



**REALISATION D'UNE CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE
SUR LA TOITURE DE LA MEDIATHEQUE – ESPACE 3^{ème} LIEU**

COMMUNE DE PLOUHINEC

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Médiathèque

MAITRE D'OUVRAGE :

COMMUNE DE PLOUHINEC

Lu et Approuvé
Le _____, à

Le Prestataire

PREAMBULE

1. Propriétaire et exploitant de la centrale photovoltaïque

La commune de Plouhinec a pour projet la construction d'une médiathèque.

La commune est compétente en matière de réalisation d'équipements publics sur son territoire. Dans le cadre du projet envisagé, la commune souhaite installer une centrale photovoltaïque sur une partie du toit de ce nouvel espace.

LE SDEF, quant à lui, est compétent sur tout le territoire du Finistère (conformément à l'article 2 B 4° de ses statuts modifiés par arrêté préfectoral n° 2010-0934 en date du 06/07/2010) pour assurer l'aménagement et l'exploitation d'installations de production d'électricité utilisant des énergies renouvelables.

In extenso, l'installation de la centrale solaire photovoltaïque sur toiture raccordée au réseau de distribution d'électricité sera réalisée dans le cadre de la rénovation de ce bâtiment par le biais d'une convention d'organisation de maîtrise d'ouvrage unique.

Afin de limiter les interfaces entre maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvres et entreprises sur une emprise limitée, dans l'objectif d'optimiser l'utilisation des fonds publics et le délai de réalisation des opérations, Plouhinec et le SDEF décident, de confier à Plouhinec, qui accepte, la maîtrise d'ouvrage unique de la réalisation de l'installation photovoltaïque.

La commune prend en charge, en sa qualité de maître d'ouvrage unique, la réalisation des études et l'exécution de l'ensemble des ouvrages susvisés. Cependant, pour tout ce qui concerne l'installation de la centrale photovoltaïque, compte tenu de la spécificité de l'équipement et des compétences du SDEF en matière de production d'électricité, le SDEF sera associé à l'équipe technique de la commune qui apportera son appui technique pendant le déroulement de l'opération, et lors de sa réception.

A l'issue de la réception des ouvrages et après paiement de l'ensemble des dépenses liées à l'opération, il sera procédé à la mise à disposition des installations photovoltaïques par la commune au SDEF pour l'exploitation.

2. Consistance des travaux

Le présent lot a pour objet la mise en œuvre d'une installation photovoltaïque sur une partie de la toiture de la médiathèque de Plouhinec.

Les prestations du lot consistent à réaliser :

- l'étude de dimensionnement (calcul du productible, performance, ...),
- l'établissement et le suivi des plannings d'exécution, jusqu'à la réception des travaux,
- la réalisation des plans d'exécution,
- la réalisation de l'installation photovoltaïque.
- le raccordement de l'installation jusqu'au point de livraison
- le remplacement et la remise en état des détériorations du site liées à la réalisation des travaux,
- l'enlèvement et la mise en décharge des déchets et gravats liés au chantier,
- la mise en place de la signalétique,

La demande de raccordement ENEDIS sera réalisée par le SDEF.

S'agissant de la réalisation de la centrale, les prestations consistent en la fourniture et la pose :

- de l'unité de production à partir de modules photovoltaïques devant assurer la couverture et l'étanchéité,
- des onduleurs,
- de l'installation électrique en amont du point de livraison de l'énergie (limite de concession ENEDIS),
- d'un système d'acquisition de données,
- d'un système de transfert des données,
- d'une extension de garantie des onduleurs, – en option.
- d'un panneau didactique d'information sur la production du système – en option.

Le candidat s'engage en outre à effectuer :

- les essais préalables à la réception,
- la réception de l'installation en présence du maître d'ouvrage,
- la formation des utilisateurs,
- l'élaboration du registre de sécurité,
- la réalisation et la transmission des dossiers des ouvrages exécutés (DOE).

Le générateur photovoltaïque proposé sera composé de modules polycristallins ou monocristallins et des éléments complémentaires constituant la couverture, d'onduleurs, de système de mesure, des ensembles de câblages et des dispositifs de protections électriques nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

De façon générale, l'entrepreneur supportera tous les frais d'exécution des trous, scellements, rebouchages et raccords qui seront nécessaires à l'exécution des travaux de pose des générateurs et récepteurs.

Le candidat devra indiquer de façon détaillée ces limites de prestations et de fournitures.

Le candidat aura inclus dans sa proposition toutes les sujétions particulières liées aux travaux. Elles sont réputées avoir apprécié exactement les conditions d'exécution des ouvrages.

PREMIERE PARTIE : SPECIFICATIONS GENERALES

1 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS ET INSTALLATION

1.1 GENERALITES

1.1.1 *Domaines d'application*

Ce cahier rassemble les principales spécifications requises en matière de conception et d'installation de systèmes photovoltaïques raccordés au réseau pour atteindre un niveau minimal de qualité, notamment en matière de sécurité et de fiabilité.

Une attention particulière sera portée sur la qualité de l'ensemble des matériels fournis au regard des conditions climatiques de la zone étudiée.

L'ensoleillement moyen dans le Finistère est de **1 160 kWh / m2**.

1.1.2 *Conditions de fonctionnement*

Les équipements extérieurs demandés sont prévus pour être installés en extérieur. Du matériel résistant, fiable, bénéficiant de solides références et adapté aux conditions de fonctionnement est donc demandé, tant pour les composants principaux que pour les accessoires de montage, afin de requérir la maintenance la plus réduite possible et de résister à la corrosion et aux dégradations à long terme.

1.1.3 *Textes réglementaires, normes et textes de référence*

La conception, les matériaux et la qualité de fabrication des équipements devront être en conformité avec les normes nationales ou internationales les plus récentes.

Les principaux composants des équipements doivent être conformes aux normes ou spécifications européennes les plus récentes. En particulier, ils devront satisfaire :

Modules photovoltaïques	IEC 61 721, IEC 61 215 et ISPR 501-502-503
Coffrets et Armoires électriques	NF EN 60 439
Conducteurs et câbles	NF C 32 013 à NF C 32 510
Onduleurs (convertisseurs statiques)	NF C 53 2xx, CEI 62 109, EN 60 950
Appareillages d'installation	NF C 61 100 à NF C 61 920
Matériel de pose	NF C 68 091 0 NF C 68 381
Guide pratique (installations photovoltaïques)	UTE C 15 – 712

Les recommandations de la Commission Centrale de Sécurité "Avis sur les mesures de sécurité à prendre en compte en cas d'installation de panneaux photovoltaïques dans un ERP" (07/02/2013).

1.1.4 *Spécifications générales d'installation des équipements*

L'installation des matériels et équipements sera réalisés selon les règles de l'art et conformément aux normes en vigueur.

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

- des matériels et équipements contre toute détérioration éventuelle due à des causes extérieures telles que tempêtes (vent, pluie), dégâts des eaux, foudre, etc....
- contre toute fausse manœuvre éventuelle de l'utilisateur ou contre tout défaut de fonctionnement inopiné qui pourrait entraîner une détérioration prématurée ou irréversible des matériels ou équipements tels que court-circuit, inversion de polarité.
- des usagers contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, en particulier dû aux batteries ou aux onduleurs.
- des bâtiments contre tout risque d'incendie accidentel dû à des défauts de fonctionnement ou de protection de l'installation.

L'installation des principaux composants est soumise au respect des normes et spécifications UTE:

- NF 15 100 réglementant les installations électriques à basse tension.
- IEC 61 194 Paramètres caractéristiques des systèmes photovoltaïques
- IEC 61 723 Guide de Sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau montés sur les bâtiments.
- UTE C 18 510 : recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique.
- Règles NV 65 définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (DTU P 06-002)
- NF EN 50 160 Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution
- VDE DIN 0126 Dispositif de découplage automatique pour les générateurs photovoltaïques
- C 18 530 : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité.
- UTE C 57-300 (mai 1987): paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque,
- UTE C 57-310 (octobre 1988) : transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique,
- UTE C 18 510 (novembre 1988, mise à jour 1991) : recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique,
- C 18530 (mai 1990) : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité,
- NF EN 61727 (septembre 1996) : Systèmes photovoltaïques (PV) - Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau,
- CEI 60364-7-712 : Installations électriques dans le bâtiment — Partie 7-712 Règles pour les installations et emplacements spéciaux — Alimentations photovoltaïques solaires (PV) (mai 2002)
- NF EN 61173 (Février 1995) : Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie,
- NF C 17-100 (Décembre 1997) Protection contre la foudre — Installation de paratonnerres,
- NF C 17-102 (Juillet 1995) : Protection contre la foudre — Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre a dispositif d'amorçage tension,
- NF EN 61643-11(2002) Parafoudres basse-tension connectés aux systèmes de distribution basse tension — Prescriptions et essais

- CEI 61000-3-2 (Edition 2.2 de 2004) : Compatibilité électromagnétique (CEM) — Partie 3-2: limites -Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieur ou égal a 16 A par phase).

Et des textes réglementaires suivants :

- le décret 88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques modifié par le décret n° 95-608 du 6 mai 1995.
- Guide ADEME « Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables ».
- DTU n°43 et additifs: "Cahier des Charges Applicables aux travaux d'étanchéité de toitures terrasses et de toitures inclinées".
- le décret n° 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques,
- la circulaire DRT 89-2, 6 février 189, Application du décret 88-1056,
- les règles Neige et Vents,
- les règlements de sécurité contre l'incendie dans les établissements recevant du public et/ou des travailleurs,
- le Guide UTE C 15-400 (2005): Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution,
- le Guide d'utilisation UTE C 15-443 (2004) : Choix et mise en œuvre des parafoudres basse tension
- le Guide EDF/ARD (2003): Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques — Conditions techniques et contractuelles du raccordement,
- le Guide de l'ADEME (2004) : Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau — Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du maître d'ouvrage.
- le Guide de l'ADEME (2001) : Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables.
- le Guide UTE C 15-712 – 1 (juillet 2010) : Installations photovoltaïques.
- **Les recommandations de la Commission Centrale de Sécurité "Avis sur les mesures de sécurité à prendre en compte en cas d'installation de panneaux photovoltaïques dans un ERP" (07/02/2013).**

1.2 CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La centrale solaire photovoltaïque est constituée de modules ou de panneaux assemblés sur des structures métalliques porteuses qui sont ensuite fixées sur le site d'installation prévu (toiture, longrines béton, paroi verticale etc....).

La puissance demandée pour le générateur est une **puissance nominale minimum calculée à partir des puissances nominales unitaires des modules annoncées par les constructeurs.**

Tous les modules du site devront avoir la même puissance unitaire.

Tous les modules du site devront avoir au minimum une tolérance en puissance comprise entre 0 et + 5Wc.

Les modules devront être triés afin de créer des chaînes de modules ayant des courants similaires.

1.2.1 Modules

Les modules photovoltaïques devront résister aux conditions de fonctionnement décrites ci-après :

- Température ambiante : - 40° à + 45°C
- Humidité relative : jusqu'à 100%
- Vitesse du vent : jusqu'à 200 Km/h
- Précipitations : pluie battante continue, neige, grêle ($\downarrow < 25\text{mm}$)

Ils devront satisfaire aux spécifications des essais d'ESTI (laboratoire européen) et à la norme CEI 1215.

Les cellules photovoltaïques seront en silicium cristallin, et seront protégées par un sandwich face avant en verre trempé et face arrière en verre trempé ou tedlar. Tous les modules proposés par le soumissionnaire devront être identiques et interchangeables.

Les bornes de raccordement électrique seront en nombre suffisant pour permettre les reprises de câblage pour les arrangements en série ainsi que l'utilisation de diodes ou tout autre moyen de protection lorsque cela s'avère nécessaire. La polarité des bornes devra être clairement identifiée.

L'installateur devra fournir à la livraison les caractéristiques électriques de chaque module résultant du test individuel en sortie de fabrication.

Pour les installations dont la tension nominale de production est supérieure ou égale à 48V, les modules devront être équipés de diodes "bypass" (diode de dérivation).

Marquage : conformément aux normes CEI 1212 et 1646, chaque module doit porter clairement et de façon indélébile, les indications suivantes : identification du fabricant (nom, monogramme ou symbole), type ou référence du modèle, numéro de série, date et lieu de fabrication (ou à défaut ces informations doivent être déductibles du numéro de série), polarité de chaque borne pour conducteur de sortie, tension maximum de système pour lequel le module est adéquat.

Il sera demandé au titulaire de trier les panneaux solaires en « string » en fonction de leur puissance réelle. Ces derniers devront avoir subi un test avant d'avoir été installé. Un dossier justificatif d'implantation des panneaux solaires en fonction de leur puissance sera demandé (flash list).

La garantie contractuelle des modules devra être au minimum de 5 années, couvrant le remplacement à neuf des modules, y compris fourniture, pose et raccordement et toutes sujétions de mise en service

Recyclage des modules : Le candidat devra proposer des conditions de reprise et de recyclage des modules en fin de vie ou en cas de casse pendant toute la durée de l'exploitation de la centrale solaire photovoltaïque.

1.2.2 Structures

Ces structures d'assemblage et de support des modules seront étudiées pour résister aux conditions climatiques extrêmes locales (conditions énumérées au paragraphe 1.2.1 ci-dessus). Toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées dans un (des) matériau(x) résistant(s) à la corrosion du type aluminium, acier galvanisé ou inoxydable. On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique.

L'installateur devra présenter dans son offre les détails des bas de pente, rives et faitage.

1.2.3 Installation de la centrale solaire photovoltaïque

❖ ASPECTS MECANIQUES

Inclinaison et orientation : l'inclinaison et l'orientation des champs photovoltaïques sont précisées dans la deuxième partie. Ces dispositions seront réglées définitivement lors du montage du champ photovoltaïque.

Emplacement et fixation : Les structures seront solidement ancrées sur leurs supports à l'aide de systèmes de fixation résistant à l'arrachement et à la corrosion. Les structures seront réalisées de sorte que la planéité du champ de modules soit respectée (absence de gauchissement), et que les eaux de pluies ne puissent s'y accumuler.

L'installateur veillera à conserver une ventilation naturelle de la face arrière de chaque panneau photovoltaïque.

❖ ASPECTS ELECTRIQUES

Modules, boîtes de connexion : Les modules seront interconnectés entre eux par l'intermédiaire de boîtes de jonctions de façon à obtenir une ou plusieurs branches dont la tension globale sera la tension nominale de service, tout en limitant les longueurs de câbles de liaisons. Si les modules sont installés verticalement, la boîte de connexion devra se situer dans la partie haute. Dans tous les cas, la longueur des liaisons entre modules permettra de réaliser un câblage en goutte d'eau.

Si les modules sont installés horizontalement, les sorties des câbles de branches se feront sur la partie "basse" de la boîte de connexion, le presse-étoupe supérieur de la boîte de connexion "haute" (le plus exposé aux intempéries) sera obstrué.

Boîtes de jonction : Les branches de modules seront raccordées individuellement aux onduleurs. Dans le cas contraire des diodes anti-retour seront prévues pour empêcher les échanges de courant entre champ photovoltaïque. Ces diodes devront avoir une très faible chute de tension (diodes Schotky) et seront installées dans des boîtes appelées de jonction. Les boîtes de jonction situées à l'extérieur auront un indice de protection au minimum IP 55. Ces diodes pourront ne pas être installées si les onduleurs assurent cette fonction.

L'installateur veillera à ce que les branches ainsi formées soient constituées de modules de puissance nominale unitaire la plus uniforme possible (appairage des modules dans le cas où la dispersion de puissance est supérieure 5 Wc pour les modules de puissance nominale annoncée par le fabricant inférieure à 100 Wc et 10 Wc pour les modules de puissance nominale annoncée par le fabricant supérieure à 100 Wc).

L'installateur veillera à ce que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité. Dans tous les cas, l'entrée des câbles devra se faire par presse-étoupe avec câblage "en goutte d'eau". Un chemin de câble en acier galvanisé permettra de regrouper les liaisons et les acheminer directement vers les onduleurs. En cas de fixation de ce chemin de câble sur la structure support module, on veillera à éliminer tout risque de couple électrolytique.

Les boîtes de mise en parallèle seront munies d'une signalétique de danger : courant continu tension supérieure à 50 Vcc.

Les câbles : voir ci-après chapitre spécifique

Mise à la terre des structures et liaisons : voir ci-après chapitre protection.

Coupure d'urgence de la liaison DC : Un système de coupure d'urgence devra être mis en place à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment.

1.3 MESURES

Les mesures à réaliser permettront de disposer d'information en temps réel sur le fonctionnement du générateur et de faciliter la maintenance.

1.3.1 Acquisition de données

Il est demandé la fourniture et la pose d'un système de suivi électronique de la production en temps réel (monitoring). Ce système permettra d'enregistrer l'évolution des paramètres de fonctionnement mesurés par les onduleurs.

Deux types de mesures seront enregistrés :

- celles permettant le contrôle de la production de l'installation (historique de production),
- celles pour faciliter la maintenance (mesures instantanées et des pannes)

Les autres informations et cumuls seront récupérables sur PC par liaisons type RS 232 ou autres.

Le système d'acquisition de données permettra de faire un suivi, au minimum de :

- la puissance, la tension et la fréquence en sortie de chaque onduleur,
- la puissance, la tension en entrée de chaque onduleur,
- l'énergie produite,
- les alarmes de fonctionnement.

L'ensemble de ces données devra être enregistré au minimum chaque jour, les valeurs instantanées caractéristiques retenues seront clairement indiquées (moyennes, extrêmes, cumul...). La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera compatible avec la fréquence de passage des agents de maintenance (au minimum tous les 12 mois). Les informations devront pouvoir être récupérées localement par vidange de la mémoire sur tout système adapté.

La fourniture du système d'acquisition de données devra inclure la fourniture d'un logiciel permettant le transfert et l'exploitation des données (localement et via modem) sur un PC. L'éventuel surcoût engendré par la fourniture des programmes informatiques devra être pris en compte dans le montant de la fourniture des acquisitions de données.

Le système d'acquisition devra permettre au minimum la visualisation sur place et sans équipement complémentaire (par un écran numérique par exemple) du cumul de l'énergie produite par le champ solaire et de la puissance instantanée.

En prévision du suivi des installations à distance, un kit modem devra pouvoir être connecté directement sur le système d'acquisition (sans aucune modification supplémentaire du système). Le **modem** pourra être du type **standard** ou **GPRS** et devra être inclus dans l'offre.

L'acquisition de données sera installée au sein du local technique.

La consommation du système d'acquisition de données devra être inférieure à 10 W.

Le titulaire du marché devra installer un système de monitoring compatible avec l'ensemble des onduleurs disponibles sur le marché (Type Solarlog ou équivalent).

1.4 ONDULEUR

1.4.1 *Caractéristiques techniques*

Les onduleurs seront de type raccordé réseau, capable de fonctionner en parallèle avec le réseau électrique ENEDIS. Afin d'optimiser la production photovoltaïque, **ils seront équipés d'un module MPPT** (recherche du point de puissance maximal du générateur solaire photovoltaïque).

Ils devront délivrer une onde sinusoïdale (onduleur type "sinus"). Leurs performances devront respecter les points suivants :

- Rendement > 97% à la puissance nominale
- Consommation en stand by < 1,5 W
- Taux de distorsion harmonique inférieur à 5%
- Température de fonctionnement : -20° à + 50° C
- Facteur de puissance supérieur à 0.95

Les caractéristiques suivantes devront par ailleurs être précisées dans l'offre :

- Plage de tension d'entrée
- Puissance nominale en régime permanent
- Courbe de rendement en fonction du productible des modules
- Consommation en stand by
- Fréquence de sortie avec tolérance
- Tension de sortie avec tolérance

Les protections de découplage doivent être conformes à l'arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'électricité en basse tension ou en moyenne tension d'une installation de production d'énergie électrique.

Les onduleurs devront être certifiés par un laboratoire agréé ou reconnu comme tel au sein de l'Union Européenne. Une liste de modèles d'onduleurs agréés indiquant le fabricant, le type et la puissance est à disposition des services ENEDIS / ARD concernés. Les onduleurs seront installés au sein du local technique entre deux coffrets TGBT CC & CA. Ces coffrets comprenant des organes de sectionnement seront installés en amont et en aval des onduleurs. Ils permettront le sectionnement des sources pour intervention sur les onduleurs.

Les liaisons seront réalisées sur chemins de câbles séparés de façon à ne pas mélanger des niveaux de tension différents. Les chemins de câbles à proximité des onduleurs seront clairement identifiés par un étiquetage durable indiquant leur niveau de tension et la provenance de la liaison. Un pictogramme danger électrique sera ajouté pour les chemins contenant les liaisons en courant continu en provenance des modules.

Les liaisons champ solaire / onduleurs seront réalisées en courant continu et sous un régime IT. Dans tous les cas un voyant visible à l'ouverture des armoires devra signaler la rupture du régime IT.

Une garantie de 10 ans minimum est demandée pour les onduleurs, une garantie de 20 ans est demandée en option.

1.4.2 *Adéquation onduleur / centrale solaire photovoltaïque*

L'accent doit être mis sur la bonne adéquation de la puissance totale des onduleurs et de la puissance de la centrale solaire photovoltaïque pour garantir :

- Un fonctionnement correct sur la plage de tension de la centrale solaire photovoltaïque tout au long de la journée.
- Un compromis optimal en termes de rendement. En particulier, on privilégiera les onduleurs dont les courbes de rendement sont les plus élevées sur une plage de taux de charge la plus large.

Le ratio moyen entre la puissance totale des onduleurs installés (exprimé en kVA) et la puissance du générateur photovoltaïque (exprimée en kWc) devra ainsi être compris entre 0,8 et 1.

1.4.3 Spécifications d'installations des onduleurs

Les onduleurs seront installés dans un local technique spécifique.

Les onduleurs seront fixés sur une paroi verticale à une hauteur comprise entre 1,20 m et 2 m. On veillera à ce que les différents presse étoupes respectent l'étanchéité des boîtiers vis-à-vis des insectes. Tous les appareils de mesure devront être installés en un lieu permettant une bonne visibilité des divers voyants et compteurs.

Les onduleurs devront pouvoir être aisément remplacés sans utiliser d'outils spécifiques. Les fixations de ces sous-ensembles doivent permettre le débrogage et le brochage des connecteurs sans difficulté, et sans contrainte mécanique excessive pour les sous-ensembles.

Les bornes de raccordement des câbles seront clairement repérées à l'aide d'étiquettes. Les schémas électriques normalisés avec repérage des câbles devront être fournis.

1.4.4 Protections

Les installations des matériels et équipements seront réalisées selon les règles de l'art et conformément à la norme NFC 15-100. Une attention toute particulière sera apportée à la protection :

- des usagers et du personnel de maintenance intervenant sur le générateur (risques d'électrocution)
- contre toute fausse manœuvre de l'utilisateur ou dysfonctionnement pouvant entraîner une détérioration des équipements (court circuits, inversion de polarité, surtensions d'origine diverses...).
- des bâtiments contre les risques d'incendie dus à un défaut de fonctionnement de l'installation.

Toutes les parties réalisées par l'entreprise devront donc être protégées conformément à la description ci-après.

1.4.5 Protection des personnes

❖ Règles de réalisation

- Circuit TBTP et TBTS : les circuits TBTS et TBTP doivent être séparés des circuits BTA et TBTF par une isolation électrique au moins équivalente à celle des transformateurs de sécurité (NF EN 60 742).

Les canalisations des circuits TBTP et TBTS doivent être matériellement séparées des autres circuits. Si cela n'est pas possible, les canalisations des circuits TBTP et TBTS devront être des câbles des types HO7RN-F, U1000 R02V ou AO5VV.

- Circuit TBTF et BTA : les installations seront réalisées selon les indications des guides PROMOTELEC.

❖ Protections contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs doit être assurée quels que soient les domaines de tension. L'IP minimum des appareils est IP 2x ou IP xx B.

❖ Protection contre les contacts indirects

- Dans les circuits BTA et TBTF :

- utilisation de la classe II : pour les installations (ou partie d'installation) ne comprenant que quelques matériels d'utilisation fixes, sans prise de courant, la protection contre les contacts indirects peut être assurée si l'ensemble de l'installation respecte les prescriptions de la classe II (canalisation, appareillage, appareils d'utilisation, etc....) soit par construction, soit par réalisation d'une isolation supplémentaire lors de l'installation.

- schéma mise au neutre avec neutre séparé du conducteur de protection avec dispositif différentiel sur mesure alternatif. Une des polarités de la source est reliée à la terre, les masses métalliques accessibles susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement sont reliées à cette prise de terre. Le conducteur de protection doit avoir la même section que les conducteurs de phase. La coupure lors de l'apparition d'un défaut est assurée par dispositif différentiel. Ce principe de protection est imposé pour la distribution intérieure en 230V. Ainsi lorsque l'énergie électrique fournie est en 230V, il est demandé de fournir et poser un disjoncteur différentiel qui sera placé en limite du circuit de production, et de réaliser une prise de terre (voir ci-dessous) dont la résistance sera compatible avec le dispositif retenu (NFC 15-100). Dans le cadre d'une reprise en concession des éléments de production, ce disjoncteur servira de limite de concession.

1.4.6 Protection contre les surintensités

Les caractéristiques à respecter sont données au chapitre 43 de la norme NFC 15-100. En courant continu, la protection contre les surintensités doit être assurée sur les deux polarités et les caractéristiques des appareils devront être adaptées au courant continu. Il est en outre demandé de réaliser une protection contre les courts-circuits sur toutes les arrivées en provenance des branches de modules photovoltaïques en tête de l'armoire TGBT CC.

Détermination de la section des conducteurs : les caractéristiques à respecter sont données aux chapitres 52 et 54 de la norme NFC 15-100 (voir aussi chapitre sur le câblage).

1.4.7 Sectionnement

- Tension continue : Il sera prévu un sectionnement bipolaire en amont des onduleurs.
- Tension alternative 230 V : il est demandé un sectionnement bipolaire en sortie d'onduleur.
- Séparation des éléments entre eux : de façon générale, il sera prévu autant que possible, une ouverture des circuits aval et amont sur chaque élément pour faciliter les interventions de maintenance.
- Une coupure sera prévue au secondaire des onduleurs pour répondre à l'article EL11.

1.4.8 Protections contre les surtensions d'origine atmosphérique

Lors d'un " coup de foudre ", la décharge électrique engendre des surtensions, des forces électrodynamiques, des effets thermiques et des effets d'inductions. Ceux-ci peuvent provoquer l'électrocution des personnes, provoquer des incendies et détruire les installations techniques.

L'installation sera conçue conformément aux prescriptions du "Guide de protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables" édités par l'ADEME.

En particulier, pour se prémunir contre les risques de surtension d'origine atmosphérique, on réalisera :

- une liaison équipotentielle de l'ensemble des masses des équipements (structures du champ solaire, onduleur, terre des masses de la distribution électrique intérieure) par un câble de cuivre nu de 25 mm².

- une mise à la terre des structures de fixation du champ solaire réalisée avec du cuivre nu d'une section au moins égale à 25 mm². Si plusieurs prises de terre sont réalisées sur le site elles devront être reliées entre elles. En cas de présence de circuits d'écoulement du courant de foudre (descente de paratonnerre par exemple), une interconnexion sera réalisée.

- une protection par parafoudre à courant continu à la sortie des modules si la distance entre le champ solaire et l'onduleur est supérieure à 10 m et en entrée d'onduleur. La protection sera bipolaire et installée dans les boîtes de jonction. Les parafoudres seront de type varistance à oxyde de zinc, avec déconnexion thermique intégrée. Ils seront installés dans les boîtes de jonction.

- une protection par parafoudre en limite de concession entre phase et neutre et entre phase, neutre et la terre. Les parafoudres utilisés seront modulaires pour régime TT et à fort pouvoir d'écoulement.

- des câblages de modules photovoltaïques de manière à ce que la boucle induite par les conducteurs actifs soit de surface la plus faible possible. En particulier, les câblages en série des modules seront réalisés par des câbles 2 conducteurs et ces liaisons chemineront le plus près possible du câble de masse.

1.4.9 Organisation des équipements

Les équipements de protection du circuit continu (disjoncteurs, parafoudres, fusibles...) seront placés dans un coffret que l'on nommera **TGBT CC** (Tableau Général Basse Tension Courant Continu).

Les équipements de protection en 230V alternatif concernant la production ainsi que les dispositifs de mesure (acquisition de données) seront regroupés dans un coffret que l'on nommera **TGBT CA** (Tableau Général Basse Tension Courant Alternatif).

Les équipements destinés à l'information des personnes seront placés hors du local technique (En règle générale, le déport d'information sera placé à proximité des tableaux de distribution intérieure).

Les appareils de mesure et compteurs destinés au suivi du bon fonctionnement de l'installation devront être localisés dans le **TGBT CA** à un endroit permettant leur bonne lisibilité.

Les sectionneurs de mise hors tension en amont et en aval des onduleurs (sectionnement panneaux et onduleurs) seront placés à l'intérieur des coffrets **TGBT**. Leur identification devra être claire et durable avec un repérage logique et cohérent des différentes lignes de productions : modules – sectionnements **CC** – onduleur – sectionnement **CA**.

Tous les sous-ensembles devront pouvoir être aisément remplacés sans utiliser d'outils spécifiques. Les fixations de ces sous-ensembles doivent permettre le débrouillage et le

brochage des connecteurs sans difficulté, et sans contrainte mécanique excessive pour les sous-ensembles.

Les bornes de raccordement des câbles seront clairement repérées à l'aide d'étiquettes. **Tous les câbles seront munis de bagues d'identification à chaque extrémité.** Les schémas électriques normalisés devront être placés dans les coffrets correspondants. Le câblage des armoires sera réalisé soit sous goulottes soit en toron. Tous les fils seront repérés et les règles d'art du câblage seront respectées (nombre de fils par borne, entrée des câbles par le haut, etc....)

Ces coffrets seront fixés dans le local technique aménagé par le soumissionnaire et seront implantés à proximité des onduleurs. Ils seront disposés de façon à ce que les principaux éléments de commande et de visualisation soient placés à une hauteur comprise entre 1,50 m et 1,80 m pour faciliter le contrôle de l'installation. On veillera à ce que les différents passe-câbles respectent l'étanchéité des boîtiers vis-à-vis des insectes.

Le TGBT CC devra être positionné au plus près des modules photovoltaïques de sorte à réduire au maximum la longueur de câble CC en amont des protections électriques.

1.5 CABLAGE

1.5.1 Les câbles

Leurs sections individuelles seront déterminées suivant les règles de la NF C 15 100. Les courants cheminant dans les câbles seront déterminés en fonction des caractéristiques des modules pour un ensoleillement de 1000W/m².

La somme des chutes de tension du circuit de génération doit être calculée de telle sorte que le point de fonctionnement des modules se situe à une tension inférieure ou égale à celle de la puissance maximale des modules. Elle sera déterminée par le concepteur de façon à rester dans le cadre d'une utilisation optimale des modules et donc de l'énergie disponible. Elle dépend des caractéristiques des modules photovoltaïques, de la température ambiante, de la tension nominale du générateur, de l'ensoleillement, etc...

La section des câbles choisie sera telle que la chute de tension maximale entre le champ solaire et l'onduleur soit de 1%. Il en sera de même pour la chute de tension entre onduleur et limite de concession.

Dans tous les cas, les câbles utilisés seront de section 4 mm² minimum.

Les liaisons entre le champ solaire et les onduleurs devront être réalisées par des câbles à double enveloppe (classe II).

Les liaisons électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu le fil bleu sera la polarité négative, en courant alternatif les phases seront les fils rouges, marron et noirs, le neutre le fil bleu, la terre le vert jaune). Les liaisons entre modules, entre champ solaire et onduleurs et onduleurs et limite de concession seront repérées et indexées aux tenants et aboutissants de chacun des câbles. La notice (nomenclature) et les schémas électriques reprendront cette indexation.

1.5.2 Installation

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

L'objectif essentiel est de minimiser les dangers pour les personnes et les animaux, ainsi que les dommages pouvant intervenir sur le système électrique connecté pendant l'exploitation et la maintenance, dans toutes les conditions spécifiques de l'environnement du site.

Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des conduits renforcés seront employés. Les liaisons extérieures seront protégées mécaniquement par une gaine prévue à cet effet ou sur chemin de câble (résistance aux U.V. si gaine extérieure).

Les connexions électriques seront réalisées de façon à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion par suite par exemple, de traction exercée sur les câbles électriques.

Le cheminement des câbles électriques ainsi que leur fixation et celle des autres éléments comme par exemple les boîtes de dérivation seront réalisées de manière à s'intégrer au mieux aux bâtiments concernés, tout en cherchant à réduire les longueurs. Tous les câblages passants à l'intérieur seront dissimulés dans des goulottes coupe-feu les plus discrètes possibles sauf avis contraire du bénéficiaire.

Le candidat devra respecter l'avis de la CCS du 7 février 2013 dans son offre. Le câblage DC devra cheminer en extérieur et pénétrer si possible directement dans le local onduleur. Si un cheminement extérieur est impossible, il sera nécessaire de prévoir un cheminement coupe-feu à l'intérieur du bâtiment.

1.5.3 Liaison de la centrale solaire photovoltaïque

Les liaisons entre branches et onduleurs seront toutes de classe 2 réalisées sans discontinuités.

Les structures seront mises à la terre par un câble de cuivre nu de 25 mm² minimum. La prestation ne comprend pas la réalisation de la terre mais le raccordement à la terre existante et aux dispositifs d'écoulement du courant foudre (par exemple descente de paratonnerre) s'ils existent.

1.5.4 Acquisition de données

L'acquisition de données demandée précédemment sera également installée au sein du local technique. Une variante permettant de récupérer les données sur un PC sur le site avec transmission des données par courant porteur pourra être acceptée.

1.5.5 Liaisons vers la limite de concession

Les protections électriques seront installées dans un coffret fixé à proximité de la limite de concession (ce coffret rassemblera les protections parafoudres réseaux, la protection différentielle et le compteur d'énergie). Cette prescription pourra évoluer suivant la solution technique de raccordement au réseau retenue.

Dans tous les cas, la liaison coffret AC – limite de concession sera comprise dans l'offre : câbles AC)

L'installateur veillera à ce que les puissances injectées par phase soient les plus équilibrées possibles.

1.6 LOCAL TECHNIQUE

L'ensemble du matériel relatif à la conversion, aux protections et à la mesure (coffrets TGBT, onduleur, etc...) sera installé dans le local technique prévu. Ce dernier devra fournir un plan détaillé du local technique indiquant la position des différents onduleurs et coffrets.

Le local technique sera aménagé dans un périmètre réservé situé dans le bâtiment où le générateur solaire est projeté.

L'installateur veillera toutefois à ce que les différents éléments prévus dans le local soient bien disposés les uns par rapport aux autres, et en particulier à ce que l'ouverture des coffrets ou des armoires soit permise sans buter sur d'autres éléments de l'installation ou du local technique.

Avant le début des travaux, l'entrepreneur remettra au maître d'ouvrage les plans détaillés du local technique avec l'emplacement des équipements (onduleurs, câblage, monitoring, coffret AC et DC, ...)

Seront indiqués également l'emplacement et les dimensions précises des équipements prévus à l'intérieur de celui-ci. En vue aérienne, les battants des différentes portes et façades y seront représentés en position ouverte.

1.7 LES ESSAIS, LA MISE EN SERVICE ET LE CONTROLE DE L'INSTALLATION

Le titulaire du marché aura à sa charge les essais, les mesures et les contrôles avant la mise en service de la centrale.

Si les résultats constatés ne sont pas satisfaisants, l'entrepreneur titulaire du présent lot sera tenu de commencer, dans un délai de huit jours et à ses frais, toutes les modifications ou réparations nécessaires. Après exécution de ces travaux, il sera procédé, par l'entreprise titulaire du présent lot, à de nouveaux essais. Si ces essais ne sont pas encore satisfaisants, l'installation pourra être refusée en tout ou en partie.

Les résultats des essais et des contrôles donneront lieu à un procès verbal établi par le titulaire du marché et contre signé par le maître d'ouvrage.

D'autre part, le titulaire du marché aura à sa charge le contrôle technique réglementaire de l'installation avant la mise en service de la centrale par un organisme agréé. Le contrôle technique réglementaire devra aboutir à l'obtention du CONSUEL à la charge du titulaire du marché.

2 Prestations diverses

2.1 DEMARCHES ADMINISTRATIVES

2.1.1 Documents administratifs

L'ensemble des démarches administratives est préparée par le SDEF. Cependant, le SDEF pourra demander l'appui du titulaire du marché. Le SDEF réalisera les demandes de raccordement auprès d'ENEDIS après réception de l'ensemble des documents et pièces nécessaires à cette demande établi par le titulaire.

2.1.2 Consultation des administrations

En cas de consultation du SDIS, le maître d'ouvrage pourra demander l'appui du titulaire du marché.

2.2 ETUDES

2.2.1 Etude de dimensionnement

Le titulaire devra effectuer une étude de dimensionnement et fournir toutes les notes de calcul particulières nécessaires aux installations.

Celle-ci aura pour but d'établir la faisabilité économique technico-économique du projet.

Cette étude devra intégrer parfaitement la centrale solaire photovoltaïque dans l'environnement local et valoriser au maximum le potentiel solaire au lieu d'implantation.

Le dimensionnement et le calcul du productible final est réalisé à l'aide du logiciel PVSyst ou équivalent.

Ce calcul sera réalisé à partir des données du matériel proposé, et sera impérativement fourni dans l'offre.

Le titulaire devra remettre son étude et son chiffrage dans le cadre du détail estimatif quantitatif joint au DCE.

L'entreprise devra fournir avec son offre une étude technico-économique la plus précise possible.

L'entreprise devra fournir avec son offre un bilan financier sur 20 ans. L'étude devra faire apparaître :

- Une analyse des surfaces disponibles afin de définir l'implantation des modules.
- La présentation de la solution technique (choix de la structure, onduleurs, modules photovoltaïques) tenant des contraintes physiques du site.
- Une identification des ombrages pouvant influencer sur la production d'électricité.
- Le calcul du ratio de performance de la centrale photovoltaïque.
- La production électrique vendue à EDF sur les 20 ans du contrat.
- Une estimation des recettes qui pourront être générées par l'installation photovoltaïque.
- Une estimation des charges de fonctionnement (maintenance, assurance,...)
- Le montant de l'investissement.
- le Temps de Retour Brut
- le gain net annuel
- le Taux de Retour Interne.

Pour le calcul de production d'électricité, l'entreprise pourra utiliser le logiciel PV SYST ou équivalent et **les données météorologiques de Brest (données PV GIS SAF) seront notre référence.**

L'étude devra tenir compte des éléments suivants :

- De la révision annuelle du prix de rachat de l'électricité.
- D'un emprunt de l'intégralité de l'investissement sur 20 ans avec un taux de 2,50%.
- De la dépréciation de la productivité des panneaux photovoltaïques
- De l'ensemble des charges de fonctionnement de la centrale (assurance, redevance ENEDIS, etc.)
- D'un coût de raccordement ENEDIS de 2 000€HT.
- Du coût de maintenance. L'étude devra intégrer un remplacement probable des onduleurs.
- De l'effet d'ombres provoqué par la végétation et les bâtiments.

2.2.2 Ombrages

Dans le cas où la centrale envisagée fait l'objet d'ombres portées, le titulaire devra prendre en compte ces ombrages lors du dimensionnement et du calcul du productible.

2.3 DOCUMENTATION TECHNIQUE A FOURNIR

2.3.1 A la remise de l'offre

L'entreprise devra fournir dans son offre un mémoire technique détaillé complet comprenant :

- L'annexe du CCTP remplie
- Le détail estimatif joint au DCE
- Les notes de calcul solaire (par PV syst par exemple) avec le calcul des ratios de performance et du productible annuel attendu
- Le diagramme d'ombrage.
- Les plans de calepinage avec répartition des strings
- Le schéma unifilaire de l'installation
- Un descriptif du matériel proposé (nombre, marque et modèle des panneaux photovoltaïques, etc.) selon la grille présentée en annexe.
- La documentation technique de l'ensemble du matériel proposé (y compris coffrets et armoires),

- Les caractéristiques de l'installation (la puissance électrique installée, la puissance électrique injectée sur le réseau, la productivité mensuelle de l'installation, etc.)
- Un plan d'implantation du matériel (panneaux, local électrique, chemin de câble, onduleur, etc.)
- Un synoptique général de l'installation
- Le descriptif des travaux
- Un planning des travaux. Le candidat devra présenter un planning des travaux en tenant compte des délais de livraison du matériel et de la date de mise en service des centrales.
- Une note méthodologique présentant l'organisation du chantier et les délais détaillés d'exécution pour chaque corps d'état sera obligatoirement jointe à l'offre. Cette note technique devra tenir compte des risques liés à l'occupation des locaux par des tiers. Le candidat devra proposer des conditions de reprise et de recyclage des modules en fin de vie ou en cas de casse pendant toute la durée de l'exploitation de la centrale solaire photovoltaïque.
- Le chiffrage des travaux.
- L'étude de faisabilité économique
- L'installateur devra présenter dans son offre les détails au niveau de l'étanchéité en périphérie des panneaux.
- Une note sur la maintenance.
- Les délais d'intervention pour la maintenance.

2.3.2 Avant travaux

Un dossier d'exécution comprenant :

- Les notes de calcul solaire (par PV syst par exemple) avec le calcul des ratios de performance et du productible annuel attendu
- Le diagramme d'ombrage.
- Les plans de calepinage avec répartition des strings
- Le schéma unifilaire de l'installation
- Le flash test pour chaque module
- La documentation technique de l'ensemble du matériel proposé (y compris coffrets et armoires),
- Les caractéristiques de l'installation (la puissance électrique installée, la puissance électrique injectée sur le réseau, la productivité mensuelle de l'installation, etc.)
- Un plan d'implantation du matériel (panneaux, local électrique, etc.)
- Un synoptique général de l'installation
- les références et caractéristiques électriques de chaque module photovoltaïque livré,
- synoptique général de l'installation,
- schéma de puissance,
- sections des câbles de toutes les liaisons électriques,
- Un plan précis présentant le cheminement du câblage,
- Les certificats de conformité des modules et des onduleurs.
- Les différents schémas électriques (plan de câblage de l'installation, schéma unifilaire HTA/BT, etc.)
- L'ensemble des éléments permettant au maître d'ouvrage de remplir le dossier de raccordement ENEDIS.
- Le planning d'exécution des travaux
- Les notes de calcul pour le dimensionnement des câbles électriques (AC et DC).
- Les notes de calcul pour le dimensionnement des onduleurs.
- Le plan détaillé du local technique

Les entreprises pourront être tenues de fournir également toutes les notes de calcul particulières nécessaires aux installations.

Tous ces documents devront être communiqués en temps utile par l'entreprise adjudicataire au maître d'œuvre, afin de recevoir l'accord de ce dernier avant exécution.

2.3.3 Après travaux

En fin de travaux, l'entreprise devra fournir un DOE, ce dossier comprendra :

- les certificats de garantie des matériels avec leur durée de garantie
- La série de tous les plans au format papier et sur CD Rom en formats DWG ou DXF.
- Un manuel technique en 3 exemplaires et comprenant :
 - un plan de récolement coté
 - le descriptif de l'installation et de son principe de fonctionnement,
 - les limites de fonctionnement normal du système,
 - la nomenclature de tous les matériels installés avec fiches techniques et coordonnées des fournisseurs (adresses, numéros de téléphone, noms des personnes à contacter), avec les numéros de série des principaux équipements (modules, onduleur...),
 - les schémas de principe,
 - les schémas électriques détaillés et normalisés,
 - les plans de câblage de l'installation et des équipements,
 - les spécifications et documentations techniques en français,
 - le Dossier d'Intervention Ultime sur l'Ouvrage : les instructions de montage, les consignes d'exploitation, d'entretien et de maintenance avec descriptif des opérations à effectuer et leur périodicité, les instructions pour le diagnostic des pannes courantes, les procédures de mise en service et hors service,
 - la procédure de consignation (précisant les fonctions et moyens d'accès aux organes de consignation) de l'installation et de mise en service,
 - la liste des pièces détachées de rechange nécessaires,
 - la liste d'outils spéciaux ou de tout équipement nécessaire pour le montage, le réglage, le fonctionnement et l'entretien des matériels,
- Le logiciel d'exploitation de la centrale d'acquisition de données et de télétransmission
- Un livret de bord vierge de l'installation, à pages numérotées, qui permettra de consigner :
 - les dates de maintenance et opérations de maintenance réalisées
 - les incidents éventuels et toutes remarques utiles
- Une notice d'utilisation destinée à l'exploitant comprenant des fiches simples, claires et concises sur le principe de fonctionnement, la signification des différents indicateurs, les consignes de sécurité et d'utilisation.
- Les Procès Verbaux d'essais.
- Un document consignait les contrôles faits en fin de travaux.

De même, l'entreprise devra fournir en fin de travaux :

- les résultats des contrôles techniques réglementaires réalisés avant la mise en service de la centrale.
- Le contrôle électrique réalisé par le bureau de contrôle et le CONSUEL
- Les résultats des essais et des mesures réalisées avant la mise en service.

En fin de travaux, l'installateur devra remettre au maître d'œuvre, une attestation de conformité de la protection de découplage aux réseaux (protection interne aux onduleurs), aux prescriptions du distributeur ENEDIS.

2.4 RECEPTION

Une réception en usine des composants du générateur pourra être demandée dans le cadre du présent projet. La réception sur site comportera, en fonction des prestations retenues :

- la vérification des caractéristiques de chacun des équipements,
- la vérification du fonctionnement et des performances de l'installation,
- les mesures de contrôle :
 - . De la production du champ solaire,
 - . Du découplage réseaux des onduleurs.

Le procès-verbal de réception sera établi si aucune observation défavorable n'a été formulée et si la totalité de la documentation a été remise.

Elle sera réalisée en présence au minimum du Maître d'Ouvrage et d'un représentant de l'entreprise adjudicataire. Un bordereau de réception définitive ou provisoire sera signé par l'ensemble des parties à l'issue de cette réception.

2.5 Dossier des ouvrages exécutés

2.5.1 Présentation

· Les DOE doivent être présentés en classeurs, avec sommaire général, intercalaires et sommaires divisionnaires.

Sommaire général avec intercalaires numérotés de 1 à 6.

- 1 - Cahier des Clauses Techniques Particulières
- 2 - Plans des installations avec indication « Plan de récolement »
- 3 - Notice technique et notice d'utilisation du matériel installé
- 4 - Nomenclature des matériels et PV
- 5 - Paramètres de mise en service
- 6 - Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage.

3 Garanties contractuelles

3.1 Garantie de parfait achèvement

Le délai de garantie dit de parfait achèvement est fixé à 12 mois à partir de la date de mise en service de la centrale solaire photovoltaïque.

Cette garantie sera exécutée conformément à l'article 44 du CCAG Travaux.

3.2 Garantie de Bon Fonctionnement

D'une durée de deux ans après la réception des travaux, la Garantie de Bon Fonctionnement dénommée « Biennale » porte sur la réparation des désordres affectant les équipements dissociables du corps de l'ouvrage.

3.3 Garantie décennale

La présomption de responsabilité établie par l'article 1792 s'étend également aux dommages qui affectent la solidité des éléments d'équipement d'un ouvrage, mais seulement lorsque ceux-ci font indissociablement corps avec les ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert.

Un élément d'équipement est considéré comme formant indissociablement corps avec l'un des ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert lorsque sa dépose, son démontage ou son remplacement ne peut s'effectuer sans détérioration ou enlèvement de matière de cet ouvrage.

Cette garantie sera exécutée conformément aux dispositions du Code Civil.

3.4 Garantie du matériel

Le matériel devra bénéficier d'une garantie minimale du constructeur. Une extension de garantie pourra être demandée dans chaque marché subséquent.

- Une garantie minimum de 10 ans est demandée pour les modules
- Une garantie de 10 ans minimum est demandée pour les onduleurs, une garantie de 20 ans est demandée en option
- Une garantie de productivité des panneaux à 10 et à 25 ans d'utilisations (à exprimer en % de productivité)
- Une garantie minimum de 10 ans sur le système d'intégration,
- Une garantie minimum de 2 ans sur le module d'acquisition des données.

Au cours des 10 premières années d'utilisation, toute baisse de puissance supérieure à 10% ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés dans les spécifications de la CCE n° 503 impliquera l'échange des modules concernés.

Si la production d'électricité moyenne n'est pas atteinte sur une année, l'installateur s'engage à dédommager le client par rapport au prévisionnel de production et d'effectuer les modifications techniques nécessaires afin d'atteindre les objectifs de production. Les données d'ensoleillement et de température moyenne diurne seront celles de Brest (source PVGIS SAF).

Ces garanties porteront sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, contre tous les vices de construction et de conception et sur le bon fonctionnement de l'ensemble des installations.

Le soumissionnaire aura la charge de la garantie décennale de la couverture uniquement pour la solution IAB.

L'installateur s'engage à remplacer, réparer ou modifier à ses frais, toutes les pièces ou éléments reconnus défectueux de construction ou de conception. Pour chaque pièce remplacée ou modifiée, il sera alloué un délai de garantie supplémentaire de six mois. De plus, il restera responsable de tous les accidents matériels ou corporels qui pourraient être réclamés à la suite de ces accidents.

Le SDEF se réserve le droit, après un an de fonctionnement, de constater l'état du matériel, contradictoirement avec les services techniques de l'installateur, pour en vérifier l'usure. L'entreprise s'engage à remplacer tout matériau dont l'usure serait anormale.

Les appareils mécaniques et électriques assurant une fonction participant à la fonctionnalité de l'établissement, sont considérés comme des éléments d'équipement aux termes des articles 1792.2 et 1792.3 du code civil.

La garantie produit (modules solaires photovoltaïques, système d'acquisition de données, onduleurs et structures support des modules) devra porter sur le matériel, la main d'œuvre et les déplacements correspondants.

Au titre de la garantie, le titulaire du contrat devra la réparation, et le remplacement (fourniture, pose et déplacement), gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie serait reconnu défectueux, hors défaut accidentel (vol, vandalisme, tempête).

L'entreprise devra également garantir la fourniture de pièces détachées pendant toute la durée de vie du matériel. La période de garantie prendra effet à partir de la date de réception définitive de l'installation.

Les défauts constatés survenus seront notifiés à l'entreprise pour qu'elle puisse entreprendre les réparations dans un délai de 1 mois au maximum. Passé ce délai, le bénéficiaire pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entreprise, aux réparations nécessaires sans préjudice des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice.

DEUXIEME PARTIE : SPECIFICATIONS PARTICULIERES DE L'INSTALLATION

Il s'agit d'installer une centrale solaire photovoltaïque raccordée au réseau. Le soumissionnaire ne devra proposer qu'une seule solution en ISB « intégration simplifiée au bâti ». Les modules photovoltaïques ne joueront donc pas le rôle de couverture et ne feront en aucun cas l'étanchéité.

Les prestations demandées consistent à étudier, fournir, poser, raccorder et mettre en service la centrale solaire photovoltaïque complète suivant les spécifications de la présente consultation.

Les équipements et leur installation devront être conformes aux spécifications générales présentées dans la première partie de ce document. Les caractéristiques de la centrale à réaliser ainsi que les spécificités d'installation sont décrites ci-après.

Le candidat devra impérativement compléter le tableau de la décomposition du prix global forfaitaire fournis par le maître d'ouvrage.

1 Présentation du projet

La commune de Plouhinec souhaite installer une centrale photovoltaïque sur sa future médiathèque

Emplacement du projet



Il s'agit d'un ERP. Ainsi, l'installation photovoltaïque devra être conforme aux les recommandations de la Commission Centrale de Sécurité "Avis sur les mesures de sécurité à prendre en compte en cas d'installation de panneaux photovoltaïques dans un ERP".

2 Délais - Planning livraison /ou Planning d'exécution

UN PLANNING DEVRA ETRE FOURNI DANS L'OFFRE.

(Date de départ : date de notification du marché)

Dès la notification du marché et au fil du projet, selon les demandes formulées par l'exploitant de la centrale solaire photovoltaïque l'ensemble des documents et éléments attendus devront être fournis par le titulaire du marché.

La prestation inclut le passage du bureau de contrôle électrique, du CONSUEL.

Le démarrage du chantier est programmé en septembre 2018.

La livraison du bâtiment est prévue pour décembre 2019.

3 Spécifications particulières

3.1 TYPE DE COUVERTURE

La couverture sera de type plaque d'acier nervurée KOMET840.

3.2 CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

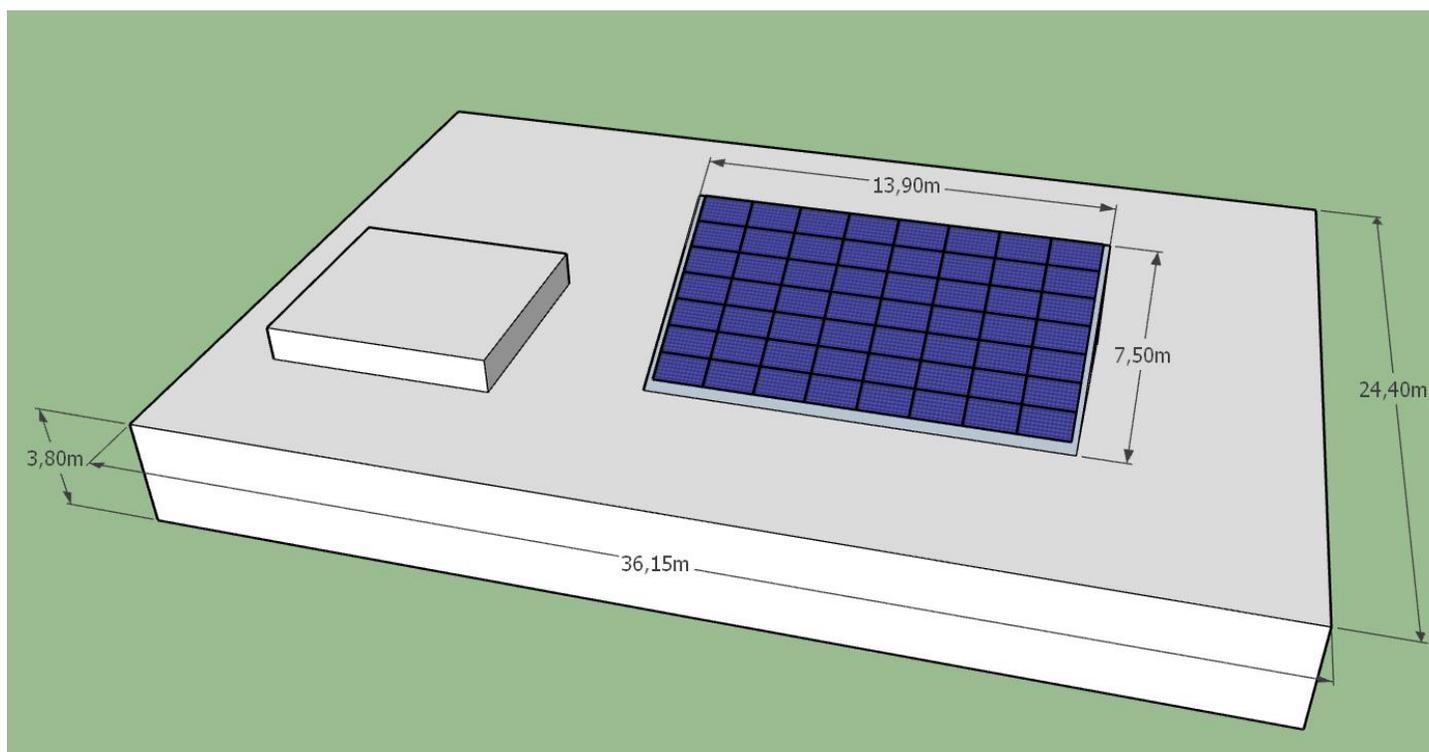
Le soumissionnaire devra présenter une solution en intégration simplifiée au bâti. La solution d'intégration photovoltaïque sera sous avis technique ATEC du CSTB. Le bâtiment n'est pas dans le périmètre de protection de l'ABF.

Les prestations consistent en :

- **la fourniture et la pose des modules photovoltaïques de couleur noire :**
 - **56 modules de 300 Wc SILLIA 60M (ou équivalent). Le candidat pourra proposer une autre solution technique qui respectera les pièces graphiques du permis de construire.**
- **La fourniture et la pose d'un onduleurs :**
 - **La pose d'un onduleurs SMA STP 15000 TI-30 ou équivalent. La solution technique pourra être modifiée dans la mesure où la demande de raccordement n'est pas encore déposée.**
- **Le système d'intégration simplifié devra être certifié ATEC auprès du CSTB. Le système d'intégration devra être obligatoirement compatible avec le bac acier du lot couverture.**
- **Le raccordement électrique des modules photovoltaïques et des onduleurs jusqu'au point de livraison**
- **La fourniture et la pose du système de monitoring en GPRS (type solar-log™)**

La demande de raccordement n'a pas été envoyée à ENEDIS pour le moment. Les candidats pourront présenter une autre solution technique.

Suggestion de calepinage des modules photovoltaïques en ISB :



Intégration ISB	
Caractéristiques proposées de la centrale	
Nombre de modules	56
Puissance d'un module	300 Wc
Puissance de la centrale	16.8 kWc
Puissance Onduleur	≈ 15 kVA

3.3 CABLAGE DE LA CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Les liaisons entre branches et onduleurs seront toutes de classe 2 réalisées sans discontinuités (voir aussi § 1.2.3).

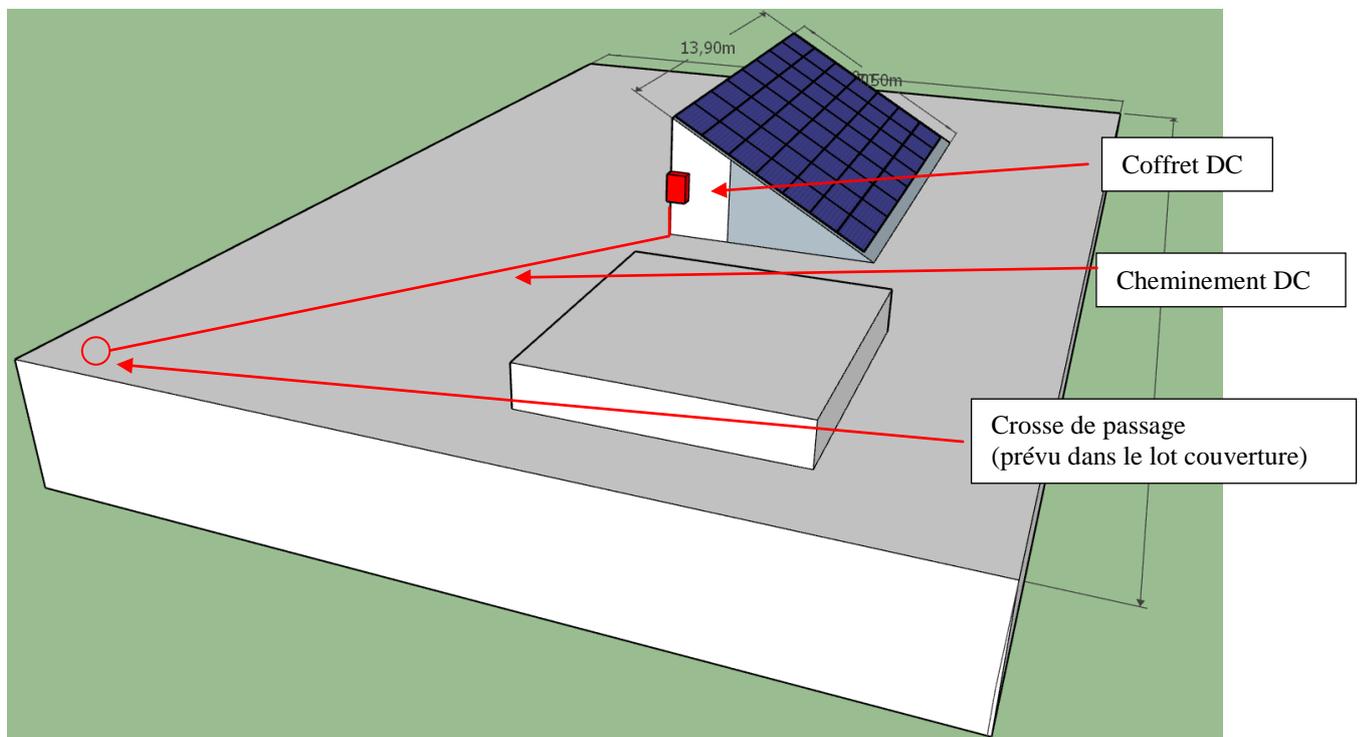
Les structures seront mises à la terre par un câble de cuivre nu de 25 mm² minimum. La prestation ne comprend pas la réalisation de la terre mais le raccordement à la terre existante et aux dispositifs d'écoulement du courant foudre (par exemple descente de paratonnerre) s'ils existent.

Pertes ohmiques inférieures à 1%.

Cheminement du câblage DC:

Le câblage cheminera du champ photovoltaïque vers le local électrique onduleur.

Le chemin de câble sera réalisé par le titulaire du lot et les câbles seront protégés mécaniquement. Le coffret DC devra être positionné au plus près des modules photovoltaïques.

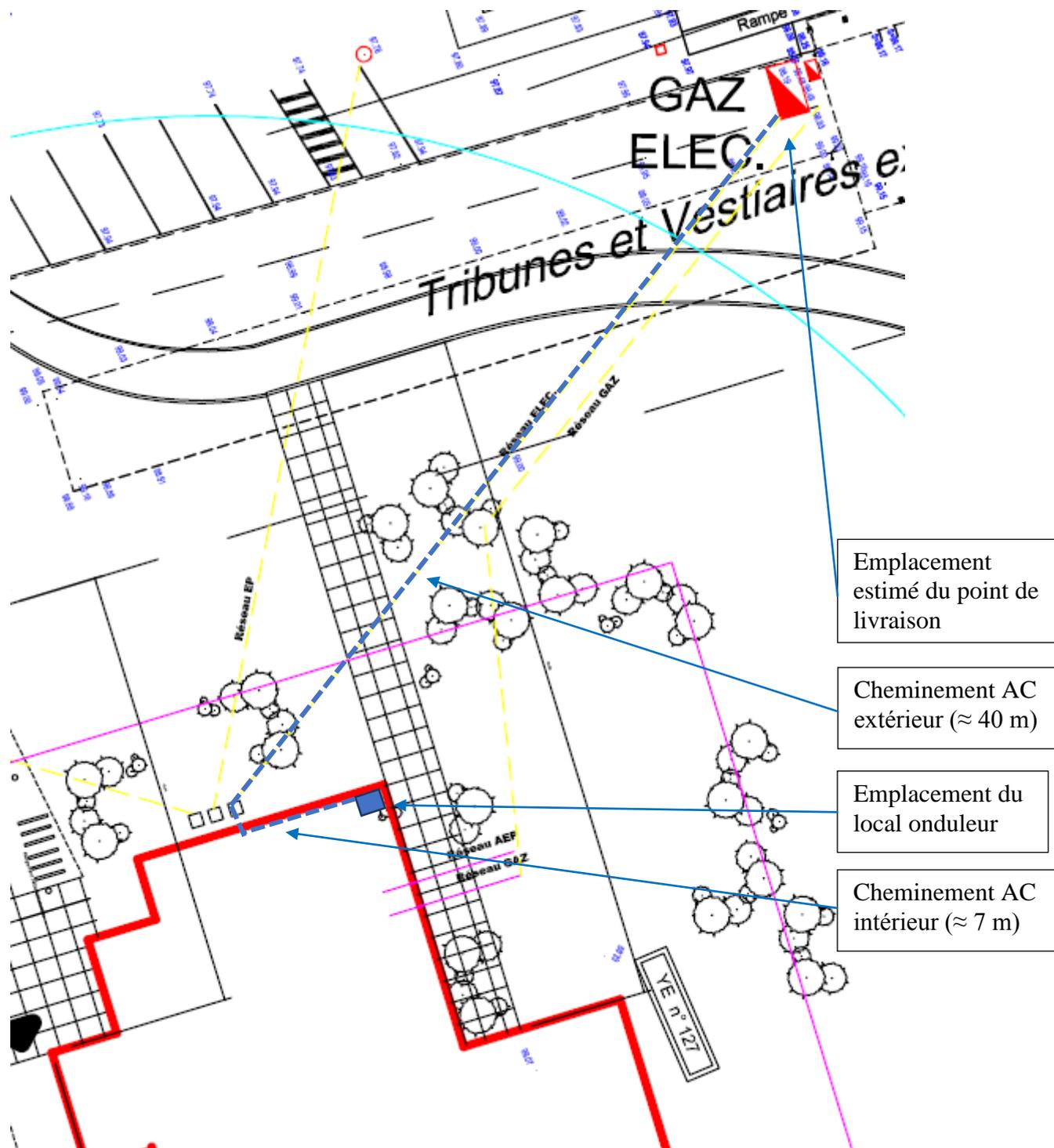


Hors Prestation : Tranchée

La réalisation de la tranchée entre le coffret de protection AC et le coffret ENEDIS en limite de propriété sont hors-prestation.

Cheminement du câblage AC :

A l'intérieur du bâtiment, le câblage cheminera du coffret de protection AC vers le point livraison situé à environ 40 mètres du bâtiment. Le départ du cheminement AC sera réalisé à l'intérieur du bâtiment sur environ 7 mètres pour rejoindre la réservation prévue de la tranchée.



Hors Prestation : Percement, fourniture du fourreau et tranchée

La réalisation de la tranchée entre le coffret de protection AC et le coffret ENEDIS en limite de propriété, le percement pour le passage du câble ainsi que la fourniture du fourreau sont hors-prestation.

3.5 ONDULEURS

Les onduleurs seront installés au sein du local technique entre les deux coffrets TGBT CC & CA. Ces coffrets comprenant des organes de sectionnement seront installés en amont et en aval des onduleurs. Ils permettront le sectionnement des sources pour intervention sur les onduleurs.

Les liaisons seront réalisées sur chemins de câbles séparés de façon à ne pas mélanger des niveaux de tension différents. Les chemins de câbles à proximité des onduleurs seront clairement identifiés par un étiquetage durable indiquant leur niveau de tension et la provenance de la liaison. Un pictogramme danger électrique sera ajouté pour les chemins contenant les liaisons en courant continu en provenance des modules.

Les liaisons champ solaire / onduleurs seront réalisées en courant continu et sous un régime IT.

Une garantie de 10 ans minimum est demandée pour l'offre de base, une garantie de 20 ans est demandée en option. Il est rappelé que le chiffrage des options est obligatoire.

Le titulaire du marché pourra proposer une garantie de disponibilité technique des onduleurs à hauteur minimale de 97% et d'y associer des forfaits pour manque à gagner applicables en cas de non-respect de la disponibilité garantie.

3.6 LIAISONS VERS LA LIMITE DE CONCESSION

L'installateur mettra en œuvre une protection générale contre les surintensités et les courants de défaut à la terre conforme à la réglementation en vigueur (protection dite C14-100).

L'installateur veillera à ce que les puissances injectées par phase soient les plus équilibrées possibles.

3.7 ACQUISITION DE DONNEES

L'installation devra disposer d'une alarme automatique (alerte par SMS, e-mail, ...), d'un relevé quotidien des données des compteurs, d'une consultation des données via un portail et d'une remise mensuelle des valeurs relatives à la centrale PV.

4 Maintenance sur 4 ans

Le contrat de maintenance sera composé :

- d'une télésurveillance : elle comprendra le contrôle des paramètres de production 7 jours sur 7, la gestion des alarmes et les frais d'abonnement de communication.
- d'une maintenance préventive.
- d'une maintenance curative.
- du nettoyage des panneaux.

L'entreprise indiquera le montant annuel de base, ainsi que l'indexation annuelle de ce montant.

Les plages horaires de prise en compte des demandes d'interventions sont les suivantes :

Contrat standard : du lundi au vendredi de 8H00 à 18H00

Pendant le contrat, le titulaire du marché devra corriger toutes les anomalies de fonctionnement et prévoir le personnel nécessaire pour rectifier les problèmes.

Maintenance préventive :

Elle comprendra les contrôles des dispositifs de sécurité, le bon fonctionnement des onduleurs avec leur entretien, le relevé des compteurs, la tenue du carnet d'entretien et la rédaction des certificats Q18 (inspection électrique) et Q19 (inspection électrique par thermographie).

De même, le contrat de maintenance inclura :

- la vérification du fonctionnement des onduleurs,
- le nettoyage des orifices d'aération des onduleurs,
- la vérification du fonctionnement des équipements de sécurité,
- le contrôle visuel de l'ensemble de l'installation,
- l'examen du châssis de montage,
- la mesure individuelle de chaque rangée de modules.

Il est procédé à 1 visite programmée par an.

A l'issue de cette visite, le titulaire fournit au client un compte rendu de visite signalant les anomalies et les opérations de remise en ordre à effectuer ainsi que le délai de réalisation. Le rapport devra être fourni au maître d'ouvrage dans un délai de 1 mois.

Maintenance curative :

Ce niveau de maintenance permettra de couvrir l'ensemble des réparations éventuelles de la centrale photovoltaïque.

La maintenance curative des équipements sous garantis sera gratuite (les onduleurs et les panneaux par exemple). Dans le cadre de la garantie réglementaire, le titulaire du marché devra remplacer gratuitement tous matériels défectueux.

La maintenance curative devra assurer le bon fonctionnement du système 5J/7J et comprendra la main d'œuvre, les déplacements, les pièces défectueuses.

L'entreprise indiquera dans son offre les délais d'intervention maximaux suite à une défaillance d'un élément du générateur. Si le délai d'intervention est dépassé, l'entreprise de maintenance prendra à sa charge les pertes de production. Les pénalités de retard devront être indiquées dans l'offre.

La correction des anomalies de logiciel devra être comprise dans la maintenance curative.

5 HYGIENE, SANTE, sécurité

Le Maître d'ouvrage place la sécurité des opérations et la maîtrise des impacts environnementaux comme exigence principale.

Dans le cas d'une installation mise en œuvre en couverture, la sécurité est assurée dans le respect des préconisations du guide RAGE 2012 « Conception, mise en œuvre et maintenance des systèmes photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées ».

5.1 INSTALLATION DE CHANTIER

L'installation de chantier devra être définies en fonction de la possibilité ou non d'utiliser des locaux sur place.

Dans le cas ou rien n'est disponible sur le site, des cantonnements type ALGECO devront être utilisés.

Le lieu de stockage des matériels photovoltaïques et des déchets sera à définir avec le maître d'ouvrage.

Les déchets (notamment des cartons d'emballage des modules) seront entreposés sur site pendant les travaux.

5.2 PROTECTION DES ZONES SOUS L'EMPRISE DES TRAVAUX

La mise en sécurité du site sera réalisée par des barrières (souples ou rigide) .Un balisage afin de rendre inaccessible la zone de travail au personnel non autorisé et où le matériel pourra être manutentionné en toute sécurité devra être réalisé.

5.3 EQUIPEMENT DES ACCES

En fonction de l'accessibilité, l'accès en toiture pourra être réalisé soit par nacelle élévatrice de personnel, soit par échafaudage si la hauteur d'intervention et la surface disponible au pied du toit l'autorisent.

Les flux de matière transiteront soit par chariot de chantier à bras télescopique, soit par monte-charge.

La priorité sera donnée aux équipements de protection collectifs (EPC) de type garde-corps mais selon la nature des travaux à réaliser sur la toiture, ceux-ci pourront être réalisés avec des équipements de protection individuelles (EPI).

Ces travaux en toiture seront réalisés par des ouvriers qualifiés (travaux grande hauteur).

Les nacelles et chariot télescopique seront conduites par du personnel formé et habilité CACES .Les échafaudages et garde-corps seront installés par du personnel formé au montage et à l'utilisation d'échafaudages.

5.4 TRAVAUX ELECTRIQUES

Les travaux de câblage, de pose de protections des onduleurs, des protections DC/AC et de mise en service de l'installation seront réalisés par des électriciens **habilités en basse tension** et qui ont suivi une formation spécifique au photovoltaïque **QualiPV module ELEC**.

En application de la réglementation, les intervenants effectuant le raccordement des modules et la mise en œuvre des équipements électriques doivent disposer de l'habilitation électrique concernée, selon la norme NF C 18-510 (habilitation symbole BP ou habilitation symbole BR « Photovoltaïque »).

Le chantier sera nettoyé tous les soirs et une évacuation des gravats sera faite.

Les déchets seront entreposés sur le chantier pendant les travaux puis évacués par benne pour mise en décharge agréé.

5.5 TRAVAUX EN HAUTEUR

Les travaux sur la toiture des projets de pose des modules, de câblage et de mise en service de l'installation seront réalisés par du personnel habilité « Travaux grande hauteur ».

Le candidat devra joindre à son offre les attestations de qualification correspondantes.

L'octroi de ces documents devra obligatoirement être inférieur à 3 ans.

6.6 Qualifications - Assurances

Le candidat devra justifier de ses qualifications traditionnelles QUALIFELEC, QUALIPV, OPQCB... concernant les travaux exécutés en Electricité conformément aux prescriptions de la norme NF C 15.100 et joindre à son offre les attestations de qualification correspondantes. L'octroi de ces documents devra obligatoirement être inférieur à 3 ans.

Le personnel du candidat devra pouvoir justifier d'un titre d'habilitation, conformément aux prescriptions des publications UTE C 18.510 et C 18.530, pour toutes les interventions et tous les travaux à réaliser à proximité ou sur des installations électriques Basse Tension du domaine BTA.

La responsabilité du candidat doit être couverte par une assurance type "police individuelle" et "responsabilité civile" en vigueur à ce jour, et à la date de réception des travaux.

Une police d'assurance devra également couvrir la responsabilité biennale et décennale concernant ce type de travaux. L'attestation, de validité inférieure à 3 mois, sera jointe à l'offre.

Les travaux sur la toiture du projet de pose des modules, de câblage, et de mise en service de l'installation seront réalisés par du personnels habilités « **travaux grande hauteur** ». Le candidat devra joindre à son offre les attestations de qualification correspondantes. L'octroi de ces documents devra obligatoirement être inférieur à 3 ans.

Le chantier sera nettoyé tous les soirs et une évacuation des gravats sera faite.

Les déchets seront entreposés sur le chantier pendant les travaux puis évacués par benne pour mise en décharge agréé.