



Bureau d'Etudes Techniques  
Chauffage – Climatisation – Ventilation – Plomberie - Electricité

## Construction de 22 logements collectifs et 2 locaux commerciaux Ilot C - GOUESNOU (29)



### CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (C.C.T.P.) LOT 16 : PHOTOVOLTAIQUE

<u>Maitre d'ouvrage :</u>	<u>Architecte :</u>	<u>Bureau d'études fluides :</u>
<b>AIGUILLON CONSTRUCTION</b> 3 avenue Georges Clémenceau 29200 BREST	<b>LAB</b> 7 rue des 11 Martyr 29200 BREST	<b>SAS ATIS</b> 110 rue Charles Nungesser 29490 GUIPAVAS Tél. : 02 98 46 32 19 E-mail : <a href="mailto:atis@atis.bzh">atis@atis.bzh</a>

#### ATIS

110 rue Charles Nungesser 29490 GUIPAVAS

Tél : 02.98.46.32.19

Mail : [atis@atis.bzh](mailto:atis@atis.bzh)

Société au capital social de 200 000 €

RCS 505 371 070 Brest – Code APE 7112B – Siret 505 371 070 0044

<b>Indice A</b>	<b>Création : 18-11-2025</b>	<b>Modifié : 05-02-2026</b>
-----------------	------------------------------	-----------------------------

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>GENERALITES .....</b>	<b>3</b>
1.1	PRESENTATION DU PROJET .....	3
1.2	PRESENTATION DE L'OFFRE .....	4
1.3	RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES .....	4
1.4	REGLEMENTATION.....	5
1.5	LIMITES DE PRESTATION .....	6
1.6	SPECIFICATIONS D'EXECUTION .....	8
1.7	DEROULEMENT DES TRAVAUX.....	8
<b>2.</b>	<b>SPECIFICATIONS GENERALES .....</b>	<b>10</b>
2.1	DOMAINES D'APPLICATION .....	10
2.2	CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT.....	11
2.3	CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE.....	11
2.4	INSTALLATION DE LA CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE .....	12
2.5	MESURES.....	13
2.6	ONDULEUR.....	14
2.7	PROTECTIONS .....	16
2.8	CABLAGE.....	18
2.9	PLACARD TECHNIQUE.....	20
<b>3.</b>	<b>PRESTATIONS DIVERSES .....</b>	<b>20</b>
3.1	DEMARCHES ADMINISTRATIVES .....	20
3.2	ETUDES.....	20
3.3	DOCUMENTATION TECHNIQUE A FOURNIR .....	21
<b>4.</b>	<b>DEUXIEME PARTIE : SPECIFICATIONS PARTICULIERES DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>25</b>
4.1	PRESENTATION DU PROJET.....	25
4.2	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES .....	25
4.3	CHEMINS DE CABLES.....	27
4.4	CROSSES .....	28
4.5	CABLES .....	28
4.6	LIAISONS VERS LE TGBT.....	28
4.7	DISPOSITIF DE COUPURE GENERALE .....	28
4.8	CONNEXIONS .....	28
4.9	BOITIER DC.....	28
4.10	ONDULEUR.....	28
4.11	COFFRET AC.....	29
4.12	SIGNALISATION.....	29
4.13	SECTIONNEUR AC.....	29
4.14	MONITORING .....	29
4.15	PLACARD TECHNIQUE.....	29
<b>5.</b>	<b>QUALIFICATIONS - ASSURANCES .....</b>	<b>30</b>
<b>6.</b>	<b>ETANCHEITE A L'AIR .....</b>	<b>31</b>
6.1	GENERALITES .....	31
6.2	LIAISON EQUIPEMENT ELECTRIQUE ET PAROI.....	31
6.3	LIAISON TABLEAU ELECTRIQUE ET PAROI .....	32
6.4	PASSAGE DE CABLE.....	32
<b>7.</b>	<b>ANNEXE 1 – SCHEMA TYPE AUTOCONSOMMATION .....</b>	<b>34</b>

# 1. GENERALITES

## 1.1 PRESENTATION DU PROJET

### 1.1.1 Objet de l'opération

Le présent document définit les prestations nécessaires aux travaux de chauffage, ventilation, plomberie sanitaire dans le cadre du projet de construction de 22 logements et 2 locaux commerciaux à GOUESNOU (29) pour Aiguillon Construction.

Le projet est composé d'un bâtiment qui s'articule de la manière suivante :

ILOT C							
Etage	Répartition des logements					Total logements	Local Commercial
/	T1	T2	T3	T4	T5	/	/
RDC		1	2			3	2
R+1		4	1	2		7	
R+2		4	1	2		7	
R+3		2	2	1		5	
TOTAL		11	6	5		22	2

Le bâtiment sera classé en 2<sup>ème</sup> famille.

### 1.1.2 Réglementation/performance énergétique

La conception du bâtiment permettra d'atteindre le niveau réglementaire de performance énergétique RE2020.

### 1.1.3 Définition sommaire des travaux

Le présent lot a pour objet la mise en œuvre d'une installation photovoltaïque de 19,4 kWc en autoconsommation avec revente du surplus.

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
- l'enlèvement et la mise en décharge des déchets et gravats liés au chantier,
- la mise en place de la signalétique,

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
- 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,

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 Silicium monocristallin (Maxéon) 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.

#### **1.1.4 Mission du bureau d'études**

La mission du bureau d'études comprend :

- L'élaboration du CCTP, du DPGF et des plans de principe.
- L'analyse des offres.
- Le contrôle du dossier technique d'exécution remis par le titulaire du marché avant le démarrage des travaux.
- La réception des travaux.

#### **1.1.5 Plans à consulter**

Plans Maîtrise d'oeuvre et architectes :

- Plan de principe Electricité - Courants faibles.
- Plan de principe Chauffage - Ventilation - Plomberie.
- Plans architectes.

## **1.2 PRESENTATION DE L'OFFRE**

La proposition de prix devra être rigoureusement conforme au présent CCTP et être rédigée sur le cadre de bordereau de prix joint, en y faisant apparaître les prix unitaires, sous peine d'exclusion.

Les variantes proposées par l'entreprise devront être présentées impérativement à part de l'offre de base.

Les quantités portées au présent descriptif et dans le bordereau de prix sont données à titre indicatif, l'entreprise doit donc les vérifier.

En aucun cas, l'entrepreneur ne pourra faire état de l'imprécision des plans, des descriptifs et des documents annexes, ou d'omission, s'il y a lieu, afin de refuser d'exécuter tout ou partie des ouvrages nécessaires au complet achèvement et à la parfaite utilisation des équipements. Il lui appartient donc d'apprécier l'importance et la nature des travaux à réaliser, et de suppléer, par ses connaissances professionnelles, aux détails et prestations dont l'emplacement, la nature et la qualité seraient implicitement inclus dans le cadre d'une réalisation normale des travaux.

## **1.3 RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES**

Personnes à contacter :

- Pour obtenir des renseignements techniques : ATIS – M. GUERBOIS Tél. 02 98 46 32 19
- Pour obtenir des renseignements administratifs : LAB – M. BOUCAULT Tél 02 29 05 99 28

## **1.4 REGLEMENTATION**

Les travaux seront réalisés conformément aux textes réglementaires, normes, règles de calcul, instructions techniques, mis à jour et en vigueur à la date d'établissement des prix.

Liste non limitative des textes à respecter :

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 UTEC 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).

## **1.5 LIMITES DE PRESTATION**

L'entrepreneur devra exécuter l'ensemble des travaux nécessaires à l'achèvement complet de son installation et à son bon fonctionnement, et, entre autres :

- l'installation éventuelle d'échafaudages
- l'évacuation à la décharge publique des matériels et matériaux déposés
- le nettoyage des locaux
- l'établissement de toutes les protections et dispositifs de sécurité réglementaires nécessaires à l'intervention de son personnel.
- la mise en service et le réglage des installations.
- le repérage par étiquettes, et bandes de couleurs conventionnelles des canalisations, appareils et accessoires divers.
- la protection anti-rouille de toutes les parties métalliques sujettes à l'oxydation.

Limites de prestations avec les autres corps d'état :

### **1.5.1 Travaux de Couverture-Étanchéité :**

A la charge du lot Couverture Étanchéité :

- La reprise d'étanchéité autour de la structure des panneaux en lien avec le lot photovoltaïque
- L'abergement entre la toiture et la couverture.
- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à une vérification des charges climatiques maximales applicables au projet qui doivent correspondre aux limites des charges acceptables par l'avis technique du produit

- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à un support par liteaux conformément à l'avis technique du projet

A la charge du lot photovoltaïque :

- La pose de la structure des panneaux en lien avec le lot couverture.
- La fourniture du plan de calepinage du champ photovoltaïque.
- La fourniture et pose du câblage, du chemin de câble, des câbles, des onduleurs, des panneaux photovoltaïques, des coffrets DC et AC.
- L'ensemble des démarches administratives.
- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à une vérification des charges climatiques maximales applicables au projet qui doivent correspondre aux limites des charges acceptables par l'avis technique du produit
- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à un support par liteaux conformément à l'avis technique du projet

**1.5.2 Travaux de Charpente :**

A la charge du lot Charpente :

- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à une vérification des charges climatiques maximales applicables au projet qui doivent correspondre aux limites des charges acceptables par l'avis technique du produit
- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à un support par liteaux conformément à l'avis technique du projet

A la charge du lot Photovoltaïque :

- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à une vérification des charges climatiques maximales applicables au projet qui doivent correspondre aux limites des charges acceptables par l'avis technique du produit
- Le système de panneaux photovoltaïques prévu en toiture devra être associé à un support par liteaux conformément à l'avis technique du projet

**1.5.3 Travaux de cloisons :**

A la charge du lot Cloisons :

- La réalisation d'un coffre coupe-feu entre la toiture et le local onduleur

A la charge du lot Photovoltaïque :

- La fourniture de ses réservations
- Le passage de ses réseaux

**1.5.1 Travaux de chauffage ventilation :**

A la charge du lot chauffage ventilation :

- Prévision d'une bouche de ventilation dans le local onduleur

**1.5.2 Travaux d'Electricité :**

A la charge du lot Electricité :

- La mise à disposition d'une protection dans le TGBT pour la production photovoltaïque ainsi que la mise à disposition d'un bornier pour permettre l'autoconsommation + la revente du surplus de production photovoltaïque (17.4kWc).
- La fourniture du PDL pour la déclaration de la production photovoltaïque

A la charge du lot photovoltaïque :

- L'ensemble des démarches administratives
- Le raccordement sur bornier mis à disposition par l'électricien

## **1.6 SPECIFICATIONS D'EXECUTION**

### Tension et nature du courant électrique :

Source de courant normale :

Branchement ENEDIS de type tarif Bleu

Courant : 230/400 V 3 phases, neutre distribué.

### Régime du neutre

Les installations électriques sont basées sur le régime du neutre à la terre (schéma TT), avec protection différentielle et coupure au premier défaut.

### Chute de tension

Les chutes de tension entre le point de livraison EDF et l'utilisation devront être inférieures à :

3 % pour l'éclairage.

5 % pour la force.

3 % pour les réseaux informatiques.

### Classement de l'établissement

2ème famille

### Puissance des appareils - Dimensionnement des installations

Les puissances électriques, calibres des protections et sections des canalisations mentionnées dans le présent document sont donnés à titre indicatif afin de faciliter le travail de l'entrepreneur ; l'entrepreneur adjudicataire ne pourra invoquer des besoins ou puissances réellement installées supérieures pour prétendre à des travaux supplémentaires.

Les dispositifs de protection posséderont le pouvoir de coupure minimum requis et adapté à l'établissement (note de calcul à fournir).

## **1.7 DEROULEMENT DES TRAVAUX**

### **1.7.1 Planning des travaux**

L'entrepreneur soumissionnaire s'engagera à réaliser les travaux dans les détails et conditions indiquées dans le CCAP.

### **1.7.2 Essais**

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.

### **1.7.3 Sécurité et protection de la santé**

L'Entrepreneur devra répondre à l'appel d'offres en prenant en compte les éléments d'information du P.G.C.S.P.S.



Chaque entreprise réalisant des travaux (entreprise titulaire des lots et sous-traitants) devra réaliser un plan particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (P.P.S.P.S.) avant de démarrer toute intervention sur le chantier.

Elle dispose d'un mois à compter de la réception de son contrat signé pour élaborer le P.P.S.P.S.

Pendant la durée du chantier, l'entreprise devra intégrer dans son organisation de travail, ainsi que dans le choix des moyens mis à la disposition des salariés, les modalités retenues par le coordonnateur.

Préalablement à toute intervention, chaque entreprise (entreprise titulaire du lot ou sous-traitant) procédera à une inspection commune de chantier avec le coordonnateur sécurité.

#### **1.7.4 Relations avec l'organisme de contrôle et les services de sécurité incendie**

Les frais de contrôle des installations par un organisme agréé seront pris en charge par le Maître d'Ouvrage.

Avant toute intervention, l'entrepreneur devra soumettre au contrôleur technique, pour approbation, les schémas et plans d'exécution des installations.

#### **1.7.5 Garanties contractuelles**

##### **1.7.5.1 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.

##### **1.7.5.2 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.

##### **1.7.5.3 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.

##### **1.7.5.4 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 de 25 ans d'utilisations (à exprimer en % de productivité)
- Une garantie minimum de 10 ans sur le système de pose, une garantie de 20 ans est demandée en option.
- 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.

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.

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.

## **2. SPECIFICATIONS GENERALES**

### **2.1 Domaines d'application**

Le présent descriptif rassemble les principales spécifications requises en matière de conception et d'installation de systèmes photovoltaïques en autoconsommation avec revente de surplus 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.

- Emplacement du projet : à l'angle de la rue du château d'eau et de la Venelle des Lilas 29850 GOUESNOU
- Pose de panneaux en surimposition
- Inclinaison 35° (inclinaison toiture)
- Distance panneaux/onduleur d'environ 20m

## 2.2 Conditions de fonctionnement

Les équipements 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.

## 2.3 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 par des plots (toiture...). 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 supérieure ou égale à - 3%.

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

**Le candidat devra proposer un matériel disposant d'un avis technique du CSTB.**

### 2.3.1 Modules

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

- Température ambiante : - 40° à + 85°C
- Humidité relative : jusqu'à 100%
- Vitesse du vent : jusqu'à 200 Km/h
- Précipitations : pluie battante continue, neige, grêle ( $\varnothing < 25\text{mm}$ ) à une vitesse de 83 km/h

Les cellules photovoltaïques seront en Silicium monocristallin

Cadre en aluminium anodisé.

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).

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.

### **2.3.2 Structures**

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

## **2.4 Installation de la centrale solaire photovoltaïque**

### **2.4.1 Aspects mécaniques**

*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.

### **2.4.2 Aspects électriques**

*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.

*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.

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

## **2.5 Mesures**

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

### **2.5.1 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 sera GPRS et devra être inclus dans l'offre.

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

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).

## **2.6 Onduleur**

### **2.6.1 Caractéristiques techniques**

L'onduleur sera 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 > 98% à la puissance nominale
- Consommation en standby < 1,5 W
- Taux de distorsion harmonique inférieur à 2%
- Température de fonctionnement : -25° à + 60° 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 standby
- 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 ERDF / 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.

#### Protection de découplage :

Cette protection est destinée à la déconnexion des générateurs en cas de :

défaut sur le réseau public de distribution ;

disparition de l'alimentation par le réseau public de distribution ; variations de la tension ou de la fréquence supérieures à celles spécifiées par le distributeur.

Cette protection de découplage est conforme aux dispositions du guide UTE C 15-400. Elle est du type B.1 pour les installations présentant une puissance totale maximale d'onduleur n'excédant pas 250 kVA et de type H pour les installations d'une puissance supérieure.

Dans les installations présentant une puissance totale d'onduleurs n'excédant pas 250 kVA, la protection de découplage peut être intégrée aux onduleurs. Elle doit alors être conforme à la prénorme DIN VDE 0126-1-1 et son amendement 1.

### **2.6.2 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.

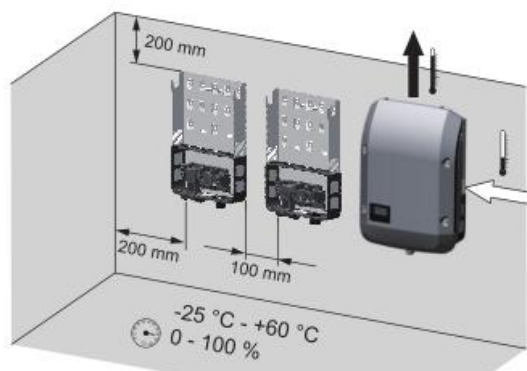
### **2.6.3 Spécifications d'installations des onduleurs**

#### Les onduleurs seront installés dans un placard technique spécifique au R+3.

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 débroschage 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.



## 2.7 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.

### 2.7.1 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.

### 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 entre autres 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).

### 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.

### 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 mm<sup>2</sup>.
- 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 mm<sup>2</sup>. 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.

### 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).

- 1 coffret

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).

- 1 coffret

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 débrochage 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 onduleur au RDC à proximité de l'onduleur. 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.

## **2.8 Câblage**

### **2.8.1 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/m<sup>2</sup>.

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 mm<sup>2</sup> 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.

### **2.8.2 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 les plus discrètes possibles sauf avis contraire du bénéficiaire.

### **2.8.3 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 mm<sup>2</sup> 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.

### **2.8.4 Acquisition de données**

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

### **2.8.5 Liaisons vers la limite de concession**

Les protections électriques seront installées dans un coffret fixé dans le local technique photovoltaïque (ce coffret rassemblera les protections parafoudres réseaux, la protection différentielle et le compteur d'énergie).

Dans tous les cas, la liaison coffret AC/TGBT sera comprise dans l'offre : câbles AC et Telecom (si la connexion n'est pas en GPRS).

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

## **2.9 Placard technique**

L'ensemble du matériel relatif à la conversion, aux protections et à la mesure (coffrets TGBT, onduleur, etc...) sera installé dans un placard technique prévu à cet effet au R+3.

Ce dernier devra fournir un plan détaillé du placard technique indiquant la position des différents onduleurs et coffrets.

L'installateur veillera toutefois à ce que les différents éléments prévus dans le placard 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 placard 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.

## **3. Prestations diverses**

### **3.1 Démarches administratives**

#### **3.1.1 Documents administratifs**

L'ensemble des démarches administratives est préparé par le titulaire du marché.

Le titulaire du marché réalisera les demandes de raccordement auprès d'ENEDIS après réception de l'ensemble des documents et pièces nécessaires à cette demande établie par le titulaire.

#### **3.1.2 Consultation des administrations**

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

### **3.2 Etudes**

#### **3.2.1 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
- 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.

### **3.2.2 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.

## **3.3 Documentation technique à fournir**

### **3.3.1 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 des bas de pente, rives et faîtage.
- Une note sur la maintenance.
- Les délais d'intervention pour la maintenance.
- Les non-conformités du plan proposé

### **3.3.2 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.

### **3.3.3 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 clé USB 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.

### **3.3.4 Réception**

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.

### **3.3.5 Dossier des ouvrages exécutés**

L'entrepreneur fournira les documents suivants dans le mois suivant la réception des travaux, regroupés dans un classeur :

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.

### **3.3.6 Gestion des déchets**

L'entreprise devra se conformer aux dispositions techniques et financières énoncées par la législation. Elle indiquera :

- l'incidence financière du tri de ses déchets de chantier
- l'incidence financière de l'élimination des déchets

### **3.3.7 Installations de chantier**

L'entreprise de Gros Œuvre doit la mise en place d'un branchement provisoire pour toute la durée du chantier augmentée de 2mois.

Les zones de travaux devront être alimentées en armoires générales avec boîtier prises de courant. Sur un boîtier on compte :

- 6 prises 220 V
- 2 prises 380 V

On comptera 1 armoire générale. Elle sera alimentée par câble électrique sous fourreaux TPC ou en aérien sur poteau à la charge du présent lot. Le réseau d'alimentation en électricité devra être dessiné sur le PIC. Il est à la charge de l'entreprise pour toute la durée du chantier. L'entreprise assurera le passage en cas de traversée de voirie (pylônes ou réseau enterré)

L'installation sera complétée par un éclairage extérieur de chantier sur mâts (zone bungalows, zone de stockage, ...).

L'ensemble de cette installation devra faire l'objet d'un contrôle par organisme agréé.

Par la suite, le lot Électricité assurera la mise en place de coffrets de prises aux différents niveaux des bâtiments ainsi que d'un éclairage intérieur de chantier (cages d'escalier notamment).



## **4. DEUXIEME PARTIE : SPECIFICATIONS PARTICULIERES DE L'INSTALLATION**

### **4.1 Présentation du projet**

La puissance totale prévisionnelle est de 17,4kWc répartie équitablement sur les 2 toitures soit :

- 8.72kWc sur la toiture 1
- 8.72kWc sur la toiture 2

La surface totale prévisionnelle de PV est d'environ 88m<sup>2</sup> répartie équitablement sur les 2 toitures soit :

- 40m<sup>2</sup> sur la toiture 1
- 40m<sup>2</sup> sur la toiture 2

Le poids total de l'installation de PV sera d'environ 968kg répartie équitablement sur les 2 toitures soit :

- 440kg sur la toiture 1
- 440Kg sur la toiture 2

L'inclinaison du plan des capteurs est de 35°. Ils poursuivront la pente naturelle de la toiture.

L'électricité produite par le système sera entièrement autoconsommée avec revente du surplus.

### **4.2 MODULES PHOTOVOLTAIQUES**

**Le système de pose sera sous ATEC.**

Le soumissionnaire devra présenter une solution en surimposition.

Les prestations consistent en :

la fourniture et la pose des modules photovoltaïques

40 modules répartie sur 2 toitures de 440Wc Série Tiger Neo N-type 54HL4R-(V) de chez JINKO ou équivalent (sous réserve de ETN ou ATEC).

La fourniture et la pose d'un onduleur SUN2000 3 de HUAWAI ou équivalent.

Le système de pose sera en intégration et devra être obligatoirement compatible avec le système d'étanchéité.

Le raccordement électrique des modules photovoltaïques et de l'onduleur.

La fourniture et la pose du système de monitoring (type solar-log™)

Caractéristiques électriques :




No. de Modèle	430W	435W	440W	445W	450W
Garantie					
Garantie	15 Années				
Garantie de Puissance	30 ans à 87,4% de puissance sortie				
Caractéristique Electrique (STC)					
Puissance Maximal (Pmax)	430 Wp	435 Wp	440 Wp	445 Wp	450 Wp
Tension à Puissance Maximal (Vmax)	32,38 V	32,59 V	32,81 V	33,02 V	33,21 V
Courant à Puissance Maximum (Cmax)	13,28 A	13,35 A	13,41 A	13,48 A	13,55 A
Tension Circuit Ouvert (Voc)	38,95 V	39,16 V	39,38 V	39,59 V	39,78 V
Courant Circuit Court (Isc)	13,73 A	13,8 A	13,86 A	13,93 A	14 A
Efficacité Module	21,52 %	21,77 %	22,02 %	22,27 %	22,52 %
Tolérance de Puissance (+)	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %
	Conditions de Test Standard (STC): masse d'air AM 1,5, irradiation 1000W/m², température des cellules 25°C				
Caractéristique Electrique en NOCT					
Puissance Maximal (Pmax)	323 Wp	327 Wp	331 Wp	335 Wp	338 Wp
Tension à Puissance Maximal (Vmax)	30,1 V	30,33 V	30,56 V	30,76 V	30,9 V
Courant à Puissance Maximum (Cmax)	10,73 A	10,78 A	10,83 A	10,89 A	10,94 A
Tension Circuit Ouvert (Voc)	37 V	37,2 V	37,41 V	37,61 V	37,79 V
Courant Circuit Court (Isc)	11,09 A	11,14 A	11,19 A	11,25 A	11,3 A
Température	45±2 °C				
	Température Nominale des Cellules (NOTC): 800W/m², AM 1,5, vitesse du vent 1m/s, température ambiante 20°C				
Caractéristique de Température					
Gamme de Température	-40~85 °C				
Coefficient Température (Pmax)	-0,29 %/°C				
Coefficient Température (Voc)	-0,25 %/°C				
Coefficient Température (Isc)	0,045 %/°C				





**Tests et certifications :**

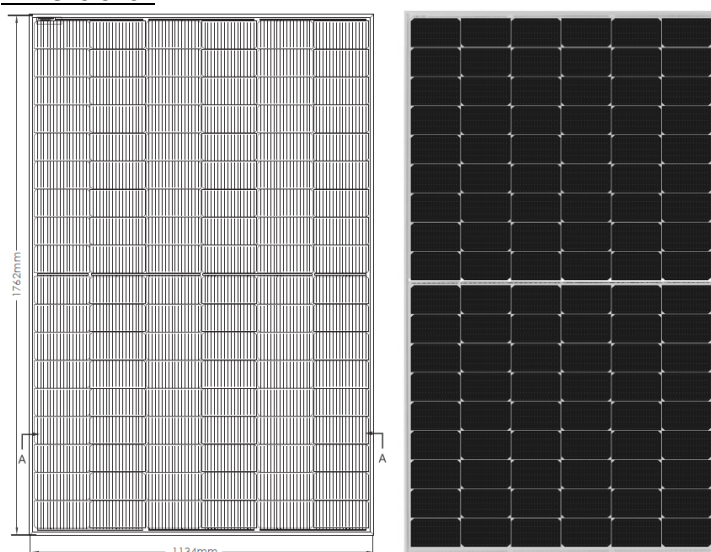
- IEC61215 (2016) / IEC61730 (2016)
- IEC61701 / IEC62716 / IEC60068 / IEC62804
- ISO9001:2015: Quality Management System
- ISO14001:2015: Environment Management System
- ISO45001:2018: Occupational health and safety management systems

**Conditions de Test et Caractéristiques Mécaniques:**

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	108 (2×54)
Dimensions	1762×1134×30mm (69.36×44.65×1.18 inch)
Weight	22 kg (48.50 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

\*STC:  Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>  Cell Temperature 25°C  AM=1.5

NOCT:  Irradiance 800W/m<sup>2</sup>  Ambient Temperature 20°C  AM=1.5  Wind Speed 1m/s

**Dimensions :****Garanties:**

Garantie de puissance linéaire de 30 ans.

Garantie produit de 15 ans.

**4.3 Chemins de câbles**

Les câbles devront reposer dans un chemin de câbles spécifique ou fixés à l'aide de colliers types Rilsan traités UV aux cadres des modules photovoltaïques.

L'ensemble des câbles PV chemineront dans des chemins de câbles capotés.

Ces chemins de câbles seront de type PVC avec traitement anti UV de type Unex ou équivalent en extérieur et de type acier galvanisé à chaud (type Câblofil) ou équivalent en intérieur.

Les chemins de câbles devront dans tous les cas être reliés à la terre par un cuivre nu de 25 mm<sup>2</sup>, fixé par bornes à vis sur l'aile extérieure, sur toute leur longueur.

Les chemins de câbles seront fixés sur plots soudés à la toiture.



#### 4.4 Crosses

Fourniture et pose de crosses en Tôle galvanisée marque à la charge du présent lot.

#### 4.5 Câbles

Les câbles seront du type U1000 RO2V pour les câbles côté AC et spécifiques pour application solaire côté DC (classe II, résistant aux UV et hautes températures, unipolaires).

#### 4.6 Liaisons vers le TGBT

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 au niveau du TGBT de l'établissement et un compteur MODBUS. (en coordination avec le lot CFO/CFA )

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

L'installateur devra mettre en œuvre la liaison entre l'onduleur et le TGBT situé au RDC.

#### 4.7 Dispositif de coupure générale

Coupure de toutes les sources d'énergie électriques :  
générateur PV ; réseau public de distribution

Mise en place d'une coupure générale simultanée de l'ensemble des onduleurs, visible, positionnée à proximité de la coupure générale électrique de l'établissement et identifiée par la mention : « Attention, présence de 2 sources de tension: 1- Réseau de distribution, 2- Panneaux photovoltaïques ».

#### 4.8 Connexions

Pour le circuit DC, les connections des câbles seront automatiques, classe II, résistants à l'arrachement, spécifiques pour application solaire et de même marque que les modules.

#### 4.9 Boîtier DC

L'installateur doit prévoir la mise en œuvre dans le local onduleur de plusieurs coffrets électriques regroupant les différentes protections des circuits DC de l'installation.

Les coffrets comprennent :

- 1 fusible par pôle + - (en fonction du nombre de string à raccorder)
- Un sectionneur pour la coupure d'urgence DC.
- Un parafoudre en fonction des niveaux Kérauniques de la zone du projet.

Les boîtes de jonction en extérieur seront étanche IP55. L'étanchéité de la boîte au niveau de sa fixation devra aussi être assurée.

Les boîtes de jonction en extérieur devront être résistantes aux UV ou traitées anti-UV.

Localisation : Local technique photovoltaïque

#### 4.10 Onduleur

L'onduleur sera installé au sein du local technique onduleur 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.

Onduleurs sans transformateur de marque Fronius ou équivalent.

La protection de découplage étant assurée en interne par les onduleurs, ceux-ci devront se conformer à la norme VDE0126. La présentation des certificats, établis par un laboratoire indépendant, sera exigée.

#### Localisation :

L'onduleur sera dimensionné en fonction du nombre de modules photovoltaïques dans le placard technique photovoltaïque et ventilé.

### **4.11 Coffret AC**

Le coffret sera équipé du matériel suivant

- 1 disjoncteur tétrapolaire avec bobine à émission Mx pour la coupure d'urgence des installations électrique.
- 1 sous compteur pour la mesure de la production.
- 1 parafoudre AC type 2 avec sa protection
- 1 disjoncteur tétrapolaire différentiel 300 ma par onduleur.

Les tableaux électriques seront de conception modulaire, métalliques, fournis avec plastrons et porte pour assurer la protection contre les contacts indirects.

Localisation : Placard technique photovoltaïque

### **4.12 Signalisation**

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenance, contrôleurs, exploitants du réseau public de distribution, services de secours), il est impératif de signaler le danger lié à la présence de deux sources de tension (photovoltaïque et réseau public de distribution) sur le site.

### **4.13 Sectionneur AC**

La coupure et le sectionnement seront assurés par l'AGCP (Appareil Général de Coupure et de Protection) disjoncteur de branchement). Celui-ci possèdera toutes les caractéristiques techniques requises pour être apte au sectionnement.

Celui-ci sera positionné dans le local technique.

### **4.14 Monitoring**

Un système de monitoring de l'installation sera installé afin de permettre l'envoi des données de comptage et de prévenir en cas de dysfonctionnement d'un onduleur au plus vite.

### **4.15 Placard technique**

L'ensemble des équipements de conversion, de protection et d'acquisitions de données sera regroupé dans le local technique.

Les plans d'aménagement présentant en détail l'implantation des différents composants au sein de ce placard devront être transmis par l'installateur au maître d'ouvrage pour accord avant installation.

Le soumissionnaire devra prévoir dans son offre l'installation et le câblage des prises électriques nécessaire au bon fonctionnement de la centrale photovoltaïque.

## **5. 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.

## 6. ÉTANCHEITE A L'AIR

### 6.1 Généralités

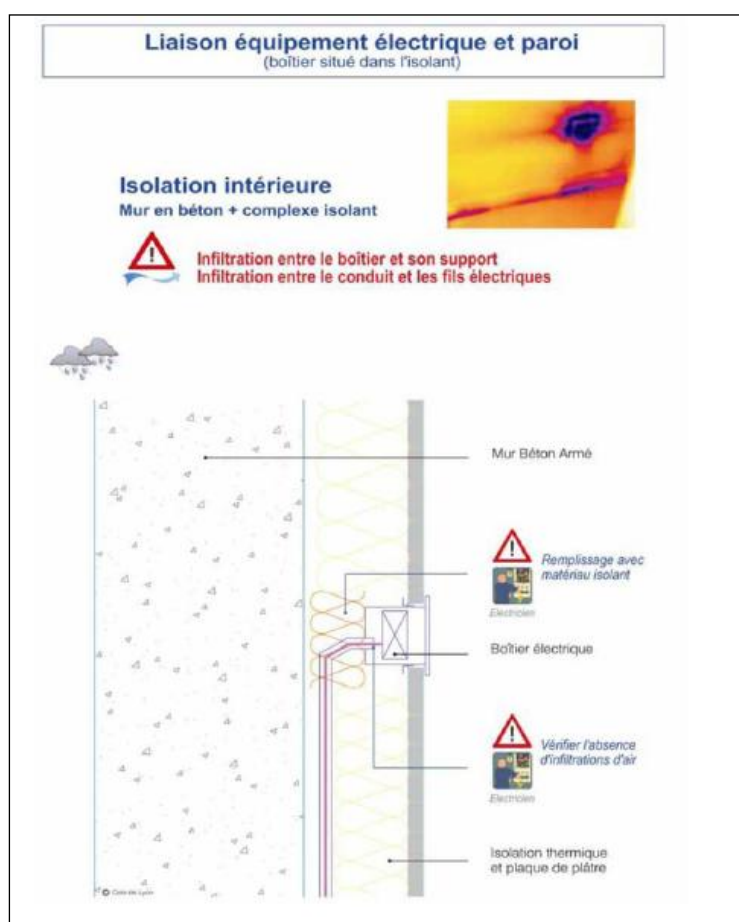
Dans le cadre de ce projet, Le bâtiment devra répondre à la réglementation thermique RT2012.  
L'entreprise portera un soin particulier à la mise en œuvre en vue d'obtenir une bonne étanchéité à l'air.  
Assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air pour un bâtiment, c'est être capable de maîtriser les flux d'air qui circulent à travers des orifices volontaires (bouches de ventilation et entrées d'air) et limiter les flux incontrôlés, qui peuvent être source de pathologie, d'inconfort, et de gaspillage d'énergie (encastrement d'appareillage, passage de fourreaux et de canalisations).

Les infiltrations se situent principalement au niveau des :

- liaisons façades et planchers
- menuiseries extérieures

Pour cela les préconisations suivantes devront être respectées :

### 6.2 Liaison équipement électrique et paroi

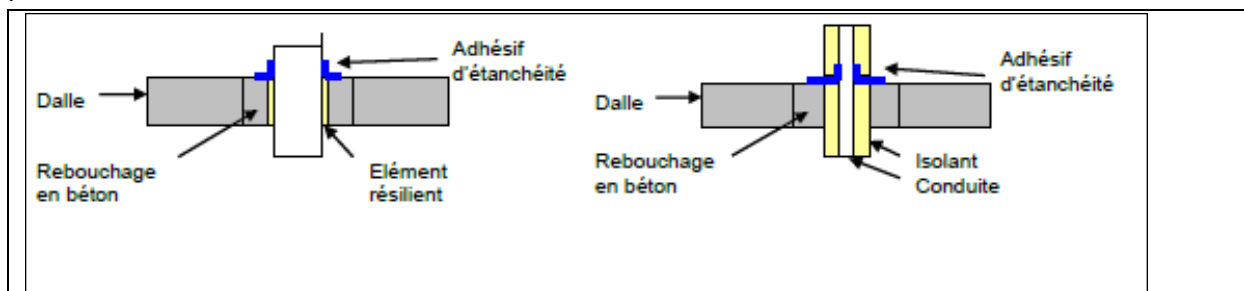




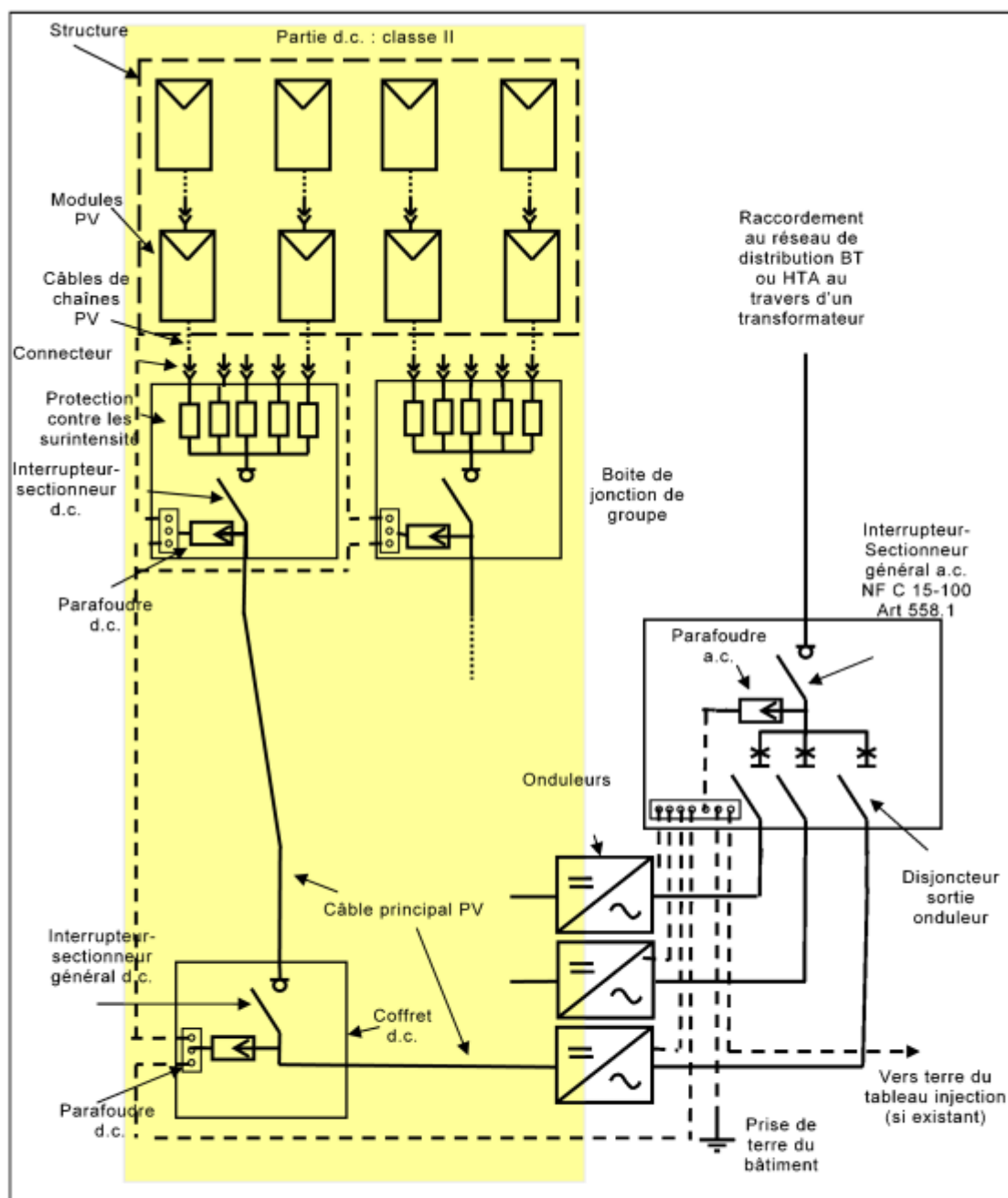


Le rebouchage des réservations doit permettre l'étanchéité à l'air au passage des parois entre volume chauffé et volume non chauffé. Si le rebouchage effectué n'est pas parfaitement étanche à l'air, on pourra ajouter des adhésifs adaptés.

Il faut préciser la nécessité de réaliser l'étanchéité à l'air des sorties de câbles en terrasse. Il est recommandé de compléter le rebouchage classique avec bande résiliente par un adhésif de type Ampacoll :



## 7. ANNEXE 1 – Schéma type autoconsommation



NOTE Une protection de découplage est à prévoir suivant le guide UTE C 15-400.

Figure 4 Schéma type d'une installation PV dans des bâtiments