



Centrale solaire photovoltaïque en autoconsommation sur le site de Messageries

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES ET PARTICULIÈRES

Préfecture de la Réunion

SOMMAIRE

1. GENERALITES.....	2
1.1. Objet du présent document.....	2
1.2. Présentation du site.....	3
1.3. Présentation du projet.....	3
2. DESCRIPTION DES TRAVAUX.....	7
2.1. Installations de chantier.....	8
2.2. Etudes d'exécution.....	8
2.3. Fourniture des modules PV.....	9
2.4. Réfection d'étanchéité.....	12
2.5. Fourniture et pose du système de fixation des modules.....	15
2.6. Pose et raccordement des modules.....	17
2.7. Fourniture et pose de l'onduleur.....	19
2.8. Distribution électrique DC/AC.....	20
2.9. Raccordement.....	24
2.10. Monitoring.....	26
2.11. Tests, contrôles, mise en service.....	29
2.12. Exploitation et maintenance.....	31
3. LISTE DES ANNEXES TRANSMISES AU DOSSIER.....	33

1. GENERALITES

L'Entrepreneur est tenu de prendre connaissance de toutes les pièces administratives et techniques contenues dans le Dossier de Consultations des Entreprises. En particulier, ce document est indissociable de ses annexes :

- Prescriptions Générales
- DPGF
- Plan d'implantation
- Synoptique électrique
- Planning prévisionnel

1.1. OBJET DU PRÉSENT DOCUMENT

Le présent marché a pour objet d'attribuer la conception, la réalisation et la mise en service d'une centrale photovoltaïque en toiture pour l'autoconsommation du site de Messageries. La maîtrise d'ouvrage de cette opération est la Préfecture de la Réunion. L'opération sera pilotée par le Service de l'Immobilier, de la Logistique et de la Relation avec les Usagers (SILRU) du Secrétariat Général Commun qui assurera l'interface avec ces autres services. Le SILRU sera accompagné techniquement par la mission régionale de la politique immobilière de l'État (MRPIE) sur cette opération.

Le présent document traite de ces travaux et définit notamment :

- Le contexte et le périmètre de l'opération,
- Les spécifications fonctionnelles à mettre en œuvre dans le cadre de l'opération,
- Les spécifications techniques des équipements à mettre en œuvre,
- Les spécifications d'interfaces
- Les modalités de réalisation des systèmes,
- Les prestations à exécuter.

Ce document définit l'ensemble des exigences techniques minimales : matériaux, matériels et prestations dus par l'Entrepreneur qui exécutera ces travaux.

Les entreprises devront posséder les qualifications suivantes :

- Qualification SPV1 à minima

1.2. PRÉSENTATION DU SITE

Le projet est situé dans la commune de Saint-Denis. Les coordonnées des sites sont présentées ci-dessous.

Site	Messageries
Adresse du site	6 Rue des Messageries, 97400 Saint-Denis
Coordonnées du site	20°52'33.0"S 55°26'49.9"E Altitude: 13 m

Les travaux devront avoir lieu en période d'occupation du site. Les livraisons et évacuations de matériels devront avoir lieu sans gêner les activités des sites.

La zone de stockage des matériaux, des véhicules de chantier et les périodes d'accès au site, entre autres, seront à préciser avec la maîtrise d'ouvrage / l'exploitant du site, préalablement à la réalisation des travaux.

L'Entrepreneur devra respecter les procédures d'interventions ci-dessous :

- Tous les travaux impactant lourdement l'exploitation devront être programmés en accord avec la Maîtrise d'ouvrage et devront être planifiés afin de limiter les gênes occasionnées à l'exploitation.

Conditions de site :

Le site est un Etablissement Recevant du Public (ERP).

- Climat tropical, humide et marin
- Région sujette aux cyclones : Vents cycloniques de l'ordre de 210 km/h
- Humidité relative : \geq à 95 % et jusqu'à 99 %
- Précipitation : 1000 à 2000 mm/an en moyenne
- Températures extrêmes : max. absolu 35° C
- Niveau kéraunique : 20

L'Entrepreneur veillera à utiliser exclusivement des matériaux et visseries adaptées aux conditions de site et en particulier aux risques de corrosion. Les visseries ou éléments seront à minima de type INOX A4, acier galvanisé à chaud, ou tout matériau résistant à l'environnement salin accompagné d'un justificatif. Une attention particulière sera portée à la compatibilité des matériaux afin de proscrire tout risque de couples électrochimiques et de corrosion galvanique.

1.3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet consiste en l'installation d'une centrale photovoltaïque en toiture pour l'autoconsommation du site, associée à des travaux de réfection d'étanchéité ainsi qu'au raccordement électrique du bâtiment C au site principal.

Suite à la restitution des études projet, le dimensionnement photovoltaïque de 24,75 kWc, correspondant à la puissance maximale installable en toiture et pertinente pour l'autoconsommation a été retenu. Le mécanisme d'autoconsommation retenu dans le cadre de ce projet est celui de l'autoconsommation totale, c'est-à-dire qu'aucune injection dans le réseau ne peut être réalisée en vue d'une éventuelle revente du surplus. Dans ce cas le projet photovoltaïque est dimensionné de manière à atteindre un taux d'autoconsommation proche de 100 % et un système d'écrtage de la production photovoltaïque doit être mis en place pour éviter toute injection de la production photovoltaïque sur le réseau. Une boucle « zéro injection » sera nécessaire pour s'assurer de ne pas injecter de l'énergie sur le réseau.

Les raccordements de la centrale PV seront réalisés depuis le TGBT existant du site. Celui-ci ne disposant pas de réserve disponible pour une adjonction directe des équipements de protection, un tableau PV sera à prévoir à proximité de ce dernier.

Les principaux acteurs du projet sont :

- Maître d’Ouvrage (MOA) : Préfecture de la Réunion
- Maître d’Œuvre (MOE) : ARTELIA
- Bureau de Contrôle : en cours de nomination par le MOA
 - Missions
 - L+LE
 - STI
 - Contrôle technique partie électricité
 - Consuel
- CSPS : en cours de nomination par le MOA

Le site Messagerie est situé dans la commune de Saint-Denis, côté ouest, proche du front de mer. Il s’agit d’un site comprenant 4 bâtiments, composés de bureaux ainsi qu’un accueil pour le public.



	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Photo				
Jours	Lundi Au vendredi			
Horaires	7h à 16h	Une partie du RDC sert d'accueil du public : 7h30 à 12h30 Le reste du bâtiment : 7h-16h	7h à 16h	7h à 16h
Surface utile	512M ²	704M ²	323M ²	260M ²

Les toitures des bâtiments C et D étant des toitures zinc, elles ont été écartées car la mise en place de centrale photovoltaïque sur ce type de toiture est difficilement envisageable : pas d’ETN, complexité technique et problématique architecturale auprès des ABF. Les toitures du bâtiment A ont également été écartées car disposant

d'un potentiel et d'un productible limité. Enfin, il n'a pas non plus été retenu la mise en place d'ombrière sur le parking du site, opération écartée pour diverses raisons technico-économiques (coût d'investissement, fondations, ombrages importants).

Ainsi, c'est la toiture du bâtiment B qui a été retenue pour la mise en place d'une centrale photovoltaïque. Cette toiture est une toiture terrasse, qui bien que disposant d'une surface limitée permet la mise en place d'une centrale photovoltaïque d'une taille suffisante pour le dimensionnement calculé. La disposition de la toiture à équiper est présentée ci-dessous :



Le tableau ci-dessous présente les informations principales du projet photovoltaïque et de la toiture associée.

Messageries	
Bâtiment	B

Surface disponible en toiture	200 m ²
Elément porteur	Dalle béton avec hourdis Poutre à intervalle de 70 cm
Etanchéité / Couverture	Toiture terrasse plane avec complexe d'étanchéité bitumineuse
Système de fixation à mettre en œuvre	Plots thermosoudés
Nombre de modules PV cible	55
Puissance crête cible	24,75 kWc
Puissance AC	20 kVA
Raccordement	Autoconsommation totale

Tableau Récapitulatif des projets PV

Charpentes :

- La toiture a fait l'objet d'un diagnostic des capacités portantes de la charpente le 16/06/2023. **Le rapport de diagnostic est présenté en annexe.**
- L'Entrepreneur devra confirmer la capacité portante de la charpente et confirmer qu'il n'y a pas besoin de renforts charpente.

Etanchéité :

- Ce marché inclut des travaux de réfection d'étanchéité. L'Entrepreneur devra proposer un complexe d'étanchéité compatible avec le système de fixation. **Un diagnostic étanchéité est également présenté en annexe**, et les préconisations y figurant doivent être prises en compte pour ces travaux.

Sécurisation des toitures :

- Ce marché n'inclut pas de travaux de sécurisation des toitures. Les toitures sont munies d'acrotères de 85 cm de haut qui offrent une protection périphérique et contribuent déjà à la sécurisation du site pour les risques de chute. L'Entrepreneur devra mettre en place une sécurisation provisoire pour le chantier.

Autorisations d'urbanisme :

- Dans le cadre de la mission de MOE, la création des pièces du dossier de Déclaration Préalable des travaux sera effectuée pour instruction à la mairie de Saint-Denis.

Risque incendie :

- Concernant le risque incendie, ce type d'installation est de nature à générer un risque incendie supplémentaire et à modifier les conditions d'intervention des services d'incendie et de secours, comme le rappelle l'avis de Commission Centrale de Sécurité du 5 novembre 2009. Il est rappelé que toute installation ou mise en œuvre d'une installation photovoltaïque dans un ERP, même dans le cas de mise à disposition de la toiture à une entreprise tierce, doit obligatoirement faire l'objet d'une étude préalable par la commission de sécurité compétente. Une Déclaration Préalable (DP) au titre de l'urbanisme ne suffit pas à elle seule, car les conditions réglementaires destinées à assurer la sécurité incendie des ERP sont modifiées. A ce titre, une notice de sécurité jointe à une demande d'Autorisation de Travaux sera également établie.

2. DESCRIPTION DES TRAVAUX

L'entrepreneur a l'obligation de s'informer sur la destination des ouvrages qui lui sont commandés, et il prendra connaissance de toutes les pièces du projet. S'il estime que l'ouvrage qui lui est demandé est d'une construction insuffisante pour sa destination, il devra, avant toute exécution, informer le Maître d'ouvrage.

Par la suite, il ne pourra invoquer son ignorance pour éluder certains travaux indispensables à une réalisation parfaite et complète des ouvrages. L'entrepreneur sera seul juge des mesures à prendre et des moyens à mettre en œuvre pour mener à bien les travaux qui lui sont confiés.

L'Entrepreneur reste responsable de la complétude de sa prestation et de la bonne réalisation des études, des travaux jusqu'à la mise en service de la centrale photovoltaïque.

La description des travaux telle que présentée ci-dessous est également inscrite au niveau du DPGF présent dans le DCE, qui correspond ainsi aux coûts des prestations demandées telles que décrites dans ce présent CCTP.

2.1. INSTALLATIONS DE CHANTIER

DPGF 1.1	INSTALLATIONS DE CHANTIER
PRESTATIONS ATTENDUES	
<u>Amenés et repli du matériel et des moyens d'accès</u> <ul style="list-style-type: none">● L'entrepreneur aura à sa charge la mise en place de ses barrières de sécurité, de ses containers matériels ainsi que le stock de son matériel sur le site. Un point sera fait en début de chantier, avant son intervention sur site afin de faire le point sur les zones impactées par les travaux.● Fourniture et pose du panneau de chantier mentionnant les informations liées aux travaux● Un nettoyage de la zone de travaux devra être réalisé quotidiennement et une vérification sera faite en fin de chantier.	
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION	
<u>Localisation :</u> <ul style="list-style-type: none">● Par rapport à l'implantation de ses installations, une concertation devra être faite entre l'Entrepreneur et le Maître d'ouvrage afin de définir un espace permettant d'accueillir la base vie (à l'initiative de l'Entrepreneur).	
ELEMENTS A TRANSMETTRE	
<ul style="list-style-type: none">● Plan d'Installation de Chantier (PIC)● Moyens d'accès au chantier, engins et machines utilisés pour les travaux, mesures mises en œuvre pour la sécurité et la circulation.	

2.2. ETUDES D'EXÉCUTION

DPGF 1.2	ETUDES D'EXÉCUTION
PRESTATIONS ATTENDUES	
<u>Etudes d'exécution comprenant au forfait :</u> <ul style="list-style-type: none">● les relevés sur site,● l'établissement des plans d'implantation, des procédures nécessaires à la réalisation des ouvrages,● la fourniture des fiches techniques des matériaux,● le programme d'exécution et le planning calendaire d'exécution,● tout document nécessaire à la réalisation des travaux, y compris les démarches nécessaires auprès des services publics, concessionnaires,...	
ELEMENTS À TRANSMETTRE	
<ul style="list-style-type: none">● Dossier EXE à transmettre pour VISA de la MOA/MOE	

2.3. FOURNITURE DES MODULES PV

DPGF 2.1	FOURNITURE DES MODULES PV
PRESTATIONS ATTENDUES	
Fournitures de modules type cristallins : <ul style="list-style-type: none">La fourniture des modules photovoltaïques est à la charge de l'Entrepreneur. Leurs déchargements, leurs réceptions et le levage en toiture seront réalisés par l'Entrepreneur en prenant en compte le poids admissible de la charpente.Il est prévu la fourniture et pose de 55 modules de 450 Wc soit 24 750 Wc. Cette puissance provient d'un dimensionnement élaboré pour l'autoconsommation du site et est donc à respecter.	
MISE EN ŒUVRE	
<ul style="list-style-type: none">L'Entrepreneur doit proposer, de base, un type de module PV parmi les technologies en silicium cristallin. La centrale sera constituée d'un seul type de modules (gamme de produit et puissance unitaire de modules).	
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	
Caractéristiques : <ul style="list-style-type: none">L'Entrepreneur fournira toutes les caractéristiques électriques et mécaniques des modules PV proposés à minima :<ul style="list-style-type: none">Puissance : 450 Wc minimumRendement : 20,4% minimumTolérance positive : 0/+5Wc ou 0/+3%Le dimensionnement photovoltaïque à atteindre est de 24,75 kWc (soit 55 modules photovoltaïques de 450 Wc).Les modules PV devront impérativement comporter les éléments suivants:<ul style="list-style-type: none">Marquage lisible et indélébiles : fabricant, modèle, numéro de série, valeurs nominales STC, etc.Le module doit être référencé dans l'Avis technique (Atec) ou Enquête Technique Nouvelles (ETN) du système de fixation du moduleLe site étant rattaché au patrimoine de l'Etat, il existe une stratégie d'achat ayant pour vocation d'atteindre les objectifs de performance de la politique des achats de l'Etat sur une filière stratégique dans la politique de transition énergétique. Ainsi, le titulaire du marché doit respecter les clauses suivantes :<p>Il doit assurer la fourniture et la pose de modules photovoltaïques de haute performance, de technologie de type silicium monocristallin.</p><p>Les modules avec leurs cellules photovoltaïques doivent satisfaire aux conditions décrites ci-après :</p><ul style="list-style-type: none">Rendement du module STC minimal : 19%Garantie du produit : 20 ans minimum* ;Garantie de performance : 85 % à l'année 25 ;L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance de +/- 5%/0% sur la valeur de la puissance crête*Le titulaire devra être en mesure de démontrer la garantie minimale de 20 ans.	
Conditions sur site : <ul style="list-style-type: none">Les modules PV doivent pouvoir supporter les conditions extrêmes suivantes:<ul style="list-style-type: none">Température ambiante : -40°C à + 85°C (selon norme CEI 61125)Vent : jusqu'à 150 km/h en rafale (selon NV 65)Capacité de charge mécanique: jusqu'à 5400 Pa (selon norme CEI 61125)Résistance à la grêle: grêlons ≤ 25 mm, vitesse ≤ 23 m/s (selon norme CEI 61125)	
Garantie produit :	

- Cette garantie produit concerne tout défaut et vice de matériel ou de fabrication. Elle comprend le remplacement des modules sur site avec :
 - Le démontage des modules défectueux
 - Le montage et le recâblage des modules de remplacement en parfait état de fonctionnement
 - Le transport des modules de remplacement et la prise en charge des modules défectueux
- Le soumissionnaire doit proposer une garantie de module PV d'au moins 20 ans.
- Bien entendu, l'Entrepreneur est libre de proposer de meilleures conditions de garantie. Ces conditions complémentaires seront prises en compte au moment de l'évaluation des offres.

Garantie performance :

- L'Entrepreneur doit fournir une garantie de rendement exprimée en % de la puissance nominale garantie après 10 et 25 ans de fonctionnement.
- La garantie minimale est de 0.5%/an. Bien entendu, l'Entrepreneur est libre de proposer de meilleures conditions de garantie. Ces conditions complémentaires seront prises en compte au moment de l'évaluation des offres.
- L'Entrepreneur doit préciser les prestations mises en œuvre dans le cadre de la garantie : conditions générales et spécifiques du fournisseur. L'Entrepreneur devra certifier le transfert des garanties au MOA.

Critère carbone et éco-conception:

- Le bilan carbone des modules livrés en exécution du présent marché ne doit pas dépasser le plafond de 680 kg eq CO₂/kWc, évalué selon la méthode correspondant à la version DGE / DGEC / DG Trésor du 24 mai 2024.
Préalablement à toute modification des caractéristiques techniques des modules livrés en exécution du présent marché, le titulaire atteste à l'acheteur le respect du plafond précité sur la base d'une certification par un organisme ayant passé une convention avec l'État conformément aux dispositions de l'article 5 de l'arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment, hangar ou ombrière utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance crête installée inférieure ou égale à 500 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie et situées en métropole continentale.
(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044173060>)
- Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le titulaire est tenu de fournir des modules garantis sans éléments perturbateurs du recyclage.
Pour être conforme à cette exigence, les modules doivent respecter, selon leur composition, pour la face avant et la face arrière les exigences suivantes :
 - si composite : la résine doit être hors « époxy » et les couches polymères sans fluor ;
 - si polymères : le polymère doit être sans fluor.
- Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le Titulaire est tenu de faire apposer sur le verre composant ses modules un marquage précisant l'identité du fournisseur et la présence, ou non, d'antimoine dans le verre.
- Afin de réduire l'impact environnemental des modules pendant les phases de fabrication, d'élimination et de recyclage, le titulaire est tenu de fournir des modules présentant un niveau de substances dangereuses aussi faible que possible. A ce titre, :
 - la teneur en plomb des modules ne peut excéder 0,1% ;
 - la teneur en cadmium des modules ne peut excéder 0,01%.

ETUDES A REALISER

- Fiches techniques des modules photovoltaïques
- Certificat de conformité
- Conditions de garantie

NORMES ET RÉFÉRENTIELS

Normes :

- Les modules doivent être produits dans le respect des normes IEC 61215 et IEC 61730.

Technologie		Numéro	Titre
Polycristallin monocristallin	et	CEI 61215	Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation
Polycristallin monocristallin	et	CEI 61730	Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)
Polycristallin monocristallin	et	CEI 62804	Evaluation de la capacité des modules PV à résister à des tensions élevées et à ne subir aucune dégradation en conséquence

TESTS ET CONTRÔLES

Contrôles :

- Vérification de la conformité des modules (été général, marquages, défauts de fabrication)
- Une attention particulière devra être apporté à l'alignement, la planéité et la régularité des rangées de modules. Dans le cas où un contrôle visuel montrerait qu'une défaillance existe, l'Entrepreneur supportera le coût de dépose et de repose supplémentaire pour la rectification des ouvrages.

2.4. RÉFECTION D'ÉTANCHÉITÉ

DPGF 2.2	REFECTION D'ETANCHEITE
PRESTATIONS ATTENDUES	
<p>La réfection d'étanchéité prévue dans le cadre de cette opération intégrera les prestations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">• La dépose complète du complexe d'étanchéité existant• L'évacuation en filière réglementée• Le nettoyage, la préparation et le traitement éventuel du support avant repose du nouveau complexe.• Le traitement de l'ensemble des relevés présents en toiture et reprise de l'étanchéité au droit des équipements• La fourniture et la pose du complexe d'étanchéité bitumineuse compatible à la mise en place d'un système photovoltaïque <p>Suite au diagnostic structure effectué (rapport complet transmis en annexe), des carottages ont été réalisés au niveau de la toiture du bâtiment B.</p> <p>Les trois carottages réalisés révèlent une épaisseur totale de la structure de 17,5 à 18 cm, décrite de haut en bas comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none">• Étanchéité : épaisseur totale de 6 cm, composée d'une étanchéité bitumineuse récente de 2,5 cm sur une couche isolante en laine de roche compacte de 2,5 cm. Ensuite, une ancienne étanchéité bitumineuse de 1 cm est recouverte d'une fine couche d'aluminium fortement dégradée, typique des années 80.• Chape de mortier : 4,5 cm d'épaisseur.• Dalle en béton armé : 7,5 cm d'épaisseur, marquée par une forte ségrégation et des reprises de bétonnage. Sur les trois prélèvements, la dalle est fragmentée en deux morceaux de 3 à 5 cm. <div data-bbox="183 1285 1385 1496"><p>SC1</p><p>SC2</p><p>SC3</p></div> <p>Suite au diagnostic réalisé, le revêtement d'étanchéité actuel ne peut pas servir de support direct aux plots du procédé de fixation. Il y a donc lieu de mettre en œuvre un nouveau revêtement d'étanchéité.</p> <p>Au niveau de la toiture du bâtiment B, la prestation inclut ainsi la réfection du complexe d'étanchéité sur l'ensemble de la zone :</p> <ul style="list-style-type: none">• Dépose du complexe existant, fourniture et pose d'un complexe d'étanchéité bitumineuse type SOPRASOLAR. L'ensemble du complexe support + isolant + étanchéité + système de fixation des modules + modules PV devra faire l'objet d'un Avis Technique (ATec).• Le hors d'eau devra être garanti en permanence pendant toute la durée du chantier.	

MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION

Mise en œuvre :

- L'entreprise devra décrire sa méthodologie de reconnaissance du complexe existant, ainsi que les critères techniques qu'elle appliquera pour la dépose de l'existant. Il est considéré que la pose du nouveau complexe d'étanchéité n'est pas techniquement possible directement sur le complexe existant et il est ainsi demandé une dépose complète de l'étanchéité existante avec évacuation.
- La mise en œuvre des revêtements d'étanchéité sera faite conformément aux Avis Techniques. La prestation inclut la fourniture et pose de :
 - pare vapeur
 - isolant thermique
 - revêtement d'étanchéité bicouche autoprotégé
- Traitement de l'ensemble des relevés présents en toiture. Relevés périphériques, sur joints de dilatation, sur costières et plots, crosses, etc. Liste non limitative. Mise en œuvre selon D.T.U.

Après arrachage complet des relevés, le traitement s'effectuera dans les règles de l'art avec enduit d'imprégnation, fourniture et pose d'équerres de renfort, de relevés en membrane élastomère avec autoprotection métallique, costières et bavettes, fourniture et pose de baguettes de solin vissées. Liste non limitative. Les joints d'étanchéité seront réalisés au mastic de polyuréthane. Sauf indications contraires, le traitement des relevés d'étanchéité s'entend comme identique à l'existant.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée plus particulièrement sur le traitement de l'étanchéité sur les joints de dilatation. Ce traitement devra être réalisé selon les prescriptions des DTU, avec remplissage approprié du joint, feuille de protection métallique, costières de dilatation et bavette.

Dans le cas où les JD existants ne seraient pas conformes au DTU, la prestation comprendra la mise en conformité de ces JD, y compris remplacement des costières si nécessaire. Toutes les sujétions nécessaires à la mise en œuvre sont réputées prises en compte par l'Entreprise.

Les hauteurs de relevé d'étanchéité de l'ensemble des équipements seront conformes au DTU 43.5.

- Reprise de l'étanchéité au droit :
 - Des naissances d'eaux pluviales existantes
 - Des différents équipements en toiture
 - Les relevés seront réalisés en bitume avec une feuille de protection en aluminium.
- Compris calepinage, coupes, chutes, bandes de pontages éventuelles, manutention, protection des ouvrages environnants, toutes sujétions de pose, renforts d'étanchéité (faîtages, noues, naissances, crosses, ventilations, etc), nettoyage après coup et sujétions pour une parfaite et complète réalisation de sa prestation. Liaison parfaite avec les autres ouvrages du présent marché.

Localisation :

- Toiture terrasse bâtiment B


SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

La prestation comprend la fourniture de :

- Le pare vapeur comprend une feuille de voile de verre aluminium contre collé.
- Une isolation thermique
 - La résistance thermique globale de l'isolant doit être $R \geq 1,20 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Le choix du type est opéré en fonction de sa destination, de la nature de son support direct et peut être mis en œuvre :
 - Type A1& A2 – en adhérence par auto-adhésivité.
 - Type B – en semi-indépendance par auto-adhésivité
 - Type F – en semi-indépendance fixé mécaniquement
- En fonction du type, les couches d'étanchéité associées seront mises en œuvre et faites conformément aux Avis Techniques. Le revêtement d'étanchéité pourra être de type bicouche autoprotégé à base de bitume modifié par élastomère SBS. Constitué par :
 - Une première couche d'étanchéité fixé mécaniquement par des vis à rupture de pont thermique
 - Une deuxième couche d'étanchéité par feuille de bitume élastomère qui sera soudé en plein
 - Le revêtement sera traité anti UV. L'entrepreneur devra, dans son offre, détailler la composition de

<p>son complexe ainsi que les conditions de mise en œuvre des différents composants.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Revêtement bénéficiant d'un classement FIT : F5 I5 T2 minimum ○ Feuilles soudées en plein ○ Protection par paillettes les plus claires possibles ○ Épaisseur minimum 2,6 mm
ETUDES A REALISER
<ul style="list-style-type: none"> ● Carnet de détail et coupes du complexe d'étanchéité ; ● Note de vérification des descentes EP ● Documentation techniques (fiche techniques, manuel d'utilisation et de pose, fiche ACERMI, etc) de tous les matériaux installés ● Avis Technique ● La conception et le choix du complexe d'étanchéité devra être réalisé en fonction du système de fixation des modules choisis pour répondre à un avis technique (ATec). Le système adopté devra, à l'aide d'un avis technique, satisfaire la législation en vigueur et être assujéti à une garantie décennale.
NORMES ET RÉFÉRENTIELS
<ul style="list-style-type: none"> ● DTU 40.5 – Travaux d'évacuation des eaux pluviales ; ● DTU 43.1 Etanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine ; ● D.T.U. 43.5 Réfection des ouvrages d'étanchéité ● Avis techniques - C.S.T.B ● NF 84 3XX - Normes relatives aux produits d'étanchéité ● EN1991-1-4 : Classe de résistance au vent, Eurocodes vent.
TESTS ET CONTRÔLES
<p>Contrôles et réception :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Vérification de la conformité et de la fixation et de l'étanchéité ● Compte-rendu des tests d'étanchéité

2.5. FOURNITURE ET POSE DU SYSTÈME DE FIXATION DES MODULES

DPGF 2.3	FOURNITURE ET POSE DU SYSTEME DE FIXATION DES MODULES – INSTALLATION EN TOITURE
PRESTATIONS ATTENDUES	
<ul style="list-style-type: none"> La prestation inclut la fourniture et la pose du système de fixation des modules y compris l'ensemble des accessoires et mises en œuvre permettant la fixation des modules et la fixation sur la toiture terrasse. 	
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION	
<ul style="list-style-type: none"> Les modules photovoltaïques seront fixés aux structures via les systèmes d'intégration. La fixation des modules devra respecter le cahier de charges du fournisseur de modules et du Système de fixation. Le système de fixation des modules photovoltaïques devra bénéficier d'un avis technique (ATec) ou être référencé sous Enquête Technique Nouvelle (ETN) valable en région cyclonique. Une mise à la terre (MALT) de l'ensemble des modules photovoltaïque devra être réalisée. Elle sera réalisée en respectant les prescriptions du fournisseur du système de fixation des modules : <ul style="list-style-type: none"> • Soit par du câble cuivre V/J (6 mm² minimum). La boucle induite par le câble de mise à la terre, devra être de la surface la plus faible possible : le câble de mise à la terre devra cheminer à proximité des liaisons modules. • Soit par un système de terragriff, clamps de fixations des modules ou équivalent 	
Localisation : <ul style="list-style-type: none"> Voir plan de calepinage en annexe 	
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	
Système de fixation sur toitures terrasses – plots thermosoudés : <ul style="list-style-type: none"> Le système de fixation thermosoudé des modules solaires photovoltaïques sera réalisé par soudure du plastron bitumineux ou du matériel équivalent à la dernière couche d'étanchéité. Les modules seront fixés au système de fixation grâce au minimum de quatre étriers. La pose du système de fixation sera réalisée sur le nouveau complexe d'étanchéité mis en place dans le cadre de cette opération. Garantie décennale : sous réserve d'un Avis technique (Atec) ou d'ETN pour le procédé de pose et vérification de la police d'assurance de l'installateur Il est prévu une pose légère inclinaison de pluviales. <div data-bbox="534 1601 973 1928">  </div> <p>des modules à plat, avec toutefois une 1 / 2° pour l'évacuation des eaux</p> <p><u>Exemple de mise en œuvre</u></p>	

ETUDES A REALISER

Calepinage :

- Le bâtiment où la centrale solaire photovoltaïque est installée est soumis au classement des bâtiments : ERP (Etablissement Recevant du Public) et devra respecter les règles de calepinage indiqué dans le rapport de la Commission Centrale de Sécurité du 07 février 2013 :
- Un chemin périphérie en toiture de 0,90m au minimum (des chemins de câbles peuvent être présent dans ce cheminement)
- Un cheminement de 0,90m doit être présent autour des équipements présents en toiture
- Le champ solaire ne doit pas dépasser la surface de 300m², avec une longueur maximale de 30m.
- Les champs solaires seront séparés par un cheminement de 0,90m

EXE - Système de fixation sur toitures terrasses -plots thermosoudés :

- Plan de détail de la fixation des modules, yc vue en coupe
- Fiches techniques des plots thermosoudés
- Plan d'implantation des plots thermosoudés et des modules
- Vérification des charges admissibles (poids structure + effet du vent)
- Calculs de soulèvement (effet du vent)

NORMES ET RÉFÉRENTIELS

- Le système de fixation photovoltaïque sera un procédé global associé à une notice de pose visée dans le cadre d'un agrément ATEC ou ETN en région cyclonique.
- EN1991-1-4 : Classe de résistance au vent, Eurocodes vent.
- NFC 15-100 et ses additifs, édition décembre 2002, concernant l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie ;

TESTS ET CONTRÔLES

- Vérification de la conformité de la fixation des équipements (procédé, serrage...)
- Attestation de montage

2.6. POSE ET RACCORDEMENT DES MODULES

DPGF 2.4	POSE ET RACCORDEMENT DES MODULES
PRESTATIONS ATTENDUES	
<ul style="list-style-type: none">La prestation inclut la pose des modules PV et le raccordement de l'ensemble des liaisons entre modules photovoltaïques y compris l'ensemble des accessoires nécessaires (cosses, connecteurs, etc).	
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION	
<u>Pose des modules :</u> <ul style="list-style-type: none">Les modules photovoltaïques seront fixés aux charpentes via les systèmes d'intégration.La fixation des modules devra respecter le cahier de charges du fournisseur de modules et du Système de fixation.	
<u>Raccordement :</u> <ul style="list-style-type: none">Aucun câble et connecteurs ne seront en contact avec la surface de la couverture. Les liaisons entre modules circuleront sous les modules où ils seront correctement fixés aux cadres des modules ou à la structure afin de rejoindre le chemin de câble le plus proche. Les mêmes règles s'appliquent pour les connecteurs des modules et des rallonges des liaisons DC.Par ailleurs, afin de limiter les effets de la foudre, l'Entrepreneur doit câbler les modules entre eux de sorte que la boucle induite par les conducteurs actifs soit d'une surface la plus faible possible. De même la boucle induite par le câble de mise à la terre, devra être de surface la plus faible possible : le câble de mise à la terre doit cheminer à proximité des liaisons DC & AC.Le nombre de modules photovoltaïques par branches sera à déterminer par l'Entrepreneur en fonction du choix des onduleurs. Tous les modules d'une même branche seront dans un même plan (orientation et inclinaison parfaitement identiques). Le câblage des branches devra permettre de minimiser les pertes électriques liées aux ombrages.La connectique prévue pour le câblage des branches devra être conforme à la connectique équipant les modules photovoltaïques.Le câblage des branches sortira d'un champ de module d'un même côté pour faciliter le repérage des branches et leur raccordement ainsi que l'exploitation et maintenance.Tous les câbles DC chemineront sous les modules ou dans des chemins de câbles capotés pour assurer une protection mécanique et anti-UV.	
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	
<u>Connecteurs :</u> <ul style="list-style-type: none">Pour le raccordement des modules et des onduleurs, les connecteurs choisis seront de même marque et de même référence que la connectique des modules photovoltaïques et des onduleurs.Les connecteurs rapides mis en œuvre sur ces liaisons auront les caractéristiques suivantes :<ul style="list-style-type: none">Conformes à la norme EN 50 521 ;Tension assignée : 1000 VCC ;Tension d'essai : 6 KV (50 Hz, 1 min) ;Résistance de contact : < 0,5 mOhm ;Degré de protection : IP2X déconnecté, IP 67 connecté ;Classe de protection : II ;Plage de température : -30°C - 90°C ;Température max : 120°C ;Certification TÜV pour VDE 0126-3.D'une façon générale, les connecteurs seront aussi uniformes que possible sur la centrale.	

DOSSIER D'EXÉCUTION

- Architecture électrique de la partie DC de la centrale solaire photovoltaïque
- Plan de détails de câblage des strings et repérage

NORMES ET RÉFÉRENTIELS

- NF EN 50521 : exigences de sécurité et essais des connecteurs pour systèmes photovoltaïques.
- Guide UTE C 15-712-1 – version juillet 2013 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution

TESTS ET CONTRÔLES

Contrôles :

- Une attention particulière devra être apportée à l'alignement, la planéité et la régularité des rangées de modules. Dans le cas où un contrôle visuel montrerait qu'une défaillance existe, l'Entrepreneur supportera le coût de dépose et de repose supplémentaire pour la rectification des ouvrages.
- Vérification du bon câblage des équipements fournis (tenants, aboutissants...)
- Vérification de la conformité des raccordements réalisés sur les matériels (serrage, marquage...)
- Vérification des tensions de branches
- Vérification de l'isolement des câbles

2.7. FOURNITURE ET POSE DE L'ONDULEUR

DPGF 2.5	FOURNITURE ET POSE DE L'ONDULEUR
PRESTATIONS ATTENDUES	
<ul style="list-style-type: none"> La fourniture de l'onduleur est à la charge de l'Entrepreneur. Son déchargement, sa réception et le levage si nécessaire seront réalisés par l'Entrepreneur. La prestation comprendra la pose, la fixation et le raccordement de l'onduleur y compris la fourniture et pose de la protection mécanique de ce dernier type casquette ; La prestation inclut également la mise en service de l'onduleur. Cette prestation se termine à la mise en service définitive de la centrale au plein de ces fonctionnalités. La prestation inclut la mise à la terre de l'onduleur y compris leur structure de fixation par au minimum un câble cuivre de 25mm². 	
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION	
<u>Mise en œuvre :</u>	
<ul style="list-style-type: none"> L'onduleur sera installé en respectant la notice de montage du fournisseur. 	
<u>Localisation :</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Afin de minimiser les longueurs DC, l'onduleur pourra être installé au niveau de la zone centrale de la toiture, en mural au niveau de la façade Est du bâtiment. 	
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	
<ul style="list-style-type: none"> La fourniture concerne un onduleur de conversion DC/AC spécifiquement conçus pour la conversion de la production électrique photovoltaïque. L'onduleur intègre les protections DC, un parafoudre DC, un dispositif de déconnexion DC. Dans le cas contraire, la fourniture intègre les coffrets complémentaires éventuellement nécessaires pour assurer les fonctionnalités demandées au présent descriptif. La fourniture intègre les systèmes de fixation nécessaires pour l'onduleur. La prestation intègre également la mise en place d'une protection type casquette, placée au-dessus de l'onduleur afin de le protéger des rayons du soleil direct et des intempéries. L'onduleur sera IP65. Puissance de l'onduleur à mettre en place : 20 kVA 	
DOSSIER D'EXÉCUTION	
<ul style="list-style-type: none"> Fiches techniques de l'onduleur Plan d'implantation de l'onduleur Détails de fixation de l'onduleur et protection associée Conditions de garanties de l'onduleur 	
NORMES ET RÉFÉRENTIELS	
<ul style="list-style-type: none"> Guide UTE C 15-712-1 – version juillet 2013 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution CEI 61 000, DIN VDE 0126-1-1 : onduleurs ; 	
TESTS ET CONTRÔLES	
<u>Contrôles :</u>	

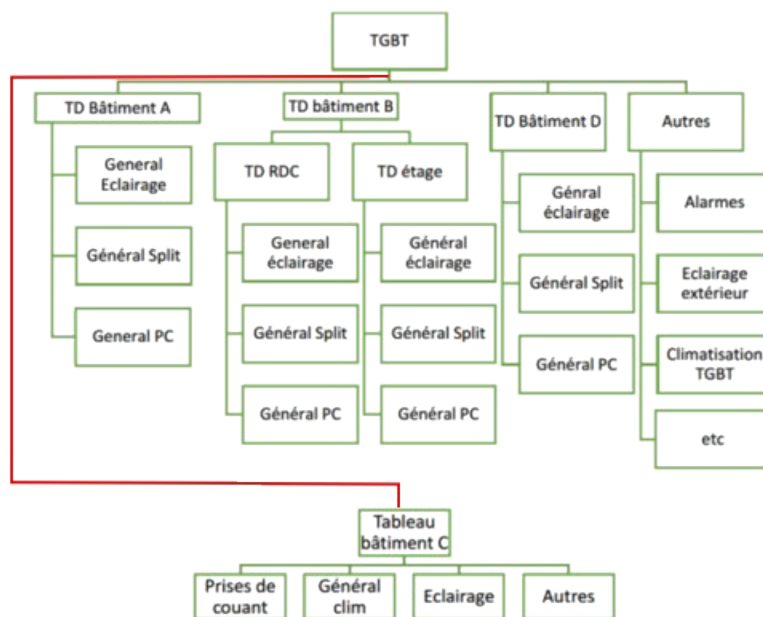
- Vérification et la compilation des essais usine et essais réglementaires sur les matériels électriques fournis
- Vérification de la conformité des raccordements réalisés sur les matériels (serrage, marquage...)
- Vérification de l'isolement des câbles

2.8. DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DC/AC

DPGF 2.6	DISTRIBUTION ELECTRIQUE DC/AC
PRESTATIONS ATTENDUES	
<ul style="list-style-type: none"> ● La prestation comprendra la fourniture, la pose et le raccordement : <ul style="list-style-type: none"> • Des coffrets DC et AC de protection et de sectionnement si besoin ; <p>La fourniture de ces coffrets intègre les protections électriques et les systèmes de fixation des coffrets, ainsi que la fixation et le raccordement nécessaire au bon fonctionnement de la centrale.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des câbles DC, des liaisons CFO entre les modules PV et les onduleurs ; • Des câbles AC de liaison électrique CFO depuis les onduleurs vers le TGBT PV ; • Des câbles AC de liaison électrique CFO entre le TGBT PV et le PDL ; • Des câbles de communications nécessaires. • De la liaison équipotentielle permettant la MALT de l'ensemble des équipements fournis et posés par l'entreprise, jusqu'au raccordement à la terre du bâtiment. • Le repérage des cheminements des réseaux DC et AC, des tenants/aboutissants par plaque type dilophane gravée et un repérage spécifique au niveau du TGBT indiquant qu'il y a une source solaire PV. ● La prestation comprend la mise à jour du schéma électrique du TGBT existant et la fourniture de synoptique électrique global de l'installation (TGBT / Solaire / EDF) suite aux travaux. ● L'ensemble des accessoires nécessaires à la réalisation des prestations sera prévu par l'Entrepreneur : chemins de câbles, fourreaux, goulottes, etc. ● La prestation inclut la fourniture et la pose des chemins de câbles et goulotte et tous les accessoires complémentaires (capots, éclisse, fixations) pour les circuits mis en œuvre sur les toitures et la descente des câbles. ● La prestation inclut le raccordement des onduleurs, des liaisons DC avec une connectique prévue pour le câblage des onduleurs conforme à la connectique équipant les onduleurs, des liaisons AC jusqu'au point de raccordement et des liaisons de communication si besoin jusqu'au système d'acquisition de données ● Toutes les canalisations électriques seront repérées à leurs tenants et aboutissants par des bagues de repérage adaptées aux influences externes et conditions d'environnement. 	
<p>Le site Messagerie disposait historiquement de deux espaces de livraison avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un premier espace de livraison (N° 167542) au niveau du bâtiment B avec une puissance souscrite de 120 kVA en tarif Bleu Plus. Il est prévu de raccorder l'installation en autoconsommation sur ce TGBT. Cette mise en œuvre permet en effet de respecter le principe que l'installation photovoltaïque soit raccordée au plus proche des postes les plus consommateurs aux heures solaires, via le tableau électrique général de distribution (TGBT). La consommation associée à cet espace de livraison est de 88 MWh en 2023. - Un deuxième espace de livraison pour le bâtiment C avec une puissance souscrite non connue à ce jour en tarif bleu. La consommation associée à ce bâtiment est de l'ordre de 20 MWh/an <p>En amont de ce projet, la MOA a réalisé les travaux nécessaires afin de centraliser l'alimentation du bâtiment C au niveau du TGBT du bâtiment B. Cela a permis de revenir à un seul compteur et abonnement EDF, permettant à la centrale PV en autoconsommation de couvrir plus de besoins, en raisonnant sur une consommation complémentaire de 20 MWh/an.</p>	

Synoptique électrique :

- A défaut de synoptique des travaux réalisés, voici un schéma de principe des travaux électriques réalisés : câble d'alimentation en rouge



Liaisons DC :

- Voir annexe plan d'implantation
- Les liaisons DC seront utilisées pour le câblage des branches y compris les rallonges ainsi que des sorties de branches des modules jusqu'à l'onduleur. Des connecteurs sécurisés sont sertis aux tenants et aboutissants. Les câbles et connecteurs seront conformes aux spécifications du présent descriptif.
- Ces liaisons seront de section minimale 6 mm² en cuivre et justifiée par note de calcul.
- En toiture, les liaisons chemineront en sous face des modules ou en chemin de câbles capotés jusqu'à l'onduleur installé en façade. Ils sont fixés entre eux par colliers et correctement peignés. Aucun câble ne devra reposer directement sur le revêtement d'étanchéité.

Liaisons AC :

- Voir annexe plan d'implantation et plan du bâtiment
- Les liaisons AC seront utilisées de l'onduleur jusqu'au point de raccordement, ici le TGPV, puis du TGPV jusqu'au TGBT du site. Cette liaison est considérée comme une liaison courant fort. Le TGBT du bâtiment principal est situé au niveau RDC du bâtiment dans une gaine technique. L'installation d'un TGBT PV AC est possible au sein du local TGBT à proximité de ce tableau. Une liaison AC cheminera depuis l'onduleur installé en toiture jusqu'à ce TGBT PV. Ce cheminement doit faire l'objet de vérifications auprès de la MOA, afin de vérifier la faisabilité pour passer via la gaine technique existante.
- Ces liaisons seront de section minimale de 16 mm². Les liaisons seront dimensionnées pour transporter la puissance de l'ensemble de l'installation PV, et justifiée via une note de calcul.
- Pour le cheminement de ces liaisons en intérieur, il est prévu une pose sur chemin de de câble ou goulotte au niveau de la gaine technique

Câbles CFA:

- Les câbles reliant les divers capteurs et équipements annexes respecteront les spécifications décrites dans les notices constructrices des matériels. Les câbles résisteront aux conditions d'emploi et conditions d'influence externe applicables. Les câbles seront systématiquement armés et à paires torsadées afin d'offrir une meilleure résistance aux perturbations électromagnétiques.

MALT:

Pour l'ensemble des MALT, les règles ci-dessous devront être respectées

- Une seule liaison par cosse de raccordement et par borne de barrette de terre ;
 - Les cosses seront adaptées selon les métaux en fonction des couples électrolytiques avec ajout de rondelles bi-métal si besoins ;
 - Raccordement des différents parafoudres présents ;
 - Raccordement entre les liaisons enterrées et les liaisons venant de la toiture seront effectués dans la chambre de tirage en pied de descente de toiture.
 - Raccordement de la liaison équipotentielle principale de l'installation solaire en câble cuivre de 25mm² sera raccordée au niveau de la barrette de terre du bâtiment.
- Raccordements d'une manière générale, toutes les canalisations conductrices doivent être mises à la terre à proximité de leur point d'entrée dans le bâtiment (cas de goulottes métalliques et de câbles blindés).

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Liaisons DC :

- Les liaisons DC sont en cuivre - section minimale 6 mm². La justification des sections des câbles fera l'objet d'une note de calcul.
- Les câbles ne devront pas être soumis au rayonnement solaire. Ils auront les caractéristiques suivantes :
 - Conformés à la norme NF C 32 321 type U1000RO2V ou U1000AR2V Tension assignée : 1000 V DC ;
 - Tension d'essai : 6 KV (50Hz, 1 min) ;
 - Classe de protection : II ;
 - Plage de température : -30°C - 90°C ;
 - Sans halogène ;
 - Câbles C2.

La justification des sections des câbles fera l'objet d'une note de calcul.

Liaisons AC :

- Les liaisons AC sont en aluminium. Les liaisons seront dimensionnées pour transporter la puissance de l'ensemble de l'installation PV. La justification des sections des câbles fera l'objet d'une note de calcul.
- Ils respecteront les caractéristiques suivantes :
 - Tension assignée : 600/1000V ;
 - Tension d'essai : 6KV (50Hz, 1 min) ;
 - Classe de protection : II ;
 - Plage de température : -30°C - 90°C ;
 - Sans halogène ;
 - Câbles C2 ;
 - Câbles AD7 (câbles résistants à l'immersion).

La justification des sections des câbles fera l'objet d'une note de calcul.

Chemins de câble : les chemins de câbles employés auront les caractéristiques suivantes :

- Chemins de câbles type fil pour les cheminements non visibles du public et non soumis au rayonnement direct du soleil ;
- Chemins de câbles type dalle pleine pour les autres liaisons ;
- Couvercles adaptés le cas échéant (protection UV ou protection mécanique des câbles). Les couvercles sont fixés par des attaches adaptées. En extérieur, les couvercles sont cerclés autour des chemins de câble par des colliers métalliques ;
- Constitué d'acier galvanisé à chaud ;
- Mise en place de joints de carrossier ou autre protection en cas de risque de contact des câbles avec les découpes ; Découpes ébavurées ;
- Ces produits métalliques seront non coupants, classés M0.
- Ils seront reliés à la terre générale du bâtiment avec la réalisation de connections équipotentielles tous les 15 mètres afin de garantir une bonne continuité physique et électrique.
- Signalisation sur les chemins de câble par repérage adapté selon l'UTE C 15 712-1 pour les circuits photovoltaïques.
- La largeur des chemins de câbles (horizontaux) permettra de limiter le cheminement de quatre couches de conducteurs max en superposition
- Chaque chemin de câbles aura 30% de réserve. Les spécifications dimensionnelles seront effectuées selon les caractéristiques des câbles (nombre, sections et type).
- Les chemins de câbles seront différenciés par type de source (DC, CA) et par niveau de courant (CFO/cfa)

Goulottes et tubes :

Les goulottes et tubes seront en PVC de couleur blanche. Quand elles sont soumises au rayonnement direct du soleil, elles sont traitées pour les conditions d'influence externe AN3.

ETUDES A REALISER

- Architecture électrique de la partie DC de la centrale solaire photovoltaïque
- Schémas électriques complets des installations mises en œuvre (Cfo, Cfa)
- Note de calcul justifiant la section des câbles DC & AC
- Carnet de câbles
- Fiches techniques des câbles employés et des conduites

Chute de tension :

- Pour les liaisons DC entre les branches des modules PV et les onduleurs, la recommandation est de limiter les chutes de tension au maximum (<1% si possible) pour avoir un minimum de perte.
- Les chutes de tensions AC devront être inférieures aux valeurs fixées par la NFC 14-100 et la NFC 15-100.
- Les chutes de tension entre les modules et le point de livraison seront au maximum de 3 % pour l'ensemble des circuits d'injection et pour le courant nominal.

Sélectivité :

La sélectivité totale des protections sera réalisée verticalement afin qu'un court-circuit, une surcharge ou un défaut d'isolement soit arrêté au niveau de la protection située en amont.

NORMES ET RÉFÉRENTIELS

- Guide UTE C 15-712-1 – version juillet 2013 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution
- NFC 15-100 et ses additifs, édition Décembre 2002, concernant l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie
- NFC 14-100 de février 2008 mise à jour en mars 2011, édition au jour de la remise des offres, relative aux installations de branchement de 1ère catégorie comprises entre le réseau de distribution et l'origine des installations intérieures
- NF EN 60 439 : coffrets et armoires électriques
- NF C 32 013 à NF C 32 510 : conducteurs et câbles
- NF C 32 321 : Câbles rigides isolés au polyéthylène réticule sous gaine de protection en polychlorure de vinyle

TESTS ET CONTRÔLES

- Vérification du bon câblage des équipements fournis (tenants, aboutissants...)
- Vérification de la conformité des raccordements réalisés sur les matériels (serrage, marquage...)

2.9. RACCORDEMENT

DPGF 2.7	RACCORDEMENT
PRESTATIONS ATTENDUES	
<p>Raccordement :</p> <ul style="list-style-type: none"> La prestation prévoit le raccordement de l'ensemble de la centrale PV en autoconsommation totale, sans revente du surplus. La prestation inclut la fourniture, la pose et le raccordement du TBT PV et du PDL, y compris les équipements suivants : <ul style="list-style-type: none"> Coffrets de protection Disjoncteur général PV, monitoring, réserve Compteur de production PV classe de précision 0.1 Liaisons électriques entre les différents tableaux nécessaires au raccordement La prestation inclut la fourniture, la pose, le câblage et le raccordement des différents contacts permettant la coupure d'urgence de la centrale solaire. La prestation inclut toute consignation nécessaire. 	
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION	
<p>Localisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le TGBT PV sera installé à l'intérieur du bâtiment, à proximité du TGBT du site, situé dans le même local technique au sous-sol (voir annexe 6). Le tableau sera constitué d'une enveloppe fermée, et accessible à l'aide d'une clé afin de sécuriser son accès. Le boîtier d'arrêt d'urgence sera installé en façade à un emplacement à valider par la MOA 	
<p>Coupure d'urgence:</p> <ul style="list-style-type: none"> Le contact permettra d'ouvrir le disjoncteur général du TGBT AC PV; Ce contact devra être amené au niveau du boîtier d'arrêt d'urgence. La pose de la signalisation adéquate en fonction de la localisation de l'arrêt d'urgence doit également être réalisée. L'enclenchement des arrêts d'urgence pilotera à distance la coupure DC et AC de l'installation photovoltaïque pour permettre l'intervention des services de secours. Les liaisons électriques seront réalisées via un câble de type CR1-C1 (résistant au feu). 	
<p>Boucle zéro injection :</p> <ul style="list-style-type: none"> La production photovoltaïque étant consacrée à de l'autoconsommation totale, une boucle de non-injection sera installée sur l'installation sur laquelle la centrale est raccordée pour satisfaire aux exigences techniques du gestionnaire du réseau et garantir un maintien du fonctionnement normal du réseau du site. Il sera mis en place une boucle zéro injection, en aval du disjoncteur général du TGBT. Cet organe devra être raccordé au boîtier de monitoring afin de réaliser une régulation dynamique phase par phase et/ou de déclencher l'arrêt automatique de l'arrivée de courant depuis la centrale. Ce boîtier devra permettre également un passage automatique de l'énergie injectée entre le TGBT. Dans le cas où la consommation serait moins élevée que la production cumulée, alors la boucle zéro injection permettra de bloquer l'arrivée de puissance côté production. La boucle « zéro injection » sera amenée à réguler la sortie des onduleurs PV en fonction de la consommation du site, il faut donc mesurer la consommation du site au niveau du PDL et la communiquer à l'onduleurs. Un système communiquant devra être installé au niveau du PDL, avec un câble de communication le reliant à l'armoire TGBT. 	

Entrées	Sorties	Fonctionnement
<ul style="list-style-type: none"> Valeur instantanée (rafraichissement minute) de P (puissance active) au point de comptage EDF Puissance active instantanée des onduleurs 	<ul style="list-style-type: none"> Commande P à tenir pour les onduleurs 	Quand P mesurée devient très proche de 0 (risque d'injection vers le réseau EDF), la boucle zéro-injection bride les onduleurs pour ne pas passer en dessous de $P = 0$ au point de comptage
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES		
Parafoudres AC: <ul style="list-style-type: none"> Les parafoudres sont sélectionnés et dimensionnés suivant l'UTE C15 712-1 et UTE C15 443. Ils sont munis de déconnecteurs thermiques. Ils sont protégés contre les surcharges. Le calibre des protections doit tenir compte du déclassement éventuel selon le lieu d'installation. La technologie utilisée permet l'absence de courant de fuite à travers les parafoudres. 		
ETUDES A REALISER		
<ul style="list-style-type: none"> Synoptique unifilaire du raccordement électrique Schéma de cheminement des liaisons électriques Fiche techniques des équipements fournis Plan d'implantation du local technique intégrant le TGBT PV Rapport de contrôles validant la possibilité de la mise en service du point de vue de la sécurité des biens et des personnes. 		
NORMES ET RÉFÉRENTIELS		
Normes : <ul style="list-style-type: none"> NFC 15-100 et ses additifs, édition Décembre 2002, concernant l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie ; NFC 14-100 de février 2008 mise à jour en mars 2011, édition au jour de la remise des offres, relative aux installations de branchement de 1ère catégorie comprises entre le réseau de distribution et l'origine des installations intérieures Guide UTE C 15-712-1 – version juillet 2013 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution NF C 18 510 : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité ; UTE C 15-443 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres : Choix et installation des parafoudres ; 		
TESTS ET CONTRÔLES		
Contrôles : <ul style="list-style-type: none"> Vérification du bon câblage des équipements fournis (tenants, aboutissants...) Vérification de la conformité des raccordements réalisés sur les matériels (serrage, marquage...) Vérification de l'isolement des câbles Vérification de la résistance des terres Relevé des tensions des différents circuits d'alimentation BT Relevé des intensités absorbées sur chacune des phases des différents circuits effectués aux mêmes moments que le relevé des tensions correspondant, 		

2.10. MONITORING

DPGF 2.8	MONITORING
-----------------	-------------------

PRESTATIONS ATTENDUES
<ul style="list-style-type: none"> La prestation inclut la fourniture, la fixation et le raccordement des différents équipements du système de monitoring ainsi que le paramétrage de l'ensemble des équipements et la formation de l'exploitant au système installée. La prestation inclut la mise en place d'une boucle zéro injection, système de pilotage et régulation de la production photovoltaïque permettant de garantir l'absence de réinjection sur le réseau La prestation inclut la fourniture et la pose d'un capteur d'ensoleillement Les liaisons de communication entre les différents équipements composant le système de monitoring sont incluses. La prestation couvre la mise à disposition d'une plateforme de supervision Le monitoring permettra l'accès aux données de l'installation photovoltaïque Le monitoring ne doit pas être raccordé à la baie de brassage du site mais doit être prévu en 4G. Le suivi devra se faire essentiellement via une visualisation full WEb : l'outil envisagé sera présenté dès la phase de consultation avec la transmission d'un lien ou d'un accès de démonstration. Le ministère de l'intérieur a des règles bien particulières et il est nécessaire de vérifier les outils proposés en amont.
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION
<ul style="list-style-type: none"> Tout test, contrôle et assistance à la mise en service est incluses à la prestation. Est inclus l'assistance à la recherche de panne jusqu'au bon fonctionnement du monitoring de l'installation PV, y compris accès aux données via la plateforme de supervision
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES
<p>Fonctionnalités : les fonctionnalités du système monitoring sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> Information du disjoncteur général Information Onduleurs (puissances, tension, intensité, état, alarmes, ...) Information du compteur production photovoltaïque, Information du compteur consommation Supervision TIC pour le compteur du gestionnaire du réseau EDF SEI Accès à distance aux commandes de la centrale PV
<p>Capteurs météo:</p> <ul style="list-style-type: none"> La prestation inclut la fourniture des capteurs décrits dans le présent document. Les capteurs sont fournis avec les amplificateurs de signal et cordons associés le cas échéant. L'étalonnage des capteurs de mesure suivants sera réalisé avant intégration sur site. Il est prévu la fourniture d'un capteur d'ensoleillement : <ul style="list-style-type: none"> - 1 pyranomètre d'une précision de 5% minimum avec niveau posée dans le plan principal d'orientation des modules Le capteurs est fourni avec : <ul style="list-style-type: none"> Leurs cordons de mesure et amplificateurs de signal éventuellement nécessaires pour raccordement à l'automate d'acquisition Des coffrets (IP54 au minimum) intégrant les automates d'acquisition et de transfert de données sur le bus de communication Des systèmes de support primaire La prestation comprend : <ul style="list-style-type: none"> La pose et fixation du capteur sur la centrale, y compris tout rail, profil, visserie de support et fixation <p>La pose y compris structure de fixation, et le raccordement des coffrets automates : alimentation depuis coffret SCADA et mise en chaîne sur le bus de communication</p>
<p>Condition d'exécution sur la cybersécurité:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrôles et audits : <p>Durant la préparation ou la réalisation du marché, l'acheteur peut conduire ou mandater des contrôles et audits de sécurité informatique des fournitures, prestations, moyens utilisés et services proposés par le candidat ou titulaire, et leurs sous-traitants.</p> <p>Dans tous les cas, des audits légitimés par la sélection ou le suivi de titulaires de marchés peuvent être réalisés sans accord préalable dès lors que les tests et sondes respectent les conventions techniques d'usage permettant de les identifier (par exemple, User-Agent référençant une URL d'explication, reverse-DNS permettant de donner une</p>

origine claire à une adresse IP, etc.).

- Documentation :

Le Titulaire est tenu de fournir à première demande la documentation nécessaire à la sécurisation de ses fournitures.

En particulier, sa documentation explicite tous les flux échangés (entrants et sortants, applicatif mais aussi de maintenance, de statistiques, de mise à jour, d'administration distante, etc.), et les dispositifs de contrôle d'accès et de maintien en condition de sécurité. Si l'emploi sécurisé du produit ou du service nécessite des actions particulières de la part des bénéficiaires du marché, elles doivent être clairement identifiées dans un chapitre Sécurité du mode d'emploi (par exemple, la procédure de changement des mots de passe par défaut ou des interfaces exposées, de mise à jour de composants logiciels...).

- Etat de l'art:

La sécurisation des systèmes informatiques dépend de l'évolution des technologies. Il appartient à chaque titulaire de marché de s'aligner sur les standards et référentiels qui concernent les services qu'il propose, utilise ou met à disposition.

A première demande, le titulaire fournit tous les éléments démontrant la conformité à ces référentiels pour les services et objets numériques qu'il inclut dans son offre de fournitures. Il précise alors les domaines concernés (interfaces web et courriels), les objets et bases d'information concernées (appareils connectés, sauvegardes de données, consoles d'administration).

Concernant plus spécifiquement les appareils connectés, le titulaire met en place :

- un dispositif de lutte contre les logiciels malveillants (anti-virus, ou système de vérification et détection à base de signatures ou condensats des logiciels autorisés).

- un dispositif de mise à jour sécurisé.

- une limitation de l'exposition via les réseaux en réduisant les ports acceptant des connexions entrantes et en authentifiant les accès distants, sans faille connue (ceci exclut les connexions non chiffrés TELNET, HTTP/SMTP sans TLS, et l'emploi de mots de passe génériques ou faciles à découvrir, par exemple du fait d'un hachage insuffisant).

- Signalements de sécurité:

Pour les prestations, produits et services qu'il fournit dans le cadre du marché, le titulaire met à disposition des fils publics par abonnement (flux RSS, liste de diffusion par courriel) ou autre dispositif d'information dédié à la sécurité informatique. Ces fils, identifiés dans le chapitre Sécurité des modes d'emploi, permettent aux bénéficiaires d'être tenu informés en continu des événements et changements impactant la sécurité, par exemple annonce de correctif, attaque en cours, nouvelle configuration à appliquer, violation de données à caractère personnel, etc.

Afin de garder leur pouvoir d'alerte, ces canaux de diffusion ne sont pas mélangés avec des flux commerciaux et marketing. Les fils peuvent être multiples dans le cas de fournitures en plusieurs composants mais sans laisser de vide d'information. Réciproquement, les outils numériques mis à disposition permettent aux bénéficiaires et leurs experts en cybersécurité de signaler directement aux équipes appropriées du titulaire de possibles failles ou détournements de dispositifs de sécurité. Afin que ces signalements soient effectifs et efficaces, les conventions d'usage en cybersécurité sont respectées (security.txt, abuse@). Dans tous les cas, il faut moins d'une minute pour trouver le point d'entrée approprié du signalement.

Après analyse partagée et vérification, le titulaire a obligation d'enregistrer les failles auprès des autorités compétentes (CERT nationaux pour les éditeurs, registres RGPD et CNIL ou équivalent pour la divulgation de données personnelles, ANSSI pour les opérateurs d'importance vitale ou de services essentiels, etc.) en suivant les réglementations établies. L'emploi d'un système de cotation connu (par exemple CVSS) permet de hiérarchiser l'urgence pour tous les acteurs en aval. A défaut d'action sous 3 mois, l'acheteur a la possibilité de se substituer aux titulaires dans les actions précédentes ou de pratiquer une divulgation responsable (annonce de la faille avec embargo pendant au moins 90 jours sur les détails techniques).

DOSSIER D'EXÉCUTION

- Analyse fonctionnelle du SCADA pour validation initiale MOA
- Synoptique général de l'installation SCADA
- Manuel d'installation de l'ensemble des matériels fournis

NORMES ET RÉFÉRENTIELS

Normes :

- NFC 15-100 et ses additifs, édition Décembre 2002, concernant l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie ;
- Guide UTE C 15-712-1 – version juillet 2013 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution
- NF C 18 510 : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité ;
- UTE C 15-443 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres : Choix et installation des parafoudres ;

TESTS ET CONTRÔLES

Contrôles :

- Vérification du bon fonctionnement du monitoring y compris communication de l'équipement

2.11. TESTS, CONTRÔLES, MISE EN SERVICE

DPGF 3.1 DPGF 3.2	CONTROLES ET MISE EN SERVICE DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES
PRESTATIONS ATTENDUES	
<ul style="list-style-type: none">La prestation inclut tous les essais prévus par les normes et toutes les vérifications et essais complémentaires demandées par le Maître d'ouvrage de façon à pouvoir juger de la qualité des ouvrages.Le CONSUEL est entièrement à charge de l'Entrepreneur. Les échanges avec EDF SEI pour assurer la bonne mise en service de l'installation en autoconsommation sont également à charge de l'Entrepreneur	
Tests et contrôles : <ul style="list-style-type: none">La prestation inclut l'ensemble des contrôles à vide des installations électriques. Les principales tâches sont données ci-après (liste non exhaustive) :<ul style="list-style-type: none">La vérification et la compilation des essais usine et essais réglementaires sur les matériels électriquesLa vérification du bon câblage des équipements fournis (tenants, aboutissants...)La vérification de la conformité des raccordements réalisés sur les matériels (serrage, marquage...)La vérification de l'isolement des câblesLa vérification de la résistance des terresLe relevé des tensions des différents circuits d'alimentation BTLe relevé des intensités absorbées sur chacune des phases des différents circuits effectués aux mêmes moments que le relevé des tensions correspondant, <p>Ces contrôles feront l'objet d'un rapport validant la possibilité de la mise en service du point de vue de la sécurité des biens et des personnes. La recherche de l'ensemble des pannes et dysfonctionnement à ce stade est incluse dans la prestation.</p>	
Opération préalable à la réception : <ul style="list-style-type: none">Des opérations préalables à la proposition de réception (OPR) par le maître d'œuvre sont organisées pour sanctionner l'ensemble des prestations du marché.L'Entrepreneur informe par écrit le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre de l'achèvement de ses prestations. Les OPR sont déclenchées dans les 20 jours, suivant cet avis.Les OPR des fournitures, installations et de tous les résultats de prestations nécessitent le déroulement d'un cahier de recettes rédigé par l'Entrepreneur et validé par le maître d'œuvre portant sur les vérifications et essais locaux des équipements installés.Durant ces OPR, le maître d'œuvre peut exécuter tout ou partie des essais de validation cités précédemment. Le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage peuvent procéder à des essais et vérifications complémentaires de leur choix, non prévus dans les procédures d'essais.À l'issue des OPR, un procès-verbal contradictoire rédigé par le maître d'œuvre est signé par les deux parties (maître d'ouvrage/maître d'œuvre et Entrepreneur). Si les OPR conduisent à un résultat satisfaisant, le début de la période de garantie, pour les installations et équipements concerné, peut être décidé par le maître d'ouvrage. Si des réserves/anomalies (dysfonctionnements, non conformités, fonction incomplète, imperfection de réalisation ou d'installation) sont constatées lors des OPR, le maître d'œuvre fixe un délai pour la remise à niveau de la fourniture ou de l'installation, à l'issue duquel de nouveaux contrôles sont effectués. Le maître d'ouvrage peut décider de différer le début de la période de garantie jusqu'à la résolution des anomalies par l'Entrepreneur. Le délai supplémentaire ne prolonge pas le délai contractuel.	
Mise en service : La mise en service sera prononcée à l'issue de : <ul style="list-style-type: none">La signature du procès-verbal de réception technique provisoire ;L'obtention du rapport de conformité établi par le bureau de contrôle technique mandaté par le Maître	

- d'ouvrage ;
- l'autorisation de mise en service donnée par EDF SEI suite à leur visite de l'installation et vérification des équipements électriques.

Réception provisoire :

- La réception des travaux sera exécutée sur la base d'un plan de réception fourni par L'Entrepreneur et éventuellement complété par le Maître d'ouvrage :
 - Examen des installations et vérification de leur conformité avec le présent document, les plans et normes applicables
 - Vérification des caractéristiques et équipements
 - Vérification du fonctionnement et des performances de l'installation

Les indicateurs seront définis conjointement entre L'Entrepreneur et le Maître d'ouvrage

- 4) Mesures de contrôle (production champ solaire)
- 5) Vérification du respect des règles de l'art dans l'installation du matériel (protections et sécurité)

Réception définitive :

- Le procès-verbal d'admission définitive sera délivré après une période d'exploitation sans incident majeur sur une période minimale de 1 mois.
- En cas d'incident survenu pendant la première période d'exploitation d'un mois, L'Entrepreneur fera les modifications nécessaires. Une nouvelle phase d'exploitation d'un mois sera nécessaire pour délivrer le PV d'admission.
- Cette mise en service définitive sera prononcée sur la base de la réalisation d'un ensemble de tests dont les résultats seront indiqués dans un procès-verbal fourni par L'Entrepreneur.
- Si des réserves sont émises par le Maître d'ouvrage lors de cette réception, les délais de levée de réserves accordés à L'Entrepreneur qui sont prévus au CCAP seront appliqués.

Garantie de Parfait Achèvement :

Pendant un an à compter de la date de réception, l'Entrepreneur en charge de la réalisation est tenue de réparer tous les désordres, qu'ils soient signalés lors de la réception ou apparus ultérieurement. Cette garantie couvre l'ensemble des défauts de conformité et des malfaçons susceptibles d'affecter l'installation, qu'ils concernent les panneaux photovoltaïques, les systèmes de fixation ou toute autre composante.

ETUDES A REALISER

OPR :

- Cahier de recettes portant sur les vérifications et essais
- Plan de réception

DOE :

- Le dossier des ouvrages exécutés est constitué de l'ensemble des éléments nécessaires à l'exécution mis à jour selon les modifications apportées aux ouvrages construits.
 - Le dossier des ouvrages exécutés est constitué de l'ensemble des éléments nécessaires aux opérations préalables de réception mis à jour selon les modifications apportées aux ouvrages construits
 - Ensemble des fiches techniques des équipements et des manuels d'utilisation
 - Notes de dimensionnement de l'ensemble du câblage et des protections électriques
 - Attestations de garantie des produits
 - Attestation de bon montage établie par l'installateur et du respect des prescriptions du SDIS (avis CCS 7/2/2013)
 - Attestation de l'installateur du bon respect de la norme C15-712-1.
 - Les DOE sont remis au Maître d'ouvrage au plus tard 15 jours après les OPR:
 - Sur tirage papier pour tous les documents : un exemplaire
 - Sur fichier AUTOCAD DWG pour l'ensemble des plans et les pièces graphiques ;
 - Sur fichier format ACROBAT pour les notices constructrices et autres documents ;
 - Sur fichier WORD et EXCEL pour l'ensemble des programmes courants.
- La compilation de l'ensemble des données s'effectuera sur clé USB, en 1 exemplaire.

2.12. EXPLOITATION ET MAINTENANCE

DPGF 4.0	EXPLOITATION ET MAINTENANCE		
PRESTATIONS ATTENDUES			
<ul style="list-style-type: none">Il est demandé d’assurer en base une prestation incluant le suivi à distance de la production de la centrale, la maintenance préventive et la maintenance curative. Ces prestations ont une validité de 3 ans après la mise en service.			
MISE EN ŒUVRE ET LOCALISATION			
<p>A la fin normale ou anticipée du contrat, l’Entreprise s’engage à remettre la centrale au Maitre d’ouvrage en parfait état d’entretien et de fonctionnement compte tenu de l’usure normale.</p> <p>A la date de fin du Marché, l’Entreprise remet la centrale et les clés au Maitre d’ouvrage, lesdites remises sont actées dans le Procès-Verbal de fin de contrat avec, le cas échéant, les réserves éventuelles sur les travaux effectués par l’Entreprise.</p> <p>L’Entreprise informera systématiquement, au préalable, le Maitre d’ouvrage de toute intervention sur site.</p> <p>Avant toute intervention sur site, L’Entrepreneur devra obtenir une autorisation d’intervention écrite de la part du Maitre d’ouvrage et se conformer règles d’intervention du site.</p> <p>L’Entrepreneur rédigera un plan de prévention après inspection préalable des lieux de travail et définition des mesures de prévention avec le Maitre d’ouvrage.</p>			
Domaine	Tâches	Entrepreneur	Maître d'ouvrage
Exploitation et maintenance	Suivi des alarmes et conduite à distance de la Centrale Photovoltaïque	X	Accès permanent aux données brutes et traitées report des alarmes
	Gestion de l’accès aux installations		X
	Consignation des équipements y compris sectionneur au TGBT (en cas de nécessité)	X	
	Rapport annuel et rapports semestriels	X	
	Assistance au propriétaire dans le cadre des garanties fabricants et des assurances	X	
	Maintenance curative	X	
	Maintenance préventive	X	
Suivi d’exploitation : <ul style="list-style-type: none">Le suivi à distance sera réalisé via la plateforme de supervision mis en œuvre par L’Entrepreneur du marché.La prestation inclut le suivi à distance de la production et de la disponibilité de la centrale avec identification sous 3 jours ouvrés des évènements affectant la productivité de la centrale photovoltaïque, diagnostic de la cause et proposition d’intervention pour la réparation.Remise d’un rapport semestriel comprenant détail de la production mensuelle comprenant :			

- Quantité d'électricité produite taux de disponibilité de la centrale et ratio de performance.
- Compte rendu d'intervention (maintenance préventive) avec les éventuelles anomalies constatées (photos à l'appui le cas échéant) et une analyse de leurs causes probables et de leurs conséquences
- Le récapitulatif des alarmes enregistrées tout au long de l'année, leur cause, le traitement réalisé et l'intervention éventuellement effectuée par l'entreprise ou le fabricant de l'équipement,
- Compte rendu des opérations de maintenance curative transmis sous 10 jours après intervention et transmission du diagnostic réalisé dans les 48h suivant l'intervention sur site.

- Ce rapport permettra de juger si les engagements de performance sont bien atteints

Maintenance préventive :

- La visite de la maintenance préventive est une visite périodique permettant de prévenir des pannes importantes et de détecter les défauts de l'installation avant qu'ils ne deviennent pénalisants pour l'installation. Dans les conditions et selon la périodicité spécifiée dans les manuels d'exploitation-maintenance, l'Entreprise procèdera aux opérations de maintenance préventive de l'ensemble des équipements de la centrale photovoltaïque y compris onduleurs, le tout de façon à assurer son bon fonctionnement.
- La visite de maintenance préventive fera l'objet d'un compte-rendu d'intervention détaillé. Elle aura au minimum une fois par an.
- Les vérifications réalisées lors de cette maintenance seront (liste non exhaustive) :
 - Lire les informations affichées sur l'onduleur (au moins une fois par an ou en cas de baisse de production importante)
 - Vérification visuelle des onduleurs et des filtres de ventilation
 - Relevé de mesures Strings : Vco, Imp, Riso (Résistance d'isolement)
 - Vérification visuelle de l'état des modules photovoltaïques (éventuelles décolorations, bris de vitre, délaminage, oxydation...),
 - Vérification visuelle de l'état des constituants du système de montage ainsi que de leur positionnement,
 - Vérification du bon serrage des organes de fixation,
 - Vérification de l'état des boîtes de connexion, ainsi que des câbles et des connexions tant en toiture que dans le local onduleur,
 - Vérification des continuités et du bon état général des liaisons équipotentielles et mesure de la prise de terre,
 - Vérification des tableaux électriques, resserrage des bornes,
 - Contrôle des fusibles, disjoncteurs, parafoudres,
 - Vérification de l'intégrité de l'onduleur et dépoussiérage de l'onduleur,
 - Vérification de la bonne ventilation du local onduleur, si nécessaire
 - Contrôle des organes de sécurité (incendie, EPI, BAES, BAPI, etc.)
 - Réparation ou changement de tout élément défectueux (câble, bornier, fusible...)
- Les fournitures des petits matériels et pièces d'usures normales de la centrale sont à la charge de l'Entrepreneur.

Maintenance curative :

- L'intervention pour la maintenance curative intervient à la suite d'une alarme donnée par le portail de surveillance ou à la demande du Maître d'ouvrage, lors du suivi de production ou de l'inspection visuelle. Les interventions devront être réalisées dans un délai maximal de 5 jours ouvrés pour limiter la perte de production.
- Les interventions seront consignées par des fiches d'intervention pour la traçabilité de celles-ci. Les points suivants devront être indiqués :
 - Date d'intervention ;
 - Cause du problème et désignation de l'équipement concerné ;
 - Actions réalisées ;
 - Durée de l'arrêt de production de la centrale
- L'Entrepreneur a à sa charge la mise en œuvre des garanties matériels.

Niveau de criticité des installations de stockage des pièces détachées:

- Au regard de la nécessité d'assurer la continuité du service public, qui pourrait être menacée en cas de panne affectant de modules alimentant des sites en autoconsommation, le Titulaire s'engage à mettre en œuvre des mesures de gestion des risques, et en particulier du risque de rupture d'approvisionnement, tout au long de l'exécution du marché.

Le Titulaire indique et met à jour les noms, adresses, pays et éventuels points de contact de chacun des sites de stockage des pièces détachées et centres de services, notamment de maintenance, auxquels il a recours dans le cadre de l'exécution du présent marché

- Le Titulaire ne peut recourir, en cours d'exécution, à un autre site sans avoir obtenu l'accord préalable de l'Acheteur. En cas de changement de site en cours de marché, le Titulaire ne peut proposer que des sites présentant des caractéristiques équivalentes à celles des sites initiaux, afin de maintenir sur toute la durée du contrat un niveau constant de performance en termes de sécurité des approvisionnements, de contrôle de la qualité des produits et de respect des exigences sociales et environnementales stipulées dans les documents de la consultation.

Afin de garantir la sécurité des approvisionnements et la rapidité des interventions de maintenance sur les modules et afin de prévenir tout risque de rupture de service, conformément à l'article L.2112-4 du code de la commande publique, le Titulaire s'engage à ce que les moyens spécifiquement mis en œuvre pour la maintenance des modules acquis en exécution du présent marché soient localisés sur le territoire des Etats membres de l'Union européenne, ou de l'Espace économique européen

DOSSIER D'EXÉCUTION

- Modèle de rapport d'exploitation et maintenance à valider dès les études d'exécution.

3. LISTE DES ANNEXES TRANSMISES AU DOSSIER

- **Annexe 1 : CCTP Prescriptions Générales**
 - **Annexe 2 : Plan implantation PV**
 - **Annexe 3 : Synoptique électrique**
 - **Annexe 4 : Planning prévisionnel**
 - **Annexe 5 : Diagnostic structure**
- **Annexe 6 : Plan Bâtiment : Sous-sol, RDC, Etage**
- **Annexe 7 : Arrêté Déclaration Préalable**