



# HANGAR 37

89 RUE DES ETRANGERS 33000 BORDEAUX

## Installation de modules photovoltaïques en autoconsommation

### CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

**DCE**



#### SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
01.0	27/02/2025	EDITION ORIGINALE	EE	CG	ME
02.0	16/07/2025	Modifications	EE	CG	ME
03.0	17/07/2025	Modifications annexes	EE	CG	ME

MAITRISE  
D'OUVRAGE :



**GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX**  
152 Quai de Bacalan  
33000 BORDEAUX

Contact :  
Jonathan BARBE  
Responsable pôle énergie  
Tél : 06.14.95.61.62  
Mail : [J-Barbe@bordeaux-port.fr](mailto:J-Barbe@bordeaux-port.fr)

MAITRISE D'ŒUVRE  
SOLAIRE :



**TECSOL S.A.S.**  
Agence Nouvelle-Aquitaine  
Darwin Éco-système  
Bat. A – 87 quai des Queyries, 33100 BORDEAUX

Contact :  
Erika ESPANA VARGAS  
Chargée d'études  
Tél : 06 72 25 77 30  
Mail : [erika.espana@tecsol.fr](mailto:erika.espana@tecsol.fr)

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>GENERALITES</b>	<b>4</b>
1.1	OBJET	4
1.2	PRESENTATION DU PROJET PHOTOVOLTAÏQUE	5
<b>2</b>	<b>PREAMBULE</b>	<b>7</b>
2.1	QUALIFICATION	7
2.2	NATURE DES TRAVAUX	7
2.3	OBLIGATION DE L'ENTREPRISE	8
2.3.1	AVERTISSEMENTS AUX ENTREPRISES	8
2.3.2	PRESTATIONS GLOBALES	9
2.3.3	PLANS ET NOTICES	9
2.3.4	FOURNITURES	10
2.3.5	GESTION DES DECHETS	10
2.3.6	SECURITE DU CHANTIER	10
2.3.7	ESSAIS	11
2.4	PRESCRIPTIONS GENERALES DES PRESTATIONS PHOTOVOLTAÏQUES	11
2.5	NORMES ET REGLEMENTATIONS	13
<b>3</b>	<b>INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE</b>	<b>19</b>
3.1	SPECIFICATIONS GENERALES DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE	19
3.1.1	DOMAINE D'APPLICATION	19
3.1.2	CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT	19
3.1.3	COUVERTURE	19
3.1.4	SYSTEME DE FIXATION DES MODULES	19
3.1.5	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	20
3.1.6	MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	21
3.2	SPECIFICATIONS TECHNIQUES	21
3.2.1	CHAINES DE MODULES (BRANCHES DE MODULES)	21
3.2.2	MISE A LA TERRE ET LIAISON EQUIPOTENTIELLE	22
3.2.3	EMPLACEMENT DE L'ONDULEUR	23
3.2.4	LIAISONS CC JUSQU'À L'ONDULEUR	23
3.2.5	ONDULEUR	24
3.2.6	LIAISONS CA ONDULEUR – POINT D'INJECTION (TGBT)	25
3.2.7	TÉLÉSUIVI	27
3.2.8	ARRET D'URGENCE	29
3.2.9	MATÉRIAUX ET APPAREILLAGES	29
3.2.10	CÂBLES ET CHEMINEMENTS	30
<b>4</b>	<b>PRESTATIONS DIVERSES</b>	<b>33</b>
4.1	DOCUMENTATION TECHNIQUE A FOURNIR	33
4.2	RECEPTION	34
4.3	GARANTIES	34

## Documentation et plans joints :

ANNEXE 1 – Avis ABF

## Termes utilisés et définition :

AGCP :	<i>Appareil Général de Coupure et de Protection</i>
ASCV :	<i>Appareil de sectionnement à Coupure Visible</i>
BT :	<i>Basse Tension</i>
HTA :	<i>Haute Tension</i>
CA ou AC :	<i>Courant Alternatif</i>
CC ou DC :	<i>Courant Continu</i>
CCP :	<i>Coupe circuit principal</i>
PV :	<i>Photovoltaïque</i>
RMBT :	<i>Raccordement Modulaire Basse Tension</i>
TGBT :	<i>Tableau Général Basse Tension</i>
TDGS :	<i>Tableau Divisionnaire Général Solaire</i>
RPD :	<i>Réseau Public de Distribution</i>
BJ :	<i>Boîte de jonction</i>

# 1 GENERALITES

## 1.1 Objet

Ce document est le C.C.T.P. (Cahier des Clauses Techniques Particulières) qui fixe les dispositions techniques à l'exécution des prestations relatives au présent marché.

Le marché concerne l'installation d'un générateur solaire photovoltaïque en **autoconsommation individuelle avec injection de surplus** sur la toiture du Hangar 37 situé au 89 rue des Etrangers à Bordeaux.

Ce site est soumis à la législation des locaux recevant des travailleurs et est donc soumis au code du Travail.

Adresse : 89 rue des Etrangers, 33000 BORDEAUX

Coordonnées géographiques :

Latitude : 44.867005°

Longitude : -0.554655°

Altitude : 4 m

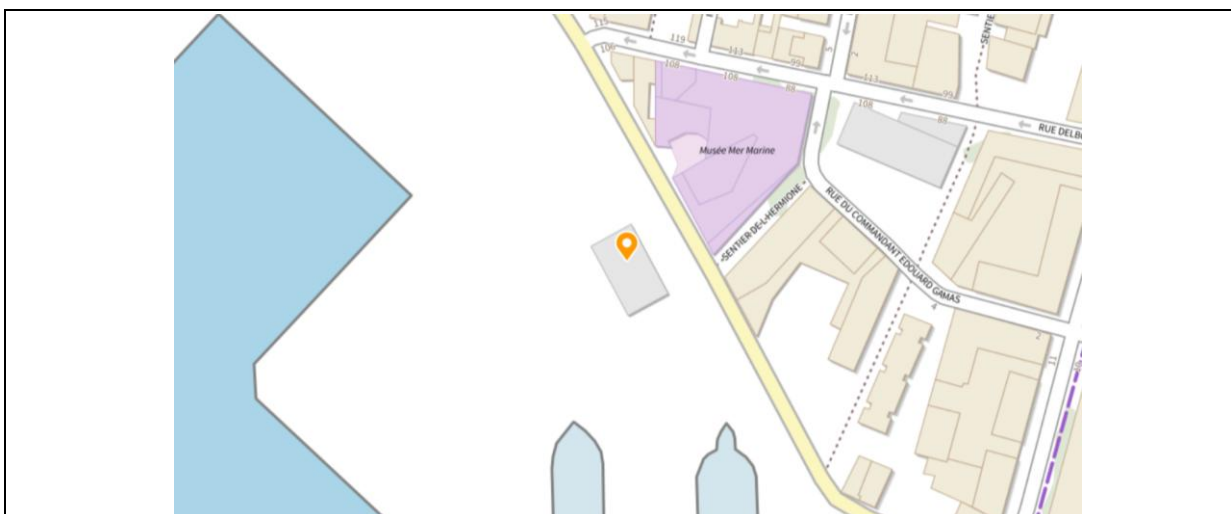


Figure 1 : Situation du site sur carte IGN (source Géoportail)



Figure 2 : Vue aérienne de la toiture concernée (source Géoportail)

A la charge du présent marché, la fourniture, la pose et le raccordement de l'ensemble du matériel nécessaire au fonctionnement de l'installation photovoltaïque d'une puissance totale de 57,8 kWc. Ce projet permettra une autoconsommation de l'énergie produite par cette installation avec injection du surplus sur le réseau public de distribution.

Le dimensionnement réalisé pour la consultation des entreprises constitue la solution de base. L'entreprise pourra proposer toute adaptation qu'elle jugera utile en respectant la puissance minimum et la surface maximum.

## 1.2 Présentation du projet photovoltaïque

Le projet photovoltaïque, situé sur la commune de Bordeaux, consiste à équiper une partie de la toiture du Hangar H37 d'un générateur photovoltaïque d'une puissance minimum de 57,8 kWc.

*L'immeuble concerné par ce projet est situé en abords du ou des monuments historiques. L'Architecte des Bâtiments de France a donné un avis favorable au projet sous condition d'intégration paysagère : il est recommandé la mise en œuvre de modules « noirs avec cadre noir finition mate » afin de limiter les contrastes de teintes (voir annexe).*

Les modules seront de type cadré, en verre-tedlar et avec cellules au silicium monocristallin ou polycristallins. Ils auront les fonctions suivantes :

- Produire de l'électricité à partir du rayonnement solaire ;
- Couvrir tout ou partie des besoins électriques ;
- Réduire l'impact CO<sub>2</sub> des bâtiments.

Les modules photovoltaïques auront une **puissance minimum de 445 Wc et une charge surfacique inférieure à 11 kg/m<sup>2</sup>.**

Le système mis en place sera composé de rails fixés directement dans les pannes du bâtiment sans perçage supplémentaire du bac ; les profilés en acier sont fixés grâce aux vis du bac. Les modules sont posés sur les rails grâce à la fixation des cavaliers support. Le système devra être si possible **sous Avis Technique ou autre certification équivalente (à fournir dans l'offre).**

La mise en œuvre de la solution proposée ne devra pas impacter la garantie décennale du complexe de couverture.

Aucun percement en toiture ne sera effectué coté CC.

Un onduleur de puissance unitaire minimale de 50 kVA assurera la conversion du courant CC en CA. L'onduleur pourra être fixé au mur bétonné à l'intérieur du bâtiment au niveau du local technique et à côté du TGBT général.

Le TGBT solaire sera placé dans l'armoire électrique existante (TGBT général), qui possède la place suffisante pour accueillir les protections électriques nécessaires pour l'installation photovoltaïque.

L'ensemble des câbles des liaisons CC de l'installation cheminera en extérieur : sur chemins de câbles capotés fermés en toiture et en extérieur sur façades (RAL dito existant), jusqu'en aplomb de l'onduleur à l'intérieur du local technique grâce au carottage de la façade Nord-Ouest. L'ensemble des câbles des liaisons CA de l'installation cheminera : sur chemins de câbles treillis soudés à l'intérieur du local technique depuis l'onduleur jusqu'au TGBT.

La centrale photovoltaïque viendra se raccorder sur le TGBT du site sur un départ à la charge du titulaire du présent marché (section, nombre de câbles à définir par le titulaire du présent marché).

*La rédaction du dossier de raccordement du projet à ENEDIS et les échanges avec les chargés d'affaires jusqu'à la mise en service sont à la charge de TECSOL.*

**Prestations assumées par le titulaire du lot - PV :**

- *Zone de stockage ;*
- *Tous engins élévateurs nécessaires pour la bonne réalisation de ses travaux en toiture ;*
- *Evacuation de ses déchets ;*

## 2 PREAMBULE

### 2.1 Qualification

L'Entrepreneur devra justifier d'une qualification en droit de validité. A cet effet, il joindra à sa soumission un certificat de qualification professionnelle de l'année en cours.

L'Entrepreneur devra justifier de qualification « QualiPV » modules « électricité » de puissance équivalente à celle du projet ou de qualifications équivalentes délivrées par un organisme reconnu par le COFRAC ou le Grenelle de l'Environnement, en cours de validité.

### 2.2 Nature des travaux

A la charge du prestataire photovoltaïque :

- Les études, notes de calcul, plans et nomenclatures nécessaires à l'établissement ou à la mise au point du projet, suivant les dispositions des règles de l'art et de calculs ;
- La fourniture de l'ensemble des plans d'exécution avant réalisation ;
- Tous moyens de mise en œuvre et de levage répondant aux normes de sécurité en vigueur (nacelles, protection collective de chantier ...) ;
- Le nettoyage du chantier et évacuation des déchets ;

L'entreprise photovoltaïque devra la fourniture et la pose :

- Du **système d'intégration photovoltaïque** répondant aux critères généraux d'implantation sur bâti, sous avis technique ou autre certification équivalente.
- Des **modules photovoltaïques** « all black », cadrés, au silicium mono/polycristallin, pour une puissance crête totale minimum de 57,85 kWc.
- Du **raccordement électrique des modules photovoltaïques** par branches jusqu'à l'onduleur, y compris câbles et chemins de câbles ;
- Des **chemins de câbles**, protégés, pour cheminement des réseaux CC jusqu'à l'onduleur ;
- D'**onduleur triphasé**, installé dans le local technique, du câblage et des chemins de câble, y compris le raccordement entre ces éléments, comprenant câblage et chemins de câbles protégés ;
- Des **protections côté CA**, au plus près de l'onduleur, du câblage et des chemins de câbles protégés entre l'onduleur et le TGBT, y compris le raccordement entre ces éléments ;
- De **parafoudre avec sectionneur triphasé** au plus proche de l'onduleur, côté CA, dans le coffret prévu à cet effet ;
- Des **organes de sécurité électriques** à installer dans le TGBT général, du câblage et des chemins de câbles protégés entre l'onduleur et le point d'injection, y compris le raccordement entre ces éléments.
- D'un **système de coupure générale simultanée** de l'onduleur, positionné à proximité du local technique, y compris report à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment (arrêt d'urgence pompier), au plus près du point d'injection, y compris câble de liaison ;
- Un **conducteur d'équipotentialité**, relié à la **barrette générale de terre de l'installation**, et reliant toutes les structures métalliques des modules, toutes les structures métalliques des supports du procédé de couverture photovoltaïque, tous les chemins de câbles et armoires métalliques,
- La **continuité du conducteur général de protection du champ photovoltaïque** jusqu'à la barrette générale de terre ;
- La **mise à la terre de l'ensemble des installations BT** à partir de la barrette de terre générale ;
- L'**interconnexion de toutes les terres** ;
- La **fourniture, la pose et le raccordement de toutes les liaisons électriques**, y compris gaines, goulottes, chemins de câbles, câbles, carottages, percements et rebouchages, VRD, fourreaux, nécessaires au bon fonctionnement de l'installation ;
- La **préparation du point de livraison** ;



- La fourniture et la pose d'une passerelle de télé-suivi et des dispositifs de mesure (sonde, tores de courant) afin de surveiller la production, l'autoconsommation ;
- Le repérage durable de toutes les liaisons CC, CA, télécom installées ;
- Les affichages réglementaires durables, intérieurs et extérieurs ;
- Les essais et contrôles des installations ;
- La mise en service et garanties ;
- Les frais inhérents et les démarches pour l'obtention du certificat CONSUEL (y compris intervention éventuelle d'un organisme de contrôle agréé) ;
- La réalisation et la diffusion des **Dossiers d'Ouvrages Exécutés** et des **Dossiers d'Interventions** Ultérieurs sur l'Ouvrage ;

**Nota :** L'entreprise pourra proposer toute adaptation qu'elle jugera utile. Les adaptations seront soumises à l'approbation de l'ensemble des maîtrises d'œuvre et d'ouvrage.

## 2.3 Obligation de l'entreprise

### 2.3.1 Avertissements aux entreprises

Le soumissionnaire s'engage à mettre à la disposition du chantier la main d'œuvre qualifiée et tout l'outillage et fournitures nécessaires à la réalisation et au parfait achèvement de ses travaux.

D'une façon générale, le soumissionnaire ne pourra invoquer une omission, ni aucune mauvaise interprétation des documents du C.C.T.P. pour refuser de fournir ou de monter un dispositif assurant le bon fonctionnement de l'installation. Toute anomalie constatée devra être aussitôt signalée au Maître d'Œuvre.

En toute hypothèse, pour l'établissement de son offre, le soumissionnaire tiendra compte des travaux décrits aux C.C.T.P. et de l'état de l'existant susceptible d'interférer avec ses propres prestations.

Le soumissionnaire est entièrement responsable de tout dommage occasionné au site ainsi qu'à des tiers par ces travaux. Il sera responsable de la remise en état du site après travaux. Le matériel ou installations sur site, nécessitant d'être manipulé ou déplacé, devront être remis au Maître d'Ouvrage en état.

L'entrepreneur aura notamment à sa charge durant son intervention :

- Le stockage de ses matériaux à l'abri des intempéries et des accidents ;
- L'établissement de toutes les protections et dispositifs de sécurité réglementaires, nécessaires à l'intervention de son personnel ainsi que la remise en état de protections existantes déplacées lors de ses travaux ;
- L'établissement, sous son entière responsabilité, des échafaudages et engins de toute nature, nécessaires à l'exécution de ses travaux.

**Pour l'installation du chantier le titulaire devra :**

- Privilégier la pose d'EPC (et non EPI) en toiture (garde-corps périphériques)
- Accéder en toiture par Sapine obligatoire (pas de Nacelle d'élévation de personnel pour l'accès)
- Accéder exclusivement par l'extérieur (pas d'usage des crinolines de maintenance)
- Prévoir Base vie avec WC chimique



### 2.3.2 Prestations Globales

*L'énumération du matériel et fournitures nécessaires à la bonne exécution des travaux n'est pas limitative.*

*L'entreprise devra répondre aux besoins exprimés pour assurer un bon fonctionnement des installations sans qu'elle puisse se prévaloir d'une omission dans les présents documents.*

*Les quantités indiquées dans la D.P.G.F. que fournira le soumissionnaire sont soumises à un prix forfaitaire.*

*L'entrepreneur devra s'acquitter de toutes les démarches administratives auprès des différents partenaires ou administrations afin de mener à terme ce projet dans les meilleures conditions, qu'elles soient financières, technologiques et écologiques. A défaut, il supportera les frais de modifications éventuelles demandées par les services officiels (bureau de contrôle, service incendie etc.).*

*La pré-étude n'enlève rien à la responsabilité de l'entrepreneur. Il devra avoir l'accord d'Enedis sur son installation photovoltaïque avant remise de l'installation au maître d'ouvrage et ne pourra réclamer aucun supplément de prix pour les modifications qui pourraient lui être imposées.*

*Afin de rentrer dans le cadre administratif fixé par ENEDIS et d'obtenir les éventuelles subventions, le candidat devra obligatoirement avoir une Qualification RGE.*

### 2.3.3 Plans et notices

*Avant tout début des travaux, le soumissionnaire devra soumettre à l'agrément du Maître d'Œuvre, du Maître d'ouvrage et du Bureau de Contrôle tous les calculs et plans techniques d'exécution, et toutes les informations nécessaires pour une parfaite compréhension et une parfaite mise en œuvre de l'ensemble de ses ouvrages.*

*Faute par lui de remplir cette obligation dans les délais nécessaires (acceptation, plans, approvisionnements, fabrications, etc....), le soumissionnaire pourra se voir refuser l'implantation et le choix de ses matériaux.*

*Chaque ouvrage à construire et à mettre en œuvre fera l'objet d'un plan particulier, aucun élément ne pourra être réalisé s'il n'a fait l'objet d'un plan approuvé.*

*Les plans devront être complets et devront y figurer notamment :*

- Le plan de calepinage des structures secondaires avec la notice de montage et les plans de détails et coupes de précisions de montage*
- Le plan de calepinage des modules, avec répartition des panneaux par champ, et par onduleur,*
- L'ensemble des plans, schéma et synoptiques nécessaires à la réalisation de l'ensemble de ses prestations, et toutes données utiles à la compréhension des ouvrages,*
- Les notes de calcul CA/CC*

*Avant toute mise en fabrication, le titulaire du présent marché devra vérifier sur place les côtes et le cas échéant, demander les rectifications qui s'imposent. En aucun cas, il ne pourra se prévaloir lors de la mise en œuvre, d'erreurs de dimensions ou de difficultés de mise en place.*

*Les reconnaissances de supports devront être faites au moins une semaine avant la date prévue pour la pose, afin de permettre les reprises éventuelles.*

*Le titulaire du présent marché devra la réception de ses ouvrages nécessaires au parfait fonctionnement du générateur photovoltaïque. Cette réception sera effectuée conjointement avec le Maître d'Œuvre et le Maître d'Ouvrage.*

*Il supportera les conséquences de tout défaut de ses ouvrages (travaux supplémentaires) identifiés après la réception évoquée.*

*Avant réception des travaux l'entreprise devra la réalisation et la diffusion :*

- Des Dossiers d'Ouvrages Exécutés*
- Des Dossiers d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage,*
- De la liste de tout le matériel utilisé avec les références et la provenance des divers matériaux.*

### **2.3.4 Fournitures**

*Avant commande de chaque fourniture, l'entrepreneur devra fournir la fiche technique descriptive de chaque matériel, précisant ses références, marques et caractéristiques.*

*Les matériaux et matériels utilisés pour la réalisation de l'installation devront être conformes aux normes françaises et européennes, et satisfaire aux conditions imposées par l'actuel Cahier des Clauses Techniques Particulières.*

*L'ensemble de la fourniture sera soumis à l'agrément du Maître d'œuvre. Les éléments qui seront jugés comme ne présentant pas les qualités requises ou comme n'étant pas convenablement façonnés, devront être immédiatement déposés, enlevés, remplacés ou refaits, sans que l'entrepreneur puisse prétendre à indemnités. En cas d'inexécution, les matériaux refusés pourront être enlevés par le Maître d'ouvrage.*

### **2.3.5 Gestion des déchets**

*En application des articles L541-1 du Code de l'Environnement, ne sont admis en installations de stockage que les déchets ultimes, c'est-à-dire, les matériaux dont la part valorisable aura été extraite et le caractère polluant réduit. Ainsi sont à la charge du titulaire du présent marché :*

- Stocker les déchets avant leur élimination dans des conditions ne présentant aucun danger pour l'environnement et la santé et favorisant leur valorisation ultérieure ;*
- Eliminer ou faire éliminer ses déchets dans de bonnes conditions et dans des installations respectant les normes en vigueur et favorisant au mieux leur valorisation ;*
- S'assurer de la traçabilité des déchets ;*
- Produire des déchets les moins dangereux pour la santé et l'environnement ;*
- Trier les déchets sur le chantier ;*
- Eviter le mélange de matériaux de nature ou de destination différente ;*
- Eliminer ses déchets au plus près du chantier pour limiter les coûts et les nuisances liés au transport ;*
- Favoriser la valorisation des déchets.*

*Un descriptif des actions mises en œuvre sera fourni par l'entreprise avant le début des travaux.*

### **2.3.6 Sécurité du chantier**

*Toutes dispositions réglementaires concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs devront être respectées par l'entrepreneur. Les règles d'hygiène et de sécurité des travailleurs seront conformes au code du travail, 4ème partie, livre 4, titre 3.*

Afin de limiter les risques encourus pour l'installation d'un générateur photovoltaïque, des mesures de sécurité comprenant pose de barrière Heras et protection collective provisoire de la toiture devront être mises en œuvre et précisées dans le PPSPS.

### 2.3.7 Essais

Le titulaire du présent marché aura à sa charge tous les réglages, essais privés et toutes sujétions concernant l'installation photovoltaïque. Le titulaire du présent marché doit une installation en parfait état de fonctionnement, essais et réglages compris.

L'entrepreneur devra effectuer, à ses frais, les essais prescrits par les documents techniques ainsi que tous les essais complémentaires éventuellement jugés nécessaires par le concepteur ou le Bureau de Contrôle. Ces essais seront réalisés sur l'ensemble de l'installation des panneaux photovoltaïques en présence du bureau de contrôle et du Maître d'œuvre.

L'entrepreneur devra prévoir lors des essais, tous les appareils de mesure, le matériel, l'appareillage et les accessoires nécessaires pour réaliser les essais et contrôles. Ils donneront lieu à l'établissement de procès-verbaux.

L'installation terminée, l'entrepreneur aura à sa charge l'ensemble des essais de fin de chantier. Il devra par ailleurs faire parvenir au maître d'ouvrage les attestations de conformité dûment remplies et signées par lui 20 jours au moins avant la date prévue de mise sous tension définitive.

## 2.4 Prescriptions générales des prestations photovoltaïques

**AVERTISSEMENT** : Le soumissionnaire est considéré connaître toutes les particularités du bâtiment et son offre est supposée tenir compte de toutes les difficultés inhérentes à son marché.

Le présent document concerne la mise en place d'un générateur solaire photovoltaïque en autoconsommation individuelle avec injection du surplus sur le réseau public de distribution.

La centrale photovoltaïque sera installée en surimposition sur la récente extension du Hangar H37.

Le dimensionnement réalisé pour la consultation des entreprises constitue la solution de base.

Toutefois les adaptations sont autorisées dans la mesure où elles respectent :

- **Les contraintes d'implantation en toiture : module « all black » cadré et de charge inférieure à 11 kg/m<sup>2</sup> ;**
- **Une production solaire annuelle minimale à atteindre (64.50 MWh/an) ;**
- **Une puissance crête installée minimum à respecter (57.85 kWc).**

**A la charge du présent marché**, la fourniture, la pose, le raccordement et la mise en service du générateur photovoltaïque d'une puissance minimale de 57.85 kWc, constitué de champs photovoltaïques en surimposition et du raccordement jusqu'au TGBT du site (point d'injection).

Le présent lot aura également à sa charge la mise en place du système de coupure d'urgence pompier.

**La solution proposée devra disposer si possible d'une certification : Avis Technique délivré par le CSTB ou autre certification équivalente (type ETN). La certification proposée devra être en cours de validité, et respectera les critères généraux d'implantation, au sens de l'arrêté du 04 mars 2011.**

**Les marques et types de matériel présentés en dimensionnement sont données à titre indicatif, pour définir un niveau minimum de qualité. Toute solution remplissant le cahier des charges, et de qualité équivalente, sera étudiée.**

### **Calculs de dimensionnement : méthode de calcul et données météorologiques**

Le dimensionnement et les performances de l'installation solaire ont été calculés à l'aide du logiciel de dimensionnement photovoltaïque PVSyst V8.0, développé par l'Université de Genève.

Station de référence : les valeurs retenues pour les calculs sont celles du site localisé sur la commune de BORDEAUX, quartier Bacalan, issues du programme Meteonorm 8.1. Les données de ce catalogue constituent une référence météorologique et devront être retenues par les candidats pour tous les calculs énergétiques liés à ce projet.

Température de l'air ambiant (°C), pour le site de Bacalan :

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
6.73	7.26	10.32	12.72	16.19	19.84	21.60	21.43	18.16	14.94	9.87	7.35

Les principales caractéristiques des champs photovoltaïques sont les suivantes :

Site	Nb modules	Puissance module mini [Wc]	Puissance [kWc]	Onduleurs [kVA]	Production [MWh/an]
Hangar H37	130	445	57.85	55	64.50

Les calculs ont été effectués en considérant les coefficients de pertes suivant :

- Coefficient de déperdition par température (Thermal Loss Factor) :  $K_c=20 \text{ W/m}^2.\text{K}$  et  $K_v=0 \text{ W/m}^2.\text{K/s}$  ;
- Pertes ohmiques dans câblage CC et CA (Ohmic Losses) : 1.5% CC et 1.5 % CA ; c'est une valeur qui pourra être réajustée avec les longueurs de câbles et leurs sections lors du dimensionnement du câblage ;
- Pertes dues à l'efficacité effective des modules (Module Quality) : -0.8% ;
- Pertes dues au mismatch modules : 2% au MPP ;
- Pertes par salissures des modules (Soiling Loss) : 1 % ;
- Pertes dues aux ombrages proches : 5.31% ;
- Le nombre de modules par toiture et leur taille sont fixés par le CCTP.
- Les plans de calepinage pour l'implantation des modules sont joints dans le carnet de plans.

Les modules photovoltaïques proposés, compatibles avec le bac sandwich, auront une puissance unitaire minimale de 445 Wc et les dimensions suivantes 1762 x 1134 x 30 mm.

Ils devront être de tolérance positive.

Les modules seront posés en mode paysage, selon une orientation (Sud-Ouest), inclinés à 11°.

**Le choix des matériels est laissé à libre choix de l'entreprise à condition de respecter les modalités d'application de la certification du système d'intégration : sous validation de la liste des modules compatibles et, le cas échéant, avec courrier du fabricant garantissant une extension de la certification en cas de changement de la taille des modules ou de la puissance unitaire.**

La présence d'arrêts d'urgence (AU) est prévue : un arrêt d'urgence de type coup de poing sous verre regroupé avec tous les arrêts d'urgence du site.

Les liaisons électriques entre les AU et la bobine à manque seront en câble CR1 C1.

## **2.5 Normes et réglementations**

Les installations des matériels seront réalisées selon les règles de l'art, et contrôlés par l'organisme de contrôle désigné par le Maître d'Ouvrage.

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

- Des biens et des personnes,
- Des matériels et équipements contre toute détérioration éventuelle due à des causes extérieures telles que tempêtes (vent, pluie, neige, grêle), 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, déconnexions.
- Des usagers contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, en particulier dû à la manipulation des modules.
- Des bâtiments contre tout risque d'incendie accidentel dû à des défauts de fonctionnement ou de protection de l'installation.

L'installation des matériels sera soumise au respect des normes applicables aux travaux de bâtiments en marchés privés, notamment :

- La Norme NF P 03.001 - Cahier des Clauses générales applicables aux travaux de bâtiments : Cette norme rend obligatoire les D.T.U et Normes françaises pour les marchés privés dont la liste est publiée périodiquement dans les suppléments détachables des "Moniteur",
- Les produits non traditionnels (matériaux nouveaux) devront faire l'objet d'avis techniques acceptés par la Commission Technique de l'assurance. Dans le cas contraire chaque cas fera l'objet d'un examen particulier,
- Normes AFNOR en vigueur,
- Le cahier vert édition de la Chambre Syndicale Nationale des Entrepreneurs d'étanchéité,
- Les avis techniques,
- Les règlements, décrets, complétant ou modifiant les documents susvisés, ayant trait aux présents travaux et connus au jour de la soumission,
- Mise en œuvre des capteurs PV dans le bâtiment (CSTB)

Ainsi que les documents suivants :

Référence	Indice de classement	Nom de la norme
NF EN 1991-1-4	P06-114-1	Eurocode 1 : actions sur les structures - Partie 1-4 : actions générales - Actions du vent
NF EN 1991-1-3	P06-113-1	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-3 : actions générales - Charges de neige
NF P31-204	P31-204	DTU 40.23 - Travaux de bâtiment - Couvertures en tuiles plates de terre cuite - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales (référence commerciale des parties 1 et 2 du DTU 40.23)
NF P34-205	P34-205	DTU 40.35. Travaux de bâtiment - Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales (référence commerciale du DTU 40.35)
NF P84-204	P84-204	DTU 43.1 - Travaux de bâtiment - Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM) - Partie 2 : cahier des clauses spéciales - Partie 3 : guide à l'intention du Maître d'Ouvrage
NF DTU 60.11	P40-202	Travaux de bâtiment - Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales - Partie 1-1 : réseaux d'alimentation d'eau froide et chaude sanitaire - Partie 1-2 : conception et dimensionnement des réseaux bouclés - Partie 2 : évacuation des eaux usées et des eaux vannes - Partie 3 : évacuation des eaux pluviales
NF DTU 60.32	P41-212-1	Travaux de bâtiment - Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Évacuation des eaux pluviales - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux



Référence	Indice de classement	Nom de la norme
NF DTU 60.33	P41-213-1	Travaux de bâtiment - Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Évacuation d'eaux usées et d'eaux vannes - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux
NF EN 607	P36-410	Gouttières pendantes et leurs raccords en PVC-U - Définitions, exigences et méthodes d'essai
NF EN 1401-1	P16-352-1	Systèmes de canalisations en plastique pour les branchements et les collecteurs d'assainissement enterrés sans pression - Poly(chlorure de vinyle) non plastifié (PVC-U) - Partie 1 : spécifications pour tubes, raccords et le système
XP CEN/TS 1401-2	P16-352-2	Systèmes de canalisations en plastique pour les branchements et les collecteurs d'assainissement enterrés sans pression - Poly(chlorure de vinyle) non plastifié (PVC-U) - Partie 2 : guide pour l'évaluation de la conformité
NF EN 1329-1	T54-017-1	Systèmes de canalisations en plastique pour l'évacuation des eaux-vannes et des eaux usées (à basse et à haute température) à l'intérieur de la structure des bâtiments - Poly(chlorure de vinyle) non plastifié (PVC-U) - Partie 1 : spécifications pour tubes, raccords et le système
NF EN 12970	P84-317	Asphalte coulé pour étanchéité - Définitions, spécifications et méthodes d'essai
NFP 84.310	P84-310	Barrière à la vapeur en aluminium bitume
NFP 84.313	P84-313	Feutre bitume à armature en voile de verre à haute résistance (36 S V.V.-H.R.)
NFP 84.316	P84-316	Étanchéité - Chape souple de bitume armé en tissu de verre autoprotégé par feuille métallique thermostable 40 T.V.-th - Définition et caractéristiques

En cas de réédition, de modification ou de mise à jour, le document de référence est celui qui est en vigueur à la date de consultation des entrepreneurs.

L'installation des matériels sera soumise au respect des normes de l'industrie photovoltaïque et des normes relatives aux installations électriques basse tension, notamment :

Référence	Indice	Nom de la norme
NF EN 60269-1	C 60-200-1	Fusibles basse tension - Partie 1 : Règles générales
NF EN 60904-3	C 57-323	Dispositifs photovoltaïques - Partie 3 : Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence
NF EN 60947-1	C 63-001	Appareillage à basse tension - Partie 1 : Règles générales
NF EN 60947-3	C 63-130	Appareillage à basse tension - Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs sectionneurs et combinés-fusible
NF EN 61557-8	C 42-198-8	Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1000 V c.a. et 1 500 V c.c. Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection - Partie 8 : Contrôleurs d'isolement pour réseaux IT.
NF EN 61643-11	C 61-740	Parafoudres basse-tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes de distribution basse tension - Prescriptions et essai
NF EN 61646	C 57-109	Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation
NF EN 62262	C 20-015	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)
NF EN 62305-1	C 17-100-1	Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-2	C 17-100-2	Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3	C 17-100-3	Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 61701	C57-106	Essai de corrosion au brouillard salin des modules photovoltaïques



Référence	Indice	Nom de la norme
NF EN 62852	C57-352	Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais
NF EN 62109-1	C57-409-1	Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques - Partie 1 : exigences générales
NF EN 62109-2	C57-409-2	Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques - Partie 2 : exigences particulières pour les onduleurs
NF EN 60947-2	C63-001-2	Appareillage à basse tension - Partie 2 : Disjoncteurs
NF EN 50549-1	C11-519-1	Exigences relatives aux centrales électriques destinées à être raccordées en parallèle à des réseaux de distribution Partie 1 : raccordement à un réseau de distribution BT - Centrales électriques jusqu'au Type B inclus
NF EN 61558-2-4	C52-558-2-4	Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions jusqu'à 1 100 V - Partie 2-4 : règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits
NF EN IEC 61215-1	C57-105-1	Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres - Qualification de la conception et homologation - Partie 1 : exigences d'essai
NF EN IEC 61439-1 à -7	C63-421-1 à 7	Ensembles d'appareillage à basse tension - Partie 1 à 7
NF EN IEC 61730-1	C57-111-1	Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : exigences pour la construction
NF EN IEC 61730-2	C57-111-2	Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2 : exigences pour les essais
NF C 14-100	C14-100	Installations de branchement à basse tension
NF C 15-100	C15-100	Installations électriques à basse tension
NF EN IEC 61000-3-2	C91-003-2	Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-2 : limites - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieurs ou égal à 16 A par phase).
NF C 13-100	C13-100	Postes de livraison raccordés au réseau de distribution publique de 1 à 33 kV
NF C 14-100	C14-100	Installations de branchement à basse tension
PR NF EN 50380	C 57-201	Exigences de marquage et de documentation des modules photovoltaïques
NF C17-102	C17-102	Protection contre la foudre - Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage
FD C17-108	C17-108	Analyse simplifiée du risque foudre
IEC 60364-7-712:2017	IEC 60364-7-712:2017	Installations électriques basse tension - Partie 7-712 : Exigences applicables aux installations ou emplacements spéciaux - Installations d'énergie solaire photovoltaïque (PV)
IEC 61727:2004		Systèmes photovoltaïques (PV) - Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau
DIN EN 61173		Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie - Guide (IEC 61173:1992)
NF EN 61194	C57-332	Paramètres descriptifs des systèmes photovoltaïques autonomes
NF EN 60529	C20-010	Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)
NF EN 795	S71-513	Équipement de protection individuelle contre les chutes - Dispositifs d'ancrage

Référence	Indice	Nom de la norme
<b>UTE C 15-105</b>	<i>C15-105U</i>	<i>Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques</i>
<b>UTE C 15-400</b>	<i>C15-400U</i>	<i>Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution</i>
<b>UTE C 15-401</b>	<i>C15-401U</i>	<i>Guide pratique - Groupes électrogènes - Règles d'installation</i>
<b>UTE C 15-443</b>	<i>C15-443U</i>	<i>Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres - Choix et installation des parafoudres.</i>
<b>UTE C 15-520</b>	<i>C15-520U</i>	<i>Guide pratique - Canalisations - Modes de pose – Connexions</i>
<b>UTE C 32-502</b>	<i>C32-502U</i>	<i>Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques</i>
<b>UTE C 15-712-1</b>	<i>C15-712-1U</i>	<i>Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution</i>
<b>UTE C18-510 COMPARATIF</b>	<i>C18-510 COMPARATIF</i>	<i>Ouvrages et installations électriques - La prévention du risque électrique lors de travaux, interventions, essais, manœuvres ... De la publication UTE C18-510 à la norme NF C18-510</i>
<b>UTE C18-510 COMPARATIF</b>	<i>C18-510 COMPARATIF</i>	<i>Ouvrages et installations électriques - La prévention du risque électrique lors de travaux, interventions, essais, manœuvres ... De la publication UTE C18-510 à la norme NF C18-510</i>

Et des textes réglementaires suivants :

- Décret n° 2007-1280 du 28 août 2007 relatif à la consistance des ouvrages de branchement et d'extension des raccordements aux réseaux publics d'électricité ;
- Décret n° 2006-555 du 17 mai 2006 relatif à l'accessibilité des établissements recevant du public, des installations ouvertes au public et des bâtiments d'habitation et modifiant le code de la construction et de l'habitation ;
- Décret n° 2003-229 du 13 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les installations en vue de leur raccordement aux réseaux publics de distribution ;
- Arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment, hangar ou ombrière utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance crête installée inférieure ou égale à 500 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie et situées en métropole continentale
- Arrêté du 23 Avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de distribution d'une installation de production d'énergie électrique ;
- Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de distribution d'une installation de consommation d'énergie électrique ;
- Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 juin 1980 relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (1) ;
- Textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques ;

- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques ;
- Arrêté du 18 octobre 1977 relatif au règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique <sup>(2)</sup> ;
- 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 1989, Application du décret 88-1056,
- Arrêtés pris par les préfets et par les maires concernant l'urbanisme, la voirie et l'hygiène.
- Spécifications ERD : B6, C1, C2, C8 (ADEME-EDF).
- Mise en œuvre des capteurs PV dans le bâtiment (CSTB).
- Le Guide EDF/ARD (2003) : Accès au réseau basse-tension pour les installations photovoltaïques - Conditions techniques et contractuelles de raccordement
- Le guide de l'ADEME (2008) : Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques – Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs,
- 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,

Ainsi qu'aux normes internationales CEI, ou européennes CEN et françaises UTE lorsqu'elles existent sur ce sujet.

**Cette liste n'est pas exhaustive, mais un rappel des principaux textes officiels applicables à ce projet. A noter que toutes les réglementations qui ne sont pas rappelées ne dispensent pas l'entrepreneur de s'y conformer.**

---

<sup>1</sup> UTE C 12-201 - Textes officiels relatifs à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public

<sup>2</sup> UTE C 12-061- Textes officiels relatifs à la sécurité contre l'incendie dans les immeubles de grande hauteur

### 3 INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

#### RAPPEL :

L'entrepreneur sera responsable du maintien en parfait état de la structure du bâtiment ainsi que de la toiture pendant son intervention.

Il devra prévoir dans son offre toutes les sujétions à ce titre, afin d'assurer le maintien de la garantie décennale de la toiture.

#### 3.1 Spécifications générales du système photovoltaïque

##### 3.1.1 Domaine d'application

Les modules photovoltaïques doivent présenter, avec leur fixation, une résistance suffisante au vent, à la neige et à la foudre.

Les champs de modules sont en **surimposition**. Les modules photovoltaïques n'auront pas à assurer l'étanchéité de la toiture.

##### 3.1.2 Conditions de fonctionnement

###### Capteurs solaires en toiture

Les installations seront exposées à des échauffements importants, tant de la structure que des joints, ou des vitrages des modules. Les dilatations différentielles devront être prises en compte dans la solution proposée.

###### Conditions ambiantes

L'ensemble du matériel doit être prévu pour les conditions ambiantes extérieures qui sont celles du site étudié.

Le système d'intégration sera valide d'un point de vue statique selon les normes Eurocode 1 pour la zone concernée. Pour rappel, pour BORDEAUX :

- Altitude : < 100 m
- Neige zone A2
- Vent zone 1

##### 3.1.3 Couverture

L'extension de toiture du Hangar 37 présente une surface d'environ 426,91 m<sup>2</sup>.

Elle se compose d'un pan incliné à 11° (20%). La couverture des différents pans est connue :

**Eklipstherm A épaisseur 140 mm.**

**Le présent lot devra s'assurer de fournir un système d'intégration compatible avec ce bac.**

##### 3.1.4 Système de fixation des modules

**Le système d'intégration photovoltaïque, à la charge du présent marché, devra présenter une certification compatible avec le bac sandwich existant.**

**Le présent marché comprend la fourniture et la pose du système d'intégration, et si possible sous Avis Technique ou autre certification équivalente, en cours de validité.**

La prestation comprend toutes les sujétions participant au parfait achèvement des ouvrages.

Localisation : Selon plan d'implantation, sur la toiture.

**NOTA :** le système d'intégration et les modules seront implantés conformément aux prescriptions du fabricant, notamment les prescriptions de mises en œuvre et de la notice de montage.

### 3.1.5 Modules photovoltaïques

**Le module choisi devra être mentionné explicitement dans la liste des modules compatibles de la certification du système d'intégration.**

Tout autre module proposé (marque, taille, puissance unitaire différentes) devra faire l'objet d'un courrier du fabricant attestant l'extension de la certification pour ce produit et devra être validé par la Maîtrise d'œuvre.

Les modules photovoltaïques cadrés, constitués de cellules au silicium cristallin, seront fournis, posés et raccordés par ce lot. Ils seront plans et devront satisfaire aux spécifications des essais de la norme NF EN 61 215 (IEC 61 215), NF EN 61730 (IEC 61730) et homologués en classe de sécurité électrique II (NF EN 61 140).

Les modules devront, au même titre que les autres éléments de la couverture, résister aux conditions climatiques extrêmes locales définies selon les normes Eurocode 1 et N84 (DTU P 06-006, modifiée 2009), et répondre aux exigences des règles parasismiques pour la zone concernée.

Tous les modules proposés présenteront un aspect et une couleur identiques et sont aisément interchangeables.

Par recommandation de l'Architecte des Bâtiments de France, les modules devront être « noirs avec cadre noir finition mate » afin de limiter les contrastes de teintes (voir annexe).

Leur puissance unitaire sera de 445 Wc minimum avec une tolérance de puissance positive.

- La puissance surfacique des modules sera au minimum de 222 Wc/m<sup>2</sup> ;
- La puissance totale du générateur sera au minimum celle indiquée dans le tableau du paragraphe 2.4 ;
- Chaque livraison de modules sera accompagnée des certificats de flashage correspondants ;

**Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de faire procéder à des mesures de « flashage » auprès d'organismes indépendants type CERTISOLIS par échantillonnage des modules à la livraison sur chantier.**

Ces modules sont plans et résistent aux conditions ambiantes climatiques décrites ci-après :

- Température : - 40° à + 85°C,
- Humidité relative : jusqu'à 100%,
- Vitesse du vent : jusqu'à 185 km/h (bourrasques),
- Précipitations : pluie battante continue ou grêle (grêlons < 25 mm),
- Charge supportée : au vent 2400 N/m<sup>2</sup> minimum, et à la neige 5400 N/m<sup>2</sup> minimum,

Ils répondent aux caractéristiques techniques suivantes :

- Puissance nominale minimale 445 Wc
- Tolérance de puissance : 0/+3%,
- Tension maximum (selon classe de protection II) : 1000 V,
- Boîtier de connexion étanche en face arrière :
  - . Épaisseur maxi 45mm,
  - . 2 diodes by-pass,
  - . Passage des câbles par 2 presse-étoupes,
  - . Précâblés avec du câble solaire double isolation de section 6 mm<sup>2</sup> ou 4 mm<sup>2</sup>.
  - . Connecteurs débrochables de classe II, détrompeur, polarité clairement identifiée.

Localisation : Selon plan d'implantation, sur la toiture.

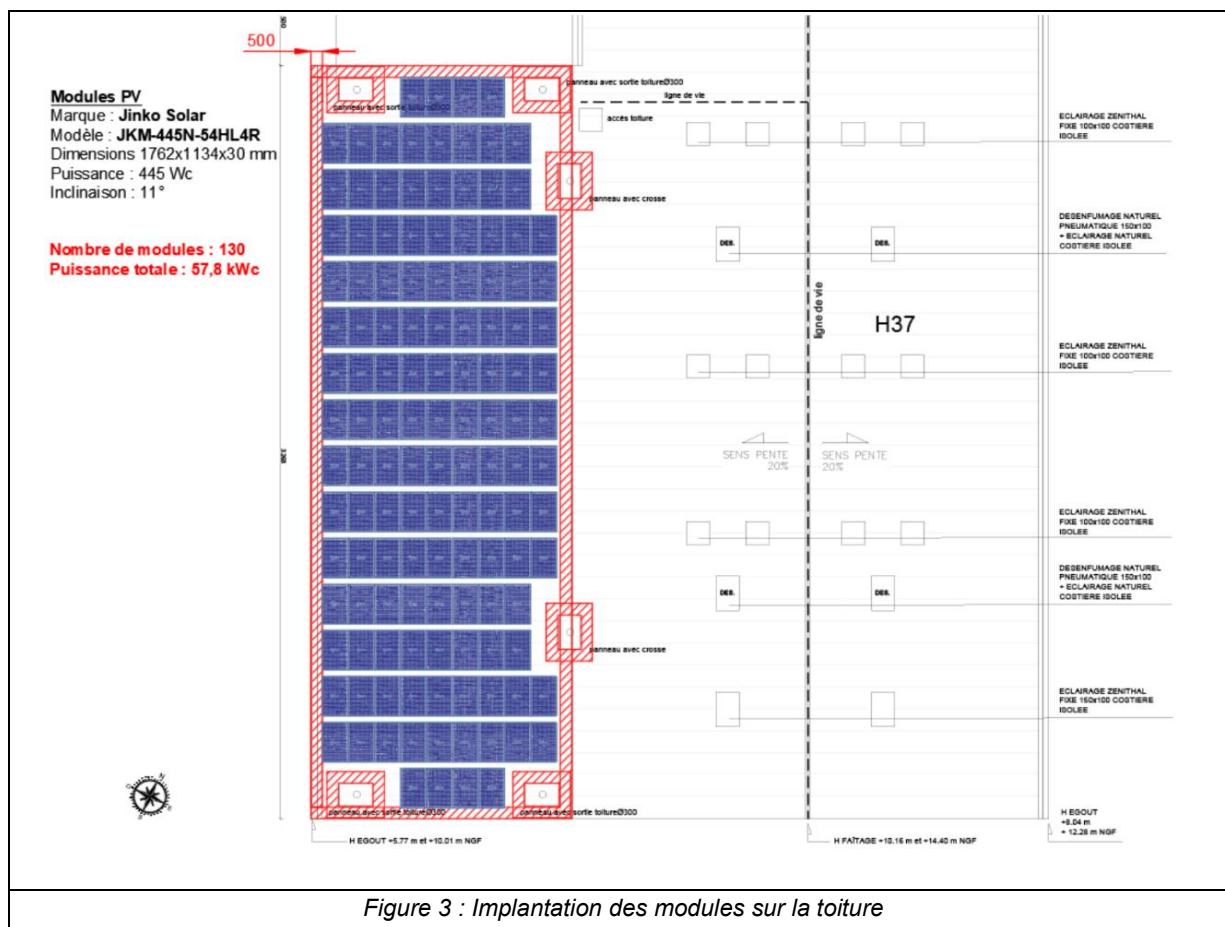


Figure 3 : Implantation des modules sur la toiture

### 3.1.6 Mise à la terre des installations

La structure (système de fixation des modules) et les modules seront interconnectés à un conducteur de protection général. Les modules pourront être mis en contact avec le rail par le biais d'un « clip » ou connexions en lame métallique avec denture-ressort, ce qui permettra leur mise à la terre sans câbles.

Le conducteur de protection général, en cuivre rigide gainé vert/jaune (6 mm<sup>2</sup> minimum) reprendra les interconnexions des structures.

## 3.2 Spécifications techniques

### 3.2.1 Chaînes de modules (branches de modules)

Les modules seront connectés en série par des câbles solaires de section 6 mm<sup>2</sup> pour former des chaînes. Les connexions seront assurées par des connecteurs débrochables de classe II, spécifiés pour le courant continu, dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés. Les câbles CC installés sous les modules seront de type PV-1000F ou de type PV1-F ou H1Z2Z2-K si la tension aux bornes des chaînes dépasse 1 000Vcc.



Les câbles des chaînes PV circuleront en partie entre les modules photovoltaïques dans un chemin de câble. Les câbles devront être attachés et inaccessibles. Ils circuleront jusqu'à l'onduleur ou au coffret de protection CC.

L'ensemble des câbles et connecteurs nécessaires à la constitution des rallonges, les chemins de câbles et tout le matériel de fixation nécessaire sont à la charge du présent lot.

Afin de minimiser les tensions induites dues à la foudre, la surface de l'ensemble des boucles doit être aussi faible que possible. Pour cela, les polarités d'une chaîne devront cheminer côte à côte d'un bout à l'autre. À cette fin les modules seront positionnés tête-bêche pour former les chaînes.

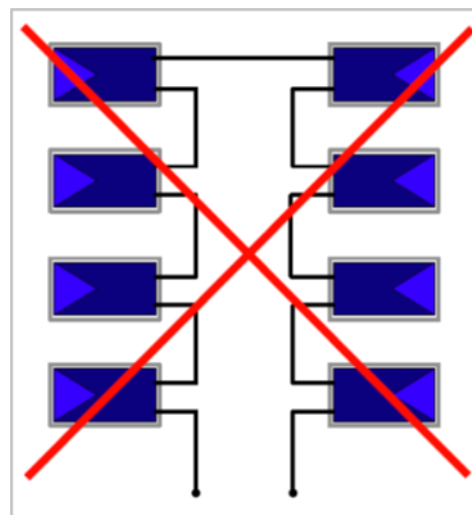


Figure 4 : Exemple de mauvais câblage :  
boucle induite de polarité

Localisation : Selon plan d'implantation, sur la toiture.

### 3.2.2 Mise à la terre et liaison équipotentielle

Les chemins de câbles métalliques et tout autre éléments métalliques de l'installation photovoltaïques seront reliés à une liaison équipotentielle, elle-même reliée à la barrette générale de terre de l'installation. La fourniture du matériel nécessaire et la réalisation de cette liaison équipotentielle est à la charge du présent lot.

Les liaisons équipotentielles seront réalisées en cuivre isolé de 6mm<sup>2</sup> vert-jaune. Des dispositifs de connexion adaptés (bimétal ou équivalent suivant préconisations du fabricant) seront utilisés pour relier les éléments métalliques type chemins de câbles à la liaison équipotentielle, afin d'éviter tout contact direct entre le cuivre et l'aluminium.

Les câbles CC et liaisons d'équipotentialité devront cheminer côte à côte afin de limiter les surfaces de boucles.



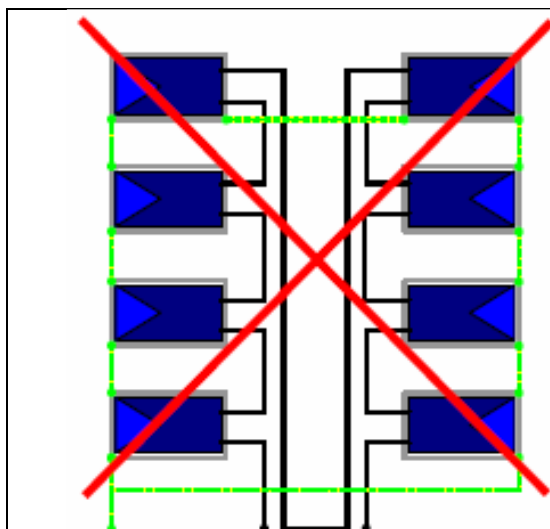


Figure 5 : Exemple de mauvais câblage :  
boucle induite entre une polarité et la masse

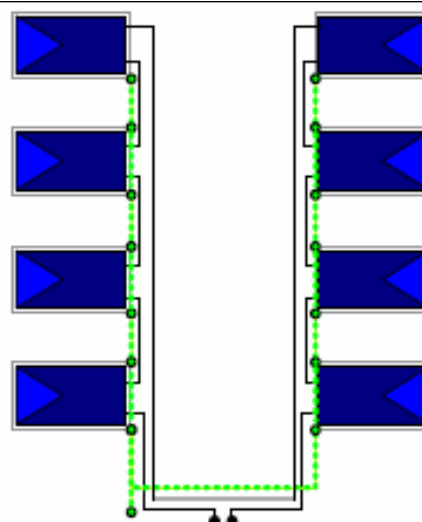


Figure 6 : Exemple de bon câblage

Un conducteur général d'équipotentialité qui cheminera le long du chemin de câble jusqu'au TGBT, suivant le même chemin que les câbles de chaînes, reprendra les liaisons d'équipotentialité des structures et des modules.

L'entreprise devra la continuité de ces conducteurs d'équipotentialité jusqu'aux barrettes de terre.

### 3.2.3 Emplacement de l'onduleur

L'onduleur sera à l'intérieur du local technique du bâtiment. Il sera fixé au mur bétonné à côté du TGBT général.

Localisation : En intérieur, au RDC.



Photo 1 : Emplacement défini pour le positionnement de l'onduleur et des protections électriques (en rouge)

### 3.2.4 Liaisons CC jusqu'à l'onduleur

Les cheminements CC entre les modules et l'onduleur seront réalisés en extérieur sans aucun percement de toiture. Les câbles chemineront entre les modules photovoltaïques pour rejoindre un chemin de câbles

capoté et fermé qui longe les champs de capteurs en toiture puis en façade sur chemin de câbles capoté (RAL dito existant) jusqu'à pénétration dans le local TGBT (via carottage) où sera positionné l'onduleur.

Localisation : Toiture et façade, cf photo 2.



Photo 2 : Cheminement de câble proposé (en rouge)

**Sont à la charge du présent lot : la fourniture, la pose et le raccordement de tous les matériels précédemment mentionnés.**

### 3.2.5 Onduleur

L'onduleur devra délivrer une onde sinusoïdale et seront conforme en matière de qualité de signal et de sécurité de découplage automatique, à la norme EN 50 549-1 et 2 (ex DIN VDE 0126-1-1/A1 VFR 2019), selon l'arrêté national de mise en œuvre du code RfG le 25 juin 2020.

L'onduleur choisi pour réaliser le dimensionnement de la solution de base a les caractéristiques suivantes :

- **Onduleur triphasé** de puissance nominale unitaire CA de 50 kVA minimum, rendement européen minimum 95%, équipés de carte de communication RS485 ou connexion Ethernet, de parafoudre CC intégré dont le niveau de protection  $Up$  est inférieur à 4000V, d'un dispositif de déconnexion CC.
- **Sortie onduleur obligatoire en 3P+N+PE.**
- **Garantie minimum : 10 ans**

L'onduleur devra également respecter les prescriptions réglementaires en matière d'absorption de puissance réactive fixées par l'arrêté du 9 juin 2020 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement aux réseaux d'électricité. L'onduleur devra donc être obligatoirement paramétré de la façon suivante afin de consommer de la puissance réactive :

- Valeur du déphasage :  **$\cos(\Phi) = 0,944$  soit  $\tan(\Phi) = -0,35$**
- Signe du déphasage : **sous-excité** soit une onde de courant en retard sur l'onde de tension

Le local où sera implanté l'onduleur sera correctement ventilé. Un espace périphérique minimal autour des équipements sera prévu afin de permettre une ventilation suffisante (suivant recommandations du fabricant). L'onduleur sera fixé au mur, voir paragraphe 3.2.3.

**Dans un souci d'exploitation et de maintenance, tous les câbles (hormis les conducteurs de terre) seront repérés par un dispositif durable du type étiquette gravée (les systèmes à encre sont à exclure) tenue par collier.**

Le repérage CC pour les strings proposé est le suivant : « N° Onduleur – N° de la chaîne – polarité »

**Sont à la charge du présent lot : la fourniture et la pose de tous les matériels précédemment mentionnés.**

Localisation : L'onduleur sera positionné dans le local technique.

### 3.2.6 Liaisons CA onduleur – Point d'injection (TGBT)

*Les liaisons, entre la borne CA de l'onduleur et le TGBT seront réalisées sur chemin de câble en treillis soudés avec des câbles de sections suffisantes.*

**Dans un souci d'exploitation et de maintenance, tous les câbles (hormis les conducteurs de terre) seront repérés par un dispositif durable du type étiquette gravée (les systèmes à encre sont à exclure) tenue par collier.**

Le TGBT se trouve dans à l'intérieur du local technique, et possède la place suffisante pour regrouper la sortie CA de l'onduleur et les dispositifs de protection.

*L'arrivée de l'onduleur dans le TGBT sera protégée par un disjoncteur différentiel de calibre 100A et sensibilité 500 mA (à justifier selon recommandation du fabricant relative au courant de fuite de l'onduleur).*

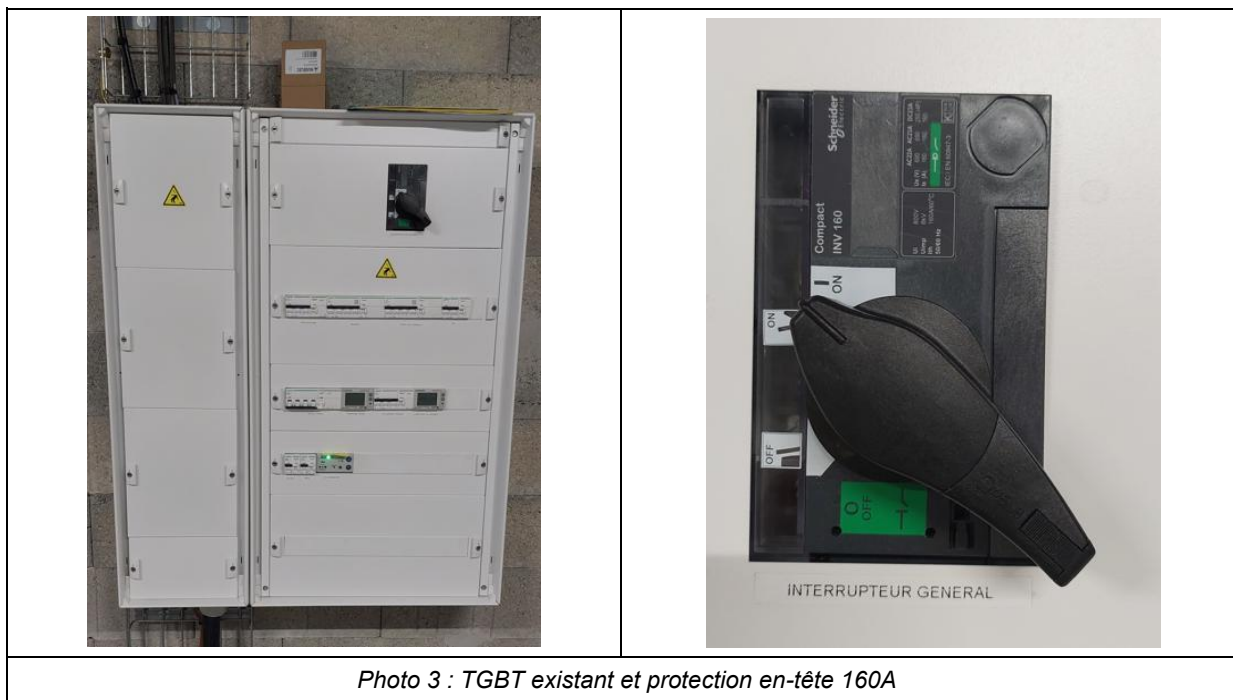
*Cette solution représente la base. Toute variante proposée par le candidat pourra être analysée par la maîtrise d'œuvre.*

*L'entreprise devra fournir la justification du déclassement en température des disjoncteurs. A défaut, une marge de 20% sera prise sur le calcul du calibre.*

*Un parafoudre (type à confirmer selon étude foudre à réaliser) sera installé sur le départ, après la sortie de l'onduleur.*

*Un câble 3P+N+PE de capacité adaptée, en cuivre ou aluminium, de section à déterminer en fonction de la puissance de l'onduleur selon la règle de calcul de la NF C 15-100 V – de manière à limiter la chute de tension sur cette liaison à 1.5% en fonctionnement maximal – sera à fournir et à poser entre l'onduleur et le disjoncteur général du site (niveau TGBT).*

Localisation : Le point d'injection sur le réseau du bâtiment sera au niveau du TGBT.



A titre indicatif, le point de livraison est un tarif jaune situé à l'extérieur en limite de propriété. L'AGCP de calibre 160A serait réglé à 150A et une sensibilité de 1A (selon note de calcul électrique trouvée dans le TGBT).

**Attention : Réglage du différentiel de l'AGCP selon le calibre du différentiel de l'onduleur et vérification de la résistance de la prise de terre.**



Photo 4 : Différentiel AGCP



Photo 5 : PDL en limite de propriété

### 3.2.7 Télésuivi

Un outil de monitoring évolué, devra être installé pour suivre le fonctionnement du générateur solaire photovoltaïque. L'objectif est d'avoir une solution de supervision permettant l'exploitation optimisée de la centrale solaire photovoltaïque. Le but étant de détecter au plus tôt les dysfonctionnements de l'installation et défauts onduleurs afin de faire corriger les problèmes via une société de maintenance ou directement par le MOa.

L'outil doit permettre de visualiser de manière graphique, ainsi que sous forme de tableaux Excel exportables, différentes données (production, conso) et indicateurs de performance (taux de couverture, etc.) à différentes échelles de temps (journalier, hebdo, mensuel, annuel). Il devra stocker à minima 5 années d'historique.

Le système d'acquisition, situé au niveau du TGBT, sera alimenté par l'installation photovoltaïque. Il sera



raccordé au matériel de mesure météo ainsi qu'à l'onduleur pour assurer la supervision à distance. Il collectera les données de température, d'ensoleillement, de valeurs de tension, de courant, d'énergie... pour chaque onduleur et compteurs de mesure, permettant de réaliser périodiquement les bilans d'autoconsommation.

Il devra être connecté par câble Ethernet à l'armoire informatique se trouvant dans le bâtiment ou à défaut, en cas d'impossibilité technique, la transmission de données devra se faire sur un serveur dédié par GPRS. Les données traitées pourront être mises à disposition sur une adresse IP définie par le Maître d'Ouvrage.

Le matériel de supervision proposé s'adaptera aux configurations de ce générateur photovoltaïque. Les fonctions principales du matériel de supervision sont les suivantes :

- **Mesure de l'ensoleillement :**
  - Chaque inclinaison de module différente doit avoir 1 sonde d'ensoleillement (type Spektron 320) de manière à respecter la norme NF EN 61724.
- **Mesure de l'énergie produite [Wh] :**
  - Produite : Compteur d'énergie et liaison M-bus avec les onduleurs
  - Soutirée et consommée : Compteur avec liaison TIC du compteur ENEDIS en limite de propriété
- **Mesure de la température [°C] par :**
  - 1 sonde PT1000 ou PT100 pour la mesure de la température sous panneaux ;
  - 1 sonde PT1000 ou PT100 pour la mesure de la température ambiante ;
- **Module d'analyse et d'envoi de données :**
  - Par datalogger, type WebdynSun, Smart Logger ou équivalent
- **Canal de communication des données :**
  - ADSL ou Lien RADIO (GPRS) : Une antenne radio déportée pourra être ajoutée si la réception du signal radio le nécessite.

L'ensemble de ces données sera cumulé, calculé et enregistré selon deux périodicités :

- Chaque 10 mn, pour les valeurs "instantanées" (puissances, tensions, courants),
- Chaque jour, pour les cumuls des valeurs journalières (énergies, durées).

En effet toutes les données sont relevées par pas de temps de 10 mn, puis cumulées ensuite en pas horaires et journaliers.

La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera au minimum de 1 an pour les données journalières et 6 mois pour les valeurs à 10 mn.

Les informations pourront être récupérées localement, par vidage de la mémoire sur tout système adapté.

Ces données seront stockées sur un serveur dédié et pourront être envoyées également sur l'adresse IP choisie par le MOA. En effet, Le système de monitoring sera chargé d'envoyer les données sur le serveur choisi par le Maître d'Ouvrage, en traitant le format des data pour qu'elles soient compatibles et utilisables sur le serveur final.

Le système de télésuivi permettra la visualisation des informations générales et des performances de l'installation. L'accès à ces données est réalisé via un portail internet, visualisable aussi sur web mobile.

Le système sera conçu pour assurer l'envoi automatique d'alarmes par mail et par SMS sur numéros et adresses fournis par le Maître d'Ouvrage. Ces alarmes seront paramétrables et concerneront les pertes de production des modules et des onduleurs, les disjonctions et arrêts de la centrale ainsi que les défauts internes spécifiques pour chaque onduleur.

Contactez TECSOL pour la solution de télésuivi.

Localisation : Dans le coffret TGBT en local technique, au RDC du bâtiment.

**Sont à la charge du présent lot : la fourniture et la pose de tous les matériels précédemment mentionnés**

### 3.2.8 Arrêt d'urgence

*La présence d'arrêts d'urgence (AU) pour l'injection photovoltaïque est requise sur le site.*

*Il assurera la coupure côté CA via une bobine à émission de tension, sur le disjoncteur au niveau de l'onduleur, au plus près du point d'injection.*

*Les bobines MX étant sensibles aux microcoupures du réseau, une alimentation externe de secours en 48 V CC est prévue. La fourniture et la pose de l'AES est à la charge du présent lot.*

*L'arrêt d'urgence sous verre avec mention « Photovoltaïque » sera à placer au plus près des autres arrêts d'urgence du site y compris relayage pour coupure au niveau de l'onduleur.*

*Les liaisons électriques entre les AU et les bobines à manque seront en câble CR1- C1.*

Localisation et type :

- L'AU sera localisé : à l'entrée du site, regroupé avec les autres AU existants
- L'AU sera de type sous verre avec mention « Photovoltaïque » ;



Photo 6 : Exemple d'AU sous verre

**Sont à la charge du présent lot : la fourniture et la pose de tous les matériels précédemment mentionnés pour les bobines MX.**

### 3.2.9 Matériaux et appareillages

*Tous les matériaux et appareillages entrant dans la constitution des installations devront obligatoirement avoir fait l'objet d'une norme établie par l'UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE (Norme NF série C) et être conforme à ces normes.*

*Il sera installé de préférence des matériaux et appareillages ayant fait l'attribution d'un label ou d'un certificat USE, NF-USE, NF - Électricité dans la mesure où une telle marque a été attribuée.*

*Dans le cas contraire, l'entreprise aura à sa charge toutes les incidences techniques et financières qui pourraient résulter d'une modification de matériel ou d'appareillage, demandée par l'architecte ou par le Maître d'Œuvre.*



*Pour assurer un fonctionnement et une alimentation maximale du réseau, les températures ambiantes admissibles par les composants électriques varient entre -20 °C et +50 °C; le respect des valeurs nominales ne pouvant cependant être garanti que jusqu'à une température ambiante de +40 °C.*

### 3.2.10 Câbles et cheminements

#### 3.2.10.1 Généralités

*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 câbles ou des conduits renforcés seront employés.*

*Les fils électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu, le fil bleu sera la polarité négative). Les câbles souterrains éventuels seront enterrés à une profondeur suffisante pour éviter leur endommagement. Si un conduit est utilisé, il devra être adapté à cet usage.*

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

#### 3.2.10.2 Section des câbles

*L'ensemble des câbles de liaison utilisés répondront aux normes en vigueur énoncées précédemment (isolement, résistance aux ultraviolets, résistance mécanique, etc.). Leur section individuelle sera déterminée suivant les règles de la NF C-15 100 et de l'UTE C-15 712 pour les câbles BT, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension. Les câbles PV des liaisons courant continus*

**La chute de tension maximale autorisée sur chaque liaison module-onduleur de l'installation est de 3% à  $I_{scSTC}$ . Elle sera de 1.5% à  $I_{scSTC}$  en moyenne (recommandation).**

**La chute de tension maximale demandée sur chaque liaison entre le point d'injection et les bornes CA des onduleurs est de 3% (objectif global 1.5%).**

*seront conformes à la norme UTE C-32-502 et seront de classe II.*

#### 3.2.10.3 Connecteurs

*Les assemblages des connecteurs débrochables des liaisons entre modules seront réalisés en usine, sauf cas particulier de réparation ponctuelle sous réserve acceptation de la Maîtrise d'Œuvre.*

**Les connecteurs seront de même type et marque lors de chaque connexion mâle/femelle tout le long de la chaîne courant continu.**

#### 3.2.10.4 Cheminements

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

*Aucun câble ne devra cheminer directement sur une paroi ou sur le sol, mais devra être systématiquement fixé dans un chemin de câble / goulotte.*

Attention : Les câbles "courants faibles" (mesure, communication...) chemineront dans des chemins de câble distincts de ceux utilisés pour les câbles de puissance.

### 3.2.10.5 Repérage

Dans un souci d'exploitation et de maintenance, chaque câble électrique de l'installation devra être repéré de manière visible mais sans nuire à l'esthétique. Il sera réalisé grâce à un dispositif durable, du type étiquette gravée tenue par deux colliers ou bagues enfilées sur support porte repère attaché par deux colliers. **Le repérage autocollant ou manuscrit est interdit.**

Le repérage a lieu, au minimum :

- aux deux extrémités ;
- à chaque entrée / sortie de fourreau ou traversée de paroi ;
- à chaque changement de dalle ou de chemin.

Repérage proposé : « **TENANT / NOM et N° DU CÂBLE / ABOUTISSANT** »

Chaque tenant et aboutissant sera repéré par 2 ou 3 lettres suivies d'un numéro d'ordre. La codification de ce repérage sera suffisamment parlante pour connaître l'équipement ou l'installation raccordée et sera à définir avec l'exploitant. Pour chaque repérage ainsi constitué, les tenants et aboutissants ainsi que les caractéristiques du câble (longueur, nature, section, ...) seront explicités dans le carnet de câble.

### 3.2.10.6 Signalisation et sécurité

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenances, contrôleurs, exploitant 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.

Pour cela :

Une étiquette portant les mentions :

« **Coupure photovoltaïque** »

devra être installée à proximité :

- du disjoncteur de soutirage du réseau public de distribution
- de l'arrêt d'urgence (AU)



Une étiquette portant les mentions :

« **Production photovoltaïque, Coupure réseau de distribution** »

devra être installée à proximité :

- du disjoncteur de soutirage du réseau public de distribution



Une étiquette portant les mentions :

**« Ne pas manœuvrer en charge »**

devra être installée à l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets CC à proximité :

- des sectionneurs ,
- des connecteurs.



Une étiquette portant les mentions :

**« Attention : Câbles courant continu sous-tension »**

devra être installée à proximité :

- sur la face avant des boîtes de jonction
- sur la face avant des coffrets CC.
- sur les extrémités des canalisations CC a minima



Une étiquette portant les mentions :

**« Attention présence de deux sources de tension »**

- Réseau de distribution
- Panneaux photovoltaïques »

**« Isoler les deux sources avant toute intervention »**

devra être installée à proximité :

- des onduleurs.



Les documents sous pochette étanche (schéma électrique et d'implantation des composants de l'installation photovoltaïque avec coordonnées de l'exploitant) seront disposés sur la porte du coffret AC.

**Nota :** En cas d'intervention du personnel de secours du bâtiment, il est important que celui-ci soit informé de :

- L'emplacement des disjoncteurs de branchement (injection et soutirage) permettant la coupure générale des circuits courant alternatif ;
- La présence de tensions dangereuses en journée sur les circuits de l'installation électrique à courant continu, même après avoir manœuvré le disjoncteur de branchement d'injection sur le réseau public de distribution ou le sectionneur ou interrupteur/sectionneur du ou des onduleurs coté installation à courant alternatif.

## 4 PRESTATIONS DIVERSES

### 4.1 Documentation technique à fournir

#### A. A la remise de l'offre

- Un certificat de qualification RGE de l'année en cours pour la pose d'installations photovoltaïques de puissance équivalente < 250 kVA (QualiPV Electricité et Bâtiment) ;
- Un certificat d'assurance décennale couvrant les risques sur le matériel proposé ;
- Un mémoire technique comprenant :
  - Une note méthodologique portant sur la réalisation de la mission avec un planning prévisionnel, présentant la composition de l'équipe et la répartition des rôles ;
  - Des références similaires ;
  - Les fiches techniques suivantes :
    - des modules, y compris attestation de bilan carbone (fiche ECS),
    - des onduleurs,
    - des systèmes d'intégration et de fixation si possible sous certification,
    - des équipements électriques de protection,
    - des connecteurs utilisés en partie courant continu,
  - Le plan de calepinage des modules ;
  - Le dimensionnement proposé ;
  - Une simulation de production à l'aide du logiciel PVSyst ou équivalent ;
  - Un schéma électrique de principe de l'installation ;
  - Les attestations de garantie du matériel.

#### B. Avant travaux

- le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)
- les plans de détails d'exécution des installations projetées avec indication des caractéristiques dimensionnelles,
- les schémas électriques de l'installation et des équipements,
- toutes les notes de calcul particulières, nécessaires à l'installation.

Tous ces documents devront être communiqués en temps utile pour information par l'entreprise adjudicataire au bénéficiaire, afin de recevoir l'accord de ce dernier avant toute exécution et avoir été validé au préalable par l'organisme de contrôle de l'opération.

#### C. Avant réception

Avant la réception des travaux, l'installateur devra remettre un dossier conforme aux ouvrages exécutés en 2 exemplaires papiers + 1 sur support informatique, comportant les éléments suivants, destinés au Maître d'Ouvrage des équipements :

→ Un manuel (impérativement sous forme de classeur à feuillets amovibles) comprenant les rubriques ci-dessous, séparées par intercalaires cartonnés :

- les limites de fonctionnement normal du système,
- les spécifications techniques,
- les procédures de mise en service,
- les schémas de principe,
- les plans de câblage de l'installation et des équipements fournis,
- la nomenclature des composants et équipements avec les références,

- les numéros de série pour les principaux équipements (modules, mesures, onduleur...),
- la liste des pièces détachées de rechange nécessaires pour deux années de fonctionnement, au-delà de la première année de garantie.
- les consignes d'entretien,
- des instructions pour le diagnostic des pannes courantes,
- la liste d'outils spéciaux ou de tout équipement nécessaire pour le montage, le réglage, le fonctionnement et l'entretien des matériels.
- les documentations techniques des différents composants.

→ Une notice d'utilisation et de maintenance comprenant des fiches simples et claires sur le principe de fonctionnement, la signification des différents indicateurs, les consignes de sécurité, de maintenance et d'utilisation.

Cette notice fera l'objet d'une explication détaillée sur site, avec démonstration des différents états des régulations et sécurités.

**Nota :** tous ces documents doivent être transmis avant réception technique, afin de pouvoir préparer le PV de réception. La visite de réception technique (voir ci-dessous) ne pourra donc être programmée qu'après obtention par le Maître d'Œuvre de l'ensemble des documents.

## 4.2 Réception

La réception sur site en fonction des prestations retenues comportera :

- vérification du fonctionnement et des performances de l'installation,
- mesures de contrôle :
  - de la production du champ solaire et de chaque sous-ensemble,
  - des chutes de tension dans les câblages,
  - du rendement des onduleurs,
- vérification des automatismes de couplage - découplage au réseau,
- vérification du respect des règles de l'art dans l'installation du matériel (protections et sécurité),
- conformité avec les règles de raccordement au réseau,

La réception des travaux sera prononcée 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 ou de son représentant et d'un représentant de l'entreprise adjudicataire.

Un procès-verbal de réception sera signé par l'ensemble des parties à l'issue de cette livraison.

**Il n'y aura pas de réception totale sans mise en service et suivi de la production pendant une période d'un mois à compte de la mise en production industrielle.**

## 4.3 Garanties

### A. Décennale

Lors des opérations préalables à la réception, il sera procédé aux épreuves d'étanchéité. La responsabilité décennale de l'entrepreneur commencera le jour où le Maître d'Ouvrage prononcera la réception des travaux.

**L'entreprise devra présenter des certificats de garanties et justifier que ces garanties sont couvertes, nominativement pour le présent chantier.**

## B. Matériel

*Les durées de garantie minimales pour les matériels seront de :*

- Tous composants : 2 ans minimum.*
- Onduleurs : 10 ans minimum*
- Panneaux photovoltaïques : 20 ans minimum*

*La durée de garantie minimale pour la performance des panneaux photovoltaïques sera de :*

- Panneaux photovoltaïques : 25 ans minimum*

**L'entreprise devra présenter des certificats de garanties et justifier que ces garanties sont couvertes, nominativement pour le présent chantier et pour la puissance installée, par l'assurance du (ou des) fabricants, y compris en cas de dépôt de bilan du (ou des) fabricants.**

**Tout document ou certificat justificatif de ces garanties sera étudié.**

**Les certificats de garanties et d'assurances devront être rédigés (ou traduits) en Français.**

*Au titre de la garantie, l'entreprise devra la réparation, et éventuellement le remplacement (pose), gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie serait reconnu défectueux hors incident (vol, foudre, vandalisme...).*

*Les déplacements engendrés par la réparation ou le remplacement seront à la charge de l'entreprise.*

*Les défauts constatés survenus seront notifiés à l'entreprise pour qu'elle puisse entreprendre les réparations dans un délai de 4 jours maximum. Passé ce délai, le Maître d'Ouvrage 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.*

## C. Performances

*Les performances du système devront pouvoir être vérifiées. Elles pourront s'effectuer à l'aide d'un appareil enregistreur, temporaire ou permanent, donnant chaque jour tous les paramètres énergétiques de l'installation.*

*Si besoin est, les données traitées quotidiennement seront cumulées mensuellement et permettront la comparaison avec les données du fabricant et du dimensionnement.*

**Cachet et signature du contractant**