

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 : 2807 - NPE : 83550

Fourniture, installation et mise en service des
alimentations solaires photovoltaïques autonomes
pour les stations VOR des aéroports de :
Bafoussam, Zinder, et Ziguinchor

AVANT-PROJET DETAILLE (APD)

CAHIER DE CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Version n° 1.1 du 26 juin 2020



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 fourniture, installation et mise en service des alimentations solaires photovoltaïques autonomes pour les stations VOR des aéroports de : Bafoussam, Zinder et Ziguinchor.

Type: CCTP


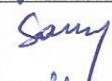

Résumé: Il s'agit de la fourniture, installation et mise en service des alimentations solaires photovoltaïques autonomes pour les stations VOR des aéroports de : Bafoussam, Zinder et Ziguinchor.

HISTORIQUE

Version	Date (jj/mm/aa)	Description de l'évolution	Observations
1.0	23/06/2020	Création	Pour examen en SCT/DET
1.1	26/06/2020	Mis à jour à la suite au SCT/DET	Pour examen en CT

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	29/06/2020	
Vérification	SARR Sophie	Chef de Service Equipements CNS-ATM-MET	29/06/2020	
Approbation	IBRAHIM Kassim	Directeur des Etudes et Projets	30/06/2020	

LISTE DE DISTRIBUTION

DESTINATAIRE : Président du CT

Table des matières

HISTORIQUE DU DOCUMENT	2
I GÉNÉRALITÉS	8
I.1 GENERALITES	8
I.2 OBJET DU DOCUMENT	8
I.3 PROPOSITION DE L'ENTREPRISE	8
I.4 VARIANTES – OMISSIONS	8
I.5 PIECES DE RECHANGES.....	8
I.6 FORMATIONS	9
I.6.1 FORMATION EN USINE	9
I.6.2 FORMATION SUR SITE	9
I.7 RECETTES USINE DES EQUIPEMENTS	9
I.8 DOCUMENTS A FOURNIR.....	10
I.9 DEROULEMENT DES TRAVAUX	10
II DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES	11
II.1 SITUATION.....	11
II.1.1 VOR AEROPORT DE BAFOUSSAM	11
II.1.2 VOR AEROPORT DE ZINDER.....	11
II.1.3 VOR AEROPORT DE ZIGUINCHOR.....	11
II.2 SYSTEME D'ALIMENTATION	11
II.3 RESEAUX DE CABLES	11
III CONCEPTION GENERALE ET PRINCIPE D'EXPLOITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE A METTRE EN PLACE	12
III.1 CONCEPTION GENERALE.....	12
III.1.1 GENERALITES	12
III.1.2 SYSTEMES D'ALIMENTATION RETENUS.....	12
III.2 FOURNITURE D'ENERGIE ELECTRIQUE.....	12
III.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA FOURNITURE D'ENERGIE.....	12
III.3.1 GENERALITES	12
III.3.2 FONCTIONNEMENT AUTONOME	12
III.3.3 FONCTIONNEMENT SECOURU	13
III.4 PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS.....	13
III.4.1 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS	14
III.4.2 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS.....	14
III.4.2.1 Mise à la terre d'une polarité de la partie courant continu	14
III.4.2.2 Schémas des liaisons à la terre de la partie courant alternatif	14
III.4.2.3 Résistance de la prise de terre.....	14
III.4.3 PROTECTIONS CONTRE LES SURINTENSITES	14

III.4.4	PROTECTION CONTRE LES PERTURBATIONS D'ORIGINE ATMOSPHERIQUE	14
III.4.4.1	Interconnexion des masses et prise de terre	15
III.4.4.2	Champ photovoltaïque	15
III.4.4.3	Equipements électroniques	15
IV	FOURNITURE ET DESCRIPTION DES TRAVAUX	15
IV.1	PREAMBULE	15
IV.2	BESOIN PAR SITE	16
IV.3	DESCRIPTION DES TRAVAUX A REALISER	16
IV.3.1	SHELTER POUR LES EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES	16
IV.3.2	CHAMPS PHOTOVOLTAÏQUES	17
IV.3.1.1	Emplacements	17
IV.3.1.2	Clôture autour du champ photovoltaïque	17
IV.3.1.3	Modules photovoltaïques	18
IV.3.1.4	Structures	18
IV.3.1.5	Orientation	18
IV.3.1.6	Inclinaison	18
IV.3.3	REGULATEURS PHOTOVOLTAIQUES	18
IV.3.4	BATTERIE D'ACCUMULATEURS	19
IV.3.5	ONDULEURS HYBRIDES	19
IV.3.6	TABLEAUX DE DISTRIBUTION	19
IV.3.7	ÉQUIPEMENTS ET TRAVAUX DIVERS	19
IV.3.7.1	Mobilier technique	19
IV.3.7.2	Climatiseurs	20
IV.3.7.3	Projecteurs	20
IV.3.7.4	Éclairage de secours (ou "de remplacement")	21
IV.3.7.5	Balisage obstacles	21
IV.3.7.6	Dispositif de lutte contre l'incendie	22
IV.3.8	RESEAUX DE CABLES	22
IV.3.8.1	Réseau de câbles BT	22
IV.3.8.2	Réseau de câbles CF	22
IV.3.9	RESEAUX DE TRANCHEES, BUSES ET CANIVEAUX	22
IV.3.9.1	Les tranchées	22
IV.3.9.2	Les buses	23
IV.3.9.3	Les caniveaux	23
IV.3.10	PROTECTION CONTRE LA Foudre	24
IV.3.10.1	Principe	24
IV.3.10.2	Équipements	24

IV.3.10.3	Réseaux	24
IV.3.10.4	Réseau d'équipotentialité des terres.....	25
IV.3.11	AUTOMATISME ET SUPERVISION	25
IV.3.11.1	Automate Programmable Industriel (API).....	25
IV.3.11.2	Supervision des installations.....	25
IV.2.10.3	Vidéosurveillance	26
IV.2.10.4	Système de liaisons sans fil.....	26
IV.3.12	EQUIPEMENTS EXISTANTS A REUTILISER OU A DEPOSER	26
V	SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES.....	27
V.1	SHELTER POUR LES EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES	27
V.2	CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE.....	27
V.2.1	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	27
V.2.2	CABLAGES ET PROTECTIONS DC	28
V.1.2.1	Dimensionnement des composants DC	28
V.1.2.2	Câbles DC.....	28
V.1.2.3	Connecteurs courant continu (CC).....	29
V.1.2.4	Coffrets de protection des chaines (strings)	29
V.1.2.5	Fusibles.....	30
V.1.2.6	Précautions de câblage.....	30
V.1.2.7	Dispositions de câblage	30
V.1.2.8	Cheminement des câbles.....	31
V.3	REGULATEURS PHOTOVOLTAÏQUES.....	31
V.4	BATTERIE D'ACCUMULATEURS	32
V.4.1	TYPE DE BATTERIE	32
V.4.2	INSTALLATION DES BATTERIES	32
V.5	ONDULEURS HYBRIDES	33
V.6	ESSAIS EQUIPEMENTS PV	34
V.6.1	Modules PV.....	34
VIII.3.1.1	Essais initiaux.....	34
VIII.3.1.2	Essais climatiques	34
VIII.3.1.3	Essais mécaniques	34
VIII.3.1.4	Essais électriques et photoélectriques ;.....	34
V.6.2	Onduleurs hybrides	35
V.6.3	Batteries	35
V.7	AUTRES EQUIPEMENTS BT	35
V.7.1	TABLEAUX, COFFRETS ET ARMOIRES.....	35
V.7.2	APPAREILS BT.....	35

VIII.4.2.1	Disjoncteur BT	35
VIII.4.2.2	Inverseur électromécanique	35
VIII.4.2.3	Relais	35
VIII.4.2.4	Protection et contrôle	35
VIII.4.2.5	Appareils de mesure et de comptage	35
V.8	AUTOMATISME ET SUPERVISION DES INSTALLATIONS	36
V.8.1	AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL (API)	36
V.8.2	SUPERVISION CENTRALISEE	37
V.8.3	VIDEOS SURVEILLANCES	38
V.7.3.1	Consistance des travaux	38
V.7.3.2	Spécifications techniques	38
V.8.4	SYSTEME DE LIAISONS SANS FIL	40
V.9	CABLES ENERGIE BT	40
V.9.1	SERIE 1000V-CUIVRE RGPV TYPE EXTERIEUR RIGIDE	40
V.9.2	SERIE 1000V-CUIVRE-R02V TYPE EXTERIEUR RIGIDE	40
V.9.3	SERIE 750 V - CUIVRE - TYPE SOUPLE (SERIE H 07 RN-F)	41
V.9.4	CABLES - CUIVRE - TYPE SOUPLE POUR PHOTOVOLTAÏQUES	41
V.10	CABLES CF	41
VI	REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS	
ÉLECTRIQUES	41
VI.1	GENERALITES	41
VI.2	REALISATION DU RESEAU DE CABLES	41
VI.2.1	GENERALITES	41
VI.2.2	TRACE DE RESEAUX	41
VI.2.3	PARCOURS COMMUNS.....	42
VI.2.4	MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX.....	42
VI.2.4.1	Généralités	42
VI.2.4.2	Tranchées et fouilles.....	42
VI.2.4.3	Pose de câbles	42
VI.2.4.4	Extrémités des câbles non raccordés.....	42
VI.2.4.5	Identification des câbles	42
VI.2.4.6	Dispositif avertisseur	42
VI.2.4.7	Repérage des câbles	43
VI.2.4.8	Croisement d'autres conduits.....	43
VI.2.4.9	Entrée des câbles dans les bâtiments	43
VI.2.4.10	Busages.....	43
VI.2.4.11	Réfection des chaussées	43
VI.2.4.12	Ouvrages rencontrés dans les fouilles et gardiennages	43

VI.2.4.13	Raccordement des câbles	43
VI.3	REALISATION DE LA PROTECTION CONTRE LA Foudre ET DE LA MISE A LA TERRE	43
VI.3.1	MESURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre ET LES SURTENSIONS	43
VI.3.1.1	Protection contre les chutes directes de la foudre	43
VI.3.1.2	Protection contre les chutes de la foudre indirectes	43
VI.3.1.3	Protection contre les surtensions	43
VI.3.2	RESEAU DE TERRE	43
VI.3.2.1	Réseaux de terre des bâtiments	43
VI.3.2.2	Réseaux de terre intérieurs des salles énergie et postes électriques	44
VI.3.2.3	Interconnexion des terres.....	44
VI.3.2.4	Mise à la terre des masses.....	44
VI.3.2.5	Prescriptions particulières concernant les travaux	44
VI.4	NORMES ET REGLEMENTATIONS	44
VII	ESSAIS - PIECES DE RECHANGE – SERVICE APRES VENTE (SAV)	44
VII.1	ESSAIS EN USINE	44
VII.1.1	ESSAIS SUR LES ENSEMBLES BT	44
VII.1.2	ESSAIS SPECIFIQUES SUR LES MATERIELS PV	44
VII.1.3	ESSAIS SPECIFIQUES SUR L’AUTOMATE/SUPERVISION	44
VII.1.4	ESSAIS COMPLEMENTAIRES (ESSAIS DE TYPE)	44
VII.1.5	ESSAIS SUR LES CABLES	44
VII.2	ESSAIS DE RECEPTION SUR SITE.....	44
VII.3	PIECES DE RECHANGE	45
VII.4	SERVICES APRES-VENTE (SAV).....	45
VIII	EMBALLAGE ET TRANSPORT	45
IX	DELAI DE REALISATION.....	46
	GLOSSAIRE.....	47
	LISTE DES ANNEXES	47

I GÉNÉRALITÉS

I.1 GENERALITES

L'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), dans le cadre de son Plan des Services et Equipements (PSE) 2018-2022, a prévu la fourniture, installation et mise en service des alimentations solaires photovoltaïques autonomes pour les stations VOR des aéroports de : Bafoussam, Zinder et Ziguinchor.

Ce projet s'inscrit dans la politique de l'ASECNA en matière de la préservation de l'environnement.

I.2 OBJET DU DOCUMENT

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) a pour objet de décrire la fourniture, installation et mise en service des alimentations solaires photovoltaïques autonomes pour les stations VOR des aéroports de :

- ✓ Bafoussam ;
- ✓ Zinder ;
- ✓ Ziguinchor.

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.

I.3 PROPOSITION DE L'ENTREPRISE

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

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

I.4 VARIANTES – OMISSIONS

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

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

I.5 PIECES DE RECHANGES

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

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

I.6 FORMATIONS

I.6.1 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.

Une importance particulière sera accordée aux exercices pratiques durant la formation.

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

Cette formation de niveau 3 AFNOR concernera les équipements électriques et comprendra au moins les modules ci-après :

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

Il sera prévu une formation pour **deux (02)** agents, par site, sur l'ensemble des nouveaux équipements mis en place : générateurs solaires, onduleurs, régulateurs photovoltaïques, équipements de gestion, système de vidéosurveillance, système de supervision, etc.

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 cout de la formation (y compris les manuels servant de support de cours),
- ✓ Les frais de transports locaux (Aéroport d'arrivée vers/de lieu d'hébergement, Hôtel / Lieu des cours (allers et retours), les frais d'hôtel, y compris les frais afférents à l'obtention du visa d'entrée dans le(s) territoire(s) de déroulement de la formation)) ;
- ✓ Les repas de midi des jours ouvrables.

L'ASECNA prendra en charge les frais suivants :

- ✓ les transports internationaux depuis l'aéroport du participant
- ✓ les indemnités de stages à verser à chaque stagiaire.

I.6.2 FORMATION SUR SITE

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

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

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

I.7 RECETTES USINE DES EQUIPEMENTS

Les recettes en usine des équipements se dérouleront dans les locaux des fournisseurs, sous la responsabilité de l'Entreprise. Les essais en usine ont pour but de vérifier la conformité des fournitures avec les spécifications techniques stipulées dans le marché. Les recettes seront

regroupées dans la période la plus courte possible, compatible avec la bonne exécution de ces réceptions et le planning des travaux.

Il est prévu la participation de deux (02) représentants du Maître d'Ouvrage aux différentes recettes.

La proposition de l'entreprise comprendra les frais suivants :

- ✓ Le coût des recettes,
- ✓ les frais de transports locaux (depuis l'Hôtel d'hébergement des participants vers les lieux des cours) en allers et retours,
- ✓ Les repas de midi des jours ouvrables,

L'ASECNA prendra en charge les frais suivants :

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

I.8 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 (STG) 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.9 DEROULEMENT DES TRAVAUX

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

- ✓ 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'aéroport et se soumettre à leurs directives,
- ✓ proposer des dispositions provisoires à chaque fois qu'une intervention sera effectuée sur les équipements en service. Ces dispositions seront soumises à l'accord 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 de télécommande, il devra prendre toutes dispositions pour rétablir dans les délais les plus rapides la liaison interrompue après en avoir immédiatement informé l'ASECNA.

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

II DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES

(Voir plans N°EB_MTI_00 PLAN DE SITUATION VOR/DME)

II.1 SITUATION

Chacun des systèmes VOR est installé dans un Shelter autour duquel est matérialisée une zone de 60 mètres de rayon appelée surface de délimitation d'obstacle VOR. **Il est strictement interdit de franchir les lignes de délimitations de cette zone sans accord de l'ASECNA.**

II.1.1 VOR AEROPORT DE BAFOUSSAM

- ✓ Latitude : 5°32'5.91"N
- ✓ Longitude : 10°21'15.83"E

II.1.2 VOR AEROPORT DE ZINDER

- ✓ Latitude : 13°46'14.09"N
- ✓ Longitude : 8°58'20.63"E

II.1.3 VOR AEROPORT DE ZIGUINCHOR

- ✓ Latitude : 12°33'27.06"N
- ✓ Longitude : 16°16'21.26"O.

II.2 SYSTEME D'ALIMENTATION

Les VOR sont actuellement alimentés par les réseaux secours des aéroports d'accueil auxquels s'ajoutent des petits groupes électrogènes de secours.

L'ensemble des équipements de production (groupe de secours) et de distribution d'électricité (câbles, tableaux électriques, etc.) sont soit vétustes soit inadaptés, ils seront donc démontés et déposés dans un endroit indiqué par l'ASECNA.

II.3 RESEAUX DE CABLES

Hormis les câbles d'alimentation en énergie, les Shelters accueillent toute sorte de câble (coaxial, multibrins, etc.), bien qu'ils ne fassent pas l'objet de ce projet une attention particulière doit être accordée à leur intégrité lors de déroulement des travaux.

III CONCEPTION GENERALE ET PRINCIPE D'EXPLOITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE A METTRE EN PLACE

(Voir plans N°EB_MTI_02 SCHEMA UNIFILAIRE VOR)

III.1 CONCEPTION GENERALE

III.1.1 GENERALITES

Le présent chapitre définit, justifie et décrit le principe de fonctionnement des dispositifs retenus pour la fourniture, installation et mise en service des alimentations solaires photovoltaïques autonomes pour les stations VOR des aéroports de : Agadez, Bafoussam, Oyem, Zinder et Ziguinchor.

III.1.2 SYSTEMES D'ALIMENTATION RETENUS

Les systèmes retenus pour l'alimentation des VOR seront de type photovoltaïque (PV) autonomes avec des grandes autonomies.

En effet, eu égard aux recommandations de l'OACI concernant les équipements n'acceptant aucune coupure, il sera mis en place des dispositifs de stockage d'énergie électrique constitué d'un ensemble de batteries d'accumulateurs capable d'emmagasiner de l'énergie suffisante pour une autonomie complète pendant 48 heures sans soleil.

III.2 FOURNITURE D'ENERGIE ELECTRIQUE

L'énergie sera fournie par un ensemble de générateur photovoltaïque associé à un ensemble de batteries d'accumulateurs.

III.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA FOURNITURE D'ENERGIE

III.3.1 GENERALITES

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

Les critères pris en compte sont :

- ✓ les conditions opérationnelles correspondant à un fonctionnement autonome,
- ✓ les différents défauts pouvant apparaître au niveau de la production photovoltaïque ou des équipements.

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

- ✓ permutabilité automatique des sources d'énergie photovoltaïque ,
- ✓ mise en place d'un inverseur manuel de choix de source Normal ou Secours,
- ✓ présence permanente de personnel de conduite du système non nécessaire.

III.3.2 FONCTIONNEMENT AUTONOME

Chacun des systèmes photovoltaïques, de type site isolé, doit assurer une autonomie complète de fonctionnement sans soleil ni recours à une autre source pendant au **moins 72 heures**.

Cette configuration est caractérisée par :

- ✓ La disponibilité de la source d'énergie principale (le photovoltaïque) ;
- ✓ Les onduleurs opérationnels ;
- ✓ L'indifférence à la disponibilité d'une autre source ;

Dans cette configuration :

Pendant les jours bien ensoleillés, l'énergie produite par le champ des modules photovoltaïques sert à la fois à :

- ✓ alimenter l'ensemble d'équipements connectés aux jeux de barres JDB SECOURU grâce aux onduleurs réversibles 1 et 2 via les **circuits A1-An-B1-Bn-E1-F1-IN et/ou A1-An-B1-Bn-E2-F2-IN** ;
- ✓ charger les batteries d'accumulateurs pour un usage ultérieur grâce aux régulateurs de charge MPPT via les **circuits A1-An-C1 et/ou C2** ;

Les onduleurs hybrides (réversibles) doivent intégrer et assurer les fonctions onduleurs et fonctions chargeurs des batteries en fonction de la situation. Leurs caractéristiques sont spécifiées aux paragraphes **V.5 ONDULEURS HYBRIDES**.

- ✓ Pendant les jours de faible ensoleillement, le déficit d'énergie est complété par celle, au préalable, stockée dans les batteries d'accumulateurs via les **circuits A1-An-B1-Bn-C1/C2-E1-F1-IN et/ou A1-An-B1-Bn-C1/C2-E2-F2-IN** ;
- ✓ Pendant la nuit ou à l'absence totale du rayonnement solaire, la totalité du besoin en énergie est couverte par celle stockée dans les batteries d'accumulateurs via les **circuits C1/C2--E1-F1-IN et/ou C1/C2-E2-F2-IN**.

III.3.3 FONCTIONNEMENT SECOURU

C'est une situation dans laquelle les installations doivent être alimentées par une source de secours (Groupe électrogène mobile ou autres).

Cette configuration est caractérisée par :

- ✓ L'indisponibilité de la source de production d'origine photovoltaïque ;
- ✓ La disponibilité (facultatif) d'un au moins des onduleurs ;
- ✓ La disponibilité d'une source de secours (par exemple un groupe de secours).

Dans cette configuration :

Dans ce cas, la source de secours devra alimenter, à la fois, les installations via le circuit **Prise mobile-IS** et charger les batteries d'accumulateurs via les circuits **IS-IN-F1-E1-C1/C2 et/ou IS-IN-F2-E2-C1/C2**.

NOTA : Le personnel de maintenance doit être informé, grâce au système de supervision via le moyen de télécommunication (messages GSM/GPRS), de déroulement de chaque phase par un message « événement » ou « alarme ».

III.4 PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS

Les fonctions de commande, de sectionnement à coupure omnipolaire (sauf PEN) et de protection des circuits électriques devront être conformes aux règles de la NF-C 15-100.

Les installations de matériels et équipements seront réalisées selon les règles de l'art. Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

- ✓ Des usagers contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, en particulier dû à la batterie ;
- ✓ Contre toute fausse manœuvre éventuelle de l'utilisateur ou contre tout défaut de fonctionnement inopiné qui pourrait entraîner une détérioration prématurée ou irréversible des matériels ou équipements tels que court-circuit, inversion de polarité, surtensions, ...
- ✓ Des bâtiments contre tout risque d'incendie accidentel dû à des défauts de fonctionnement de l'installation.

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

III.4.1 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

La protection contre les contacts directs devra être assurée quel que soit le domaine de tension (TBT et BTA). L'IP minimum des appareils sera IP 2x.

III.4.2 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

III.4.2.1 Mise à la terre d'une polarité de la partie courant continu

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

III.4.2.2 Schémas des liaisons à la terre de la partie courant alternatif

Le régime de neutre existant sera maintenu mais la préférence est le régime du type TNS, si les installations sont compatibles.

III.4.2.3 Résistance de la prise de terre

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

- ✓ la réalisation 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, 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.4.3 PROTECTIONS CONTRE LES SURINTENSITES

Les règles de protection à respecter pour la protection contre les surintensités (court-circuit et surcharges) en courant alternatif et continu sont celles données par la norme NFC 15-100, néanmoins :

- ✓ En courant continu, la protection contre les surintensités des circuits de distribution devra être réalisée sur les deux polarités.
- ✓ Icc maximum à l'origine de la canalisation pour vérifier l'adaptation du pouvoir de coupure du dispositif de protection ;
- ✓ Icc intermédiaire pour garantir la tenue thermique de la canalisation. Il faut vérifier :
- ✓ que le courant est suffisant pour faire fonctionner les protections ;
- ✓ que le temps de fonctionnement du dispositif de protection est inférieur au temps maximal admissible par la canalisation pour toute valeur de courant de court-circuit.
- ✓ Les caractéristiques des dispositifs de protection (disjoncteurs, fusibles) doivent être adaptées au courant continu.

III.4.4 PROTECTION CONTRE LES PERTURBATIONS D'ORIGINE ATMOSPHERIQUE

Le site étant exposé à la foudre par conséquent, les installations devront être protégées contre les effets :

- ✓ Thermiques et électrodynamiques ;
- ✓ Électromagnétiques (induction de courant) ; dus à la différence de potentiel entre les circuits et le sol.

Attention :

- ✓ La proximité minimale voir le plaquage du conducteur de terre (masse) avec les conducteurs actifs est fortement exigée pour limiter la surface de boucle ;

- ✓ Dans chaque cas, la longueur maximale de câble de terre entre la protection (disjoncteur ou sectionneur), le parafoudre et le répartiteur de terre doit être strictement inférieur à 50cm.

III.4.4.1 Interconnexion des masses et prise de terre

Toutes les masses et canalisations métalliques du bâtiment seront raccordées sur la prise de terre.

Toutes les masses du champ photovoltaïque seront raccordées sur la prise de terre "générateur photovoltaïque" à créer (prise de terre en patte d'oie ou par tranchée en fond de fouille sous les dalles en béton, à réaliser à partir de câble de cuivre nu 25mm² mini ou mieux par méplat de cuivre 30 x 2 mm²).

Les prises de terre seront interconnectées formant ainsi un réseau de terre équipotentiel (bâtiment, champ photovoltaïque, groupe électrogène).

III.4.4.2 Champ photovoltaïque

Les distances entre chacun des champs photovoltaïques et les Shelters doivent être les plus courtes et les liaisons les plus directes possibles.

Les supports des modules photovoltaïques devront être également interconnectés avec les masses à la terre générale avec de la tresse de masse ou du câble vert/jaune de section minimale 16 mm².

Les protections par parafoudre seront installées à chaque extrémité des câbles de liaison entre les panneaux photovoltaïques (boîtes de jonction) et les Tableaux de Distribution (la salle récepteurs).

Les éléments entrant dans la construction de parafoudres sont susceptibles de se détériorer par vieillissement provoquant généralement un court-circuit.

Pour que cela ne mette pas en danger le circuit et la sécurité d'exploitation, il y a lieu de prévoir une protection entraînant sa déconnexion :

- ✓ Soit par système de déconnexion thermique interne
- ✓ Soit par disjoncteur ou fusibles en amont du parafoudre.

III.4.4.3 Equipements électroniques

Les masses métalliques des équipements électroniques (onduleurs, système d'automatisme et supervision, etc.) distantes les unes des autres de moins de deux mètres se feront, de la manière suivante :

- ✓ si la distance est inférieure à 2m entre équipements et barre d'équipotentialité, chaque masse d'équipement sera directement raccordée à la barre d'équipotentialité par des conducteurs de masse de section minimale 10 mm².
- ✓ si la distance est supérieure à 2m entre équipements et barre d'équipotentialité, chaque masse d'équipement sera directement raccordée à la câblette cuivre nu commune proche des équipements elle-même reliée à la barre d'équipotentialité.

IV FOURNITURE ET DESCRIPTION DES TRAVAUX

IV.1 PREAMBULE

Les prestations comprennent outre les fournitures et l'exécution des travaux, toutes les expertises de la profession nécessaires au parfait et complet fonctionnement des systèmes à mettre en place.

Les prestations comporteront la mise en place des systèmes complets en remplacement et/ou en complément des systèmes existants et la dépose de ces derniers.

Les travaux seront réalisés sur la base des plans joints. Les détails des tableaux BT et les calibres des appareillages en général, les dimensions et tracés des câbles, etc. portés sur ces plans et/ou

sur les différents documents écrits faisant partie du présent dossier sont donnés à titre indicatif. L'Entrepreneur devra les vérifier et, si nécessaires, les rectifier.

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

NOTA :

- ✓ **Toutes les dispositions doivent être prises afin que les nouvelles installations ne puissent occasionner des dysfonctionnements des VOR/DME.**
- ✓ **L'ensemble d'équipements installés sur tous les sites (Module photovoltaïques, boîtes de regroupement, régulateurs de charge MPPT, batteries, onduleurs hybrides, systèmes automate/Supervision, vidéosurveillance) doivent être interchangeables.**
- ✓ **L'ensemble des fournitures et matériels doivent être neufs, non usagés et du modèle le plus récent ou courant et qu'ils englobent toutes les dernières améliorations apportées à la conception ou aux matériaux.**

IV.2 BESOIN PAR SITE

Situation du Site	BAFOUSSAM	ZINDER	ZIGUINCHOR
	Cameroun	Niger	Sénégal
Prestations	Latitude : 5°32'5.91"N Longitude : 10°21'15.83"E	Latitude : 13°46'14.09"N Longitude : 8°58'20.63"E	Latitude : 12°33'27.06"N Longitude : 16°16'21.26"O
Champ PV	Oui	Oui	Oui
Batteries	Oui	Oui	Oui
Shelter Champ PV	Oui	Oui	Oui
Clôture (VOR + PV)	Oui	Oui	Oui
Vidéosurveillance	Oui	Oui	Oui
Mobilier technique	Oui	Oui	Oui
Supervision (Bloc Tech.)	Oui	Oui	Oui
PC de Supervision (Centrale)	Option	Option	Option

IV.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX A REALISER

IV.3.1 SHELTER POUR LES EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES

Il sera fourni et mis en place un Shelter spécialisé (couches d'isolation thermique des parois) pour abriter et protéger les équipements techniques du champ photovoltaïques.

Le Shelter devra garantir une meilleure intégration des équipements, des conditions optimales de fonctionnement et la préservation contre les agressions extérieures ou climatiques (température, corrosion, humidité, air, poussières, hydrométrie, intrusion, etc.) malgré des éventuelles situations environnementales difficile : conditions climatiques et météorologiques extrêmes. (Voir plans N°EB_MTI_02 PLAN D'IMPLANTATION VOR/DME).

Le Shelter doit disposer de deux climatiseurs fonctionnant en redondance secours mutuel. La puissance unitaire des climatiseurs doit être suffisante pour y maintenir une température inférieure à 25°C.

Toutes les prestations (Béton de propreté, dalle, traitements anti-corrosion, aménagement, etc.) pour la mise en œuvre de ce local seront à la charge de l'entrepreneur.

Les caractéristiques seront précisées à partir du paragraphe V.1 SHELTER POUR LES EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES.

IV.3.2 CHAMPS PHOTOVOLTAÏQUES

IV.3.1.1 Emplacements

Les emplacements des installations des champs de modules photovoltaïques seront choisis afin d'optimiser les pertes dues aux ombrages, les chutes de tension et autres perturbations nuisibles à la production d'énergie et l'exploitation. L'Entreprise y effectuera les prestations suivantes :

- ✓ Veiller à ce que la mise en place du système PV ne crée aucune perturbation dans le fonctionnement du VOR ;
- ✓ L'ensemble de travaux de génie civil et de levé topographique afin d'obtenir une surface parfaite pour l'implantation et aussi éviter la stagnation d'eau de pluies ;
- ✓ La plate-forme, en terre battue, devant accueillir le champ PV doit être surélevé à moins 40 cm par rapport à la terre naturel du site ;
- ✓ Installation des modules aussi proche que possible du Shelter PV ;
- ✓ 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.
- ✓ La création d'un chemin d'accès en terre-battue entre le champ et le Shelter VOR afin de permettre les déplacements nécessaires aux activités de maintenance.
- ✓ Localiser, identifier et protéger toutes les canalisations existantes de câbles dans les zones de travaux;

Ces prestations sont réalisées au titre de prestation génie civil.

IV.3.1.2 Clôture autour du champ photovoltaïque

Une clôture de 70 mètres de rayon sera réalisée autour du VOR et du champ photovoltaïque. Elle sera en grillage lourd plastifié et disposera d'un portail d'accès.

Le grillage ainsi toutes les composantes métalliques doivent être couvertes d'une couche isolante (durable) et non réfléchissante afin d'éviter toute perturbation dans le fonctionnement du VOR.

Cette clôture de hauteur 2 m au-dessus du sol (idem pour le portail) a pour objet d'interdire l'accès au site des personnes non habilitées et également des animaux. En partie basse, pour interdire l'accès aux animaux, le grillage devra pénétrer dans le sol d'une profondeur 20 cm mini. Si nécessaire, un muret en parpaings crépi (ou en béton) devra être réalisé s'il n'est pas possible d'enfouir le grillage. Elle sera réalisée à partir de grillage de type lourd « chasse » ou équivalent. Le grillage léger de type « simple torsion » n'est pas accepté.

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

La clôture sera fermée par un portail métallique équipé d'un cadenas. Un pictogramme réglementaire "danger électrique" sera apposé sur le portillon.

La clôture sera composée de matériaux inoxydables (acier galvanisé et plastifié) de couleur verte. Le choix de revêtement isolant et de la protection anticorrosion des parties enterrées (poteau, grillage, etc.) et celles à l'air libre doit être validé par l'ASECNA.

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

IV.3.1.3 Modules photovoltaïques

Il sera fourni, installé et mis en service les ensembles des modules photovoltaïques monocristallins, avec cadre sombre en aluminium ou sans cadre, capables de produire une puissance de :

- ✓ Pour le **VOR DE BAFOUSSAM : 26 kWc ;**
- ✓ Pour le **VOR DE ZINDER : 20 kWc ;**
- ✓ Pour le **VOR DE ZIGUINCHOR : 26 kWc.**

Les caractéristiques seront précisées à partir du paragraphe **V.2 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES**

IV.3.1.4 Structures

Il sera également fourni, installé et mise en service deux ensembles (un ensemble pour chaque site) de supports des modules en matériau inoxydable.

L'ensemble de modules des Centrales PV seront donc assemblés sur des structures métalliques porteuses dont les pieds seront ensuite fixés au sol.

Le type d'ancrage (longrine en béton, pieux, etc.) des supports au sol et les supports des modules (aussi appelées châssis) devront être étudiés et dimensionnés afin de résister aux conditions climatiques extrêmes locales.

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

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

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

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

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

L'Entreprise veillera à ce que le point le plus bas de l'ensemble constitué par les modules et leurs supports soit à 0,5-0,7 mètre du sol. Cette recommandation peut être modifiée pour tenir compte de la spécificité de la surface de délimitation du VOR/DME de chaque site.

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

IV.3.1.5 Orientation

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

IV.3.1.6 Inclinaison

L'inclinaison des modules devra permettre une production optimale du générateur photovoltaïque suivant les conditions locales d'ensoleillement. Elle sera réglée une fois pour toutes lors du montage.

IV.3.3 REGULATEURS PHOTOVOLTAIQUES

Pour chacun des sites, il sera fourni, installé et mise en service, un ensemble de régulateurs photovoltaïques de type MPPT capables de supporter les puissances suivantes :

- ✓ Pour le **VOR DE BAFOUSSAM : 26 kWc** ;
- ✓ Pour le **VOR DE ZINDER : 20 kWc** ;
- ✓ Pour le **VOR DE ZIGUINCHOR : 26 kWc**.

Ces régulateurs doivent être capables de délivrer des puissances permettant d'alimenter à la fois les batteries pour le stockage et les onduleurs hybrides.

Ses caractéristiques seront précisées au paragraphe V.3 REGULATEURS PHOTOVOLTAIQUES.

IV.3.4 BATTERIE D'ACCUMULATEURS

Pour chacun des sites, les batteries d'accumulateurs à fournir, installer et mettre en service seront de type **OPZV Batterie solaire Gel** étanche à plaques positives tubulaires ayant, au moins, une capacité de stockage de **230KWh** (sans tenir compte des pertes).

Pour les caractéristiques détaillées voir à partir du paragraphe V.4 BATTERIES D'ACCUMULATEURS.

IV.3.5 ONDULEURS HYBRIDES

Il sera fourni, installé et mis en service, deux onduleurs hybrides (Onduleurs/chargeurs) de **8 KVA** pour chaque site. Ils seront, également, installés dans le Shelter du champ photovoltaïque.

Ces onduleurs doivent intégrer et assurer la fonction onduleur /chargeur et éventuellement de pilote du système hybride.

Les caractéristiques détaillées seront précisées au paragraphe V.5. ONDULEURS HYBRIDES.

IV.3.6 TABLEAUX DE DISTRIBUTION

Pour chacun des sites, il sera fourni, installé et mis en service des tableaux électrique fermant à clé et disposant :

- ✓ Les voyants présences tensions ;
- ✓ Les jeux de barres ;
- ✓ Les appareils des multimesures DC (champ photovoltaïques et batteries) ;
- ✓ Les appareils des multimesures AC (Onduleurs, utilisations) ;
- ✓ Les inverseurs des sources cadenassables (IN et IS) ;
- ✓ Les organes de protection et de sectionnement (disjoncteurs, Les interrupteur-sectionneurs, contacteurs, etc.) ;
- ✓ Les pochettes pour l'emplacement des schémas électriques ;

Les caractéristiques des interrupteurs-sectionneurs permettront de les manœuvrer en charge (pouvoir de coupure adapté sur tous les pôles) et de les verrouiller en position fermée et ouverte. La même clé devra servir à l'interverrouillage de deux appareils et rester prisonnière dans chaque position fermée.

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

IV.3.7 ÉQUIPEMENTS ET TRAVAUX DIVERS

IV.3.7.1 Mobilier technique

Il sera fourni :

- ✓ Deux tables de travail Alu/Bois à hauteur ajustable, et dimensions encastrables, longueur 1400 et 1000 mm (voir modèle)
- ✓ Une armoire à rideaux métallique grand modèle H198 L120 P43 cm (voir modèle)
- ✓ Quatre (4) chaises de travail pliantes rembourrées (voir modèle)



IV.3.7.2 Climatiseurs

Il sera fourni, installé et mise en service quatre climatiseurs (deux pour le Shelter de VOR et deux pour le Shelter du champ PV). Les climatiseurs de chaque Shelter fonctionneront en redondance secours mutuelle.

Les climatiseurs seront de type split-system de classe A+++, à condenseur à air avec télécommande, et alimentés en 230V AC.

✓ Unité extérieure :

Elle comprend le compresseur et sera située à l'extérieurs des locaux.

Elle sera placée sur un support ou fixer aux parois des locaux débordant de 10 cm autour de l'appareil.

✓ Unité intérieure d'évaporation

Chaque évaporateur comprend :

- Ventilation multi-vitesse.
- Grille de soufflage avec déflecteurs.
- Platine de commande des fonctions.
- Régulation des températures par thermostat.
- Filtres à air régénérables.
- Une section extérieure frigorifique en toiture.
- Une tuyauterie frigorifique et d'évacuation de condensat à encastrer.
- Fluide frigorigène R410A.

NB : les nombres des climatiseurs de locaux (Shelter VOR et Shelter) sont donnés à titre indicatif. La puissance de chaque ensemble sera définie en fonction du dégagement calorifique des équipements et des conditions climatiques de chaque site. L'entrepreneur devra joindre en observations à son offre les bilans thermiques de chaque local et le nombre d'appareils y afférents. Le nombre définitif fera l'objet d'une validation par l'ASECNA.

✓ Mode de fonctionnement des climatiseurs :

Les climatiseurs fonctionneront de manière alterner selon une programmation à la volonté de l'exploitant. La configuration devra permettre à chacun de deux de fonctionner pendant 12 heures par jour.

En effet, des interrupteurs horaires programmables seront fournis afin d'assurer le basculement des splits selon une programmation (horaire, hebdomadaire ou saisonnière) choisi par l'exploitant.

En outre, les climatiseurs doivent être de nouvelles technologies intégrant la fonction contrôle à distance du type WIFI

IV.3.7.3 Projecteurs

Pour chacun des sites, il sera fourni et installé 4 projecteurs à LED de 50W équipés des détecteurs crépusculaires réglables, associées aux commandes manuelles, pour un allumage automatique lorsque les conditions de luminosité deviennent faibles.

✓ Type : LED

- ✓ Angle de diffusion : supérieur à 150°
- ✓ Alimentation : 100-240Vac ;
- ✓ Classe indice de protection : IP65 ;
- ✓ Garantie : supérieure à 5 ans ;
- ✓ Conformité : CE ; ROHS ;
- ✓ Température de fonction. : supérieure à +45°C
- ✓ Indice de Rendu de Couleur (IRC) : supérieure à 90

IV.3.7.4 Éclairage de secours (ou "de remplacement")

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

IV.3.7.4.1 Blocs autonomes fixes

Deux (2) 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 chacun des locaux : Shelter Batterie et Shelter VOR/DME.

IV.3.7.4.2 Lampes portatives rechargeables

Des blocs d'éclairage autonome portables à LED, consommation maximum 2 W, seront placés au mur, à raison d'un bloc par local (Local gardiennage, Shelter Batterie et Shelter VOR/DME). Il sera fourni un support pour le bloc d'éclairage portable ainsi qu'une prise de raccordement au secteur groupe 230 V - 50 Hz.

- ✓ Autonomie : 1 heure ;
- ✓ Isolement : Classe II ;
- ✓ Indices de Protection : IP 44 & IK 08 ;
- ✓ Commutateurs : 3 positions (Veilleuse-Phare deux niveaux de brillance)
- ✓ Flux : 100 lumens (au minimum) ;
- ✓ Conforme aux normes en vigueur en la matière ;
- ✓ Etc.

IV.3.7.5 Balisage obstacles

Un feu à LED pour le balisage d'obstacle sera installé sur chaque Shelter. Ces feux seront alimentés en 230V AC à partir des tableau BT et commandés par des interrupteurs crépusculaires. Désignation : feu omnidirectionnel ;

- ✓ Corps : polyamide armé fibre de verre teinté dans la masse ;
- ✓ Couleur : jaune aviation ;
- ✓ Système optique : module LED avec accessoires ;
- ✓ Couleur du faisceau : rouge ;
- ✓ Intensité lumineuse : 32 Cd ;
- ✓ Puissance : < 6 W (puissance consommée) LED, durée de vie à intensité max. ≥ 80000 heures ;
- ✓ Installation : sur tube support fixé par collier ;
- ✓ Commande : par interrupteur crépusculaire avec retour de marche à la supervision.

Sur le sommet des Shelters, les feux seront fixés par des pattes de scellement.

IV.3.7.6 Dispositif de lutte contre l'incendie

IV.3.7.6.1 *Système de sécurité incendie*

Le système de sécurité incendie permettra de signaler la présence de feu ou de fumée dans les Shelters. Il comporte un système de détection incendie avec des détecteurs optiques de fumée et de flamme et des détecteurs thermiques. Le système sera raccordé à la supervision.

IV.3.7.6.2 *Extincteurs*

Il sera fourni et mis en place, un extincteur mural à dioxyde de carbone dans chaque Shelter. L'extincteur doit, du type, à dioxyde de carbone CO₂, adapté aux feux d'origine électrique et aux feux de liquides inflammables (type B) à utiliser jusqu'à 1500V avec diffuseur à plus de 1m.

IV.3.8 RESEAUX DE CABLES

IV.3.8.1 Réseau de câbles BT

Le réseau BT à réaliser avec des câbles multipolaires et unipolaires comprendra, entre autres, les principales liaisons suivantes :

- ✓ Boîtiers de groupements-Régulateurs de charge ;
- ✓ Régulateurs de charge – Armoire de gestion d'énergie ;
- ✓ Armoire de gestion d'énergie – Jeux des batteries ;
- ✓ Armoire de gestion d'énergie - Onduleurs hybrides ;
- ✓ Onduleurs hybrides - TGBT ;
- ✓ TGBT - Tableaux BT (TTBT Shelter VOR, TTBT Shelter PV, etc.);

Ainsi que tous les autres petits tronçons nouveaux et les câbles électriques existants jugés défectueux.

Nota :

- ✓ Les informations indiquées ci-dessus sont données à titre indicatif, il appartiendra à l'Entrepreneur de les vérifier et, éventuellement, les rectifier selon les besoins ;
- ✓ Toutes les liaisons en courant continu doivent être réalisées en avec des câbles unipolaires de type photovoltaïque.

IV.3.8.2 Réseau de câbles CF

Il sera fourni, installé et mise un réseau de câbles pour le téléphone et les signaux TC/TS des équipements (VOR, Champ PV, Energie, caméra de surveillance, systèmes de transmission des données sans fil, téléphones, etc.).

A l'intérieur des Shelters, ces câbles aboutiront sur un répartiteur via des borniers spécialisés. Chaque répartiteur sera conçu avec une protection foudre installé sur tous les borniers départs/arrivées câbles à conducteurs métalliques extérieurs. Les cartes concernant les borniers raccordés aux câbles à conducteurs métalliques extérieurs mais dont les paires ne sont pas utilisées seront fournies mais non installées. A leur place seront installés des cartes de mise à la terre.

IV.3.9 RESEAUX DE TRANCHEES, BUSES ET CANIVEAUX

Les différents types de câbles BT cités précédemment chemineront soit en tranchée, soit en buses, soit en caniveau.

IV.3.9.1 Les tranchées

Si les câbles cheminent en tranchée celle-ci aura une profondeur de 0,90 m.

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

Nota : Si des câbles sont rencontrés lors des fouilles des tranchées et que l'ASECNA confirme qu'ils ne sont plus réutilisés ni laissés en attente, ils seront coupés et déposés.

IV.3.9.2 Les buses

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

- ✓ Les travaux à réaliser pour les busages existants sont les suivants :
- ✓ repérage des buses,
- ✓ enlèvement des câbles non réutilisés ni laissés en attente,
- ✓ nettoyage des buses 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 busages existants seront complétés par un nouveau réseau en fonction du cheminement des câbles.

Les travaux à réaliser sont les suivants :

- ✓ ouverture de la chaussée,
- ✓ installation des nouvelles buses,
- ✓ construction de regards,
- ✓ pose des câbles,
- ✓ remise en état de la zone de travaux et reconstitution à l'identique des chaussées aéronautiques et des routes cassées.

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

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

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

L'Entreprise doit obligatoirement tous les réseaux busés pour le passage sous les routes 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 existante et à réutiliser, remise en état de chaussées et routes à l'identique, etc.).

IV.3.9.3 Les caniveaux

- ✓ Les caniveaux existants seront dans la mesure du possible réutilisés. Les travaux à réaliser sont les suivants :
- ✓ repérage des caniveaux,
- ✓ enlèvement des câbles non réutilisés,
- ✓ nettoyage et remise en état du caniveau et des couvertures (couvercles de fermeture),
- ✓ pose des nouveaux câbles et fermeture.

Les caniveaux existants seront complétés par un nouveau réseau en fonction du cheminement des câbles.

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

IV.3.10 PROTECTION CONTRE LA Foudre

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

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

IV.3.10.1 Principe

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

- ✓ un ou plusieurs paratonnerres assurant un maximum de couverture sur la zone à protéger,
- ✓ un ceinturage haut des shelters par conducteur méplat de cuivre nu,
- ✓ une ou plusieurs descentes de terre par conducteur méplat de cuivre nu avec barrette de contrôle et protection mécanique sur 2 mètres à partir du sol,
- ✓ un ceinturage bas par conducteur de cuivre nu de 50 mm² de section, placé en fond de fouille du périmètre des shelters,
- ✓ une connexion à la borne de terre placée dans les shelters,
- ✓ une antenne à chaque angle par conducteur de cuivre nu de 25 mm² de section terminée par un piquet de terre.
- ✓ La résistance de cette terre devra être inférieure à 1 Ω avant raccordement.

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

IV.3.10.2 Équipements

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

IV.3.10.3 Réseaux

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

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

IV.3.10.4 Réseau d'équipotentialité des terres

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

IV.3.11 AUTOMATISME ET SUPERVISION

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.8 AUTOMATISME ET SUPERVISION.

IV.3.11.1 Automate Programmable Industriel (API)

Un système d'API sera fourni, installé et mis en service, pour chaque site, afin d'assurer l'acquisition des données et leurs mises à disposition au système de supervision.

L'acquisition et l'enregistrement données concernent tous paramètres notamment :

- ✓ Les images issues des caméras de vidéosurveillance ;
- ✓ Les paramètres de batteries : défauts, événements, tensions, courants, état de charge, autonomie, températures (de surface des batteries et ambiante salle batteries), etc. ;
- ✓ Paramètres du champ photovoltaïque : défauts, événements, tensions, courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc. ;
- ✓ Paramètres des onduleurs : défauts, événements, tensions, courants, fréquences, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc. ;
- ✓ Paramètres de l'utilisation : défauts, événements, courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc.
- ✓ Etc.

L'ensemble de ces données doit être enregistré instantanément ou périodiquement (configurable). La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera au minimum de 6 mois.

Les informations pourront être récupérées localement par vidange de la mémoire de la centrale d'acquisition de données à l'aide d'un portable type PC. Pour ce faire, le logiciel d'exploitation (dépouillement et traitement des données) devra être fourni ainsi que le(s) câble(s) permettant de connecter le portable type PC sur la centrale d'acquisition.

Si la centrale d'acquisition est dépourvue d'un "port USB", l'entrepreneur devra fournir un adaptateur USB-RS232.

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

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.8.1 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL (API).

IV.3.11.2 Supervision des installations

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

Un système de supervision des installations intégrant un moyen de télécommunication (Modules GSM/GPRS pour messageries et connexion internet) sera fourni et installé afin de permettre le suivi et le pilotage des installations localement et à distance avec un système d'alarme sonore et visuelle installé dans le centre de maintenance le plus proche de chaque site.

La télésurveillance et l'enregistrement concernent tous paramètres notamment :

- ✓ Les images issues des caméras de vidéosurveillance ;
- ✓ Les paramètres de batteries : défauts, événements, tensions, courants, état de charge, autonomie, températures (de surface des batteries et ambiante salle batteries), etc. ;
- ✓ Paramètres du champ photovoltaïque : défauts, événements, tensions, courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc. ;

- ✓ Paramètres des onduleurs : défauts, événements, tensions, courants, fréquences, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc. ;
- ✓ Paramètres de l'utilisation : défauts, événements, courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc.
- ✓ Etc.

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.8.2 SUPERVISION CENTRALISEE.

IV.2.10.3 Vidéosurveillance

(Voir plans N°EB_MTI_03 ARCHITECTURE SYSTEME DE SUPERVISION)

Les travaux comprennent les prestations de fourniture, la pose et mise en service d'un système de type protection périphérique pour chacun des deux sites comprenant notamment :

- ✓ Quatre (4) caméras de surveillance avec système d'alarme anti-intrusion ;
- ✓ Un serveur vidéo par site (switch, une unité de stockage vidéo, etc.) ;
- ✓ Les câblages pour l'alimentation électrique et les transmissions des données ;
- ✓ Un écran de surveillance installé dans la salle de surveillance au Bloc Technique ;
- ✓ La fourniture et la pose de deux haut-parleurs professionnels pour l'amplification des signaux avertisseurs, émis en cas de franchissement de la limite autorisée. L'avertissement devra être possible par des signaux pré-enregistrés ou par message vocal du personnel d'exploitation depuis la Salle de contrôle ;
- ✓ etc.

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

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.8.3 VIDEOSURVEILLANCE.

IV.2.10.4 Système de liaisons sans fil

Il sera fourni, installé et mis en service un système de liaison point à point de type sans fil entre le Bloc Technique et le VOR/DME pour la télésurveillance des installations (Supervision et vidéosurveillance). **Le mode de liaison à proposer ne doit engendrer aucune interférence avec les autres équipements de la plateforme aéroport.**

Les caractéristiques détaillées voir paragraphe V.8.4 SYSTEME DE LIAISON SANS FIL.

IV.3.12 EQUIPEMENTS EXISTANTS A REUTILISER OU A DEPOSER

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

En particulier, il aura à déposer :

- ✓ Tous les équipements abandonnés ;
- ✓ Les câbles anciens et non réutilisés des buses et caniveaux existants ;
- ✓ Toutes les lampes à incandescence ;
- ✓ Les tableaux électriques ;
- ✓ Les groupes électrogènes ;

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

V SPÉCIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

V.1 SHELTER POUR LES EQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES

Le Shelter prévu pour accueillir les équipements techniques du champ photovoltaïque devra avoir les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ Disposer d'un traitement d'isolation thermique des parois afin de faciliter le maintien de la température ;
- ✓ Garantir une meilleure intégration des équipements ;
- ✓ Garantir une meilleure préservation contre les agressions extérieures et climatiques (corrosion, humidité, air, poussières, hydrométrie, intrusion, etc.) ;
- ✓ Disposer de deux climatiseurs fonctionnant en redondance secours mutuel. La puissance unitaire des climatiseurs doit être suffisante pour y maintenir une température inférieure à 25°C.
- ✓ Ne disposer d'aucun pont thermique ;
- ✓ Disposer, d'au moins, trois fenêtres en double vitrage protéger par des grilles anti-vandalisme ;
- ✓ Disposer des crochets contrevent pour les portes ;
- ✓ Porte anti-panique ;
- ✓ Gouttière pour éviter la stagnation des eaux ;
- ✓ Plancher suffisamment solide afin de supporter les équipements lourds (batteries, tableaux électriques, etc.)
- ✓ Dimensions suffisantes pour la manutention des batteries ;
- ✓ Disposer d'au moins deux types de capteurs de température (température ambiante et température de surface des batteries) reliés au système de Supervision ;
- ✓ Disposer d'un Kit de prévention incendie relié à la supervision ;
- ✓ Disposer d'éclairage avec des lampes basses consommations renfermées dans des appareillages antidéflagrants et commandées par des interrupteurs de type « contact de porte » placés à l'entrée de la salle.
- ✓ Disposer d'affiches réglementaires (intérieures et extérieures) ;
- ✓ Etc.

V.2 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

V.2.1 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

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

Résistance aux conditions ambiantes climatiques :

- ✓ Capable de délivrer, au minimum, des puissances crêtes requise pour chaque site ;
- ✓ Les modules doivent être de faible luminance de rayons réfléchis ;
- ✓ 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 positive (supérieure ou égale à +3%) sur la valeur de la puissance crête ;

- ✓ Les modules seront interconnectés entre eux de façon à obtenir plusieurs branches, dont leur tension nominale globale sera compatible avec la tension maximale admissible à l'entrée du régulateur retenu pour la charge des batteries d'accumulateurs ;
- ✓ 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 $T_j = 75^\circ\text{C}$) ;
- ✓ La plage de tension délivrée par les modules devra être adaptée pour permettre la recharge complète de la batterie, notamment en présence de température de jonction élevée.
- ✓ Les cellules des modules photovoltaïques seront en silicium cristallin (monocristallin ou polycristallin). Les cellules seront protégées par un sandwich face avant en verre trempé (épaisseur 4mm) 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.
- ✓ Le soumissionnaire devra mentionner la (les) durée(s) de garantie des modules (caractéristiques électriques, durée de vie technique).
- ✓ 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.
- ✓ Le module devra comporter :
 - Plusieurs Busbars, 5 au minimum ;
 - Un câble de sortie de longueur ≥ 1 mètre ;
 - Une dégradation induite par la lumière (LID) extrêmes faible ;
 - Une dégradation induite par le potentiel (PID) nul ;
 - Une boîte de connexion au moins IP65 (les boîtes moulées ne sont pas acceptées) et des connecteurs appropriés au moins IP54 ;
 - Des diodes by-pass (diodes de dérivation), elles doivent être de faible chute de tension directe (0,4V max) ;

N.B : L'appairage des modules doit être rigoureusement respecté lors des montages

V.2.2 CABLAGES ET PROTECTIONS DC

V.1.2.1 Dimensionnement des composants DC

Toutes les composantes DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) seront calibrées conformément aux normes UTE C 15-712-2, NFC 15-100 ou équivalents.

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

V.1.2.2 Câbles DC

- ✓ Les câbles doivent être de type photovoltaïque ;
- ✓ Les câbles cheminant derrière les modules photovoltaïques doivent être dimensionnés pour une température ambiante de 75°C , au minimum.
- ✓ Les câbles doivent être du type solaire et le choix de section des câbles doit être effectué en fonction des courants et tensions déterminés selon les précisions apportées par le

paragraphe « Dimensionnement des composants CC ». Il sera fait référence aux normes en vigueur notamment celles relatives aux installations photovoltaïques autonomes.

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

V.1.2.3 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 débroschables surtout au niveau des modules photovoltaïques pour simplifier la procédure de maintenance ;
- ✓ Être de classe II ;
- ✓ Résister aux conditions extérieures (UV, humidité, température, ...) (> IP54) ;
- ✓ Comporter une indication de polarité (+ ou -).

V.1.2.4 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, bornier pour acquisition des données).

Caractéristiques des coffrets :

- ✓ Ils devront être implantés 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 ;

- ✓ Disposer de plusieurs entrées pour strings et des sorties ;
- ✓ Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupes situés en dessous des coffrets, avec câblage « en goutte d'eau » ;
- ✓ Un interrupteur général CC sera intégré dans chaque coffret sur le départ de la liaison ;
- ✓ Afin de garantir un bon niveau de sécurité, il est préconisé les dispositions constructives suivantes :
 - Choix d'une enveloppe non-propagatrice de la flamme ;
 - Choix d'un matériel capable de résister à la température extrême et aux vents ;
 - Protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ;
 - Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ;
 - Séparation des borniers positifs et négatifs avec une isolation appropriée ;
 - Disposition des bornes terminales de telle sorte que les risques de court-circuit durant l'installation ou la maintenance soit improbables.
- ✓ L'installateur veillera à ce que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité ;
- ✓ Chaque boîte doit fixer de façon suffisamment robuste pour résister aux contraintes cycloniques locales.

V.1.2.5 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 doivent être de type photovoltaïque et seront dimensionnés et choisis conformément au guide UTE C15-712-2.

V.1.2.6 Précautions de câblage

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

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

Les câblages extérieurs seront réalisés en câbles résistants aux influences externes pour le site concerné ;

Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des câbles ou des conduits renforcés seront employés ;

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

V.1.2.7 Dispositions de câblage

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

En conséquence, on veillera à ce que les câbles de liaison entre le champ photovoltaïque et les équipements électriques soient plaqués sur toute leur longueur contre le câble de masse. Une protection complémentaire, type blindage permet d'augmenter le degré de protection. Ce

blindage peut être réalisé en utilisant des goulottes métalliques raccordées à la masse côté capteurs et côté bâtiment.

V.1.2.8 Cheminement des câbles

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

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

Une protection mécanique renforcée est exigée pour les câbles électriques (classe II) cheminant à l'intérieur du bâtiment entre les modules photovoltaïques et les onduleurs. Cela concerne le cheminement des câbles depuis les points de pénétration dans le bâtiment vers les onduleurs. La protection mécanique renforcée interdira l'accès à ces câbles sous tension DC : câbles cheminant sous fourreaux fermés et non démontable de type gaines « PVC pression » collées.

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

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

V.3 REGULATEURS PHOTOVOLTAIQUES

Les régulateurs à fournir, installer et mettre en service devront avoir chacun, au minimum, les caractéristiques techniques suivantes :

- ✓ Puissances nominales (cumulées) : capable de supporter la puissance requise pour chaque site ;
- ✓ Tension d'entrée CC maximum (MPP) : Supérieure ou égale à 100V ;
- ✓ Courant du panneau (STC) : capable de supporter le courant délivré par la puissance requise pour chaque site ;
- ✓ Sélection automatique de tension ;
- ✓ Technologie de charge à plusieurs niveaux
- ✓ Déconnexion de consommateurs en fonction du système SOC
- ✓ Reconnexion automatique du consommateur
- ✓ Compensation de température ;
- ✓ Possibilité de mise à la terre négative d'une borne ou de mise à la terre positive de plusieurs bornes
- ✓ Enregistreur de données intégré ;
- ✓ Charge d'égalisation mensuelle
- ✓ Disposer d'un écran LCD à texte
- ✓ Protection contre les surcharges
- ✓ Protection contre les décharges profondes
- ✓ Protection contre une polarité inversée des panneaux solaires, des consommateurs et de la batterie

- ✓ Protection contre les courts-circuits des consommateurs et des panneaux solaires
- ✓ Protection contre circuit ouvert sans batterie ;
- ✓ Protection contre le courant inverse pendant la nuit
- ✓ Déconnexion de consommateurs en cas de surtension de la batterie ;
- ✓ Disposer d'une sonde de température externe ;
- ✓ Interruption manuelle du consommateur
- ✓ Conforme à une utilisation dans des zones tropicales ;
- ✓ Température ambiante de fonctionnement : 0 à 50° ;
- ✓ Bruit (émission sonore) : inférieur à 40 dB à 1 mètre ;
- ✓ Interrupteur marche/arrêt à distance ;
- ✓ Possibilité de raccordement en parallèle ;
- ✓ Contacts multifonction programmable ;
- ✓ Consommation à vide inférieure à 1% de puissance nominale ;
- ✓ Garantie : 10 ans
- ✓ Etc.

V.4 BATTERIE D'ACCUMULATEURS

V.4.1 TYPE DE BATTERIE

Les batteries d'accumulateurs sans entretien doivent avoir, au minimum, les caractéristiques suivantes :

- ✓ Type : batterie OPZV Solar à Gel à plaques positives tubulaires ou équivalent ;
- ✓ Capable de fournir : **230 KWh** (sans tenir compte des pertes) ;
- ✓ Autonomie : **72 heures**, au minimum.
- ✓ Tension nominale : 2V ;
- ✓ L'accumulateur devra accepter des décharges profondes allant jusqu'à 80% ;
- ✓ Charge : apte à accepter plusieurs régimes de charge ;
- ✓ Rendement charge/décharge : supérieure ou égale 95% ;
- ✓ Température de fonctionnement : 0 à 45°C ;
- ✓ Durée de vie : supérieure à 10 ans à 25°C ;
- ✓ Les caractéristiques des accumulateurs devront être conformes à celle de la Norme NFC 58 510 et IEC 61427.
- ✓ Taux d'autodécharge mensuelle ne devra pas excéder 5% à 25°C ;
- ✓ La capacité chaque batterie sera précisée selon 5 régimes de décharge (C5, C10, C24, C50, C75 et C100) ;
- ✓ etc.

V.4.2 INSTALLATION DES BATTERIES

Les batteries seront installées dans le Shelter du champ photovoltaïque.

Les éléments des batteries seront installés sur chantier (matériau résistant de type bois traité ou synthétique) isolant du sol.

Si les éléments des batteries sont répartis sur plusieurs rangées, on prendra en compte une surélévation des rangées masquées (éléments posés sur un chantier en gradin) afin de permettre une parfaite visibilité (cosses, valves, caractéristiques, etc.).

Chaque jeu de batteries sera pourvu d'un marquage extérieur indiquant les caractéristiques essentielles (gel étanche, capacités, tensions), le numéro d'emplacement et la date de première mise en service. En outre, tous les éléments seront numérotés de 1 à n sur des supports résistants.

V.5 ONDULEURS HYBRIDES

Les onduleurs hybrides à fournir, installer et mettre en service devront avoir chacun, au minimum, les caractéristiques techniques suivantes :

Puissance nominale (unitaire)	2 x 8 kVA par site
Tension d'entrée AC	230 V \pm 10 % (paramétrable à \pm 15 %)
Tension de sortie AC	230 V \pm 1 % monophasé
Forme de la tension des sorties AC	Sinusoïdale pure
Fréquence d'entrée	50 Hz \pm 10 %
Fréquence de sortie	50 Hz \pm 1 %
Taux de distorsion en sortie	Inférieur à 4%
Rendement quel que soit le niveau de charge	Supérieur à 92%
Plage de tension d'entrée CC	38 – 66 V
Fonction Chargeur	Chargeur de batterie régulation automatique intégré avec compensation en température
Tensions de sortie CC	Plusieurs niveaux en fonction de niveau de charge des batteries
Température ambiante de fonctionnement	0 à 55°
Surcharge admissible	125 % de la puissance nominale pendant 10 mn et 150 % pendant 1 mn
Tension de sortie en régime dynamique	Impact de charge de 0 à 100 % : \pm 2 % Impact de charge de 100 % à 0 : \pm 2 %
Bruit (émission sonore)	Inférieur à 40 dBA à 1 mètre
Protection anti-retour de puissance	Interne
Interrupteur marche/arrêt à distance	Oui
Garantie	5 ans au minimum

- ✓ Reconnaissance automatique de consommateur ;
- ✓ Possibilité de régler la reconnaissance de charge en mode veille à partir d'une valeur basse dans une large plage ;
- ✓ Possibilité de raccordement en parallèle ;
- ✓ Contacts multifonction programmable ;
- ✓ Répartition de la puissance réglable ;
- ✓ Relais de commutation rapide ;
- ✓ Protection contre les décharges profondes ;
- ✓ Déconnexion en cas de surtension de la batterie ;
- ✓ Protection contre surtempérature et surcharge ;
- ✓ Protection contre les courts-circuits ;
- ✓ Protection contre une polarité inversée ;
- ✓ Consommation à vide inférieure à 1% de puissance nominale ;

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

V.6 ESSAIS EQUIPEMENTS PV

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

V.6.1 MODULES PV

VIII.3.1.1 Essais initiaux

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

VIII.3.1.2 Essais climatiques

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

VIII.3.1.3 Essais mécaniques

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

VIII.3.1.4 Essais électriques et photoélectriques ;

- ✓ Essai d'isolement en milieu sec et humide ;
- ✓ Essai de continuité à la masse ;
- ✓ Essai tension d'impulsion ;
- ✓ Mesure des coefficients de température ;
- ✓ Puissance à faible irradiance ;
- ✓ Essai de tenue à l'échauffement localisé ;

- ✓ Exposition prolongée à un rayonnement lumineux ;
- ✓ Essai en température ;
- ✓ Mesure de la température nominale d'utilisation des cellules (NOCT) ;
- ✓ Performance à STC et NOCT ;
- ✓ Essai thermique de diode Bypass ;
- ✓ Etc.

V.6.2 ONDULEURS HYBRIDES

- ✓ Plage de tensions de/vers batteries ;
- ✓ Seuils des tensions de démarrage/arrêt ;
- ✓ Fonctionnement autonome ;
- ✓ Système de découplage/couplage réseau ;
- ✓ Système de limitation de puissance ;
- ✓ Temps de déconnexion sur perte de l'alimentation DC ;
- ✓ Temps de déconnexion sur fonctionnement hors plages DC ;
- ✓ Comportement (déconnexion, arrêt, limitation en puissance) de l'onduleur face aux paramètres hors tolérances.
- ✓ THD courant ;
- ✓ Etc.

V.6.3 BATTERIES

Des tests de sécurité et de performance seront réalisés conformément aux normes CEI 60896-21/22 et CEI 61427 :2005.

V.7 AUTRES EQUIPEMENTS BT

V.7.1 TABLEAUX, COFFRETS ET ARMOIRES

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.7.2 APPAREILS BT

VIII.4.2.1 Disjoncteur BT

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.2 Inverseur électromécanique

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

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.3 Relais

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.4 Protection et contrôle

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.5 Appareils de mesure et de comptage

VIII.4.2.5.1 Appareils de mesures

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.5.2 Compteurs

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.5.3 Boîtes d'essais

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VIII.4.2.5.4 Convertisseurs de mesures

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.8 AUTOMATISME ET SUPERVISION DES INSTALLATIONS

V.8.1 AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL (API)

Un système d'API sera fourni, installé et mis en service, pour chaque site, afin de permettre un suivi et un pilotage des installations localement et à distance avec un système d'alarme sonore et visuelle.

La télésurveillance et l'enregistrement concernent tous paramètres notamment :

- ✓ Les images issues des caméras de vidéosurveillance ;
- ✓ Les paramètres de batteries : tensions, courants, état de charge, autonomie, températures (de surface des batteries et ambiante salle batteries), etc. ;
- ✓ Paramètres du champ photovoltaïque : tensions, courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc. ;
- ✓ Paramètres des onduleurs : tensions, courants, fréquences, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc. ;
- ✓ Paramètres de l'utilisation : courants, temps de fonctionnement, puissances, énergies, etc.
- ✓ Etc.

L'ensemble de ces données doit être enregistré instantanément ou périodiquement (configurable). La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera au minimum de 6 mois.

Les informations pourront être récupérées localement par vidange de la mémoire de la centrale d'acquisition de données à l'aide d'un portable type PC. Pour ce faire, le logiciel d'exploitation (dépouillement et traitement des données) devra être fourni ainsi que le(s) câble(s) permettant de connecter le portable type PC sur la centrale d'acquisition.

Si la centrale d'acquisition est dépourvue d'un "port USB", l'entrepreneur devra fournir un adaptateur USB-RS232.

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

Le système d'automate et supervision devra disposer d'outils de télécommunication (modules GSM/GPRS ou autres) permettant, à des personnes autorisées, de suivre les installations à distance (Internet, SMS, etc.).

L'API devra avoir, au minimum, les caractéristiques suivantes :

- ✓ Electriques :
 - Alimentation : 9-65Vcc ;
 - Consommation propre : $\leq 24VA$ en fonctionnement
- ✓ Enregistrement :
 - Capacité de stockage minimum six (6) mois ;
 - Intervalles d'acquisitions des données réglables ;
 - Sauvegarde de données à intervalles programmables ;
 - Etats d'alarme librement programmables ;

- ✓ Ports de communication (entrée /sortie)
 - Ethernet RJ45 ;
 - Port : modules GSM/GPRS
 - Série RS232 ;
 - Carte MicroSD ;
 - Contact sec pour commande à distance : 3A/30Vcc/250Vca, configurable ;
- ✓ Alarme sonore ;
- ✓ Contact d'alarme ;
- ✓ Plage de température d'exploitation : -10 à 50 °C ;

V.8.2 SUPERVISION CENTRALISEE

Le poste de supervision centralisée (ou GTC : gestion technique centralisée) destinée à centraliser sur un Interface Homme Machine (IHM), placé dans la Salle de Contrôle de la Centrale électrique, l'ensemble des états des principaux équipements de deux sites. Ce système comprendra les prestations suivantes :

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 ;
- ✓ Disposer d'outils de télécommunication (modules GSM/GPRS ou autres) permettant, à des personnes autorisées, de suivre les installations à distance (Internet, SMS, etc.).
- ✓ L'aide à l'opérateur dans son travail et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème ...) ;
- ✓ Disposer d'une synoptique fournissant une représentation synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des installations permettant ainsi à l'opérateur d'interagir avec le processus et de visualiser le comportement normal et anormal ;
- ✓ L'affichage des courbes permettant une représentation graphique de différents paramètres des installations donnant ainsi les outils d'analyse des variables historisées ;
- ✓ Disposer d'outils de gestion d'alarmes :
 - Calcule en temps réel les conditions de déclenchement des alarmes ;
 - Affiche l'ensemble des alarmes selon des règles de priorité,
 - Donne les outils de gestion depuis la prise en compte jusqu'à la résolution complète ;
 - Assure l'enregistrement de toutes les étapes de traitement de l'alarme ;
- ✓ Disposer d'outils de gestion Historisation :
 - Permet la sauvegarde périodique de grandeurs (archivage au fil de l'eau) ;
 - Permet la sauvegarde d'événements horodatés (archivage sélectif) ;
 - Fournit les outils de recherche dans les données archivées ;
 - Fournit la possibilité de refaire fonctionner le synoptique avec les données archivées (fonction de magnétoscope ou de replay) ;

- Permet de garder une trace validée de données critiques (traçabilité de données de production) ;
 - D'une part de disposer des informations utiles sur l'incident survenu ou susceptible de survenir,
 - D'autre part de suivre l'évolution du système, de prendre toutes mesures propres à éviter une dégradation partielle ou totale du système et d'assurer la continuité du fonctionnement par une ou des manœuvres locales appropriées.
- A cette fin, l'opérateur dispose d'un écran de visualisation pouvant, afficher des schémas en couleur, montrer les anomalies de fonctionnement, la configuration des équipements et donner des consignes afin de remédier aux dysfonctionnements constatés.
- ✓ D'afficher des consignes d'intervention sur les verrouillages et sur divers équipements. Enfin, la liste des derniers états survenus sera affichée et on pourra consulter le journal de ces états sur une période déterminée.
- ✓ Le système devra permettre de visualiser des pages (écrans) de textes, des tableaux et des schémas, animés en temps réel. A cette fin, il devra disposer de :
 - **Un clavier alphanumérique et d'une souris** permettant de dialoguer avec le système et d'obtenir les configurations et informations désirées.
 - **D'une imprimante** couleur à jet d'encre permettant l'impression, sur demande, de toute ou partie du journal des états ou des pages visualisées.
- ✓ Le système devra être capable d'alimenter la base des données de GMAO de l'ASECNA. À cet effet, une liste récapitulative de l'ensemble des équipements sera établie sous la forme d'une arborescence suivant un modèle fourni par l'ASECNA ;
- ✓ Le système devra également être capable d'assurer la sauvegarde automatique des données de fonctionnement sur serveurs (local et distants) à travers des protocoles sécurisés ;
- ✓ Etc.

V.8.3 VIDEOS SURVEILLANCES

V.7.3.1 Consistance des travaux

Les travaux comprennent les éléments ci-après :

- ✓ La fourniture et la pose des caméras associées à un système anti-intrusion ;
- ✓ La fourniture et la pose des unités de stockage vidéo ;
- ✓ Un écran de surveillance installé dans la salle de surveillance au Bloc Technique ;
- ✓ La fourniture et la pose de deux haut-parleurs professionnels pour l'amplification des signaux avertisseurs, émis en cas de franchissement de la limite autorisée. L'avertissement devra être possible par des signaux pré-enregistrés ou par message vocal du personnel d'exploitation depuis la Salle de contrôle ;
- ✓ La mise en service ;

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

V.7.3.2 Spécifications techniques

V.6.3.2.1 Caméras

Les caméras seront de type PTZ (Pan/Tilt/Zoom) à dôme HD infrarouge, système permettant à ses utilisateurs de visualiser, d'enregistrer et de traiter des images vidéo couleur jour/nuit avec les caractéristiques minimales suivantes :

- ✓ Large gamme dynamique : permettant la restitution d'images même dans des scènes extrêmement contrastées ;
- ✓ Haute résolution et haute sensibilité : au minimum, 4 méga pixels résolution 1920*1080P
- ✓ Fonction jour/nuit,
- ✓ Zoom : zoom numérique supérieur à 30X ;
- ✓ Portée : supérieure à 200 mètres ;
- ✓ Motorisation : sur 360 degrés sans butée ;
- ✓ Identification de visage : au minimum à 100 mètres ;
- ✓ Vitrage et Filtres optiques : Vitres Hydrophobe, anti poussière et anti reflet devant les systèmes optiques ;
- ✓ Large gamme de balance automatique des blancs,
- ✓ 1 entrées / 1 sortie alarme,
- ✓ Envoi d'email sur pré/post alarme ou vers un serveur FTP,
- ✓ Mémoire tampon pour stockage des images pré et post alarme,
- ✓ Protection par mot de passe et filtrage des adresses IP,
- ✓ Condition de fonctionnement : -10°C à +60°C,
- ✓ Fonction détection de mouvement et déclenchement d'alarme intrusion ;
- ✓ Elle doit disposer d'une fonction de compensation de contre-jour performante qui ne devra pas favoriser la surexposition de l'arrière-plan de l'image.
- ✓ Indice protection : IP 66, au minimum ;
- ✓ Protection foudre : protection foudre intégrée, 6KV.

Elles seront de type installation extérieure avec dispositif de protection.

V.6.3.2.2 Network Vidéo Recorder (NVR)

Il est prévu la mise en place des serveurs d'enregistrement NVR (Network Vidéo Recorder) sur PC qui auront la capacité de gérer les entrées vidéo.

Ces serveurs auront les caractéristiques minimales suivantes :

- ✓ Entrées vidéo pouvant aller jusqu'à 4 (fixes ou PTZ) ;
- ✓ Format Vidéo : MJPEG, MPEG 2 ou MPEG 4 ;
- ✓ Nombre de caméras : jusqu'à 4 caméras en fonction du type et du format d'enregistrement et à la résolution des caméras sans dégradation ;
- ✓ Les enregistrements devront pouvoir être téléchargés sur PC distants ;
- ✓ Possibilité de visualisation live de toutes les caméras depuis le serveur directement ou via un PC ou un Mac connecté sur un LAN ou sur Internet. Possibilité de multicast RTP/RTSP ;
- ✓ Deux moniteurs 22 pouces (un installé dans la salle Technique et l'autre dans la salle de Contrôle de Centrale électrique, s'il y existe) ;
- ✓ Contrôle des caméras PTZ ;
- ✓ Possibilité de la supervision à partir d'un ordinateur PC ;
- ✓ Possibilité de transmission vidéo MPEG-4 et de supervision via TCP/IP ;
- ✓ Possibilité d'asservissement de 4 alarmes et 4 relais auxiliaires ;

- ✓ Capacité de stockage 120 à 1.5 TB - 3 x Serial-ATA II, 3 Gb/s (300 MB/s) supporte le monitoring ;
- ✓ Etc.

V.6.3.2.3 Moniteurs

Le titulaire du présent devra la fourniture et le raccordement de deux moniteurs qui serviront à visualiser les images issues des caméras. Les écrans de surveillance seront placés dans la Salle Technique au Bloc Technique et, éventuellement, dans la salle de contrôle à la centrale électrique.

Ces moniteurs seront en couleurs LCD (22’’).

V.6.3.2.4 Logiciels

Les systèmes comporteront les logiciels nécessaires au fonctionnement et à l’administrations. La gestion multiposte devra être possible.

V.8.4 SYSTEME DE LIAISONS SANS FIL

Le système de liaisons point à point de type sans fil entre le Bloc Technique et le site de VOR/DME doit avoir les caractéristiques suivantes, au minimum :

- ✓ Interférence : aucune interférence avec les autres liaisons ;
- ✓ Transporter les flux Ethernet en toute sécurité par un double codage radio et un chiffrement en AES-128 (au minimum), avec un temps de latence inférieur à 1ms ;
- ✓ Débit : capable de véhiculer les signaux vidéo et les déports de supervision ;
- ✓ Port : disposer d’au moins deux ports Ethernet ;
- ✓ Bande passante Ethernet : supérieure à 500Mbps ;
- ✓ Performance : sans altération de qualité de service (données de télésuivi) et capable de fonctionner dans environnement perturber ;
- ✓ Couverture : portée pouvant couvrir la distance VOR- Bloc Technique ;
- ✓ Température de fonctionnement : -5 à +80°C ;
- ✓ Administration : interface web, VLAN ;
- ✓ Indice de protection : minimum IP65 ;
- ✓ Protection : parasurtenseur intégré ;
- ✓ Réglage : l’orientation et la synchronisation des antennes doit être facilité par des indicateurs lumineux associés à un signal sonore ;
- ✓ sa performance doit être assurée par une détection d’erreur ou de perte de packet et leur correction automatique sans retransmission ;
- ✓ Etc.

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

V.9 CABLES ENERGIE BT

V.9.1 SERIE 1000V-CUIVRE RGPV TYPE EXTERIEUR RIGIDE

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

V.9.2 SERIE 1000V-CUIVRE-R02V TYPE EXTERIEUR RIGIDE

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

Le repérage des conducteurs sera le suivant :

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

V.9.3 SERIE 750 V - CUIVRE - TYPE SOUPLE (SERIE H 07 RN-F)

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Nota : tous les tronçons en courant continu (DC) doivent être réalisés avec des câbles souples mono-conducteurs.

V.9.4 CABLES - CUIVRE - TYPE SOUPLE POUR PHOTOVOLTAÏQUES

Ces câbles doivent avoir les caractéristiques suivantes au minimum :

- ✓ Conducteur : cuivre étamé, classe 5, selon EN 60228 ;
- ✓ Isolant : double isolation polyéthylène réticulé sans halogène ;
- ✓ Tension maximale de fonctionnement : supérieure à 1, 5KV ;
- ✓ Température de service maximale : 120 °C ;
- ✓ Résistance à la flamme : non propagateur de la flamme selon NF C32-070, EN 60332-1-2 ;
- ✓ Résistants aux UV ;
- ✓ Compatible (directive et certificats) : TUV 2, RoHS 2002/95/EC ;
- ✓ Etc.

Nota : tous les tronçons en courant continu (DC) doivent être réalisés avec des câbles souples mono-conducteurs.

V.10 CABLES CF

Les câbles CF seront multipaires à conducteurs en cuivre de Type SNCF 698 F ou équivalent. Section de l'âme $\geq 0.6 \text{ mm}^2$.

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

VI REGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

VI.1 GENERALITES

Tous les travaux exécutés sur l'aéroport devront être en accord avec :

- ✓ les règles de l'art,
- ✓ les spécifications particulières objet de ce fascicule,
- ✓ les spécifications générales.

VI.2 REALISATION DU RESEAU DE CABLES

VI.2.1 GENERALITES

Le présent chapitre a pour objet de préciser les conditions de mise en place et de raccordement des réseaux de câbles HT, BT, C.F.

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

VI.2.2 TRACE DE RESEAUX

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.3 PARCOURS COMMUNS

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4 MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

VI.2.4.1 Généralités

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.2 Tranchées et fouilles

Elles seront établies aux profondeurs ci-après, au-dessous du sol et quelle que soit la nature du sol et des obstacles qu'il contiendra :

- ✓ 1,00 m pour de câbles HT,
- ✓ 0,90 m pour les câbles BT et courants faibles.

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.

VI.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 existants et réutilisés, 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 de 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 : Onduleur 1).

VI.2.4.4 Extrémités des câbles non raccordés

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.5 Identification des câbles

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.6 Dispositif avertisseur

Un dispositif avertisseur sera mis en place dans toutes les tranchées. Il sera constitué d'un grillage mailles (de 30 à 35) en fil de fer plastifié de diamètre 10/10. Pour chaque type de courant (HT, BT, etc.) une couleur spécifique sera prévue.

Ce grillage peut être remplacé par tout autre dispositif avertisseur agréé par l'ASECNA ou conforme à la norme N FT 54-080 de septembre 1986.

VI.2.4.7 Repérage des câbles

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.8 Croisement d'autres conduits

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.9 Entrée des câbles dans les bâtiments

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.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.

VI.2.4.11 Réfection des chaussées

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.12 Ouvrages rencontrés dans les fouilles et gardiennages

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.2.4.13 Raccordement des câbles

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

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

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

VI.3.1.1 Protection contre les chutes directes de la foudre

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.3.1.2 Protection contre les chutes de la foudre indirectes

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 recouvert d'une couche de cuivre électrolytique.

VI.3.1.3 Protection contre les surtensions

Elle sera réalisée, en particulier, par la mise en place de limiteurs de surtensions adaptés à chaque type d'installation pour éviter les dégâts dus aux ondes de choc avec :

- ✓ parafoudres à résistance variable sur les départs et/ou les arrivées des câbles BT les bâtiments,
- ✓ (Ces parafoudres seront installés sur les conducteurs de phases, des polarités positives et négatives, de neutre sauf si celui-ci est raccordé directement à la terre),
- ✓ parafoudres sur les départs et arrivées des câbles de télécommande et téléphonie,
- ✓ filtres limiteurs ou absorbeurs d'onde intégraux sur les arrivées d'énergie BT alimentant les installations sensibles aux surtensions (aides-radio).

VI.3.2 RESEAU DE TERRE

VI.3.2.1 Réseaux de terre des bâtiments

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.3.2.2 Réseaux de terre intérieurs des salles énergie et postes électriques

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.3.2.3 Interconnexion des terres

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.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.

VI.3.2.5 Prescriptions particulières concernant les travaux

Pour mémoire, voir les spécifications générales.

VI.4 NORMES ET REGLEMENTATIONS

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

- ✓ Du présent cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ;
- ✓ Au cahier des Spécifications Techniques Générales (STG) de l'ASECNA ;
- ✓ Des Normes françaises et européennes : AFNOR, CENELEC, UTE, etc. ;
- ✓ Des Normes internationales : CEI, ISO, etc. ;

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

VII.1 ESSAIS EN USINE

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

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

VII.1.1 ESSAIS SUR LES ENSEMBLES BT

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.2 ESSAIS SPECIFIQUES SUR LES MATERIELS PV

Voir paragraphe V.4.5 ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES

VII.1.3 ESSAIS SPECIFIQUES SUR L'AUTOMATE/SUPERVISION

Voir paragraphe V.4.5 ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES

VII.1.4 ESSAIS COMPLEMENTAIRES (ESSAIS DE TYPE)

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.1.5 ESSAIS SUR LES CABLES

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

VII.2 ESSAIS DE RECEPTION SUR SITE

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

les spécifications techniques. Au cours des examens, l'entrepreneur devra être présent ou représenté par une personne qualifiée habilitée à prendre en son nom, toutes les décisions qui se révéleraient nécessaires.

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

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

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

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

VII.3 PIECES DE RECHANGE

Les prestations de l'entrepreneur comprendront la fourniture d'un lot de pièces de rechanges. Il sera demandé à l'entrepreneur que le lot de rechange 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 sans interruption de service supérieur au taux de disponibilité demandé.

Ce lot de pièces de rechange sera composé :

- ✓ D'un lot de rechange « 1er degré » : composants, circuits intégrés, pièces mécaniques etc., lorsque la maintenance ou le dépannage peuvent être effectués au niveau du composant ou si la pièce peut être remplacée.
- ✓ D'un lot de rechange « 2ème degré » comprenant les cartes électroniques et les modules de chaque type utilisé et éventuellement des sous-ensembles mécaniques réputés fragiles (critères selon les statistiques du constructeur ».
- ✓ D'un lot de consommables pour assurer le fonctionnement des équipements ou systèmes pendant la période de garantie.
- ✓ Le montant total des pièces de rechange ne doit pas excéder 5% du montant total du marché des fournitures.

VII.4 SERVICES APRES-VENTE (SAV)

L'Entreprise devra s'engager sur :

- ✓ La durée de disponibilité sur 15 ans de toutes pièces de recharges des équipements fournis ;
- ✓ La fourniture d'une liste d'adresses des fabricants vers qui l'ASECNA pourra se tourner en cas de besoin.

VIII EMBALLAGE ET TRANSPORT

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

A cet effet, le soumissionnaire devra :

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

- Des spécificités de la réglementation et des textes en vigueur sur site.
- ✓ Assumer la responsabilité et les risques associés de la manutention, de l’emballage, du stockage et de l’expédition des matériels ;
- ✓ Utiliser l’INCOTERM (INternational Commercial TERMinology) DDP (Delivered Duty Paid) pour le Transport. En effet, le DDP précise que le transport, depuis le départ jusqu’à la livraison à l’adresse prévue, est à la charge du soumissionnaire qui acquittera les frais de douane et les droits à l’arrivée.
- ✓ Permettre le stockage des matériels dans une limite de six (06) mois sans frais supplémentaires, en cas de nécessité.

IX DELAI DE REALISATION

Le délai de réalisation des travaux (définition, essais en usine, transport, installation, essais de mise en service et réception provisoire) à partir de la date de notification du contrat de marché, est estimé à **7 mois**.

GLOSSAIRE

AFNOR	Association Française de NORmalisation
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
DET	Direction des Etudes et Projets
ATEX	ATmosphère EXplosive
Cn	Capacité nominale d'une batterie pour une décharge en n heures
CA	Courant Alternatif
CC	Courant Continu
CENELEC	Comité Européen de Normalisation en Electronique et en Electrotechnique
H.Q	Haute Qualité
HF	Hautes Fréquences
HT	Haute Tension
Icc	Courant de court-circuit
IN	Interrupteur-sectionneur Normal
IS	Interrupteur-sectionneur de Secours
ISO	International Organization for Standardization en français (Organisation Internationale de Normalisation)
INCOTERM	INternational Commercial TERMinology
DDP	Delivered Duty Paid
JDB	Jeu De Barres
ESTI	European Solar Test Installation
MPPT	Maximal Power Point Tracking
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OPZV	Type de batteries à plomb étanche
PSE	Plan des Services et Equipements
PV	Photovoltaïques
STC	Standard Tests Conditions
TDBT	Tableau Distribution Basses Tensions
Vco	Tension en Circuit Ouvert
W	Watt
Wc	Watt crête

LISTE DES ANNEXES

1. N°EB_MTI_00-1_PLAN DE MASSE VOR DE BAFOUSSAM ;
2. N°EB_MTI_00-2_PLAN DE MASSE VOR DE ZINDER ;
3. N°EB_MTI_00-3_PLAN DE MASSE VOR DE ZIGUINCHOR ;
4. N°EB_MTI_01_PLAN D'IMPLANTATION SITE VOR
5. N°EB_MTI_02_SCHEMA UNIFILAIRE GENERAL VOR
6. N°EB_MTI_03_PLAN D'IMPLANTATION EQUIPEMENTS PV
7. N°EB_MTI_04_ARCHITECTURE SYSTEME DE SUPERVISION
8. 02 BORDEREAU DES PRIX - DETAIL ESTIMATIF