

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



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

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

PSE 2018-2022

PROJETS N° 2806 & 2807 - NPE 83520 & 80530, 80540

**RENOUVELLEMENT DES SYSTEMES D'ENERGIE DES STATIONS
VSAT/VHF DEPORTEES (CHAMPS PV, CONVERTISSEURS, BATTERIES,
ETC.)**

Cahier des Spécifications Techniques particulières



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

DIRECTION des ETUDES et PROJETS

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

CERTIFIEE PAR



DESCRIPTION

Titre :	Renouvellement des systèmes d'énergie de stations VSAT (Champs PV, convertisseurs, batteries, etc.)
Type :	Dossier de Consultation des Entreprises
Commentaire :	Le présent document constitue le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)
Mots clés :	Système solaire, diesel, photovoltaïque, groupes électrogènes, Onduleur, régulateur, Batteries d'accumulateur, normes, etc.

HISTORIQUE

Version	Date (jj/mm/aa)	DESCRIPTION DE L'ÉVOLUTION	OBSERVATIONS
2.2	21/07/2020	Suite à la présentation de l'APD en Comité Technique	Pour Appel d'Offre

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

MAITRISE

Tâche	Acteurs	Fonction	Visa	Date
Rédaction	ROAMBA Marcel	Cadre Etudes Energie et Balisage	<i>Ok</i>	<i>21/7/20</i>
Vérification	SARR Sophie SARR	Chef Service Equipements CNS-ATM-MET	<i>guy</i>	<i>21/07/20</i>
Approbation	IBRAHIM Kassim	Directeur des Etudes et Projets	<i>f</i>	<i>21/07/2020</i>

AVERTISSEMENT / DROIT D'AUTEUR

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

Table des matières

1.1	GENERALITES.....	2
1.2	OBJECT DU DOCUMENT	2
1.3	INSCRIPTION BUDGETIARE	2
1.4	PROPOSITION DE L'ENTREPRISE	3
2	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES CONCERNEES PAR LE PROJET.....	6
2.1	BILAN DE PUISSANCE.....	7
2.2	DEROULEMENT DES TRAVAUX	10
3	CONSISTANCE DES TRAVAUX	11
4	CONCEPTION GÉNÉRALE ET PRINCIPES D'EXPLOITATION DES SYSTÈMES D'ÉNERGIE A REALISER.....	13
4.1	GENERALITES.....	13
4.2	SYSTEMES D'ALIMENTATION RETENUS POUR LES STATIONS VSAT	13
4.3	AUTOMATISME ET SUPERVISION.....	14
4.4	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA FOURNITURE D'ENERGIE	16
4.5	PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS	17
5	SPECIFICATIONS TECHNIQUES	18
5.1	TGBT, COFFRET BT ET /OU ARMOIRES DE PROTECTION ET DE DISTRIBUTION.....	19
5.2	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	19
5.3	PROTECTION DES BRANCHES PV PAR FUSIBLES.....	20
5.4	CONNECTEURS POUR LES LIAISONS DES CHAINES PV.....	21
5.5	CABLES DOUBLE ISOLATION POUR LES LIAISONS DC	21
5.6	PROTECTION DES BRANCHES PV PAR PARAFoudre	22
5.7	BOÎTE DE JONCTION ET armoires DE REGROUPEMENT CC.....	22
5.8	BATTERIE D'ACCUMULATEURS.....	23
5.9	REGULATEUR DE CHARGE SOLAIRE	24
5.10	ONDULEUR (HYBRIDE) REVERSIBLE.....	24
5.11	HACHEURS (ou CONVERTISSEURS DC/DC).....	26
5.12	FIXATION ET ORIENTATION DES PANNEAUX SOLAIRES	27
5.13	GROUPEs ELECTROGENES	27
5.14	SUPERVISION DES INSTALLATIONS.....	30
5.15	ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES.....	31
6	LISTE DES PLANS JOINTS	32
7	GLOSSAIRE	32

INTRODUCTION

1.1 GENERALITES

Dans le cadre du Plan des Services et Equipements(PSE) 2018-2022, l'ASECNA prévoit le renouvellement des systèmes d'énergie des stations VSAT/VHF déportés (Champs PV, convertisseurs, batteries, etc.) des sites d'ANTSIRANANA, TOLIARY et TOLAGNARO.

1.2 OBJECT DU DOCUMENT

Le présent document constitue le Cahier des Prescriptions Techniques Particulières, et le Bordereau des Prix- Détail Estimatif ainsi que les pièces graphiques qui l'accompagnent font parties intégrantes du présent document du dossier de consultation des entreprises (DCE) des travaux pour le l'alimentation en énergie des stations VSAT/VHF déportés des sites d'ANTSIRANANA, TOLIARY et TOLAGNARO.

Il a pour objet la définition de la consistance des travaux et des spécifications techniques relatives à la fourniture des matériels et des prestations et déroge et/ ou complète le Cahier des Spéciations Techniques Générales et de la logistique.

1.3 INSCRIPTION BUDGETIARE

Le projet fait l'objet d'inscription de trois projets élémentaires au budget 2020.

Code Projet	NPE	DOM	SDOM	INTITULES PROJET GENERIQUE	INTITULES PROJETS ELEMENTAIRES	LIEU
2806	83520	AOP	ELE	Equipements de Production et de Distribution de l'Energie Electrique dans les Centres	Renouvellement du système ENERGIE de la station VSAT (Champs PV, convertisseurs, batteries, etc.)	ANTSIRANANA
2 807	80 530	AOP	ELE	Equipements de Production et de Distribution de l'Energie Electrique dans les Centres	Renouvellement du système ENERGIE de la station VSAT (Champs PV, convertisseurs, batteries, etc.)	TOLIARY
2 807	80 540	AOP	ELE	Equipements de Production et de Distribution de l'Energie Electrique dans les Centres	Renouvellement du système ENERGIE de la station VSAT (Champs PV, convertisseurs, batteries, etc.)	TOLAGNARO

1.4 PROPOSITION DE L'ENTREPRISE

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

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

1.4.1 Variantes – Omissions

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

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

1.4.2 Pièces de rechanges

La liste des pièces de rechange avec estimation détaillée n'excédant pas 5% du montant global des fournitures sera jointe à la proposition de l'Entreprise et devra recevoir l'accord de l'ASECNA pour son effectivité.

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

1.4.3 Formations

Les durées des formations doivent être dimensionnées en fonction des objectifs. Le contenu et la durée doivent être validés par l'ASECNA.

Formation en usine

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

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

Cette formation répondant au niveau 3 de la norme AFNOR y relative concernera les équipements mécaniques et électriques et comprendra au moins les modules ci-après :

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

La formation concerne les nouveaux équipements mis en place : panneaux solaires, onduleurs, parcs de batteries, groupes électrogènes, système de supervision, équipements électriques haute et basse tensions, automatisme, système de télécommande/télésignalisation, alimentation sans interruption (ASI), etc.

Les agents à former seront au nombre de trois (03).

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

- La formation (y compris les manuels servant de support de cours),
- Les transports internationaux et locaux (y compris les frais afférents à l'obtention du visa d'entrée dans le(s) territoire(s) de déroulement de la formation) ;
- Lieu d'affectation (aéroport) du stagiaire / Hôtel près du lieu des cours (aller et retour) ;
- Hôtel / Lieu des cours (allers et retours) ;
- Les repas de midi des jours ouvrables ;

Les indemnités de stages à verser à chaque stagiaire sont mentionnées à titre indicatif dans le tableau ci-après :

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

Formation sur site

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

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

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

Recettes usine des équipements

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

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

1.4.4 Documents à fournir

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

- Les documents précisés dans le règlement de l'appel d'offres,
- Les documents demandés dans le Cahier des Spécifications Techniques Générales (conception et description des matériels, spécification techniques, documentation, références, etc.),

- La liste précise avec estimation détaillée des matériels de rechange fournis, le montant de ces matériels devant présenter environ 5% du montant global des fournitures,
- Le programme détaillé des formations avec estimations poste par poste correspondantes,
- L'estimation détaillée relative aux postes " Essai et mise en service " et " Etude et Formation " du devis estimatif,
- Les estimations détaillées relatives aux éventuelles omissions constatées dans le Cahier des Spécifications ou aux variantes proposées par l'Entrepreneur.

2 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS EXISTANTES CONCERNEES PAR LE PROJET

Les sites des installations VSAT existantes concernés ainsi que les composants des systèmes d'alimentation à renouveler sont identiques aux trois sites visés.

La source d'alimentation en solaire photovoltaïque est composée de deux demi-Générateur (ou Sous-Champ PV1 et PV2) d'une puissance de 7000Wc ;

Le parc de batteries de chaque site est subdivisé en deux ensembles couplés chacun à un Chargeur 48v DC et un onduleur 230v AC ;

On y rencontre également des armoires électriques comme suit :

- TGBT/Puissance, TGBT/Armoire de régulation, armoire de couplage ;
- Armoire de regroupement courant continu, Armoire de regroupement courant alternatif.

Nota : la description ci-dessus se veut très sommaire, les détails propres à chaque site devant être nécessairement collectés auprès de la représentation de l'ASECNA à Madagascar lors de la visite de site par le soumissionnaire.

2.1 BILAN DE PUISSANCE

2.1.1 Site de Talagnaro

DESIGNATIONS		PUISSANCES	OBSERVATIONS
Système VHF		1500W	
Système VSAT/MUX		1840W	
POMPE A CHALEUR VSAT/VHF (CLIMATISEUR N° 1 ou N° 2)		1200W	Fonctionnement en normal / secours
ECLAIRAGE LOCAL TECHNIQUE		100W	
Equipements MTO		2705W	
Générateur d'hydrogène		8000W	
POMPE A CHALEUR Equ. MTO (CLIMATISEUR N° 1 ou N° 2)		1200W	Fonctionnement en normal / secours
Supervision		500W	
TOTAL BRUT		9045W	
FOISONNEMENT	0.8	13636W	
CONSOMMATION JOURNALIERE à retenir		4198Ah/120V DC	

Tenant compte du bilan de puissance ci-dessus, il est retenu ce qui suit pour le dimensionnement des champs solaires, des parcs de batteries et des groupes électrogènes pour chaque site :

- Un nombre minimum de deux sous champs PV de 8000Wc maximum pour un total champ PV de 56 000Wc minimum
- Deux sous parcs batteries répondant aux exigences suivantes :

- Batterie d'accumulateurs
 - Tension nominale de service :120Vdc,
 - Nb d'éléments en série : 60,
 - Parc de batteries
 - Tension nominale de service :120 Vdc,
 - Nombre de parcs en parallèle :2.
- Un branchement au réseau électrique local à 20kW de puissance disponible et /ou souscrite.

2.1.2 Site d'Antsiranana

DESIGNATIONS		PUISSANCES	OBSERVATIONS
Système VHF		1500W	
Système VSAT/MUX		1840W	
ECLAIRAGE LOCAL TECHNIQUE		100W	
Supervision		500W	
TOTAL BRUT		3940W	
FOISONNEMENT	1	3940W	
CONSOMMATION JOURNALIERE à retenir		950Ah/48V DC	

Tenant compte du bilan de puissance ci-dessus, il est retenu ce qui suit pour le dimensionnement des champs solaires, des parcs de batteries et des groupes électrogènes pour chaque site :

- Un nombre minimum de deux sous champs PV de 8000Wc maximum pour un total champ PV de 25000Wc minimum ;
- Un groupe électrogène Diesel 16.5kVA/13kW pour uniquement le site d'Antsiranana ;
- Deux sous parcs batteries répondant aux exigences suivantes :
 - Batterie d'accumulateurs
 - Tension nominale de service :48Vdc,

- Nb d'éléments en série : 24,
- Parc de batteries
 - Tension nominale de service :48 Vdc,
 - Nombre de parcs en parallèle :2.

Un branchement au réseau électrique local à 15kW de puissance souscrite.

2.1.3 Site de Toliary

DESIGNATIONS		PUISSANCES	OBSERVATIONS
Système VHF		1500W	
Système VSAT/MUX		1840W	
POMPE A CHALEUR VSAT/VHF (CLIMATISEUR N° 1 ou N° 2)		1200W	Fonctionnement en normal / secours
ECLAIRAGE LOCAL TECHNIQUE		100W	
Supervision		1000W	
TOTAL BRUT		5640W	
FOISONNEMENT	1	5640	
CONSOMMATION JOURNALIERE à retenir		1250Ah/48V DC	

Tenant compte du bilan de puissance ci-dessus, il est retenu ce qui suit pour le dimensionnement des champs solaires, des parcs de batteries et des groupes électrogènes pour chaque site :

- Un nombre minimum de deux sous champs PV de 8000Wc maximum pour un total champ PV de 25000Wc minimum ;
- Un abonnement et branchement au réseau électrique local à 15kW de puissance disponible et /ou souscrite ;
- Deux sous parcs batteries répondant aux exigences suivantes :

- Batterie d'accumulateurs
 - Tension nominale de service :48Vdc,
 - Nb d'éléments en série : 24,
- Parc de batteries
 - Tension nominale de service :48 Vdc,
 - Nombre de parcs en parallèle :2.

Un branchement au réseau électrique local à 15kW de puissance souscrite.

2.2 DEROULEMENT DES TRAVAUX

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

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

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

3 CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux à réaliser dans le cadre du présent lot ont pour objet d'assurer à l'ensemble des équipements de chacun des sites de station VSAT une alimentation fiable en énergie d'une part, et de caractéristiques compatibles avec les contraintes d'exploitation des équipements techniques d'autre part ;

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

- respect des normes et recommandations,
- facilité et continuité d'exploitation,
- fiabilité maximale,
- supervision et acquisition d'informations/protocoles d'interfaces de communication standards notamment TCP/IP,
- facilité de maintenance,
- limitation des coûts de réalisation et de maintenance.

Ces travaux suivant portent essentiellement sur :

- La construction et l'équipement des sources d'énergie sur les sites ;
 - Champ photovoltaïque,
 - Batterie d'accumulateurs,
 - Groupe Electrogène.
- L'équipement de transformation de l'énergie ;
 - Régulateur de charge solaire
 - Onduleur/Chargeur réversible
 - Convertisseur DC/DC
- Énergie distribuée (à l'utilisation) aux récepteurs (48Vdc,230Vac)
 - TGBT/Puissance, TGBT/Armoire de régulation, de couplage ;
 - Armoire de regroupement courant continu, Armoire de regroupement courant alternatif.
- Le réaménagement des réseaux de distribution d'énergie et de supervision (télécommande / télésignalisation) ;
- La mise en place des équipements de sécurité et la réalisation de la protection foudre des installations ;
- Le raccordement de ces nouveaux équipements à ceux existants sera également fourni
- Les travaux et l'adaptations du génie civil nécessaires à l'installation des équipements dans les bonnes conditions ;

- Les démarches auprès des divers organismes et entreprises dont la collaboration est éventuellement nécessaire pour l'exécution du chantier,
- la présentation du dossier des spécifications techniques du matériel,
 - la présentation des échantillons du matériel,
 - la réalisation des plans d'exécution,
 - l'organisation du chantier pour l'exécution des ouvrages,
 - la fourniture du matériel,
- le transport, le déchargement, le stockage et l'amenée à pied d'œuvre des fournitures nécessaires à l'installation,
 - la mise en œuvre du matériel,
 - la mise en service, les essais,
 - la formation du personnel d'exploitation et de maintenance,
 - la présentation en réception des installations,
 - la constitution du dossier des plans des ouvrages exécutés,
 - la constitution du dossier d'exploitation et de maintenance,
 - la fourniture d'un lot de pièces de rechange,
 - La fourniture du petit mobilier,
 - La fourniture des terminaux (PCs, Tablette Android, GPRS/GSM) de supervision,
 - La fournitures et l'installation des climatiseurs.
 - La fournitures et l'installation d'un container batteries pour le site de tolagnaro.

Nota : 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, conformes aux différentes normes en vigueur, réalisées suivant les règles de l'art et en parfait état de fonctionnement (fourniture, main d'œuvre, génie civil, etc.).

4 CONCEPTION GÉNÉRALE ET PRINCIPES D'EXPLOITATION DES SYSTÈMES D'ÉNERGIE A REALISER

4.1 GENERALITES

Le présent chapitre définit, justifie et décrit le principe de fonctionnement du dispositif retenu pour le renouvellement du système d'alimentation en énergie renouvelable ainsi que les nouvelles installations respectivement des sites de stations VSAT/VHF déportés visés.

Il y a lieu de rappeler que le choix du système à mettre en place, indépendamment de la situation du site (isolé du réseau électrique ou non), tient compte des considérations ci-après :

- Les recommandations de l'OACI selon lesquelles certaines installations techniques doivent être secourues électriquement. Ces installations peuvent se diviser en deux groupes principaux :
 - installations n'acceptant aucune coupure d'alimentation ;
 - installations acceptant des coupures d'alimentation de courte durée (inférieures ou égales à 15 secondes).

Nota : Les stations VSAT/VHF déportées renferment des équipements appartenant au premier groupe d'installations.

- Le retour d'expérience issue de l'exploitation des sites existants ;
- L'orientations du Plan des Services et Equipements (PSE) 2018-2022 notamment les termes de références de services (TRS) reçus.

4.2 SYSTEMES D'ALIMENTATION RETENUS POUR LES STATIONS VSAT

Les équipements VHF, VSAT et Supervision devront être alimentés à partir d'une source d'énergie sans coupure.

Suivants que le site soit isolé du réseau électrique de distribution ou non, le système d'alimentation de la VSAT/ VHF déportés **sera** modulaire (voir synoptique EB-VSAT/VHF 01 et schéma unifilaire EB-VSAT/VHF 02 joints) de par sa conception et comportera toute ou partie de ce qui suit :

1. Réseau électrique ;
2. Champs solaire photovoltaïque ;
3. Parcs de batteries d'accumulateur ;
4. Equipements de transformation de l'énergie ;
5. Equipements de distribution de l'énergie aux récepteurs du site ;

6. Equipements de supervision et de gestion de l'énergie y compris des ports communications standards notamment le protocole TCI/IP.

Nota : les équipements des points 4, 5 et 6 ci-dessus étant communs à tous les sites, la configuration se fera ainsi qui suit :

Site d'Antsiranana : Champs solaire PV + batterie + GE ;

Site de Tolagnaro : Champs solaire PV + batterie + Réseau électrique ;

Site de Toliary : Champs solaire PV + batterie + Réseau électrique.

4.3 AUTOMATISME ET SUPERVISION

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 des 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.

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 paramètrent 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 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.
- Il sera également fourni, installé et mis en service un système de liaison point à point de type sans fil entre le Bloc Technique et la Station VSAT/VHF pour la télésurveillance des installations (Supervision et vidéosurveillance).

Nota : Le mode de liaison à proposer ne doit engendrer aucune interférence avec les autres équipements de la plateforme aéroport.

4.4 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA FOURNITURE D'ENERGIE

Le fonctionnement de la fourniture d'énergie doit permettre une continuité de l'alimentation en énergie électrique des différents besoins de chaque station VSAT/VHF déporté quels que soient le ou les défauts apparaissant.

Les critères de redondance et de multitude des sources pris en compte sont (voir schéma unifilaire EB-VSAT/VHF 02 joint) :

Un champ solaire photovoltaïque composé de sous-champs (PV1, PV2, PVx.) constituant les sources primaires ;

Un parc de batteries d'accumulateurs composé de deux sous-parcs avec une autonomie d'énergie de 2 à 5 jours de fonctionnement de la station VSAT/VHF déporté ;

Un groupe électrogène diesel ou le branchement au réseau électrique ;

Afin d'assurer cette continuité, le principe retenu est la permutabilité automatique des sources d'énergie photovoltaïque, batteries d'accumulateurs, réseau électrique (dit secteur) et groupe électrogène diesel avec possibilité d'inversion manuelle.

- pendant les jours bien ensoleillés, l'énergie produite par les sous-champ photovoltaïques transite par trois régulateurs/ chargeurs aboutissant au jeu de barre courant continu dit Bus bar DC ;
- les deux parcs de batteries d'accumulateurs connectés directement au bus bar DC sont chargés pour un usage ultérieur,
- l'ensemble des équipements de la station est alimenté à travers deux convertisseurs continu/alternatif (ou onduleur réversibles) redondants connectés au Bus DC;
- un hacheur ou convertisseur continu/ continu 48/24V alimente également les consommateurs DC via le bus DC ;
- dès que le seuil minimum (réglable) de l'autonomie des batteries est atteint, les onduleurs réversibles se synchronisent à l'une des sources d'énergie secondaire (réseau électrique, groupe électrogène ou celle présente suivant configuration du site), l'ensemble des équipements de la station VSAT est alimenté par cette source et les batteries d'accumulateurs sont rechargées jusqu'à un seuil maximal grâce aux mêmes onduleur réversibles.
- dès que la production photovoltaïque est de nouveau disponible, les onduleurs réversibles se désynchronisent de la source secondaire et le fonctionnement autonome se rétablit.
- Le personnel de maintenance est informé, grâce au système d'acquisition de données, de déroulement de chaque phase par un message « événement » ou « alarme ».
- Il sera possible également de couplé manuellement la source secondaire au besoin.

Le soumissionnaire **devra** des Alimentations Sans Interruptions **rackable** montées en redondance active pour délivrer 3kVA sous 230V / 50 HZ autonomie 2h00 pour l'alimentation de chaque baie VSAT/VHF déporté.

4.5 PRINCIPE DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES MATERIELS

Les mesures de protection contre les contacts indirects comporteront :

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

La foudre et les surtensions sera assurer par :

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

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

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

Les règles de protection à respecter pour la protection contre les surintensités (courts-circuits 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.

Nota :

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

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

Toutes les masses et canalisations métalliques du bâtiment ou shelter 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).

La distance entre le champ photovoltaïque et la salle récepteurs doit être la plus courte 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 masses métalliques des équipements électroniques (onduleurs, système de 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 câblote cuivre nu commune proche des équipements elle-même reliée à la barre d'équipotentialité.

5 SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Les équipements devront répondre :

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

5.1 TGBT, COFFRET BT ET /OU ARMOIRES DE PROTECTION ET DE DISTRIBUTION

Les TGBT, coffrets BT et/ou armoires et l'appareillage électrique qu'il renferment seront conformes aux normes NFC 15 100, NFC 63 120, NFC 61 971 et NFC 60 439.

Principales caractéristiques

- Enveloppe métallique fermée ou capot de protection. Jeux de barres et parties actives convenablement protégés de manière à permettre les opérations de maintenance courante, sous tension ;
- Indice de service 333 ;
- Jeu de barres en cuivre ;
- Disjoncteurs de type débrochable ou déconnectable ;

Autres caractéristiques : Voir spécifications techniques générales

5.2 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

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

- **Résistance aux conditions ambiantes climatiques :**
 - Puissance nominale (STC) : $150W_c \leq P \leq 300W_c$;
 - Température : 10° à $+85^\circ C$;
 - Humidité relative : jusqu'à 100% ;
 - Vitesse du vent : les modèles doivent résister aux conditions extrêmes locales des vents notamment en période cyclonique à Madagascar ;
 - Précipitations : pluie battante continue, chutes de grêlons.
- **Conditions particulières : climat marin, climat tropical, etc.**

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 doit avoir des caractéristiques identiques ou interchangeables avec une tolérance de $\pm 5\%$ (idéalement $+3\%$) 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 caractéristiques électriques (puissances, tensions, courants) des modules seront précisées par le soumissionnaire pour les températures de jonction (T_j) : ($T_j = 25^\circ C$, $T_j = 50^\circ C$ et $T_j = 75^\circ C$) ;

La plage de tension délivrée par les modules devra être adaptée pour permettre la recharge complète des batteries en une journée d'ensoleillement, 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 impliquera 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.

La tension nominale des modules photovoltaïques sera de 12V (modules avec 36 cellules photovoltaïques) ou 24V (modules avec 72 cellules photovoltaïques), ou indifférente en présence d'un régulateur MPPT (Maximal Power Point Tracking).

Le module devra comporter :

- Une boîte de connexion ou des connecteurs appropriés au moins IP54 ;
- Des diodes by-pass (diodes de dérivation) qui doivent être de faible chute de tension directe (0,4V max).

5.3 PROTECTION DES BRANCHES PV PAR FUSIBLES

Le guide UTE C 15-712-1 impose une protection omnipolaire des branches contre les courts-circuits lorsque plus de deux (02) chaînes de modules sont mises en parallèle, afin de se prémunir face à un phénomène pouvant provoquer un départ d'incendie. Lorsque c'est le cas, des fusibles seront installés pour protéger à la fois la polarité positive et négative de chaque chaîne ou de chaque câble de groupe et ces derniers répondront aux spécifications suivantes :

- Être de type gPV et conforme à la norme NF EN 60269-1 ;
- Avoir une tension assignée compatible avec la tension maximale $U_{oc,max}$;
- Posséder un courant conventionnel de fonctionnement $I_2 = 1,45 I_n$ (avec I_n , le courant nominal dans le câble).

Les fusibles employés seront de type gPV avec une tension nominale DC adaptée.

5.4 CONNECTEURS POUR LES LIAISONS DES CHAINES PV

La connectique utilisée pour la liaison modules PV – coffrets de mise en parallèle des branches PV doit être de type IP2X afin garantir la sécurité des opérateurs face au risque de contact direct avec une partie conductrice sous tension et IP67 moulée dans un plastique anti-UV afin de résister dans le temps aux agressions climatiques.

Ce sont des connecteurs de ce genre, conformes à la norme NF EN 50521, qui seront sertis aux tenants et aux aboutissants des câbles assurant la liaison entre les modules et les boîtes de jonction. Ces connecteurs débrochables peuvent être ouverts ou fermés en toute sécurité dans la mesure où la coupure du circuit DC est effective – ces broches possèdent un pouvoir de séparation mais pas de coupure.

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

5.5 CABLES DOUBLE ISOLATION POUR LES LIAISONS DC

Afin de minimiser les risques de défaut à la terre ou de court-circuit, le guide UTE C 15-712-1 impose la réalisation de liaison DC à l'aide de câbles double isolation unipolaires spécifiques. Les caractéristiques minimales retenues pour les câbles sont les suivantes :

- Isolement équivalamment à la classe II ;
- Isolant de type C2 non propagateur de la flamme ;
- Equipé d'un dispositif de blocage permettant d'éviter l'arrachement ;
- Température admissible sur l'âme d'au moins 90°C en régime permanent ;
- Stabilité aux UV répondant à la condition d'influence AN3 (si non protégés par interposition d'écran) ;
- Tension assignée du câble compatible avec la tension maximale U_{ocmax} pouvant être présente aux bornes du circuit DC.

Les câbles à prévoir seront de type PV1-F (tension nominale 1000 Vdc).

Les câbles doivent être dimensionnés de telle sorte que la chute de tension entre le champ PV et les régulateurs 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 ;

5.6 PROTECTION DES BRANCHES PV PAR PARAFoudre

Le guide UTE C 15-712-1 impose donc une protection par parafoudre DC au niveau des boîtiers de jonction et à proximité des entrées des onduleurs, ainsi qu'une protection par parafoudre AC au niveau de la sortie de la chaîne de conversion PV.

Les sites visés comportant un paratonnerre auquel doivent être reliées les parties conductrices du champ photovoltaïque, le choix et la mise en œuvre des parafoudres seront faits conformément au guide UTE C 61-740-52. Il sera ainsi prévu d'employer des parafoudres de Type I côté DC répondant aux critères suivants :

- Posséder un courant de décharge $I_n = 40\text{kA}$;
- Posséder un courant de choc par pôle $I_{imp} = 12,5\text{kA}$;
- Posséder un courant max de court-circuit $I_{scwpv} \gg I_{sc,max}$ (typique 1000A) ;
- Posséder un niveau de protection $U_p > 80\% U_{oc,max}$;
- Posséder une tension de tenue assignée $U_w > 6\text{kV}$

Les parafoudres DC employés auront des caractéristiques compatibles).

5.7 BOÎTE DE JONCTION ET ARMOIRES DE GROUPEMENT CC

Le système étant constitué de plusieurs chaînes et groupements de chaînes de modules, les boîtes et armoires serviront d'interconnexion et abriteront certains éléments de protection (fusibles, sectionneurs, parafoudres, diodes de by-pass, points de tests).

Les boîtes devront être implantées en des lieux accessibles pour les exploitants et comportées des étiquettes de repérage et de signalisation de danger :

- "Boîte de Jonction des Groupes de Chaînes N° xx" (BJGC-xx) ;
- "Armoire de Regroupement de Groupes de Chaînes N° xx" (BRGC-xx).

Les étiquettes devront comporter "danger, conducteurs actifs sous tension" et être facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, UV).

Chaque chaîne du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement.

Chaque regroupement du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement.

Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupes situés en dessous des coffrets, avec câblage "en goutte d'eau"

Un interrupteur général CC sera intégré dans chaque boîte 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 ;
- Protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ;
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ;
- Séparation des borniers positifs et négatifs avec une isolation appropriée ;
- Disposition des bornes terminales de telle sorte que les risques de courts-circuits durant l'installation ou la maintenance soit improbables.

L'installateur doit veiller à ce que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité ;

Chaque boîte doit être fixée de façon suffisamment robuste pour résister aux contraintes cycloniques locales.

5.8 BATTERIE D'ACCUMULATEURS

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

- Type : OPZV Solar à Gel avec Valve Regulated Lead Acid (VRLA) à plaques positives tubulaires ;
- Capacité : suffisante pour une autonomie de 2 à 5 jours à 100% de charge ;
- Tension nominale de 2V ;
- L'accumulateur devra accepter des décharges profondes allant jusqu'à 80% de la capacité nominale (C10) ;
- Charge ; apte à accepter plusieurs régimes de charge ;
- Durée de vie supérieure à 10 ans à 30°C ;

Les caractéristiques des accumulateurs devront être conformes à celle de la Norme NFC 58 510.

La capacité de chaque batterie sera précisée selon 5 régimes de décharge :

- Capacité de la batterie en C12 ;
- Capacité de la batterie en C100 ;
- Capacité de la batterie en C120 ;
- Capacité de la batterie en C240 ;

- Résistance globale : 5,52 Ohm.

Pour une batterie neuve, le taux d'autodécharge mensuelle ne devra pas excéder 5% de la capacité nominale (C12) à une température ambiante de 25°C.

5.9 REGULATEUR DE CHARGE SOLAIRE

Les régulateurs doivent répondre aux caractéristiques suivants :

- Type de régulateur : MPPT.
- Efficace, fiable et robuste ;
- Prévu pour réguler de la charge solaire en 48V (Antsiranana et Toliary) et 120V à Taolagnaro ;
- Précision : < 0.1 % ±50 mV (12/24 V) et < 0.1 % ±100 mV (48 V) ;
- Autoconsommation : réduite ;
- Dispositifs de protection électrique contre :
 - Surcharge
 - Court-circuit ;
 - Surtension ;
 - Surchauffe ;
 - Foudre ;
 - Tension de choc transitoire ;
 - Inversion de courant en nocturne.
- Type de raccordement :
 - Les bornes permettent de connecter du câble en 35 mm² de section minimale.
- Opercule pour passages des câbles : Diamètre : 25 mm et 32 mm
- Température ambiante d'utilisation : de +10 à + 55 °C
- Humidité : 100 % sans condensation
- Boîtier Type 1 (à placer en intérieur dans un local aéré), IP20
- Dimensions : adaptées
- Poids : adapté
- Garantie : 15 ans (par son fabricant)
- Normes CE, UL.

5.10 ONDULEUR (HYBRIDE) REVERSIBLE

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

Pour Antsiranana et Toliary

- Puissance nominale : 8 kW ;
- 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 96% ;
- Plage de tension d'entrée CC : 38 – 66 V ;

Pour Talagnaro

- Puissance nominale : 15kW ;
- Tension d'entrée AC : 400 V \pm 10 % (paramétrable à \pm 15 %) ;
- Tension de sortie AC : 400 V \pm 1 % triphasé ;
- 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 96% ;
- Plage de tension d'entrée CC : 96 – 136 V ;

Pour l'ensemble des trois sites

- 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 ;
- Durée de vie : 15 ans ;
- Reconnaissance automatique de consommateur ;
- Possibilité de régler la reconnaissance de charge en mode veille à partir d'une valeur basse dans une large plage ;
- Possibilité de raccordement en parallèle ;
- Contacts multifonction programmable ;
- Répartition de la puissance réglable ;
- Relais de commutation rapide ;
- Protection contre les décharges profondes ;
- Déconnexion en cas de surtension de la batterie ;
- Protection contre sur-température 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), 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 une remise sous tension de l'onduleur) ;

5.11 HACHEURS (OU CONVERTISSEURS DC/DC)

Les hacheurs à fournir et installer auront pour rôle de convertir le courant continu 48V ou 120V en courant continu 24V pour les équipements à alimenter par ce type de courant.

- 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,
- Protection anti-retour de puissance : Interne ;
- Interrupteur marche/arrêt à distance : Oui ;
- Durée de vie garantie : 15 ans minimum

5.12 FIXATION ET ORIENTATION DES PANNEAUX SOLAIRES

5.12.1 Fixation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.12.2 Orientation

Le positionnement (inclinaison et autres) des modules sera fixe tenant compte de la déclinaison magnétique et autres condition géographique de chaque site azimut 0 et inclinaison adaptée.

5.13 GROUPES ELECTROGENES

5.13.1 Généralités

Le groupe doit être constitué d'un moteur diesel entraînant un alternateur. Le démarrage du moteur est assuré par démarreur, électrique. Il est automatique dès que l'autonomie de la source secondaire (parcs batteries) chute à un niveau pré-réglé. L'arrêt du groupe s'effectuera avec temporisation sur retour de la source primaire ou dès que les batteries sont complètement chargées.

Le groupe devra pouvoir être démarré par commande manuelle (commande Marche / Arrêt) et par manivelle en cas d'absence de courant batterie.

5.13.2 Les textes de références sont :

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

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

Normes DIN et ISO pour les groupes électrogènes,

Normes UTE et CEI,

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

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

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

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

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

Caractéristiques

Combustible

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Puissance – Déclassement (voir les spécifications techniques générales).

La puissance minimum du moteur en service continu permettra, avec suralimentation, la fourniture aisée par l'alternateur de la puissance en **PRP de 16,5kVA** sur site.

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

Vitesse

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Refroidissement

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

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

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

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

Démarrage – Arrêt (voir les spécifications techniques générales)

Il sera prévu un système de démarrage électrique

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

Le soumissionnaire présentera la note de calcul pour le choix du groupe électrogène en détaillant les hypothèses et les caractéristiques des groupes électrogènes utilisés.

Il fournira en particulier :

Le tableau donnant les capacités de prise en charge instantanée de la gamme constructeur dans laquelle le groupe électrogène a été choisi,

La courbe de montée de charge du groupe électrogène retenu.

Préchauffage

Pour mémoire voire les spécifications techniques générales.

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

Le régulateur de vitesse sera électronique ou mécanique.

Sécurités du groupe

Pour mémoire voire les spécifications techniques générales.

Tableau de bord

Pour mémoire voire les spécifications techniques générales.

Constitution du bâti de groupe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Caractéristiques du moteur

Type : diesel à injection directe ou indirecte

Cycle : 4 temps

Disposition des cylindres : en V ou en L

Vitesse moyenne des pistons : inférieur à 8 m/s

Consommation en carburant : inférieur à 180g/kWh

Accessoires montés sur le groupe

Voir les spécifications techniques générales. A noter :

Radiateur ventilé (attelé).

Insonorisation

De dispositifs antivibratiles de type silent-bloc,

Des silencieux sur les conduits d'échappement,

Des pièges à sons dans la gaine d'amenée d'air frais,

Des pièges à sons dans la gaine d'extraction.

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

Alternateurs

Généralités (voir les spécifications techniques générales)

La tension nominale en charge sera de 230V

Le rendement à cosinus $\varphi = 0,8$ sera supérieur à 92%. La tension nominale sera de 230 V courant alternatif neutre sorti; la fréquence sera le 50 Hz pour une vitesse de rotation du rotor de 1500 tr / minutes.

Surcharge

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Variation de tension en régime établi

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Variation en régime transitoire

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Excitation – Régulation

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Préchauffage

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Surchauffe

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

5.14 SUPERVISION DES INSTALLATIONS

Un système de supervision des installations muni de communication et messagerie / Modules GSM/GPRS sera fourni et installé pour permettre un suivi des installations à distance avec un système d'alarme sonore et visuelle installé dans à la centrale électrique à l'aéroport d'Ivato.

La télésurveillance et l'enregistrer concerne notamment les paramètres suivants, au minimum :

- L'alarme seuil mini de l'autonomie des batteries ;
- Les alarmes de niveaux d'isolement ;
- Événement "démarrage du groupe électrogène" ;
- L'alarme défaut de synchronisation ;
- L'alarme basse tension batterie ;
- La tension de la batterie ;
- Le courant du champ photovoltaïque ;
- Le courant d'utilisation ;
- La température de la batterie ;

- L'énergie fournie par le champ photovoltaïque ;
- L'énergie fournie par le chargeur ;
- L'énergie consommée par l'utilisation ;
- La puissance crête du champ photovoltaïque ;
- L'énergie fournie par l'onduleur ;
- L'énergie fournie par le groupe.

L'ensemble de ces données **doit** être enregistré au minimum chaque jour. La capacité de stockage du dispositif d'acquisition **sera** au minimum de trois 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. Selon le type de portable PC dont il dispose, l'opérateur **pourra** à l'aide du (des) câble(s) fourni(s) se raccorder via un "port USB" ou un "port série RS232" sur la centrale d'acquisition de données.

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

Ainsi donc pour le besoin de supervision tous les équipements **doivent** disposer des ports de communication au protocole standards tels que TCP/IP, série (RS 232), modbus ou jbus.

5.15 ESSAIS SPECIFIQUES DES MATERIELS ELECTRIQUES

Essais sur les ensembles BT

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

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

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

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

(Série U 1000 R02V)

Pour mémoire voir les spécifications techniques générales.

Le repérage des conducteurs sera le suivant :

câble 2 conducteurs : noir, bleu,

câble 3 conducteurs : noir, bleu, vert/jaune,

câble 4 conducteurs : noir, bleu, brun, noir,

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

Série 750 V - cuivre - type souple utilisé en intérieur

(Série H 07 RN-F)

Pour mémoire, voir les spécifications techniques générales.

Le repérage des conducteurs sera le suivant :

câble 2 conducteurs : noir, bleu,

câble 3 conducteurs : noir, bleu, vert/jaune,

câble 4 conducteurs : noir, bleu, brun, noir,

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

6 LISTE DES PLANS JOINTS

Numéro	Désignation
EB - VSAT/VHF 01	SYNOPTIQUE DE CONFIGURATION MODULAIRE DU SYSTEME
EB - VSAT/VHF 02	UNIFILAIRE GENERAL DU SYSTEME D'ALIMENTATION

7 GLOSSAIRE

ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et en Madagascar
ADS	Automatic Dependant Surveillance
AH	Ampère Heure

APP	APProche
ASI	Alimentation Sans Interruption
ATEX	Atmosphère Explosive
ATS	Air Traffic Service
ATS/DS	Air Trafic Service / Direct Speech
BMS	Battery Management System
BT	Basse Tension
CA ou AC	Courant Alternatif
CC ou DC	Courant Continu
CF	Courant Faible
Cu	Cuivre
CCR	Centre de Contrôle Régional
CED	Centre d'Emission Déporté
CIV	Centre d'Informations en Vol
CPDLC	Controler Pilot DataLink Communications
CRD	Centre de Réception Déporté
CTR	Control Tower Region
DTI	Direction des moyens Techniques de l'ASECNA
DELP	Délégation de l'ASECNA à Paris
DSP	Digital Signal Processor
DET	Direction des Etudes et Projets de l'ASECNA
EMS	Energy Management System
ERA	En-Route Area
FIR	Flight Information Region
FL	Flight Level
GPS	Global Positionning System

HF	Haute Fréquence
HQ	Haute Qualité
HT	Haute Tension
LAN	Local Area Network
LED	Diode Électroluminescente
MTO	METEORologie
MPPT	Maximum Power Point Tracker
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
PC	Personal Computer
PLN	Plan de Vol
PO	Poste Opérateur
PSE	Plan des Services et d'Équipements
TC/TS	Télécommande/Télésignalisation
TBT	Tableau divisionnaire Basse Tension
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TMA	Terminal Middle Area
TDBT	Tableau Divisionnaire Basse Tension
TU	Temps Universel
TWR	Tour
V	Volt
VA	Volt Ampère
VDL	Very High Frequency Digital link
VHF	Very High Frequency
VSAT	Very Small Aperture Terminal