriques et le matériel contre les risques de détérioration

III.3.5.1 Mesures de protection contre les contacts indirects

Ces mesures comportent :

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

III.3.5.2 Mesures de protection contre la foudre et les surtensions

Quatre séries de mesures sont nécessaires pour assurer cette protection :

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

III.3.5.3 Réseau de terre

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

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

III.3.6 AUTOMATISME ET SUPERVISION DES INSTALLATIONS

Un automate associé à un système de supervision des installations sera fourni et installé pour permettre le suivi des installations depuis la salle de contrôle de la Centrale électrique.

Ayant pour but d'optimiser l'exploitation des installations électriques, la supervision est destinée à centraliser sur un PC l'ensemble des états des principaux équipements des réseaux électriques du siège site de Yoff. Il permettra :

- ✓ Surveiller les installations en temps réel afin d'anticiper sur les éventuelles sources de dysfonctionnement, réduire le temps d'intervention en panne, etc. ;
- ✓ Constituer une base de données de fonctionnement dont l'exploitation permettra de remonter l'historique ;
- ✓ Fournir des données à la GMAO de l'ASECNA.

La supervision concerne les principaux équipements :

- ✓ Pour le secteur SENELEC: tensions, courants, fréquence, temps de fonctionnement, puissances, énergies, événements, défauts, etc. ;
- ✓ Pour le (es) groupe (s) électrogène (s) : tensions, courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, défauts, événements, etc. ;
- ✓ Pour les onduleurs classiques (ASI réseau administratif et ASI réseau technique): tensions, courants, fréquences, temps de fonctionnement, puissances, énergies, défauts, etc. ;
- ✓ Pour les onduleurs et coffrets photovoltaïques (grandeurs CC et AC) : tensions, courants, fréquences, temps de fonctionnement, puissances, énergies, défauts, synchronisations/décrochages, etc. ;

- ✓ Pour les utilisations, tous les tableaux de tous les bâtiments : états des protections (disjoncteurs, interrupteurs, etc.), courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, défauts, etc.

Ainsi donc pour le besoin de supervision tous les équipements doivent disposer des ports de communication tels qu'Ethernet, série (RS 232), modbus, jbus ; etc.

III.4 CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux comprennent, outre les fournitures et les prestations prévues au présent CCTP, tous les travaux de la profession nécessaires au parfait et complet fonctionnement des installations.

L'ensemble de fourniture et matériaux 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 matériaux.

Les travaux, résumés ci-après, concerneront la source normale (Fourniture SENELEC), la source de secours (Groupe électrogène), l'énergie haute qualité, le réseau de distribution secouru et les appareillages de protection :

- ✓ Etudes d'exécution détaillées (planning et procédure détaillés de mise en œuvre, plans d'électricité, schémas des armoires et coffrets électriques, fiches techniques des équipements, bilan des puissances électriques et note de calcul des protections et câbles) des installations électriques normales, secouru et de haute qualité d'énergie ;
- ✓ Travaux de génie civil (modifications et créations des locaux) ;
- ✓ phasages sans coupure, pendant les heures de services ;
- ✓ fournitures, installations et mise en service des équipements du poste de livraison (transformateur, TGBT, câbles, accessoires de sécurité) ;
- ✓ fournitures, installations et mise en service des groupes électrogènes et accessoires;
- ✓ fournitures, installations et mise en service des TGBT ;
- ✓ fournitures, installations et mise en service des tableaux (TDBT, TTBT, etc.) de distribution pour le réseau secouru et les réseaux HQ dans tous les bâtiments et annexes;
- ✓ La fourniture et la pose des batteries de compensation ;
- ✓ Fourniture, installation et mise en service du système d'automatisme et supervision y compris les unités d'acquisitions des données de chacun des tableaux dans tous les bâtiments;
- ✓ La réalisation des protections : réseau des terres, protections foudre intérieure et extérieure des bâtiments (paratonnerre) et leurs annexes ;
- ✓ fournitures, installations et mise en service des unités de production PV et accessoires;
- ✓ fourniture, installation et mise en service d'un système de nettoyage pour le champ PV sur le toit du bâtiment BA009 (réservoir de 1m3 muni de jauges, système de remplissage, etc.);
- ✓ Les fournitures et travaux des chemins de câbles généraux et secondaires, fourreaux, passages divers nécessaires ;
- ✓ Les travaux de pose des canalisations, buses, regards et autres accessoires;
- ✓ La distribution terminale, à partir des coffrets électriques des plateaux de bureaux des différents bâtiments, pour éclairage, prises de courant et forces.
- ✓ L'étiquetage, le repérage des tableaux, armoires et câbles.
- ✓ Les recettes en usine (transformateurs, groupes électrogènes, équipements PV, tableaux BT, ASI) et sur site (toutes les installations);
- ✓ Les réglages et la mise au point de tous les organes et appareils nécessaires au bon fonctionnement de l'installation ;
- ✓ Les pièces de rechanges.

- ✓ Les documentations techniques des équipements et appareillages (manuel d'installation, guide maintenance, fiches techniques, procédures, etc.) ;
- ✓ La dépose dans un endroit indiqué par l'ASECNA de l'ensemble d'anciennes installations électriques non réutilisées ;
- ✓ la réalisation des plans et schémas de récolement ;
- ✓ etc.

NOTA : l'Entreprise, dans son offre, doit intégrer les contraintes de continuité de service lors des travaux. Elle doit donc s'organiser, en coordination avec ASECNA, pour que les services ne soient interrompus à cause de travaux.

IV SPECIFICATIONS DETAILLEES DES FOURNITURES ET TRAVAUX

IV.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.

IV.2 MODIFICATION DE BATIMENT

La modification porte sur la partie située sous la mezzanine afin d'y créer une salle de Contrôle/Commande et un local fluides, comme indiqué sur le plan N° : 01_02_E_YOF_PLAN D'IMPLANTATION.

Les caractéristiques des murs de cloisons à créer, fenêtres, baies vitrées devront être, au minimum, identiques à l'existant.

Les matériaux et les éléments de construction et de décoration employés, tant pour les murs que pour les aménagements intérieurs, doivent présenter, en ce qui concerne leur comportement au feu, des qualités de réaction et de résistance appropriées aux risques courus, conformément aux règlements en vigueur concernant la protection, contre l'incendie, des bâtiments accessibles au public.

L'attention des entreprises qui doivent les scellements, pose de fourreaux et bouchements est attirée sur la parfaite exécution de ces ouvrages dans les parois coupe-feu de manière à conserver ce caractère aux ouvrages.

Les travaux dus par le prestataire comprennent tous les éléments et toutes les pièces nécessaires à la bonne tenue des menuiseries, à leur étanchéité et à leur parfait fonctionnement.

Avant toute exécution sur les modifications du bâtiment, une validation des propositions techniques par les services de l'ASECNA est obligatoire.

IV.2.1 SALLE DE CONTROLE

Porte issue de secours

Bloc-porte battant coupe-feu (1h minimum) issue de secours, simple vantail, équipé d'une barre anti panique avec serrure, poignet extérieur, etc. Elle doit assurer une isolation acoustique et thermique quand elle est fermée.

Plancher technique surélevé

Les planchers techniques doivent être compatibles avec les normes applicables aux planchers surélevés telles que NF EN 12825 et NF DTU 57.1 et disposés les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ Vérins standard ST 5,
 - tête ST5 en aluminium
 - tige fileté en acier zingué Ø18 mm
 - écrou auto – bloquant pour réglage
 - embase en acier zingué 80 x 80 x 3 mm
- ✓ Ossature standard (traverses)
 - profil en U en acier traité
 - dimensions 45 x 35 x 45
 - épaisseur 20 / 10è
- ✓ Dalle de plancher
 - dimensions 0,60 m x 0,60 m
 - bac en tôle d'acier 5 /10è
 - âme en panneau de particule 30 mm
 - galon profil PVC au pourtour
 - couvercle en tôle alu 2 / 10è : revêtement carreaux grès cérame 0,30 m x 0,30 m, épaisseur 10 mm ; classement au feu M1

il sera fourni des ventouses de levage double adapté aux dalles : 4 unités

Baie vitrée (entre salle de contrôle et la salle groupes)

- Ensemble aluminium de 2,60 m de large sur 1,20 m de haut
- Isolation phonique avec vitrage triplex ;
- Coupe-feu 1h, au minimum ;
- vitrage anti-effraction feuilleté de protection ;
- teinte clair ;
- Coupe-feu 1h, au minimum ;

Porte d'accès intérieur

- Ensemble porte aluminium de 0,90 m de large sur 1,20 m de haut
- Vitrage avec isolation phonique et thermique;
- Coupe-feu 1h, au minimum ;
- vitrage anti-effraction feuilleté de protection ;
- teinte clair ;
- Serrure avec 3 clés au moins;

Fenêtre vitrée extérieure

- Ensemble fenêtre aluminium de 1,25 m de large sur 1,20 m de haut
- Isolation thermique et phonique avec vitrage;
- vitrage clair acoustique anti-effraction feuilleté de protection ;

L'attention de l'Entreprise est tout spécialement attirée sur les précautions qui devront être prises dans l'exécution des travaux pour le respect de l'isolation phonique et thermique, conforme à la NRA.

IV.2.2 LOCAL FLUIDES

Mise en place d'une porte identique à l'existant, d'une grille d'aération, etc.

IV.3 LIVRAISON D'ENERGIE

IV.3.1 POSTE DE LIVRAISON(PDL)

L'entreprise devra l'ensemble des prestations des travaux nécessaires à la réhabilitation du poste de livraison ; fourniture, pose, installation et mise en service de ce poste de livraison ainsi que la réalisation de toutes les sujétions pouvant concourir au bon fonctionnement des installations.

Les travaux de raccordement et mise en service devront se faire en coordination et avec l'approbation des services de la SENELEC.

Le poste de transformation HTA/BT sera installé dans le local du poste existant. Il doit être conforme aux normes NF C 13-100, C 13-101, C13-200, C14-100, C 15-100

Le système de ventilation (grille, ventilateur, commande automatique, etc.) doivent être rénovés de manière à contribuer efficacement au refroidissement des équipements électriques.

L'entreprise devra effectuer l'ensemble de travaux de remise à l'état du local (porte, grille, éclairage, petit génie, peinture, etc.).

IV.3.2 CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS DU PDL

Les principaux équipements suivants seront installés et si nécessaires complétés :

IV.3.2.1 Cellules Haute Tension

Les cellules existantes seront maintenues (conservées).

IV.3.2.2 Transformateur HTA/BT

Il sera fourni, installé et mise en service un transformateur abaisseur HTA/BT (30KV/230-400 V) de **630 kVA**, du type transformateur de distribution, **immergé dans l'huile végétale à remplissage intégral hermétique et à Pertes Extras réduites (A0Ak)**.

Il doit avoir les caractéristiques suivantes, au minimum :

Conforme aux normes françaises et textes réglementaires : NFC 52100, NFC 52112-1, HD 428.1.S1, CEI 60076, directive EcoDesign (R(UE) 548/2014) ;

- ✓ puissance 630 kVA ;
- ✓ neutre sortie en B.T.,
- ✓ tension primaire : 30 kV
- ✓ tension secondaire en charge 230/400 V ;
- ✓ installation intérieure ;
- ✓ Cuve étanche à remplissage total ;
- ✓ Traitement et revêtement anti corrosion de classe C4 minimum ;
- ✓ 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 ;
- ✓ Détection automatique d'incendie ;

IV.3.2.3 Le TGBT

Voir IV.5.2 Armoires et Coffrets électriques

Pour mémoires, spécifications complémentaires voir STG.

IV.3.2.4 Matériel de sécurité pour le poste :

- ✓ 1 tabouret isolant 36 kV ;
- ✓ 1 boîte à gants avec 1 paire de gants 36 kV ;
- ✓ 1 perche tire-corps 36 kV ;
- ✓ 1 perche de détection 36kV ;
- ✓ Lampe de secours portative C13-100 ;
- ✓ Jeu d'affiches réglementaires C13-100,
- ✓ Extincteur CO2 risque électrique 5k ;
- ✓ Affichage réglementaire extincteur ;
- ✓ Détecteur de fumée ;

Pour mémoires, spécifications complémentaires voir STG.

IV.4 EQUIPEMENTS MECANIQUES

IV.4.1 GENERALITES

IV.4.1.1 Objet

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

IV.4.1.2 Textes de référence

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.1.3 Documentation

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

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

IV.4.2 GROUPES ELECTROGENES

IV.4.2.1 Généralités

Il sera fourni, installé et mise en service deux groupes électrogènes et accessoires.

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

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

Les textes de références sont :

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

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

Normes DIN et ISO pour les groupes électrogènes,

Normes AFNOR 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 »,

IV.4.2.2 Caractéristiques du moteur et accessoires

IV.4.2.2.1 Combustible

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.2.2 Puissance – Déclassement (voir les spécifications techniques générales).

La puissance Prime Running Power (PRP) ou prime, minimum du groupe, avec suralimentation, doit être **500 kVA**.

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

IV.4.2.2.3 Vitesse

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.2.4 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.

IV.4.2.2.5 Démarrage – Arrêt

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

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

Spécifications complémentaires, voir les spécifications techniques générales (STG).

IV.4.2.2.6 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.

IV.4.2.2.7 Préchauffage

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

IV.4.2.2.8 Sécurités du groupe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.2.9 Tableau de bord

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.2.10 Constitution du bâti de groupe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.2.11 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 180g/kWh.**

Spécifications complémentaires, voir les spécifications techniques générales (STG).

IV.4.2.2.12 Accessoires montés sur le groupe

Voir les spécifications techniques générales. A noter :

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

IV.4.2.2.13 Accessoires hors châssis

Voir paragraphe IV.4.2.5.

IV.4.2.2.14 Insonorisation

L'attention des Entrepreneurs est tout spécialement attirée sur les précautions qui devront être prises dans l'exécution de leurs travaux pour le respect de l'isolation phonique, conforme à la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) en vigueur en France.

Les groupes électrogènes devront être de type capotés et insonorisés. Un certain nombre de dispositifs de traitement acoustique devront être assurés par la mise en place :

- ✓ De dispositifs anti vibratiles de type silentbloc,
- ✓ 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.
- ✓ Des portes d'accès personnel et matériel, conçues de façon telle qu'elle garantisse une atténuation phonique d'au moins 40 dBA. Les portes, par ailleurs, devront avoir un degré coupe-feu 1 heure ;
- ✓ Conditions d'écoute normales dans la salle de contrôle.

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 NRA.

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.

IV.4.2.3 Alternateurs

IV.4.2.3.1 Généralités

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

Spécifications complémentaires, voir les spécifications techniques générales (STG).

IV.4.2.3.2 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.

IV.4.2.3.3 Surcharge

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.3.4 Variation de tension en régime établi

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.3.5 Variation en régime transitoire

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.3.6 Excitation – Régulation

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.3.7 Préchauffage

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.3.8 Surchauffe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.4 Armoires et coffrets liés au groupe

IV.4.2.4.1 Armoires liées au groupe

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

IV.4.2.4.1.1 Conditions générales de l'automatisme.

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

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

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

Le programme commenté sera remis dans les DOE.

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

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

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

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

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

IV.4.2.4.1.2 Surveillance secteur

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

IV.4.2.4.1.3 Démarrage des groupes

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

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

a) Temps de prise en charge

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

b) Arrêt des groupes

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

IV.4.2.4.1.4 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.

IV.4.2.4.1.5 Équipements des armoires

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

- ✓ L'asservissement du régulateur,
- ✓ L'automate et tout le relayage de fonctionnement et de signalisation propre au groupe et à ses accessoires,
- ✓ L'alimentation continue nécessaire à l'automatisme du groupe (automate et éventuellement relayage) ainsi que les appareillages nécessaires à son secours,
- ✓ Les différents borniers :
 - mesure,
 - circuits commandes et contrôles allant vers le pupitre des groupes,
 - circuits allant vers d'autres équipements (capteurs, ...).

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

Dans chaque armoire groupe, l'automate et éventuellement le relayage 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.

IV.4.2.4.1.6 Signalisation

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

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

IV.4.2.4.2 Coffret lié au groupe

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

Ce coffret servira à démarrer le groupe en ultime secours.

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.

IV.4.2.5 Accessoires des groupes électrogènes

IV.4.2.5.1 Stockage du combustible

Pour mémoire :

Pour l'ensemble des groupes, il sera installé deux citernes doubles enveloppes de stockage enterrées à l'extérieur du bâtiment de la centrale électrique et d'une capacité unitaire de 5 000 litres.

Chacune sera équipée de :

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

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

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

IV.4.2.5.2 Circuit à combustible

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

- ✓ Un réservoir journalier de 300 litres monté sur une chaise placée au-dessus d'un bac de rétention,

Un bac de rétention de 500 litres monté sur pied (minimum 10 cm) pour les deux réservoirs journaliers.

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

- ✓ une jauge visuelle,
- ✓ un évent,
- ✓ un raccord trop plein,
- ✓ une vanne de vidange,
- ✓ des capteurs de niveau (haut, bas, très bas).
- ✓ Le bac de rétention, en tôle acier, sera équipé de :
 - ✓ une vanne de fond de bac,
 - ✓ un capteur de niveau (alarme).

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

- ✓ une pompe électrique pour le remplissage automatique,
- ✓ une pompe manuelle de remplissage de secours,
- ✓ une vanne de 3 voies pour le choix des pompes,
- ✓ une vanne de liaison entre les deux réservoirs journaliers ;
- ✓ un clapet anti-retour,
- ✓ une vanne police,
- ✓ un filtre adapté.

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

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

IV.4.2.5.3 Dispositif de refroidissement

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

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

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

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

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

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

IV.4.2.5.4 Dispositif pour la distribution d'huile

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.

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.

IV.4.2.5.5 Dispositif d'échappement

Les équipements suivants seront fournis pour chaque groupe :

- ✓ une manchette flexible de raccordement au moteur,
- ✓ un silencieux du type résidentiel (atténuation 29 dbA minimum) disposé horizontalement et suspendus anti-vibratiles,
- ✓ un conduit vertical et guidages anti-vibratiles ; une chaise murale de fixation avec amortisseurs de vibration,
- ✓ un fourreau de traversée et jupe de protection,
- ✓ protection pare-pluie, etc.,
- ✓ un calorifugeage des conduits d'échappement.

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

IV.4.2.5.6 Chargeurs et batteries

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

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

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

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

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

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

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

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

IV.4.2.5.7 Canalisations, peinture et isolation

IV.4.2.5.7.1 Canalisations

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

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

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

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

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

Toutes les canalisations et la robinetterie seront peintes.

IV.4.2.5.7.2 Peinture

Extérieure

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Intérieure ou extérieure

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

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.

IV.4.2.5.7.3 Repérage des canalisations

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

Principe de repérage

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

Les anneaux seront placés :

- au départ et à l'arrivée des vannes et pompes,
- au départ et à l'arrivée du moteur,
- à 1,50 m de hauteur sur les parcours verticaux,

- tous les mètres sur les parcours horizontaux,
- à proximité des purgeurs.

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

Toutes les tuyauteries de la centrale seront :

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

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

IV.4.2.5.7.4 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.

La salle de contrôle devra garantir une atténuation phonique d'au moins 40 dBA et les vitrages doivent garantir un degré coupe-feu 1 heure.

IV.4.2.6 Essais du groupe électrogène

IV.4.2.6.1 Généralités

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.6.2 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.

IV.4.2.6.3 Essais concernant l'alternateur

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

IV.4.2.6.4 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.

IV.4.2.6.5 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.

IV.4.2.6.6 Local groupe

Le prestataire devra y effectuer tous les travaux de réhabilitation de ce local :

- ✓ Remplacement des grilles d'aération (grillage porte coté alternateur et grille volets mobiles et un grillage anti-volatiles coté moteur);
- ✓ Mise en place d'un système de ventilation naturelle et mécanique efficace pour empêcher une élévation trop importante de la température ambiante et éviter toute concentration de vapeur de carburant, autres gaz ;
- ✓ les orifices d'évacuation de l'air chaud et de prise d'air neuf seront protégés par des châssis à volets mobiles et un grillage anti-volatiles ;
- ✓ Adaptation des massifs supports des groupes électrogènes et les réseaux de caniveaux ;

- ✓ Fournir, installation et mise en service des trois projecteurs à LED avec leurs circuits de commande pour les besoins d'intervention de maintenance ;
- ✓ Etc.

IV.4.2.6.7 Protection incendie

Elle sera assurée par :

- ✓ Trois bacs à sable avec pelles (un à coté de chaque groupe et un dans le local fluides) ;
- ✓ Trois extincteurs à poudre polyvalente A.B.C. 9 kg (un à coté de chaque groupe et un dans le local fluides) ;
- ✓ système de détection d'incendie et d'alarme conforme à la réglementation en vigueur (notamment en France) adapté aux locaux ;
- ✓ etc.

IV.5 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

IV.5.1 BASE DES CALCULS

Il est rappelé que l'entreprise doit une garantie de résultats sur les ouvrages qu'elle réalise.

IV.5.1.1 Données de base

Moyenne tension : 30 kV,
 Basse tension : 400 V / 230 V,
 Fréquence : 50 Hz,
 Température moyenne : 40° C.

IV.5.1.2 Echauffement

Compte tenu de la température du milieu dans lequel sont placés les canalisations et appareillage, les intensités admissibles compatibles avec l'échauffement seront celles indiquées par la Norme NF C 15.100, partie 5, et les recommandations des constructeurs.

IV.5.1.3 Nature du courant électrique

La distribution dans les bâtiments sera effectuée à partir du réseau SENELEC à travers un poste de transformation positionné dans le Poste de Livraison à proximité de la centrale électrique.
 Tension «400 Volts triphasé »

Les régimes du Neutre seront les suivants :

- ✓ Neutre mis directement à la terre - schéma T.T pour le réseau secouru et le HQ administratif ;
- ✓ Neutre isolé de la terre - schéma I.T pour le réseau HQ technique.

IV.5.1.4 Chute de tension

La chute de tension admissible entre les bornes du disjoncteur général de branchement de chaque comptage et l'appareil le plus défavorisé de la distribution n'excédera pas, en tenant compte d'un fonctionnement à 100 % :

- ✓ 3 % pour l'éclairage, se décomposant comme suit :
 - 1 % dans les lignes générales
 - 2 % dans les lignes divisionnaires
- ✓ 5% pour les usages autres que l'éclairage.

Toutefois, en dehors de toute valeur numérique, conforme à la réglementation et plus particulièrement à la norme NF C 15.100, celles-ci ne devront jamais dépasser une limite qui soit incompatible avec le bon fonctionnement au démarrage et en service normal de l'utilisation alimentée par la canalisation intéressée.

IV.5.1.5 Sections des conducteurs

L'Entreprise doit, pour le calcul des conducteurs, se conformer aux textes en vigueur et aux recommandations prescrites par les constructeurs et la Norme NF C 15.100.

Les sections des conducteurs seront définies selon les bases suivantes :

- ✓ Ames (cuivre)
- ✓ Intensité admissible (norme NF C 15.100)
- ✓ Coefficient à appliquer (température, proximité, etc.)
- ✓ Mode de pose
- ✓ Protection (tenir compte du temps de réponse de la protection pour la section minimum)
- ✓ Aucune section ne sera inférieure à 2,5 mm² pour les circuits force, et 1,5 mm² pour les circuits éclairage.

IV.5.1.6 Pouvoir de coupure

Les appareils utilisés pour la protection et la coupure des différents circuits devront être compatibles avec le courant de court-circuit présumé en régime de crête, au point considéré.

IV.5.1.7 Commandes et sectionnements

Les organes de coupure principaux seront toujours omnipolaires et rapidement accessibles pour permettre de mettre hors tension les équipements en aval.

La rapidité de la coupure s'obtiendra par une commande extérieure aux armoires.

IV.5.1.8 Résistance Mécanique

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

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

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

IV.5.1.9 Protections électriques

Chaque circuit divisionnaire et terminal sera protégé depuis une armoire par des disjoncteurs conformément à la norme NFC15-100. Le choix de la protection sera déterminé par :

- ✓ La puissance définitivement arrêtée, revue et adaptée par l'entreprise en regard des équipements installés,
- ✓ Le pouvoir de coupure,
- ✓ Le mode de pose des canalisations,
- ✓ La sélectivité des déclenchements (surcharges et court-circuit).

IV.5.1.10 Sélectivité

La sélectivité totale des protections sera réalisée verticalement afin qu'un court-circuit, qu'une surcharge ou un défaut d'isolement soit arrêté au niveau de la protection située immédiatement en amont et qu'aucun appareil ne puisse souffrir d'un passage accidentel d'un courant de court-circuit qui a pris naissance en aval.

La sélectivité totale sera assurée entre la protection des sources et celle des départs, afin de maintenir la continuité de fourniture d'énergie. Seul doit déclencher l'appareil situé immédiatement en amont d'un défaut.

Entre les disjoncteurs de protection des sources et les disjoncteurs de protection des départs, cette sélectivité sera chronométrique.

En outre, une sélectivité totale est également imposée entre les protections des départs des tableaux B.T. et les protections divisionnaires de la distribution proprement dites.

IV.5.1.11 Equilibrage des phases

L'entreprise devra faire en sorte que l'équilibrage des phases soit assuré tout au long de l'installation. Elle devra fournir à la Maîtrise d'Œuvre, en fin de chantier, l'intensité absorbée (par départ et par phase et neutre).

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

IV.5.1.12 Protection contre les contacts directs

Les usagers seront protégés des parties actives sous tension, par un isolement total des équipements.

Après enlèvement de toutes les pièces qui peuvent se retirer sans outil, des essais au doigt d'épreuve seront effectués, et aucune partie sous tension ne devra être accessible.

Pour ce faire, toutes les parties actives de l'appareillage, connexions, protections, seront de conception pourvue d'une isolation.

De même, les canalisations pénétrant dans les divers matériels le feront en conservant la continuité entre l'isolement du câble, ou des conduits, et l'isolement fonctionnel de l'appareil considéré.

IV.5.1.13 Protection contre les contacts indirects

L'installation devra répondre aux prescriptions de la Norme NFC 15.100 concernant la protection contre les contacts indirects par coupure automatique de l'installation.

Une interconnexion de toutes les masses métalliques du bâtiment permettra de protéger les occupants contre les contacts directs.

De même, seront mises à la terre des masses, tous les éléments conducteurs accessibles simultanément, associés à des dispositifs de détection, des défauts d'isolement compatibles avec le neutre.

IV.5.1.14 Degré de protection (IP)

Le matériel électrique sera choisi en fonction des risques du local ou de l'emplacement où il sera installé, conformément à la Norme C 15.100.

IV.5.1.15 Protection contre la corrosion

Tous les matériaux devront être protégés contre la corrosion. Pour cela, tous les métaux ferreux non galvanisés subiront un dégraissage phosphatant avec rinçage passivant et application antirouille en chromate de zinc et deux couches de peinture au minium.

IV.5.1.16 Protection contre les surtensions

La protection contre les surtensions d'origine atmosphérique et à fréquence industrielle sera assurée par des parafoudres adaptés et installés à l'intérieur des coffrets de distribution.

IV.5.1.17 Repérage et teintes conventionnelles

L'ensemble du matériel de protection et commande, les armoires, les bornes, les boîtes, les câbles, les conducteurs, etc., devront être identifiables rapidement.

Le repérage du matériel s'effectuera par des étiquettes en dilophane gravé, et rivé (ou vissé) avec sa fonction en clair ou avec un repère correspondant au dossier de l'étude d'exécution.

En ce qui concerne les canalisations, des bagues portant un numéro, permettront leur identification en regard d'un carnet de câbles.

Pour les couleurs conventionnelles à employer, la normalisation devra être appliquée scrupuleusement.

Repères des câbles électriques

✓ L'identification des conducteurs devra répondre aux exigences de la NFC 15.100 ;

- ✓ Mention du tableau origine et de l'équipement destinataire sur étiquettes placées au départ et à l'arrivée, pour les circuits puissance principaux, avec rappel à chaque niveau traversé.

IV.5.2 ARMOIRES ET COFFRETS ELECTRIQUES

IV.5.2.1 Caractéristiques

Les armoires et coffrets seront de types apparents métalliques fixés aux murs ou posés au sol selon leur importance. Les appareils de signalisation, d'intervention et éventuellement tout autre appareil correspondant à la protection, la commande et la surveillance de l'installation, seront groupés dans les coffrets et tableaux électriques.

Ces tableaux et coffrets devront à avoir les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ être conformes à la norme NF EN 60439-1.
- ✓ Le matériau composant le coffret sera isolant auto extinguable.
- ✓ ils seront équipés de disjoncteurs du type débrochable et cadenassable sur chariot pour les grands calibres (supérieur 250A) et sur socles pour le reste.
- ✓ Les jeux de barres seront montés en partie haute des cellules sur supports isolants dont l'entraxe et la position seront déterminés en fonction de l'intensité de crête du courant de court-circuit ;
- ✓ Des contacts auxiliaires permettront les asservissements électriques et les signalisations d'état et de déclenchement sur défaut ;
- ✓ Les inverseurs de source seront du type automatique, à 2 disjoncteurs à commande électrique, inter verrouillés mécaniquement et électriquement ;
 - Les deux dispositifs de coupure constituant chaque inverseur doivent être disposés dans des compartiments différents.
 - Ils comporteront en outre des contacts auxiliaires d'asservissements et de signalisations.
- ✓ Les protections des départs seront assurées par des disjoncteurs ayant un pouvoir de coupure appropriés ;
- ✓ Les cellules principales d'arrivée B.T., seront équipées chacune, d'appareils de mesure montés en encastré sur les bandeaux :
 - ✓ voltmètres avec affichage digital 0-500 Volts
 - ✓ ampèremètres avec affichage digital 2000 ampères
 - ✓ voyants présence tension
 - ✓ Ensemble des voyants de signalisations de défauts et de déclenchements
- ✓ Les liaisons intérieures entre disjoncteurs et jeux de barres seront de deux types :
 - ✓ Feuillard isolé cuivre à partir de 160 ampères
 - ✓ Câble unipolaire cuivre, pour les intensités inférieures.
- ✓ Tous les câblages seront réalisés sous goulotte ou compartiment à câbles, et les pontages entre appareils ne pourront être admis ;
- ✓ Les conditions de repérages, de raccordements, de borniers de départs ; etc. sont celles précisées dans les normes ;
- ✓ Toutes les armoires devront, par ailleurs, répondre aux spécifications suivantes :
 - Armoire en tôle 20/10ème ou polyester armé de fibre de verre ;
 - Degré de protection IP 55 ;
 - Prévoir 2 portes si la largeur est supérieure à 1 m ;
 - Fermeture à clé ;
 - Châssis de fond constitué par plaque, grillage ou barreaux DIN ;
 - Armoire suffisamment dimensionnée pour permettre une bonne ventilation du matériel installé ;

- ✓ Il sera prévu une réserve de 20% en espace et en puissance dans cette enveloppe.
- ✓ Le matériel électrique aura les caractéristiques suivantes :
 - tension : triphasé 400 V + NEUTRE + TERRE,
 - tension de commande 220 V ou 24 V ;
 - tension d'isolement 1000 V,
 - tenue thermique 25 kA/1s,
 - tenue électrodynamique 50 kA crête.
- ✓ revêtement anticorrosion poudre époxy-polyester,
- ✓ Chaque circuit sera repéré d'étiquettes indiquant sa destination ou sa fonction. Le calibre et la nature des appareils seront également indiqués à l'aide d'une étiquette.
- ✓ Chaque coffret comportera trois sous jeux de barre dédiés comme suit :
 - Eclairage
 - Climatisation
 - Prise de courant
- ✓ Il sera obligatoirement prévu au niveau de chaque coffret :
 - un appareil multi-mesures permettant de mesurer l'énergie consommée, les puissances, les intensités, etc. des départs (sous jeux de barres dédiées) : climatisation, éclairage, prises de courant, etc. Cet appareil devra disposer d'un port de communication avec la Supervision. Les données seront remontées à la Supervision de la Centrale électrique.
 - Appareils nécessaires pour l'acquisition des données (états des disjoncteurs, grandeurs électriques, alarmes, etc.)

Spécifications complémentaires voir STG.

IV.5.2.2 Zoning de distribution

La réhabilitation concerne l'ensemble de bâtiments :

- ✓ Tous les tableaux (TDBT, TTBT, etc.) existants de tous les bâtiments seront remplacés.
- ✓ Pour les bâtiments n'ayant pas de tableau, il sera mise en place un coffret ou armoire neuf qui leur est propre.

IV.5.3 CHARGEURS ET BATTERIES D'ACCUMULATEURS

Les ensembles chargeur-batteries seront de deux types :

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

IV.5.3.1 Ensemble pour automatisme, commande et contrôle

IV.5.3.1.1 Généralités

Voir les spécifications techniques générales

Il sera prévu deux types de systèmes :

- ✓ ceux installés dans les armoires des groupes, chaque système alimentera l'automatisme et éventuellement le relayage du groupe concerné,
- ✓ ceux installés dans la salle énergie constitués de deux ensembles batterie-chargeurs identiques fonctionnant en parallèle. Ces ensembles alimenteront tout ce qui concerne les commandes et signalisations de l'ensemble de la distribution électrique (synoptique lumineux, pupitre de commande et contrôle, télésignalisation et télécommande, etc.). La tension continue sera le 24 ou 48 V (de préférence 24 V) pour les besoins liés au

fonctionnement interne de la centrale électrique ainsi que pour la transmission des informations à distance.

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

IV.5.3.1.2 Définition des chargeurs

Fonctionnement :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Caractéristiques :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Description :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Fonctionnement des ensembles :

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Distribution de l'énergie courant continu :

Pour les systèmes installés dans les armoires groupes et autres salles au sein de la centrale électrique, les différents départs vers l'utilisation se feront à partir d'un coffret situé dans la salle énergie. Tous les départs, quel que soit le système, seront protégés par disjoncteurs disposant de contacts auxiliaires.

IV.5.3.1.3 Définition des batteries

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

IV.5.3.2 Ensemble pour démarrage des groupes

Spécifications voir IV.4.2 Groupes électrogènes.

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

IV.5.4 ALIMENTATION STATIQUE SANS COUPURE (ASI)

Afin d'assurer une alimentation sans coupure des équipements sensibles, il est prévu la fourniture, l'installation et la mise en service des ASI triphasées:

- ✓ Deux ASI de deux onduleurs de 60 kVA fonctionnant en redondance parallèle et ayant une autonomie de 10 minutes à pleine charge pour le réseau HQ technique. Elles seront installées dans la salle énergie de la Station terrienne (BT003) ;
- ✓ Deux ASI de deux onduleurs de 120 kVA fonctionnant en redondance parallèle et ayant une autonomie de 10 minutes à pleine charge pour le réseau HQ technique. Elles seront installées dans la salle onduleurs de la Centrale électrique (BT002) ;

Les unités ASI ainsi que les batteries doivent être obligatoirement modulaires, Batteries et modules de puissance remplaçables à chaud sans déconnexion des équipements protégés.

ASI doivent avoir les caractéristiques suivantes, au minimum :

Type	Modulaires (plusieurs modules de puissances en parallèle)
Puissances nominales	2 x 120 kVA et 2 x 60 kVA
Entrée onduleur	
Tension	400 V \pm 10 % (paramétrable à \pm 15%), triphasés
Fréquence	50 Hz \pm 10 %
Facteur de puissance	\geq 0,95
THDI	< 4 %
Sortie onduleur	
Tension	400 V et 230 \pm 1 % triphasé + neutre
Fréquence	50 Hz \pm 1 % (paramétrable de 0,5 à 2 Hz par pas de 0,25 Hz)
Variation de tension sur impact de charge de 0 à 100 %	comprise entre \pm 3 %
Variation de tension sur impact de charge de 100 % à 0	comprise entre \pm 3 %
THDI	< 4 %
Conditions de transfert vers sur by-pass	
Plage de fréquence synchro	0,5 Hz
Différence de tension	\pm 10 %
Rendement (pour charge \geq 50 %)	\geq 90 %
Batteries	
Type	Lithium-ion , type modulaire, avec un système de gestion BMS (Battery management system) électronique intégré
Autonomies en pleine charge	10 minutes (prises en compte des pertes dues au vieillissement)
Durée de vie	20 ans
Température de fonctionnement	Capable de fonctionner, au minimum, à 40°
Protection anti-retour	montée dans l'onduleur
Filtres anti- harmonique	intégrés
Affichage	Ecran afficheur en face avant, type numérique
Bypass	by-pass interne par ASI et un coffret de by-pass externe pour toutes les deux groupes d'ASI

IV.5.5 CONDENSATEURS DE PUISSANCE

Il sera fourni, installé et mise en service une batterie de compensation de type globale. La batterie sera raccordée en tête d'installation et devra assurer la compensation automatique de l'énergie réactive pour l'ensemble des charges de l'installation.

La correction devra permettre d'obtenir un Cos Phi au moins égal à 0,95.

Chaque condensateur formant la batterie sera composé de trois capacités unitaires couplées en triangle, protégées par des fusibles et comportera également des résistances de décharge.

Chaque batterie sera du type H, constituée par des gradins avec régulateur varométrique. Elle sera placée dans une cellule posée à proximité du Disjoncteur général.

La batterie sera protégée individuellement par disjoncteur et sera munie de self de choc et d'affichage numérique du cos phi.

IV.5.6 ECLAIRAGES

IV.5.6.1 Eclairage normal

En compléments ou en remplacement de l'éclairage existant, si nécessaire, l'Entreprise devra la fourniture, la pose, le raccordement et la mise en service des luminaires (y compris ses circuits d'alimentation : appareillages de protection et de commande, canalisations, etc.).

Les éventuels découpes, les percements et les rebouchages des faux plafonds, murs, etc. pour les passages des câbles et l'incorporation des appareils d'éclairage fournis et posés sera à la charge du présent lot ;

Caractéristiques des luminaires:

Les luminaires à fournir, installer et mise en service seront les suivants :

- ✓ Les lampes des bureaux seront de type LED, vasque duo de 1,2m 2x18W
- ✓ Les lampes des couloirs seront de type LED 1x18w avec détecteur de présence.
- ✓ Les lampes extérieures ou des toilettes seront de type LED dans Hublot à monture invisible ou équivalent
- ✓ Réglette à LED de 1 x 18 w avec vasque diffuseur étanche pour : éclairage périphérique des bâtiments, salle transformateurs, salle des groupes ;
- ✓ Applique linolithe pour toilettes et hublot à monture invisible étanche avec ampoule à LED 5 w ;
- ✓ Dans les locaux humides, mouillés ou présentant des risques d'incendie, les appareils d'éclairage seront du type étanche, avec douilles en matériaux isolants, et presse-étoupe étanches.
- ✓ Il est rappelé que tous les appareils d'éclairage seront mis à la terre ;
- ✓ Le facteur de puissance doit être supérieur à 0,9 ;
- ✓ Tous les appareils d'éclairage seront fournis avec leurs lampes. L'entreprise devra le maintien en fonctionnement de l'ensemble des sources lumineuses jusqu'à la levée des réserves, après réception et devra, si nécessaire, remplacer toute lampe défectueuse au fur et à mesure des besoins, pendant cette période ;
- ✓ Etc.

IV.5.6.2 Lampadaires

L'Entreprise devra la fourniture, la pose, le raccordement et la mise en service des 32 lampadaires solaires photovoltaïques (y compris les massifs, etc.) :

- ✓ Corps de lampadaire en alliage d'aluminium, verre trempé ;
- ✓ Température de fonctionnement : Supérieure à 60°C ;
- ✓ Fonctionnement
 - Détection crépusculaire ;
 - Détection de présence (temporisation 45s en standard) ;
 - Possibilité de gestion de la puissance d'éclairage en fonction du niveau de la batterie.
- ✓ Lampe :
 - LED haute efficacité ;
 - durée de vie : supérieure à 70 000 Heures (12 heures de fonctionnement par jour) ;
 - Matière: fonderie d'aluminium, vasque en verre trempé plat avec réflecteur blanc, dissipateur thermique en fonte d'aluminium ;
 - Protection IP 66 - IK 08 ;
 - Température de couleur : supérieure à > 5300 K ;
 - Efficacité lumineuse (à la source) : 150 lm/W ;
- ✓ Module photovoltaïque :
 - Rendement : supérieur ou égal à 17% ;;
 - Modules photovoltaïques (silicium polycristallin), verre trempé haute transparence et autonettoyant;
 - Garantie : durée de vie supérieure à 25 ans et 80% de puissance garantie à 25 ans ;
 - Etc.

- ✓ Mât
 - Hauteur : 5 m à 8,00 m ;
 - Acier galvanisé - finition thermolaquée ;
 - Traitement bord de mer ;
 - Visserie inox
 - Rabattable ;
- ✓ Garantie : supérieure à 6 ans ;
- ✓ Résistance : Résistant aux conditions climatiques extrêmes ;
- ✓ Stockage d'énergie
 - Batterie Li-ion sans entretien ou équivalent ;
 - Temps de rechargement complet de la batterie : inférieure à 5heures en NOCT;
 - Autonomie batterie pleine : 3 jours sans soleil ;
 - Durée de vie : supérieure à 10 ans ;
 - Contrôleur de charge : MPPT ;
- ✓ Massif béton recommandé : pour la zone d'implantation
- ✓ Certification : certifié usage extérieur et CE/FCC/RoHS ;
- ✓ Etc.

IV.5.6.3 Éclairage de secours (ou "d'ambiance" ou "de remplacement")

L'Entreprise devra la fourniture, la pose et le raccordement de blocs d'éclairage autonome (y compris ses circuits d'alimentation : appareillages de protection et de commande, canalisations, etc.).

IV.5.6.3.1 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 :

- ✓ Poste De Livraison : 1 ;
- ✓ Salle onduleurs : 1 ;
- ✓ Local groupe : 3 ;
- ✓ Salle énergie : 1 ;
- ✓ Salle de contrôle : 1 ;
- ✓ Salle de repos : 1
- ✓ Local fluides : 1
- ✓ Toilettes : 1
- ✓ Local technique station terrienne : 1
- ✓ Etc.

IV.5.6.3.2 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 :

- ✓ Poste De Livraison : 1 ;
- ✓ Salle onduleurs : 1 ;
- ✓ Local groupe : 1 ;
- ✓ Salle énergie : 1 ;
- ✓ Salle de contrôle : 1 ;
- ✓ Salle de repos : 1 ;

✓ Local technique station terrienne : 1

✓ Local bâtiment DET : 1

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 : ≥ 400 lumens;

✓ Conforme aux normes en vigueur en la matière ;

✓ conforme à la norme NFC 71.801.

NB : Les caractéristiques techniques des luminaires et leurs répartitions dans les différents endroits des bâtiments sont données à titre indicatif.

IV.5.6.4 Éclairage d'évacuation (balisage)

L'éclairage d'évacuation devra permettre à toute personne d'accéder à l'extérieur, en assurant l'éclairage des cheminements, des sorties, des indications de balisage, des obstacles et des indications de changement de direction. Les appareils porteront toutes indications destinées à la parfaite compréhension (inscription - fléchage). Il sera installé dans :

- au-dessus de chaque porte de sortie ou de sortie de secours ;
- au-dessus de chaque obstacle ;
- pour chaque changement de direction du chemin d'évacuation.

L'éclairage de sécurité sera constitué de BAES et BAEA type LED, les blocs seront télécommandable, autonomie 1 heure 30, tension d'alimentation 220 V, flux lumineux 60 lumens, batteries débrochables au cadmium nickel.

Leurs indices de protection tiendront compte de leur implantation :

- IP 4 xx avec coffret d'étanchéité IP 449 (locaux humides).
- IP 227 pour autres locaux.

IV.5.7 DISTRIBUTION PRISES DE COURANT

Fourniture et pose des prises de courant avec terres protégées y compris tube, goulotte, boîte, support, câblages, saignées, percements, fixations et raccordements.

IV.5.7.1 Pour le réseau secouru et le HQ administratif

IV.5.7.1.1 Généralités

Elles devront toujours être protégées par un dispositif différentiel adapté (un par circuit terminal).
Suivant l'affectation des locaux, les prises de courant seront de type :

- Étanche avec enveloppe isolante pour les locaux humides ou mouillés sans risque mécanique ;
- Encastré avec boîtier d'encastrement pour tous les autres locaux ;
- Modulaire pour les prises implantées sur les goulottes éventuelles, dans les zones de bureaux.

Toutes les prises de courant comporteront un contact de terre et seront munies d'éclipses.

La hauteur d'implantation des prises par rapport au sol sera conforme à la réglementation en vigueur et devra, en tout état de cause, permettre l'enfichage correct des cordons de raccordement des appareils d'utilisation.

Tous ces équipements seront fixés par vis sur des boîtes encastrées adaptées. Aucune fixation par griffe ne sera tolérée.

Lorsque des prises de courant seront situées sur un panneau où est également implanté un interrupteur ou bouton poussoir, les deux équipements seront strictement alignés verticalement.

IV.5.7.1.2 Réseau de distribution aux prises de courant

Les câbles seront de la série U 1000 R2V, placés dans les chemins de câbles des circulations et les faux plafonds de bureaux, sous fourreaux si c'est en encastré.

La section des conducteurs sera au minimum de 2,5 mm².

Le raccordement sur les prises, pour effectuer les repiquages, se fera par l'intermédiaire de connecteurs approuvés par la Maîtrise d'Œuvre et ces connecteurs seront situés dans les plinthes électriques.

IV.5.7.1.3 Les prises de courant secourues

Deux prises de courant par bureau, ce nombre devra être ajusté en fonction des dimensions des locaux.

Prises de courant

Les prises de courant seront du type 2P+T 10/16A et 3P+T 16A type français ou similaire à encastrer.

Elles seront implantées à 0,25m du sol fini.

Prises de courant étanches

Les prises de courant étanches seront du type 2P+T 10/16A et 3P+T 16A type français ou similaire.

Elles seront implantées à 0,25m du sol fini.

IV.5.7.1.4 Prises pour la HQ :

Deux prises de courant par bureau, ce nombre devra être ajusté en fonction de la dimension des locaux.

Des DDR de type Hpi (appelé aussi type SI ou type HI) seront associés aux circuits HQ pour tenir compte des composantes continues des courants et des courants de fuites dans l'optique d'éviter les déclenchements intempestifs.

- ✓ Prises de courant au standard britannique :
 - Type 16 A - 250 V, 2P + T ;
 - prise de terre en haut, phase à droite ;
 - raccordement bilatéral ;
 - fusible intégré ;
 - support pour adaptation sur goulotte, par encliquetage ;
 - utilisation : réseau haute qualité
- ✓ Fiche mobile industrielle droite 16 A - 2P+T - 200-250 V CA - IP44
 - Position horaire du contact à la terre : 6 h ;
 - Bornes de raccordement : Vis imperdables ;
 - Standard de prise : Industriel ;
 - Entrée de câble : Presse-étoupe ;
 - utilisation : réseau haute qualité (alimentation baies informations, etc.)
 - Etc.
- ✓ Prise mobile industrielle droite 16 A - 2P+T - 200-250 V CA – IP67
 - Position horaire du contact à la terre : 6 h ;
 - Bornes de raccordement : Vis imperdables ;

- Standard de prise : Industriel
- Entrée de câble : Presse-étoupe ;
- utilisation : réseau haute qualité (alimentation baies informations, etc.)
- Etc.

IV.5.7.2 Pour le réseau HQ technique

Ces prises seront de même caractéristique que les prises HQ administrative mais elles devront toujours être protégées par un dispositif de contrôle d'isolement adapté (un par circuit terminal).

IV.5.7.3 Coupure de climatisations

Les coupures des alimentations des climatisations splits seront de type dismatic combinés avec disjoncteurs modulaires ou interrupteurs.

IV.6 EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES (PV)

L'unité de production PV en toiture (Bâtiment BA009) de la solution de base et les autres unités devront être constituées des équipements PV éprouvés donc conformément aux normes et guide technique en vigueur en la matière.

IV.6.1 TABLEAU BASSE TENSION (BT) CC

L'armoire électrique BT CC sera installé en amont et au plus près des onduleurs. Cette armoire recevra 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 une sécurité optimale, 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/coffrets BT et accessoires (disjoncteurs, relais, appareils de mesures, convertisseurs, inverseurs, étiquetages, etc.).

IV.6.2 ONDULEURS PHOTOVOLTAÏQUES

Il sera fourni, installé et mise en service aux moins deux onduleurs PV ayant pour rôle de convertir le courant continu de l'énergie photovoltaïque en courant alternatif. Ces onduleurs seront avec transformateurs d'isolement intégré.

Les onduleurs seront installés, dans des compartiments (armoires ou grilles) sécurisés, au balcon du bâtiment BA009.

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

Puissance nominale	Au moins deux onduleurs en fonction de la capacité du site
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 4%
Rendement quel que soit le niveau de charge	supérieur à 98%
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 dB 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

- ✓ Possibilité de raccordement en parallèle ;
- ✓ Contacts multifonction programmable;
- ✓ Répartition de la puissance réglable ;
- ✓ Protection contre surtempérature et surcharge ;
- ✓ Protection contre les courts-circuits ;
- ✓ Disposer d'un MPPT sur chaque entrées;
- ✓ Limiteurs de surtensions DC et AC, type 1 ;
- ✓ 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.

IV.6.3 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

IV.6.3.1 Emplacement

Les unités de productions photovoltaïques seront installées en toiture.

A cet effet, l'Entreprise doit :

- ✓ Accorder une attention particulière risque de dégradation de l'étanchéité et de la stabilité du bâtiment ;
- ✓ vérifier que l'ancrage ou le système de lestage utilisé est suffisant pour maintenir l'installation en place contre les effets : effet vertical vers le haut (effort d'arrachement) ou vers le bas (compression) ou encore horizontal (cisaillement) ;
- ✓ vérifier que la toiture et la structure portante peuvent accepter la charge supplémentaire (statique) et les effets dus au vent (dynamique) ;
- ✓ pour les unités de production PV en option sur les parkings, des nouveaux hangars (support, structures portantes, etc.) devront être réalisés. Les poteaux devront être protégés contre les chocs (des engins) par des structures en béton de 70 cm de hauteur ; ces structures ne doivent pas être solidaires des poteaux.
- ✓ effectuer les travaux nécessaires afin éviter la stagnation d'eau de pluies sur les toits;
- ✓ veiller à ce que l'ombre portée éventuelle sur les modules due aux antennes environnantes, bâtiment, arbres ou obstacles divers, soit la plus faible possible. Il procédera à l'élagage des arbres, si nécessaire, lors de l'installation.
- ✓ Créer un accès sécurisés (escalier, échelle, verrouillage, etc.) sur les différents toits ;
- ✓ Lorsque la solution choisie nécessite le percement de l'étanchéité, il est important de respecter les règles de bonnes pratiques pour rétablir l'étanchéité autour du point de percement ;
- ✓ Utiliser des matériaux inoxydables et adaptés aux conditions environnementales du site.

Ces prestations sont réalisées au titre de génie civil.

IV.6.3.2 Modules photovoltaïques

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

- ✓ 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. ;
- ✓ faible luminance de rayon réfléchi ;
- ✓ 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 (T_j) : ($T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 50^\circ\text{C}$ et $T_j = 75^\circ\text{C}$) ;
- ✓ 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 ;
- ✓ La tension nominale des modules photovoltaïques sera de 12V (modules avec 36 cellules photovoltaïques) ou 24V (modules avec 72 cellules photovoltaïques), ou indifférente en présence d'un dispositif MPPT (Maximal Power Point Tracking) ;
- ✓ Le module devra disposer de :
 - un câble de sortie de longueur ≥ 1 mètre ;
 - une boîte de connexion ou 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

IV.6.3.3 Structures

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

- ✓ Elles doivent être capables de résister aux conditions climatiques extrêmes locales ;
- ✓ 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 les boîtiers de raccordement, fixer sur les structures supports, soient facilement accessibles;
- ✓ 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 toit) prouvant la résistance de celle-ci aux conditions climatiques extrêmes locales.

IV.6.3.4 Câblages et protections DC

IV.6.3.4.1 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.

IV.6.3.4.2 Câbles DC

- ✓ Les câbles cheminant derrière les modules photovoltaïques doivent être 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 connectées aux réseaux.
- ✓ 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 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 exigé conformément aux guides UTE C 15-712-1, C 15-712-2.

IV.6.3.4.3 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 restent 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 débouchables 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 -).

IV.6.3.4.4 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 d'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 ;
- ✓ 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.

IV.6.3.4.5 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. Les fusibles seront dimensionnés et choisis conformément aux guides UTE C15-712-1&2

IV.6.3.5 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.

IV.6.3.6 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.

IV.6.3.7 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 réalisés de manière à s'intégrer, au mieux, aux bâtiments concernés, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Les câbles doivent 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.

IV.7 RESEAUX DE CABLES BT ET CHEMINEMENTS

Les câbles devront être choisis selon les exigences la Norme NFC 15 100 et les guides techniques de l'UTE à savoir la contrainte thermique admissible, la chute de tension, le courant de court-circuit, les marges d'extension, les modes de pose, les influences externes, etc.

IV.7.1 RESEAUX DE CABLES

IV.7.1.1 Réseau de câbles HT

Les câbles HT seront en Aluminium du type HN 33 S33 agréé par SENELEC, câbles multipolaires et unipolaires.

IV.7.1.2 Réseau de câbles BT

Les câbles à utiliser pour les réseaux BT seront :

- ✓ Série U 1000 R02V, cuivre de type rigide utilisé en intérieur et extérieur;
- ✓ Série H 07 RN-F 750 V, cuivre de type souple utilisé à l'intérieur des coffrets et armoires.

Ces câbles devront être multipolaires et unipolaires.

IV.7.1.3 Récapitulatif des câbles extérieurs

A titre indicatif

Câble	Repère	Tenant - Aboutissant	Section (mm ²)	Longueur (m)
HT	HT	Cellules HTA-transformateur	4x (1x240)	20
BT	BTS1	PDL-BT002	4x (1x240)	60
	BTS2	BT002-BA008	4x35	60
	BTHQ1	BT002-BA008	4x16	60
	BTS3	BT002-BT001	4x35	75
	BTHQ2	BT002-BT001	4x16	75
	BTS4	BT002-BA001	4x70	250
	BTHQ3	BT002-BA001	4x35	250
	BTS5	BT002-BA002	4x70	275
	BTHQ4	BT002-BA002	4x35	275
	BTS6	BT002-BA003	4x95	180
	BTHQ5	BT002-BA003	4x70	180
	BTS7	BA003-BA006	4x6	45
	BTHQ6	BA003-BA006	4x2, 5	45
	BTS8	BT002-BA004	4x70	260
	BTHQ7	BT002-BA004	4x35	260
	BTS9	BT002-BA005	4x120	200
	BTHQ8	BT002-BA005	4x35	200
	BTS10	BT002-BA009	4x240	250
	BTHQ9	BT002-BA009	4x70	250
	BTS11-1	BT002-BT003	4x120	166
BTS11-2	BT002-BT003	4x120	166	
BTHQ10	BT002-BT003	4x4	166	
BTS12	BT002-BT004	4x16	75	
BTHQ11	BT002-BT004	4x2, 5	75	
BTS13	BT003-Guérite	4x4	125	
BTHQ12	BT003-Guérite	4x2, 5	125	
CF	CF1	PDL-BT002		30
	CF2	BT002-BA008		60
	CF3	BT002-BT001		75
	CF4	BT002-BA001		250
	CF5	BT002-BA002		275
	CF6	BT002-BA003		180
	CF7	BA003-BA006		45
	CF8	BT002-BA004		260
	CF9	BT002-BA005		200

	CF10	BT002-BA009		250
	CF11	BT002-BT003		166
	CF12	BT002-BT004		75

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 ;
- ✓ Les différentes liaisons à l'intérieur des sites (bâtiments et autres) ne sont pas énumérées mais seront dues au titre des présentes prestations ;
- ✓ **Toutes les liaisons à courant continu doivent être réalisées avec des câbles unipolaires souples notamment des câbles de type photovoltaïque (unipolaire).**

IV.7.1.4 Câbles courants faibles (CF)

Le prestataire devra proposer un réseau de câbles courants faible pour l'acheminement des données de différents tableaux BT des bâtiments à l'automate et supervision de la Centrale électrique.

Les câbles seront être à fibre optique, les câbles en cuivre sont acceptés pour les petits tronçons à condition ils ne compromettent pas un suivi à temps réel des équipements distants.

Il sera fourni, installé et mise en service un ensemble d'équipements pour réseau CF (câbles, switch, modules acquisitions des données, etc.).

IV.7.2 CHEMINS DE CABLE, GOULOTTES ET CONDUITS

Ils devront permettre la distribution des câbles et l'installation des appareillages.

- ✓ Ils seront prévus par longueur de 3 m en ligne droite. La hauteur des bords relevés est de 52 mm ; les changements de plan s'effectuent au moyen de raccordements spéciaux concaves ou convexes. Les virages sont assurés, également, par coudes 90° ou autres.
- ✓ Les éléments sont éclissés au moyen de raccords spéciaux, placés de préférence, en dehors des points d'appui. Les chemins de câbles placés à moins de 1,50 m du sol recevront un couvercle assurant une protection efficace des câbles contre les risques de détérioration mécanique.
- ✓ La continuité électrique des chemins de câbles devra être assurée, réalisant ainsi une liaison équipotentielle supplémentaire. Leur mise à la terre sera effectuée au niveau des armoires et coffrets divisionnaires.
- ✓ A la traversée des parois et dalles, les câbles chemineront obligatoirement sous fourreaux ;
- ✓ Les cheminements des chemins de câbles devront éviter les locaux ou emplacement à danger d'incendie ;
- ✓ Prévision d'un chemin de câbles à partir de 3 câbles cheminant en parallèle ;
- ✓ Les suspensions des chemins de câbles devront être indépendantes des autres corps d'état. Les éléments de fixation seront réalisés principalement sur pendants ou cornières murales. La suspension tige filetée est déconseillée pour les chemins de câbles courants forts ;
- ✓ Les éléments de fixation doivent être en nombre suffisant de manière à ne pas mettre en cause la solidité de l'ouvrage ;
- ✓ Les chemins de câbles courants forts doivent être éloignés de 30 cm au minimum des chemins de câbles courants faibles dans le cheminement parallèle ;
- ✓ Mise en place d'un cuivre nu de section 29 mm² le long des chemins de câbles pour la réalisation de l'équipotentialité des masses ;

- ✓ Les chemins de câbles doivent être repérés par étiquette gravée vissée à chaque recoupement d'étage, changement de direction et au minimum tous les 15 m le long des cheminements accessibles, selon le principe : étiquette gravée blanche sur fond noir : chemins de câbles réservés aux courants forts ;
- ✓ Les chemins de câbles seront toujours situés à une altitude supérieure à 2 mètres ;
- ✓ Toutes dispositions devront être prises pour s'assurer que l'ouverture des portes ne soit pas une gêne par l'implantation de chemins de câbles ou fourreaux ;
- ✓ Les conduits encastrés dans les ouvrages, en béton armé, seront du type ICTL et les conduits disposés dans les vides de construction et encastrés dans tous les ouvrages autres que ceux en béton armé seront du type ICTA. Dans le cas de montage en apparent il sera fait usage de tube IRL.

IV.7.3 RESEAU EXTERIEUR : TRANCHEES, BUSES ET CHAMBRES DE TIRAGE

Les différents types de câbles BT extérieurs cités précédemment chemineront en buse et en tranchée avec des buses et chambre de tirage.

IV.7.3.1 Les tranchées

Elles seront de différentes profondeurs :

- 0,80 m pour les câbles situés en dehors des chaussées carrossables;
- 1 m pour les câbles situés sous des chaussées carrossables.

Les travaux consisteront à l'ouverture des tranchées, la pose des câbles d'énergie, la pose du câble d'équipotentialité de terre, la pose du grillage avertisseur de couleur et enfin la fermeture des tranchées, avec le repérage des cheminements.

Les grillages avertisseurs seront de couleur rouge et placés à 20 cm au-dessus des fourreaux de câbles.

Un plan de détail des tranchées et chambre de tirage est prévu en annexe.

IV.7.3.2 Les buses

Les buses seront utilisées pour le passage de câbles sous les chaussées ou non et pour l'entrée dans les bâtiments.

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

- repérage des buses,
- nettoyage des buses et remise en état ou mise en place de nouvelles buses,
- réfection ou mise en place de nouveaux regards si ceux-ci n'existent pas,
- pose des nouveaux câbles.

Les buses existantes seront complétées par un nouveau réseau en fonction du cheminement des câbles.

Les travaux à réaliser concernant ces nouvelles buses sont les suivants :

- ouverture de la chaussée,
- installation des nouvelles buses,
- construction de regards,
- pose des câbles et ou de fil de navette.
- remise en état de la zone de travaux et reconstitution à l'identique des chaussées.

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

Afin d'éviter l'intrusion d'animaux à l'intérieur des buses, un bouchon de ciment maigre sera placé à chaque extrémité, compléter par des mousses expansives non toxiques.

Il sera prévu 30% de réserve dans chaque buse et 50% du nombre de buses utilisées en buse de réserve.

L'Entreprise doit obligatoirement tous les réseaux busés pour le passage sous des chaussées ou non et pour l'entrée dans les bâtiments. Elle fera obligatoirement une proposition pour chaque ouvrage, chaque proposition sera accompagnée d'un descriptif technique détaillé ainsi que d'un devis chiffré en détail afin de les soumettre à l'ASECNA.

L'Entreprise aura à sa charge les réparations nécessaires dues à des dommages causés par elle-même (coupure ou dégât sur un câble ou une canalisation existant et à réutiliser, remise en état de chaussées à l'identique, etc.).

Les tracés des câbles portés sur les plans ou schéma 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 bâtiments, des installations et des données réelles du terrain (buses utilisables, zones inondables, routes, etc.).

IV.7.3.3 Chambre de tirage

Les chambres de tirage seront en béton armé et hydrofugé avec cuvelage intérieur dans le but de rendre étanche les faces en contact avec le sol humide.

Leurs dimensions seront au moins de 80cmx80 cm sur 1m de profondeur.

Les joints entre réservation de passages et des buses ou fourreaux seront recoupés par des mousses expansives étanches résistant à l'action de l'eau. Ce traitement se fera sur les chambres de tirage et sur les arrivées dans les bâtiments.

Les tampons de fermeture seront étanches et résistante avec une compatibilité pour chaussée de circulation de véhicules.

L'entreprise la fourniture, la pose, le raccordement l'ensemble de chemin de câble.

Les chemins de câbles doivent être conformes à la Norme AFNOR et seront métalliques, galvanisés à chaud du type perforé à bords sécurisés.

IV.8 AUTOMATE ET SUPERVISION DES INSTALLATIONS

IV.8.1 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL

IV.8.1.1 Parties logiciels de l'automate

IV.8.1.1.1 Programmes

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

IV.8.1.1.1.1 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.

IV.8.1.1.1.2 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, ect) seront déclarées et commentées ;
- ✓ Tous les noms des variables seront en majuscule, pour faciliter la lecture dans les programmes, le nombre est limité à 12 caractères ;
- ✓ Les commentaires des variables pourront être en caractères minuscules ;
- ✓ Toutes les variables utiles au démarrage du 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.

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

Création et utilisation de blocs programmes

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

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

Programmation de la communication

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

Format de communication Modbus :

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

Format de communication Ethernet :

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

IV.8.1.2 Parties matériels de l'automate

IV.8.1.2.1 Caractéristiques communes

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

IV.8.1.2.2 Processeurs

- ✓ Les processeurs 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.

IV.8.1.2.3 Cartes d'entrées Tout Ou Rien (TOR)

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

IV.8.1.2.4 Cartes de sorties Tout Ou Rien (TOR)

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

IV.8.1.2.5 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.
- ✓ Etc.

IV.8.1.2.6 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 seront accessibles pour du diagnostic via un navigateur standard (Explorer, Mozilla, Google Chrome, etc.) et un serveur Web embarqué dans le module. Ce serveur Web ne devra nécessiter aucune configuration préalable, ni logiciel spécifique et devra être sécurisé par mot de passe.

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

- ✓ Les coupleurs Ethernet devront posséder en visualisation dynamique les éléments suivants:
 - Visualisation du trafic total et par type ;
 - Visualisation du nombre de connexions ouvertes ;
 - Visualisation de son état ;
 - Compteurs total messages émis ;
 - Compteurs total messages reçus ;
 - Compteurs total messages erreur.

Avoir les protocoles MODBUS/TCP, ETHERNET/IP.

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

Permettre le transfert de programme dans l'automate.

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

IV.8.1.2.7 Cartes bus de terrain embarquées dans l'automate

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

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

IV.8.1.3 Stations réseau

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

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

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

IV.8.1.4 Caractéristiques des armoires automates

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

- Un éclairage coupé par un contact de porte.
- Une prise de courant avec sa protection différentielle.
- Une prise réseau ethernet RJ45.
- Un rangement pour les plans.
- Une porte vitrée face au rack automate.
- Elle disposera de toutes les protections électriques nécessaires.
- Une tablette pour poser un PC portable.
- Une serrure .
- Ouverture par commande unique sur toutes les portes.
- ✓ L'alimentation 24 VCC, dont la puissance est adaptée à l'installation, est protégée en amont et en aval par des disjoncteurs.
- ✓ Pour les cartes d'entrées sorties in rack, chaque carte de 64 voies est protégée par un disjoncteur. Une synthèse des défauts disjoncteurs des cartes est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.

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

IV.8.1.5 Réseaux industriels

IV.8.1.5.1 Principes

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

IV.8.1.5.2 Réseau RS485

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

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

- ✓ Caractéristiques câbles Modbus :
 - Câble basse capacitance: < 60 pF/m.
 - Impédance caractéristique 120Ω/Km.
 - Nombre de conducteurs 2 paires.
 - Section conducteurs 0,22mm².
 - Paires torsadées blindées paire à paire.
 - Conforme à la norme EIA RS485.

- ✓ Caractéristiques câbles FIPIO:

Câble Principal.

- Diamètre = 7,8mm +/- 0,2mm employant 2 conducteurs de jauge 22.
- Diamètre sur tresse = 6,4mm +/- 0,2mm.
- Composé d'une paire torsadée d'impédance caractéristique 140Ω<Zc<155Ω.
- Atténuation à 1Mhz ≤ 12Db/Km.
- Résistance linéique à 20°C ≤ 52Ω/Km en statique.
- Blindé par tresse et feuillard.
- Rayon de courbure minimum 75 mm.
- Utilisable en atelier pour des tensions inférieures à 36 Volts.
- Température de stockage: -25°C à +70°C.

- Température d'utilisation: +5°C à +60°C.
- Essais à la flamme : Norme UL VW-1.
- Norme d'essai applicable: CEI.189.1 et CEI 885.1.
- Conforme aux normes : NFC 46.604.

Câble de dérivation

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

IV.8.1.5.3 Réseau Ethernet industriel

Switchs :

Chaque switch a une adresse IP et un nom unique.

✓ Principaux caractéristiques des switchs :

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

✓ Installation des switchs :

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

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

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

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

✓ Câbles fibres :

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

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

✓ Câbles cuivre :

Tous les câbles seront au minimum de catégorie 5E.

IV.8.2 SUPERVISION CENTRALISEE

IV.8.2.1 Généralités

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

Il permettra, entre autres :

- ✓ L'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique...)
- ✓ La visualisation de l'état et de l'évolution des installations avec une mise en évidence des anomalies (alarmes) ;
- ✓ La collecte d'informations en temps réel sur les installations depuis des sites distants et leur archivage ;
- ✓ L'aide à l'opérateur dans son travail et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème ...) ;
- ✓ Disposer d'une synoptique fournissant une représentation synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des installations permettant ainsi à l'opérateur d'interagir avec le processus et de visualiser le comportement normal et anormal ;
- ✓ Affichage des courbes permettant une représentation graphique de différents paramètres des installations donnant ainsi les outils d'analyse des variables historiés ;
- ✓ 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.
- ✓ Fournir des données à la GMAO.

A cette fin, l'opérateur dispose :

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

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

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

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

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

IV.8.2.2 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, ASI réseau administratif, ASI réseau technique, équipements photovoltaïques ; etc.)
 - tensions,
 - fréquence,
 - intensités,
 - puissances,
 - facteur de puissance,
 - énergies,
 - défauts,
 - etc.

Pour les équipements PV, l'acquisition des données devra remonter jusqu'aux paramètres de chaque string (branche).

- ✓ paramètres relatifs au fonctionnement mécanique des groupes électrogènes :
 - sélection de fonctionnement (groupes, démarrages) avec discordances éventuelles,
 - temps de fonctionnement et nombre de démarrages,
 - défauts et alarmes,
 - contrôle des équipements accessoires,
 - etc.
- ✓ paramètres relatifs au fonctionnement des installations électriques de la centrale et des locaux techniques:
 - présence et caractéristiques tension sur les jeux de barres,
 - position des organes de protection (puissance),
 - position des organes de manœuvre (puissance),
 - tous défauts (énergie, liaisons, protections, transformateurs, isolements, etc.),
 - anomalies, mauvaises configurations,
 - etc.

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.

IV.8.2.3 Principes de visualisation

IV.8.2.3.1 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.

IV.8.2.3.2 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 "arrivée HT",
- ✓ une page "synoptique centrale",
- ✓ une page par tableau basse tension de la centrale (ou plusieurs suivant l'importance de l'équipement),
- ✓ une (ou plusieurs) page "groupes" donnant le synoptique des commutations groupes/secteur, les caractéristiques essentielles des groupes, les défauts, les mesures,
- ✓ une page "mesures" réseau HT,
- ✓ une page "mesures" réseau BT,
- ✓ une page "chargeurs",
- ✓ une page "onduleurs (ASI)",
- ✓ une page "onduleurs PV",
- ✓ des pages statistiques et courbes,
- ✓ une page sauvegarde (enregistrement du journal) ;

IV.8.2.3.3 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 clic de évoluer dans le système. Les boutons ci-après seront, au minimum, prévus sur chaque page :
 - retour au sommaire général
 - retour au synoptique général
 - accès au sommaire "aides exploitation, maintenance"
 - accès à la page de consignes
 - accès à la page "historiques" (courbes et statistiques)
 - accès au journal (états consignés)
 - acquittement défauts
- ✓ Une partie centrale qui recevra les schémas, textes et commentaires.

IV.8.2.3.4 Animation

L'animation sera obtenue par :

- ✓ modification de schémas
- ✓ changement de couleurs,

- ✓ apport ou modification d'informations (textes, etc.).

Appareils de protection, coupure, commutation

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

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

Changements de tension

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

Défauts

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

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

Anomalie ou discordance

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

Est considéré comme anomalie ou discordance, un fonctionnement anormale 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.

IV.8.2.3.5 Graphisme –couleurs- symbolique

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

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

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

IV.8.2.3.6 Evolution de pages en pages

Elle se fera :

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

IV.8.2.4 Pages d'aide à l'exploitation et à la maintenance

IV.8.2.4.1 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.

IV.8.2.4.2 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 sommaire spécifique,
 - accès à la page de consignes,
 - accès à la page suivante,
 - retour à la page précédente,
 - "impression écran".

IV.8.2.4.3 Contenu des pages

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

Aides HT

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

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

Verrouillages

Les pages prévues permettront de :

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

Défaut protection HT

Il sera prévu des pages précisant :

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

Alarmes transformateurs

Il sera prévu des pages précisant :

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

Défaut protection PV

Il sera prévu des pages précisant :

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

Aides basse tension

Ces aides comporteront, en principe, les parties suivantes :

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

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

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

Aides groupes électrogènes

Ces aides comporteront, en principe, les parties suivantes :

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

Fonctionnement

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

Discordances

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

Indications spécifiques

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

Alarmes – défauts

Cette partie précisera :

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

les mesures correctives et palliatives à prendre

IV.8.2.5 Consignation des états

IV.8.2.5.1 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.

IV.8.2.5.2 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.

IV.8.2.5.3 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),

IV.8.2.5.4 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.

IV.8.2.5.5 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.

IV.8.2.6 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 dépôts, 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.

IV.8.2.7 Caractéristiques des équipements

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

- ✓ Un moniteur : écran plat de 19 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 multi-cœurs de génération la plus récente. Elle aura un disque dur d'une capacité suffisante pour emmagasiner 2 mois de la vie du système électrique (le mois actif et le mois précédent). L'unité centrale permettra obligatoirement un fonctionnement du type multitâche. Elle permettra de sauvegarder sur CD-ROM le mois mémorisé et rafraîchira le disque dur tous les mois (ceci sans interruption du fonctionnement du 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

IV.8.3 CONTROLE/COMMANDE

(Voir Plans N°04-E-YOF-PUPITRE DE COMMANDE & N°05-E-YOF-SYNOPTIQUE)

IV.8.3.1 Synoptique de contrôle

Le synoptique se présentera sous la forme d'un panneau lumineux mural représentant la configuration du réseau électrique. 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.

IV.8.3.1.1 Conception

Il représentera au moyen de graphisme :

- ✓ Les arrivées électriques générales en provenance du poste de livraison,
- ✓ Les principaux équipements : groupes électrogènes, transformateurs, ASI, 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,

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 des tracées de couleur facile à identifier :

- ✓ Secours : jaune ou bleu
- ✓ Les liaisons permettant la marche forcée auront les mêmes couleurs mais en trait discontinu.

Le " fond " sera de couleur claire.

IV.8.3.1.2 Fonctionnement

Le principe de signalisation est le suivant :

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

Nota : Les couleurs ci-dessus mentionnées sont données à titre indicatif. Seront retenues les couleurs permettant une exploitation optimale du système.

IV.8.3.1.3 Alimentation

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

IV.8.3.2 Pupitre de commande

IV.8.3.2.1 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.

IV.8.3.2.2 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.

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

Le pupitre doit être adapté aux dimensions de la salle de contrôle.

IV.8.3.2.3 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).
- ✓ 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 secours.

La position "automatique" permet 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.

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'un 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).
- ✓ Les commandes pour l'exploitation du pupitre lui-même.

IV.8.3.2.4 Contrôle

Signalisation

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

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

Mesure des paramètres électriques

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

IV.9 PROTECTION CONTRE LA Foudre ET RESEAU DE TERRE

Le prestataire devra la fourniture et la réalisation d'un réseau complet de mise à la terre et de protection contre la foudre des bâtiments, comprenant :

- ✓ Un ou plusieurs paratonnerres assurant un maximum de couverture sur la zone à protéger.
- ✓ Un ceinturage haut du bâtiment par conducteur méplat de cuivre nu.
- ✓ Une ou plusieurs descentes de terre par conducteur méplat de cuivre nu avec barrette de contrôle et protection mécanique sur 2 mètres à partir du sol.
- ✓ Un ceinturage bas par conducteur de cuivre nu placé en fond de fouille du périmètre du bâtiment.
- ✓ Une connexion à la borne de terre placée dans le bâtiment.

- ✓ Une antenne à chaque angle par conducteur de cuivre nu terminée par un piquet de terre. La résistance de cette terre devra être inférieure à 1 Ω avant raccordement.

Les dispositions suivantes seront retenues.

IV.9.1 PARATONNERRES IONISANTS

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 (ou réhabilité) un système de protection contre la foudre sur les principaux bâtiments permettant la couverture de toutes les installations .

Le(s) système(s) comportera (ont) reliés entre eux :

- ✓ Un ensemble de systèmes 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 équipotentielle sera prévu ;
- ✓ une connexion à la borne de terre placée dans le bâtiment,
- ✓ La résistance de cette terre devra être inférieure à 5 Ω avant raccordement.

IV.9.2 PIQUETS DE TERRE

Les piquets de terre seront, soit du type cuivre/acier, soit en acier inox : diamètre supérieur à 15 mm, longueur comprise entre 1,5 m et 2 m. Ces piquets pourront être raccordés bout à bout de façon à obtenir des longueurs plus élevées (généralement de l'ordre de 4m) lorsque nécessaire pour l'obtention des niveaux de terre requis.

IV.9.3 REGIME DE NEUTRE ET PRISES DE TERRE

IV.9.3.1 IT Pour le réseau HQ opérationnel (station terrien)

Un transformateur d'isolement sera fourni en aval des ASI pour la création du régime de neutre IT avec tous les accessoires nécessaire (CPI, protection, prise de terre, etc.).

IV.9.3.2 TT Pour les réseaux secourus et HQ administratif

Le régime de neutre sera de type TT, avec de nouvelles prises de terre.

Des DDR seront prévus sur tous les circuits (un par circuit terminal).

Des DDR de type **Hpi** (appelé aussi **type SI** ou **type HI**) seront associés aux circuits HQ pour tenir comptes des composantes continues des courants et des courants de fuites dans l'optique d'éviter les déclenchements intempestifs.

IV.9.3.3 Prise de terre

Les prises de terres suivantes seront prévues :

- ✓ Une prise de terre groupes électrogènes ;
- ✓ Une prise de terre transformateur SENELEC ;
- ✓ Une ou plusieurs prises de terre masse BT bâtiment ;

- ✓ Une ou deux prises de terre masses BT bâtiments (ASI) ;
- ✓ Une prise de terre par descente de foudre ;
- ✓ Une Interconnexion des prises de terres (équipotentialité) sera prévue.

IV.9.4 CONDUCTEURS DE PROTECTION

Les appareils de dérivation dans les armoires seront disposés de telle sorte que, lorsqu'une masse vient à être séparée d'un conducteur principal de protection, la liaison à la prise de terre de toutes les autres masses qui lui sont reliées reste assurée.

En conséquence, chaque conducteur de protection devra avoir son propre raccordement.

Le choix et les conditions de pose des canalisations devront être conformes au chapitre 52 de la NF C 15.100.

Tous les châssis métalliques seront mis à la terre depuis chaque armoire.

Il est prévu une prise de terre en fond de fouille dans le périmètre du bâtiment.

La prise de terre devra être constituée par un câble de cuivre nu de section 29 mm² au minimum.

Une barrette de terre sera raccordée à chaque prise de terre.

Au niveau des gaines techniques réservées à l'électricité, une colonne de terre constituée d'un câble en cuivre nu de 29mm² sera mise en place. A chaque niveau, une dérivation sera faite sur cette colonne pour être raccordée au collecteur de terre des coffrets électriques.

Tous les récepteurs dans l'installation devront être reliés aux prises de terre. Deux schémas du neutre sont prévus, le TT pour le réseau secouru et l'IT pour le réseau HQ technique.

D'une façon générale, l'équipotentialité des masses doit être réalisée (masse= élément métallique normalement isolé des parties actives mais accessible et pouvant être mis accidentellement sous tension).

Ces liaisons équipotentielle concernent entre autres :

- ✓ les chemins de câbles
- ✓ les huisseries métalliques
- ✓ les canalisations d'eau
- ✓ les canalisations et équipements dans les sanitaires
- ✓ les gaines métalliques de ventilation
- ✓ les charpentes métalliques, bardage et couvertures
- ✓ les faux plafonds métalliques
- ✓ les carcasses métalliques des appareils d'éclairage
- ✓ les tableaux électriques
- ✓ les goulottes métalliques
- ✓ les broches de terre des prises de courant
- ✓ etc.

Pour la mise à la terre des chemins de câbles, on prévoit la mise en place d'un conducteur de cuivre nu de 29 mm² sur toute la longueur des dalles de chemins de câbles. Ce conducteur est relié électriquement sur chaque tronçon de dalle par une borne de masse et attaché tous les mètres par des colliers métalliques.

Le raccordement à la terre est réalisé depuis le point milieu de chaque chemin de câble. Un conducteur de terre relie ce conducteur en cuivre nu à la barrette de terre la plus proche. Si deux (2) chemins de câbles cheminent en parallèle dans un même côté du couloir, ils sont mécaniquement liés ensemble tous les deux (2) mètres au niveau des supports pour éviter de créer une boucle de masse entre les deux (2).

La mise à la terre des boîtiers est réalisée à partir du câble d'alimentation qui l'accompagne (conducteur PE).

V REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

V.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 de l'ASECNA (STG).

V.2 REALISATION DU RESEAU DE CABLES

(Voir Plans N°03-E-YOF-RESEAU DES CÂBLES & N°07-E-YOF-CARNET DE DETAILS)

V.2.1 GENERALITES

Le présent chapitre a pour objet de préciser les conditions de mise en place et de raccordement des réseaux de câbles.

Pour mémoire voir les spécifications générales " Réseau de câbles installés en extérieur ".

V.2.2 TRACE DE RESEAUX

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.3 PARCOURS COMMUNS

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4 MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

V.2.4.1 Généralités

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.2 Tranchées et fouilles

Elles seront établies à la profondeur de 0,90 m pour tous les câbles BT et CF, quelle que soit la nature du sol et des obstacles qu'il contiendra.

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.

V.2.4.3 Pose de câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

Du niveau du sol au fond de la tranchée, on rencontrera successivement :

- ✓ terre de remblai,
- ✓ dispositif avertisseur,
- ✓ câble ou conducteur de terre : cuivre nu de 25 mm²,
- ✓ terre tamisée : 0,10 m,
- ✓ sable : 0,10 m,
- ✓ câble(s),
- ✓ sable : 0,10 m.

NOTA : En ce qui concerne les réseaux busés disponibles, si à chaque extrémité le regard n'existe pas, il devra être construit. L'Entreprise fournira obligatoirement un descriptif technique et un devis détaillé avec prix unitaires (en détail) et ceci pour chaque ouvrage proposé. Si ces informations n'apparaissent pas dans la proposition de l'Entreprise,

l'Administration considérera que les fournitures et les travaux à réaliser sont inclus dans chaque offre.

Les précautions ci-après seront prises :

- ✓ à l'entrée et à la sortie de chaque traversée, chaque câble formera une boucle de réserve,
- ✓ à l'entrée et à la sortie de chaque traversée, sur chaque câble sera fixée au moyen de colliers une étiquette en matière plastique gravée, indiquant le circuit desservi par le câble (exemple : Guerite).

V.2.4.4 Extrémités des câbles non raccordés

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.5 Identification des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.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.

V.2.4.7 Repérage des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.8 Croisement d'autres conduits

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.9 Entrée des câbles dans les bâtiments

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.10 Busages

Pour les traversées des chaussées aéronautiques, routes et chemins, les câbles emprunteront des passages en buse. Il sera utilisé des buses en béton, des buses en plastique enrobées de béton si elles ne résistent pas à la pression, ou métalliques.

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.11 Réfection des chaussées

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.12 Ouvrages rencontrés dans les fouilles et gardiennages

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.2.4.13 Raccordement des câbles

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.3 REALISATION DE LA PROTECTION CONTRE LA Foudre ET DE LA MISE A LA TERRE

V.3.1 MESURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre ET LES SURTENSIONS

V.3.1.1 Protection contre les chutes directes de la foudre

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.3.1.2 Protection contre les chutes indirectes de la foudre

Pour mémoire voir les spécifications générales.

Les piquets de terre seront prévus tous les 100 m environ; ils seront du type acier diamètre 19 mm (longueur 2 m) recouvert d'une couche de cuivre électrolytique.

V.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 départs et/ou les arrivées des câbles BT de la centrale 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).

V.3.2 RESEAU DE TERRE

V.3.2.1 Réseaux de terre des bâtiments

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.3.2.2 Réseaux de terre intérieures des salles énergie et postes électriques

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.3.2.3 Interconnexion des terres

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.3.2.4 Mise à la terre des masses

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

V.3.2.5 Prescriptions particulières concernant les travaux

Pour mémoire voir les spécifications générales.

V.3.3 DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DES RESEAUX

Les dispositions normalement retenues seront :

Réseau HQ Besoins techniques : Un neutre impédant avec déclenchement au second défaut. A cette fin, il sera prévu :

- ✓ un contrôleur général permanent de l'isolement avec signalisation en cas de défaut simple et déclenchement en cas de défaut double du disjoncteur correspondant,
- ✓ un dispositif de localisation sous tension du départ en défaut, au niveau de tous les départs des tableaux BT (IT) de la centrale électrique, par appareil permanent (recherche automatique).
- ✓ La recherche de défaut dans les tableaux BT (IT) restants sera effectuée manuellement :
 - soit par ouverture successifs des départs,
 - soit au moyen d'un dispositif mobile de recherche de défaut sous tension, adapté au type de CPI retenu.

- ✓ Une sélectivité des protections calculée de manière à assurer la meilleure continuité d'exploitation possible ;
- ✓ Report (niveau d'isolement, défauts, etc.) des données à la Supervision

Nota : Réseaux secourus et HQ administratif: Un neutre à la terre avec déclenchement au premier défaut.

VI ESSAIS, PIECES DE RECHANGE

VI.1 ESSAIS ET RECEPTIONS EN USINE ET SUR SITE

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. Ces essais se feront selon les normes réglementaires, les spécifications technique du cahier de charges et les procédures de contrôle qualité du fabricant. Le transformateur, les cellules HT, le groupe électrogène et les onduleurs seront concernés par ces essais en usines.

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 leur qualité 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. Tous les équipements et installations seront concernés par ces essais sur site.

Les procédures d'essai, 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 et les anomalies éliminées, il sera procédé à leur mise en service pour une période dite de démonstration.

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

VI.2 PIECES DE RECHANGE ET SERVICE APRES-VENTE

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

Ce lot de pièces de rechange sera composé :

- ✓ D'un lot de rechanges « 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 rechanges « 2ième 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.

Le montant total des pièces de rechange ne doit pas excéder 5% du montant total du marché des fournitures.

GLOSSAIRE

ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
DET	Direction des Etudes et Projets
DTI	Direction des Moyens Techniques et Informatiques
DMA	Direction de la Météorologie
CT	Comité Technique
EB	Energie et Balisage
SENELEC	Société National d'Électricité du Sénégal
BDP	Bordereau De Prix
IK	Indice de Protection Mécanique (contre les chocs mécaniques)
IP	Indice de Protection contre les influences externes des liquides et corps solides
DOE	Dossier des Ouvrages Exécutés
ASI	Alimentation statique Sans Interruption
CPI	Contrôleur Permanent d'Isolément
KWc	Kilowatt Crête
PV	Photovoltaïque
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TTBT	Tableau Terminal Basse Tension
TDBT	Tableau Divisionnaire Basse Tension
NFC	Norme française d'électricité
GMAO	Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur
PF	Parafoudre
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
BAES	Bloc Autonome d'Eclairage de Sécurité
BAEA	Bloc Autonome d'Eclairage d'Ambiance
DDR	Dispositif Différentiel à courant Résiduel
GT	Gain Technique

ANNEXES

- 00_E_YOF_PLAN DE MASSE DG SITE YOFF ;
- 01_1_E_YOF_PLAN D'IMPLANTATION EXISTANT;
- 01_2_E_YOF_PLAN D'IMPLANTATION NOUVEAU;
- 02_E_YOF_SCHEMA UNIFILAIRE ;
- 03_E_YOF_RESEAU DES CÂBLES ;
- 04_E_YOF_PUPITRE DE COMMANDE ET CONTROLE ;
- 05_E_YOF_SYNOPTIQUE LUMINEUX MURAL ;
- 06_E_YOF_SYNOPTIQUE DES FLUIDES ;
- 07_E_YOF_CARNET DE DETAILS.