

MOA : GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX

MOE: TECSOL

---

# REALISATION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE EN AUTOCONSOMMATION

---

## Dossier de Consultation des Entreprises 1.CCTP

### Suivi des versions

Rév.	Date	Commentaires	Rédac.	Verif.	Appro.
1.2	28/03/2025	Édition originale	MD	CG	ME

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Présentation du projet.....</b>	<b>4</b>
1.1	Objet .....	4
1.2	Nature des travaux .....	5
1.3	Nature et limites des prestations.....	8
1.3.1	A la charge de l'entreprise :.....	8
1.3.2	Limite de prestations.....	9
1.4	Documents constitutifs du dossier .....	10
1.5	Étendue des travaux .....	10
1.6	Qualification.....	11
<b>2</b>	<b>OBLIGATIONS DE L'ENTREPRISE .....</b>	<b>12</b>
2.1	Avertissements aux entreprises.....	12
2.2	Prestations globales.....	12
2.3	Visite sur site .....	12
2.4	Impact sur l'activité.....	13
2.5	Plans et notices.....	13
2.6	Plan d'installation de chantier.....	14
2.7	Gestion des déchets .....	14
2.8	Sécurité du chantier .....	14
<b>3</b>	<b>SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>15</b>
3.1	Domaine d'application .....	15
3.2	Conditions de fonctionnement.....	15
3.3	Textes réglementaires, normes et textes de références .....	16
3.4	Travaux à proximité de réseaux.....	17
<b>4</b>	<b>SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES PHOTOVOLTAÏQUE.....</b>	<b>19</b>
4.1	Domaine d'application .....	19
4.2	Conditions de fonctionnement.....	19
4.3	Couverture.....	19
4.4	Système d'intégration .....	19
4.5	Modules.....	20
4.6	Mise à la terre.....	21
<b>5</b>	<b>SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES PHOTOVOLTAÏQUE.....</b>	<b>22</b>
5.1	Réseau DC.....	22
5.1.1	Conception du réseau DC .....	22
5.1.2	Chaînes de modules .....	22
5.1.3	Caractéristiques des câbles DC.....	23
5.1.4	Cheminement des câbles DC.....	23
5.1.5	Connecteurs PV.....	24
5.1.6	Mise à la terre et liaison équipotentielle .....	24
5.2	Réseau AC BT.....	25
5.2.1	Conception du réseau AC BT .....	25
5.2.2	Caractéristiques des câbles AC BT.....	26
5.2.3	Cheminements des câbles AC BT.....	26
5.3	Onduleurs.....	27
5.3.1	Caractéristiques des onduleurs .....	27
5.3.2	Positionnement des onduleurs .....	27
5.3.3	Raccordements AC onduleur – TG Photovoltaïque.....	28
5.4	TG Photovoltaïque (Coffret AC).....	28
5.4.1	Caractéristiques du coffret AC .....	28
5.4.2	Raccordements TG Photovoltaïque – local TGBT.....	28
5.5	Télésuivi .....	29
5.6	Arrêts d'urgence .....	30
5.7	Repérage .....	30
5.7.1	Principe de repérage .....	30

5.7.2	Signalisation et sécurité .....	30
<b>6</b>	<b>PRESTATIONS DIVERSES.....</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>Documentations techniques à fournir .....</b>	<b>33</b>
6.1.1	À la remise de l'offre.....	33
6.1.2	Avant travaux .....	33
6.1.3	Avant réception.....	33
<b>6.2</b>	<b>Réception .....</b>	<b>34</b>
<b>6.3</b>	<b>Garanties .....</b>	<b>35</b>
6.3.1	Décennale.....	35
6.3.2	Matériel.....	35
<b>7</b>	<b>GARANTIES .....</b>	<b>36</b>

# 1 Présentation du projet

---

## 1.1 Objet

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

Il concerne plus généralement la réalisation d'un **générateur solaire photovoltaïque en autoconsommation individuelle avec injection de surplus, à des fins d'autoconsommation collective sur la zone portuaire.**

**Le générateur sera situé sur l'auvent d'extension du hangar H42b.**

Il est complété par la DPGF et les plans et schémas de l'opération, et a pour buts essentiels de :

- Fixer les modalités d'exécution des ouvrages devant être réalisés par l'entrepreneur,
- Rappeler les spécifications générales auxquelles doivent répondre les équipements et matériels proposés par l'entrepreneur,
- Définir les conditions de mises en service et de livraison des ouvrages,
- Rappeler les garanties devant être données par l'entrepreneur quant au fonctionnement des installations qu'il a réalisées.

La description des ouvrages et équipements n'ayant pas un caractère limitatif, l'adjudicataire des travaux doit prévoir dans son offre tous les travaux nécessaires pour assurer l'achèvement complet des travaux qui concerne son corps d'état, sans qu'il puisse ne prétendre à aucune majoration du prix forfaitaire pour raison d'omission dans les plans, descriptifs ou annexes.

Si des incohérences entre les différentes pièces apparaissent, il appartient à l'entrepreneur d'en informer le maître d'ouvrage en lui demandant les instructions nécessaires quant aux modalités d'exécution de l'ouvrage concerné.

Pendant la réalisation de ses travaux, l'entreprise veillera à ne pas détériorer les ouvrages existants. Le remplacement ou la remise en état identique à l'existant seront à la charge de l'entreprise reconnue responsable de la dégradation.

L'entreprise devra la protection de ses équipements jusqu'à la réception et réparera à ses frais les ouvrages dégradés par des personnes non identifiées ou du fait qu'elle aurait omis de les protéger.

### Présentation des offres :

La DPGF sera complétée scrupuleusement et intégralement. Cette pièce sera obligatoirement présentée sur le modèle original. Celui-ci sera fourni sous forme de fichier informatique sur simple demande au BET.

A la charge de l'Entreprise, la fourniture, la pose, le raccordement, la mise en service du générateur photovoltaïque, et son raccordement jusqu'au TGBT.

L'entreprise aura également à sa charge la mise en place du système de coupure d'urgence pompier.

**Il est demandé à l'entreprise de proposer une solution ferme (pas de variante autorisée).**

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

- Les contraintes d'implantation ;
- Les résultats énergétiques ;

**Le certificat ECS (Evaluation Carbone Simplifiée) devra obligatoirement être fourni et devra présenter un bilan carbone inférieur à 550 kg eq. CO<sub>2</sub> / kWc.**

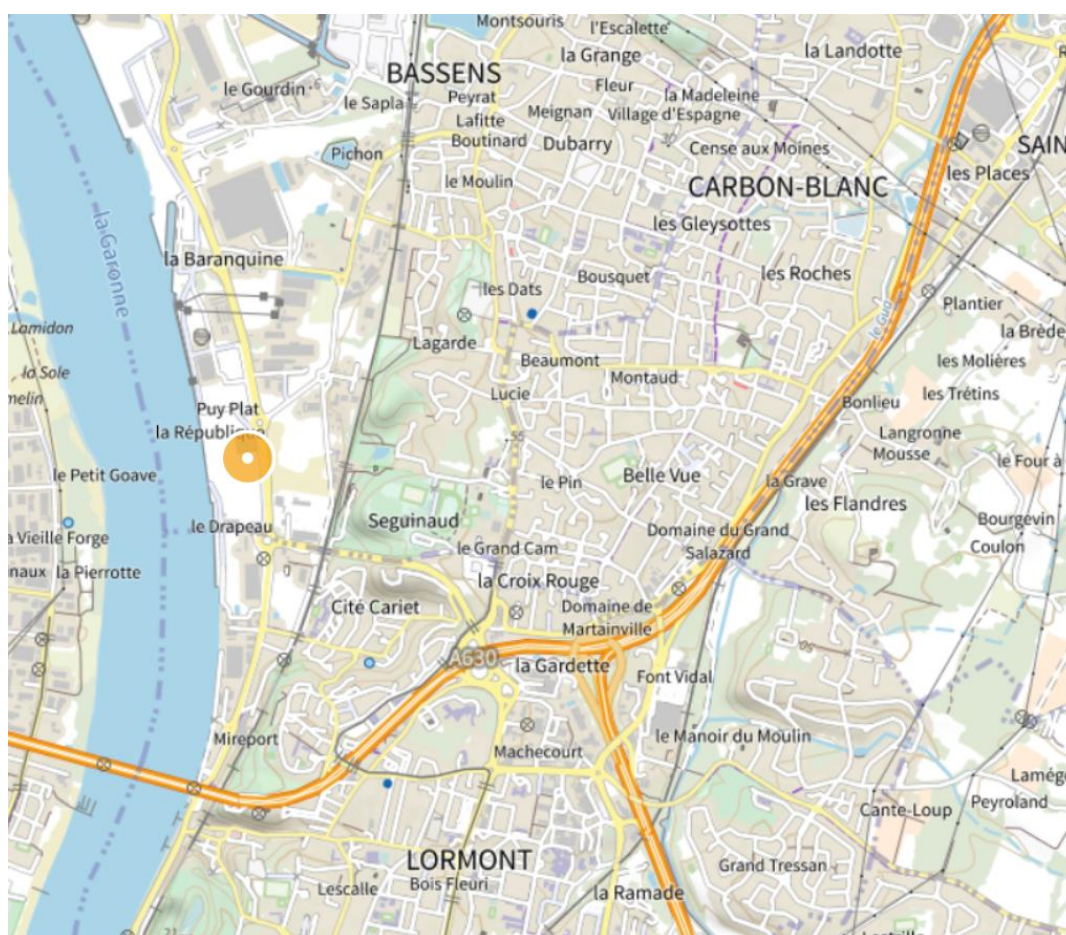
Les marques et types de matériel présentés en dimensionnement sont donnés à titre indicatif, pour définir un niveau minimum de qualité. Toute solution remplissant le cahier des charges, et de qualité équivalente, sera étudiée.

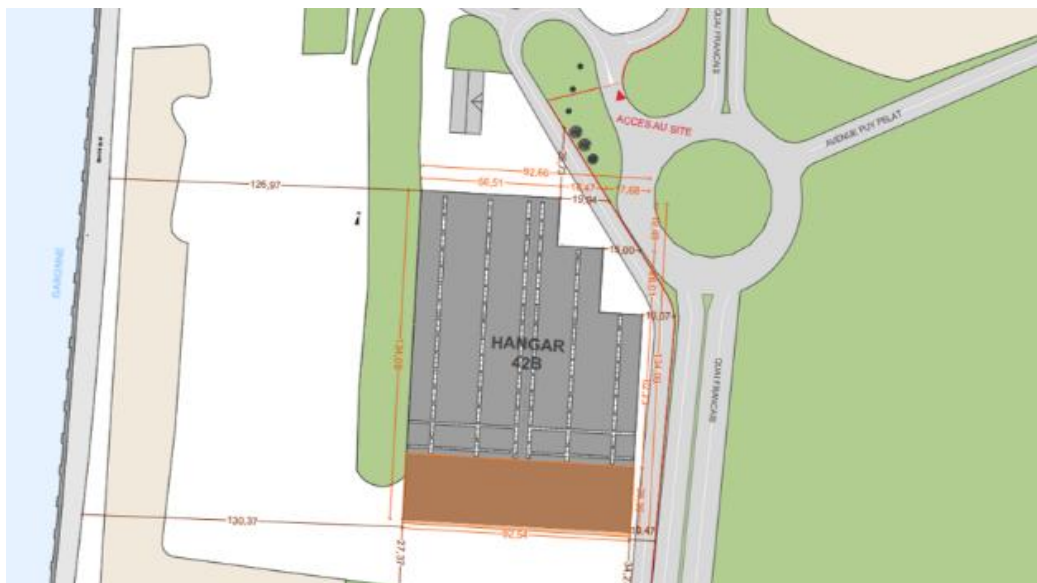
## 1.2 Nature des travaux

Le maître d'ouvrage souhaite équiper la toiture de l'auvent d'extension en façade du hangar H42b, d'un générateur photovoltaïque d'une puissance de 410.4 kWc. La puissance du générateur ne pourra excéder 500 kWc de puissance injectée (raccordement S21).

Il s'agit d'une **installation en autoconsommation individuelle avec injection de surplus** (sans batterie), connectée au réseau public d'électricité.

Le projet intègre la fourniture et la pose de l'installation photovoltaïque – objet du présent CCTP.





### Localisation du site et de l'emplacement concerné

## Situation du chantier

- Adresse : Zone Portuaire- quai Alfred de Vial, 33530 BASSENS
- Département : Gironde (33)
- Coordonnées : 44.8928, -0.530223

### 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 géolocalisé de Bassens, issues du programme Meeonorm. 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.

Nombre modules	Puissance modules mini [Wc]	Puissance [kWc]	Onduleurs [kVA]	Production [MWh/an]	Productivité [kWh/kWc.an]
<b>912</b>	<b>450</b>	<b>410.4</b>	<b>330</b>	<b>452.78</b>	<b>1 103</b>

Le nombre de modules et leur taille sont fixés par le CCTP.

Les plans de calepinage pour l'implantation des modules sont joints dans le carnet de plans.

Ce dimensionnement est donné à titre indicatif, l'entreprise a libre choix de proposer du matériel de caractéristiques différentes à condition de respecter les préconisations du CCTP, les objectifs de production précédemment mentionnés ainsi que l'ensemble des contraintes inhérentes à la classification ICPE du hangar H42b.

Les travaux devront permettre la conservation du classement ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) actuel du hangar H42b :

- Rubrique 1530 (D) : Dépôts de papiers, cartons ou matériaux combustibles analogues
- Rubrique 2410 (D) : Travail du bois et matériaux combustibles analogues

Ces deux rubriques sont soumises aux régimes suivants :

**Régime de la déclaration :**

- *Arrêté du 30/09/08 relatif aux prescriptions générales applicables aux dépôts de papier et carton relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 1530 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.*
- *Arrêté du 05/12/16 relatif aux prescriptions applicables à certaines installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration (applicable jusqu'au 31/12/19 pour ce qui concerne les rubriques 4440, 4441 ou 4442).*

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 de fixation : 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.

Les modules photovoltaïques proposés auront les caractéristiques suivantes :

- Modules cadrés en silicium monocristallin
- Puissance unitaire minimale : 450 Wc
- Dimensions : 1722 x 1134 x 30 mm
- Tolérance positive

Les modules seront posés en mode portrait ou en paysage, selon les spécificités mentionnées dans leur certification ou notice de pose, le cas échéant.

Le bac acier qui constituera la couverture de l'auvent est de marque **Jl 45.333.1000 ép. 75/100ème prélaqué RAL 9010 / 35 µ (n'est pas à la charge du présent lot).**

Le système mis en place sera de type fixation à l'onde en **surimposition** (type système V-ROOF de chez JORIS SOLAR ou équivalent) et sera **sous Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX de cas a)**. La compatibilité entre le système d'intégration, le bac acier et le module photovoltaïque devra être justifiée.

Un plan de calepinage est présenté à titre indicatif en annexe. Il a été réalisé en fonction des surfaces disponibles.

A la charge de l'entreprise est également prévue la fourniture et l'installation d'un arrêt d'urgence de type coup de poing sous verre y compris relayage pour coupure au niveau de la protection PV dans le TGBT. Il sera équipé d'un voyant lumineux de présence de tension. Les liaisons électriques entre l'AU et la bobine à manque seront en câble CR1 C1.

Des onduleurs de 110 kVA minimum (ou équivalent) assureront la conversion du courant DC en AC. Les matériels électriques (onduleurs, TG Photovoltaïque) seront fixés sur les murs du Local Photovoltaïque, en intérieur.

L'ensemble des câbles des liaisons DC de l'installation cheminera : sur chemins de câbles capotés fermés en toiture, descentes de chemin de câbles capotées fermées le long de la toiture, descente le long d'un poteau, passage en aérien pour accès au local photovoltaïque.

L'ensemble des câbles des liaisons AC de l'installation cheminera : sur chemins de câbles capotés

fermés en intérieur des onduleurs au TG Photovoltaïque puis passage en fosse jusqu'au local TGBT.

La centrale photovoltaïque viendra se raccorder sur le TGBT du hangar sur un départ à la charge du maître d'ouvrage (hors lot).

## 1.3 Nature et limites des prestations

Le Maître d'Œuvre pour l'opération est mandaté pour les missions PRO-DCE, ACT, VISA, DET, AOR et les démarches de raccordement.

### 1.3.1 A la charge de l'entreprise :

- 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 sur la partie électrique BT, y compris les plans d'implantation des modules et des plans de câblage des modules entre eux jusqu'au point de raccordement (y compris la mise à la terre),
- L'établissement des aires de travail convenablement aménagées,
- La fourniture, pose et dépose de l'ensemble des équipements de sécurité nécessaires au chantier (filets de protection, garde-corps...),
- Tous moyens de mise en œuvre et de levage (tourelle d'accès, grues, nacelles, ...),
- Le nettoyage du chantier et évacuation des déchets,
- La fourniture, la pose et la fixation du système d'intégration et des modules photovoltaïques,
- Le raccordement des modules entre eux jusqu'à l'onduleur, y compris câbles et chemins de câbles,
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs et du coffret de protection AC (TG Photovoltaïque).
- La fourniture, la pose et le raccordement d'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 fourniture et la pose du câblage et des chemins de câble entre les modules et l'onduleur,
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs équipés de cartes de communication RS485 ou autre, du câblage et des chemins de câble entre onduleur et le coffret TG Photovoltaïque,
- La fourniture, la pose et le raccordement du coffret TG Photovoltaïque, équipé des organes de sécurités électriques, des protections foudre, des organes de coupure photovoltaïques AC, du système de monitoring,
- La fourniture, la pose, et le raccordement des sondes de mesures, des appareils d'acquisition, de stockage, d'affichage et de communication des données nécessaires au télésuivi, y compris relais de communication,
- La fourniture, la pose et le raccordement des liaisons entre le TG Photovoltaïque et le point d'injection,
- La fourniture, la pose et le raccordement de toutes les liaisons TG Photovoltaïque, de mesures et de télécommunications, y compris gaines, goulottes, chemins de câbles, fourreaux, câbles, percements et rebouchages, nécessaires au bon fonctionnement de l'installation,
- La fourniture, la pose et le raccordement d'un arrêt d'urgence (AU) sous verre à placer à proximité de l'arrêt d'urgence du site existant, y compris relayage pour coupure,
- La fourniture et la pose dans les coffrets photovoltaïques d'une barrette générale de terre, et le raccordement de l'installation à la prise générale de terre du bâtiment,



- La continuité du conducteur général d'équipotentialité du champ photovoltaïque jusqu'à la barrette générale de terre,
- La mise à la terre équipotentielle de l'ensemble des installations BT à partir de la barrette générale de terre,
- Le repérage durable de toutes les liaisons DC, AC, commandes, mesures et communications installées,
- Les affichages réglementaires durables, intérieurs et extérieurs,
- La déclaration de travaux et la DICT
- Les essais et contrôles des installations,
- La mise en service de l'installation et les garanties,
- L'élaboration du dossier et les démarches pour l'obtention du certificat CONSUEL
- La réalisation et la diffusion des Dossiers d'Ouvrages Exécutés et des pièces nécessaires à la réalisation du Dossiers d'Interventions Ultérieurs sur l'Ouvrage.
- La fiche ECS délivré par CERTISOLIS, présentant un bilan carbone inférieur à 550 gCO<sub>2</sub>/kWc.

### 1.3.2 Limite de prestations

L'entreprise interviendra en aval des travaux de réalisation de l'auvent d'extension du hangar H42b. A ce titre, les limites de prestations entre le présent lot et les lots en charge de la réalisation de l'extension du hangar sont :

#### 1.3.2.1 Limite de prestation avec le Lot électricité CFO/CFA :

##### Prestations à la charge du lot XX « électricité CFO/CFA » :

- La fourniture, pose et raccordement du disjoncteur d'alimentation général du TG PHOTOVOLTAÏQUE dans l'armoire TGBT H42bis.
- Mise sur bornier de l'ordre de déclenchement + raccord au disjoncteur d'alimentation général du TG PHOTOVOLTAÏQUE dans l'armoire TGBT H42bis. (Avec bobine MN)
- Mise sur bornier de la position « ouverte » et de la position « fermée » disjoncteur d'alimentation général du TG PHOTOVOLTAÏQUE dans l'armoire TGBT H42bis.
- La fourniture, pose et raccordement (côté TGBT) du câble d'alimentation du TG PHOTOVOLTAÏQUE.
- La fourniture, pose et raccordement des câbles jusqu'à l'armoire TG PHOTOVOLTAÏQUE pour remonter les points électriques sur la GTB.
- Essais de fonctionnement du découplage en communs avec le lot « Photovoltaïque ».
- La fourniture, pose et raccordement de l'alimentation de l'extracteur local onduleur photovoltaïque en attente sur le bornier du TGBT H42Bis.
- La fourniture, pose et raccordement de l'extracteur du local photovoltaïque, y compris câblage depuis le TGBT H42Bis et le thermostat de commande.

##### Prestations à la charge du lot « Photovoltaïque » :

- La fourniture, pose et raccordement de l'armoire TG PHOTOVOLTAÏQUE.
- Le raccordement du câble d'alimentation du TG PHOTOVOLTAÏQUE sur la protection générale de cette armoire.
- La mise à disposition des points électriques (comptages, défaut parafoudres, contact OF et SD, défauts systèmes, ...) en attente sur un bornier X-GTB pour permettre la remontée sur la GTB.
- Essais de fonctionnement du découplage en communs avec les lots « électricité CFO/CFA » et « Electricité - Poste HTA ».

### 1.3.2.2 Limite de prestation avec le lot « Electricité - Poste HTA »

#### Prestations à la charge du lot 05 « Electricité - Poste HTA » :

- La fourniture, pose et raccordement des liaisons entre le disjoncteur d'alimentation du TG PHOTOVOLTAIQUE dans l'armoire TGBT H42bis et le coffret de découplage du disjoncteur HT du poste 42 afin d'assurer le déclenchement du DG PHOTOVOLTAIQUE et pour remonter l'état de la position de ce dernier (ouvert ou fermé).
- La fourniture, pose et raccordement des liaisons entre le convertisseur FO/TOR du poste de livraison PT42 et le coffret de découplage.
- Essais de fonctionnement du découplage en communs avec les lots « électricité CFO/CFA » et « Electricité - Poste HTA ».

#### Prestations à la charge du lot « Photovoltaïque » :

- La fourniture, pose et raccordement de l'armoire TG PHOTOVOLTAIQUE.
- Le raccordement du câble d'alimentation du TG PHOTOVOLTAIQUE sur la protection générale de cette armoire.
- La mise à disposition des points électriques (comptages, défaut parafoudres, contact OF et SD, défauts systèmes, ...) en attente sur un bornier X-GTB pour permettre la remontée sur la GTB.
- Essais de fonctionnement du découplage en communs avec les lots « électricité CFO/CFA » et « Electricité - Poste HTA ».

## 1.4 Documents constitutifs du dossier

Le présent dossier comprend les éléments suivants :

- Le CCTP
- La DPGF
- Le plan d'implantation
- Le plan d'ensemble structure
- Le schéma électrique unifilaire de l'installation

## 1.5 Étendue des travaux

L'Entrepreneur aura prévu dans ses prix tous les travaux et suggestions nécessaires à la complète et parfaite réalisation de ses ouvrages et notamment :

#### Les études d'exécution

L'Entrepreneur aura à sa charge toutes les études, plans d'ensemble et de détails nécessaires à la complète définition et exécution des travaux, à partir des plans transmis par la Maîtrise d'Œuvre dans le présent DCE, qui représente l'intégralité de la mission confiée par le Maître d'Ouvrage à celle-ci.

#### Le transport

Le transport compris frais de douanes, taxes spéciales, etc. ; et la livraison, la manutention, le stockage et le levage sur le chantier des différents matériels.

#### La fourniture et la pose

La fourniture et la pose des équipements, et de tous les matériels et accessoires nécessaires à la mise en œuvre à la parfaite finition de la prestation.

#### La protection provisoire

La protection provisoire contre les chocs des ouvrages et l'enlèvement des protections provisoires lorsque l'entreprise a terminé son travail sur le chantier. L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'il doit une protection efficace de ses ouvrages pendant toute la durée du chantier. Les protections jugées insuffisantes par le Maître d'Œuvre seront remplacées aux seuls frais de l'Entreprise par un dispositif défini par le Maître d'Œuvre.

#### Le nettoyage

L'entrepreneur devra assurer le nettoyage soigné de ses ouvrages en fin de travaux ainsi que la vérification d'aspect. Un nettoyage complet de l'ensemble des modules sera à la charge de l'entreprise avant les opérations de réception.

#### Les plans de récolement

À la réception des travaux, l'entreprise devra :

- Les plans de récolement,
- Les certificats de garantie et notice d'entretien du matériel installé.

## **1.6 Qualification**

L'Entreprise doit joindre à sa soumission les certificats de qualification professionnelle de l'année en cours, nécessaires aux travaux.

#### Les compétences requises pour le soumissionnaire sont les suivantes :

- Qualification et/ou certification professionnelle pour la pose de procédés photovoltaïques type QUALIPV ou QUALIFELEC,
- Compétences électriques : habilitation "BP" pour le raccordement des modules, habilitation "BR" requises pour le branchement aux onduleurs ou équivalent.
- Habilitation électrique H1 exécutant électricien, haute tension, pour les projets photovoltaïques supérieurs à 250 kVA.
- Habilitation électrique H2 chargé de travaux électriques, haute tension, pour les projets photovoltaïques supérieurs à 250 kVA.
- Attestation de compétence relative à l'Intervention à Proximité des Réseaux (Encadrant et/ou Opérateur).

## 2 OBLIGATIONS DE L'ENTREPRISE

### 2.1 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 dans les délais prescrits au planning général.

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.

Le soumissionnaire est entièrement responsable de tout dommage occasionné au site ainsi qu'à des tiers. 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.

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.

### 2.2 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. (Décomposition du Prix Global et Forfaitaire) sont indicatives, le soumissionnaire a la responsabilité de vérifier ces quantités (Offre globale, forfaitaire et définitive).

### 2.3 Visite sur site

La visite sur site est obligatoire. Les conditions sont fixées au Règlement de Consultation.

Le soumissionnaire reconnaît avoir contrôlé et reconnu les lieux, avoir estimé les difficultés qu'il pourrait rencontrer, l'importance des travaux à exécuter, et l'adéquation de son matériel ainsi que de sa proposition avec les contraintes particulières de ce projet avant la remise de son offre.

Il devra s'assurer des données transmises, de la possibilité de respecter les cotes données, et s'engage à signaler toutes les erreurs ou omissions au Maître d'Œuvre.

Il ne pourra donc se prévaloir d'un manque de connaissance des lieux et conditions d'exécution de son marché.

## 2.4 Impact sur l'activité

Il est rappelé que les travaux s'effectueront dans un site occupé, par conséquent le soumissionnaire devra prendre l'ensemble des mesures nécessaires lors des travaux pour minimiser les perturbations de l'activité du site.

## 2.5 Plans et notices

Avant tout début des travaux le soumissionnaire devra soumettre à l'agrément du Maître d'Œuvre 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 :

- Toutes les cotes, toutes les élévations, ainsi que toutes les coupes verticales et horizontales, les fixations, les cotes de réservations et toutes données utiles à la compréhension des ouvrages,
- Le plan de calepinage 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 chaînes, et par onduleur,
- L'ensemble des plans, schéma et synoptiques nécessaires à la réalisation de l'ensemble de ses prestations,
- Les notes de calcul DC/AC.

Avant toute mise en fabrication, le titulaire de l'entreprise devra vérifier sur place les cotes des réservations 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 de l'entreprise 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, y compris garanties, attestations, certifications.

## 2.6 Plan d'installation de chantier

Avant le début des travaux, le titulaire de l'entreprise devra remettre au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre un plan de l'installation de chantier sur lequel figureront les accès, les zones de stockage, les cheminements, les protections prises pour assurer la sauvegarde des personnes et des biens.

Le soumissionnaire s'engage à faire respecter l'interdiction de marcher sur les modules, le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre pourront demander le remplacement des modules impactés.

Les horaires du chantier sont indiqués dans le plan de prévention.

## 2.7 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 de l'entreprise :

- Stocker les déchets avant leur élimination dans des conditions ne présentant aucun danger pour l'environnement et la santé et favorisant leur valorisation ultérieure,
- Éliminer 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,
- Éviter le mélange de matériaux de nature ou de destination différente,
- Éliminer 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.

## 2.8 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, certaines mesures de sécurité devront être mises en œuvre et précisées dans le plan de prévention du PPSPS.

## 3 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DE L'INSTALLATION

---

### 3.1 Domaine d'application

La centrale fonctionne en autoconsommation.

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

La présence d'un arrêt d'urgence (AU) agissant sur le point d'injection est prévue.

Tous les arrêts d'urgence devront également être équipés d'un voyant lumineux de présence de tension triphasée.

Les liaisons électriques entre les AU et les bobines à émission seront en câble CR1 C1.

### 3.2 Conditions de fonctionnement

L'installation ayant une durée de vie prévue d'au moins 20 ans, du matériel résistant, fiable, bénéficiant de solides références est donc nécessaire, 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.

#### ***Capteurs solaires en surimposition***

Les installations seront exposées à des échauffements importants, tant de la structure que des joints, ou des vitrages et cadres des modules. Les dilatations différentielles (structure primaire) et l'aluminium (structure secondaire, cadre des modules) devront être prises en compte dans la solution proposée.

On sera tout particulièrement attentif à la ventilation arrière des modules, notamment pour le choix du système de fixation.

#### ***Conditions ambiantes***

L'ensemble du matériel doit être prévu pour les conditions ambiantes extérieures qui sont celles du site de Bassens (33).

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

#### ***Protection anti-corrosion***

Toutes les pièces de la fourniture seront réalisées dans un matériau inoxydable ou ayant reçu un traitement de protection efficace contre la corrosion, correspondant aux conditions d'ambiance et d'utilisation précisé dans le C.C.T.P.

L'attention du soumissionnaire est spécialement attirée sur l'importance attachée à cette protection :

- Tous les chemins de câbles et leurs fixations seront en acier galvanisé à chaud,
- Toutes les pièces en acier seront protégées par un traitement de galvanisation à chaud après usinage et perçage,

- La boulonnerie et la visserie seront également en matériau inoxydable ou traité contre la corrosion.

Les découpes de métaux sont interdites à proximité des ouvrages métalliques, en particulier du bardage. Les éventuelles projections pourraient corroder les installations existantes.

### 3.3 Textes réglementaires, normes et textes de références

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, notamment :

#### Installation photovoltaïque

- **UTE C15 712-1** relatif à la mise en œuvre d'installation photovoltaïque.
- **IEC 61215** Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation.
- **NF EN IEC 61730** Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques.
- **DIN EN 61173** Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie – Guide – version allemande.
- **DIN VDE 0126-1-1** – Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension.

#### Travaux électriques et Réseaux télécom

- **NF C 15-100** relative aux travaux électriques Basse Tension.
- **NF C 13-100** relative aux travaux électriques Haute Tension dans les postes de livraison.
- **NF C 13-200** relative aux travaux électriques Haute Tension.
- **HN64-S-52** relative aux cellules HTA.
- **IEC 60793** relatif aux réseaux fibres optiques.

**Cette liste n'est pas exhaustive, mais un rappel des principaux textes officiels applicables à ce projet.**

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 Entreprises.



## 3.4 Travaux à proximité de réseaux

### DT et DICT

L'entreprise titulaire du présent marché a à sa charge les DICT. Ces DICT seront impérativement réalisées au moyen du Guichet Unique et dans les conditions fixées par la réglementation. Elles sont obligatoires avant tout démarrage du chantier. Les OS de chantier seront signés seulement suite aux réponses aux DICT.

L'apparition, en période de préparation et préalablement au compte rendu de marquage-piquetage, d'écarts entre les récépissés de DICT et les éléments de la consultation, peut constituer un point d'arrêt. Les parties évaluent l'impact de ces écarts sur le projet, et leurs conséquences contractuelles, techniques et financières, notamment par l'application de prix unitaires tels que ceux définis dans la norme NF S 70-003-1 article 7.6.7.

Après analyse des écarts, le responsable de projet ou son représentant informera l'entreprise exécutant le marché de travaux avant le démarrage des travaux des conditions nouvelles de réalisation et notamment des éventuelles adaptations du projet assurant sa compatibilité avec la configuration la plus récente des réseaux tiers existants. Le responsable de projet prendra en compte ces éléments pour les opérations de marquage-piquetage

### Utilisation d'engins de chantier

Dans le cas de travaux réalisés à proximité de réseau(x), les distances réglementaires seront prises en compte lors de l'usage des engins de chantier (distance prévue par la classe de précision du réseau tel que fournie par l'exploitant dans le récépissé de la DICT additionné de la distance relative au fuseau de la technique).

Tous les conducteurs d'engin devront être titulaires de CACES en cours de validité.

### Domage sur un réseau

En cas de dommage sur un réseau tiers, de déplacement de plus de 10 cm d'un réseau flexible, ou pour toute anomalie constatée l'entreprise titulaire du présent marché devra impérativement et rapidement informer l'exploitant du réseau concerné. Ils devront conjointement réaliser un constat contradictoire de dommage (CERFA N°14766\*02).

En cas d'endommagement d'un réseau sensible, l'entreprise devra suspendre les travaux. De plus elle est tenue d'appliquer les modalités d'information immédiate des services de secours et des gestionnaires de réseaux.

L'entreprise devra également en informer le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage, qui décidera des modalités de reprise des travaux.

### Interruptions de travaux

En cas de nécessité, le maître d'œuvre ou l'entreprise pourra demander un arrêt de travaux. Celui-ci fera obligatoirement l'objet d'un constat contradictoire d'arrêt de travaux (CERFA N°14767\*01).

### Plans d'exécutions

Pendant toute la durée du chantier, l'entreprise titulaire du marché assurera la mise à jour des plans d'exécutions. Elle les mettra à disposition et les affichera dans le local de réunion prévu sur site à cet effet, pendant toute la durée des travaux.

#### Plans de récolement

Les plans de récolement seront réalisés par les entreprises, qui doivent tenir compte des contraintes légales en la matière dans leur offre.

Les plans de récolement seront réalisés conformément à la réglementation. En particulier, les plans des réseaux neufs, extension, les modernisations, les investigations et les réseaux non signalés seront établis selon les règles de classe A et géoréférencés. Ces plans devront être mis à disposition sur le site du Guichet Unique.

Le géoréférencement sera réalisé sur la base des coordonnées géodésiques légales : IGN 69 pour l'altimétrie et RGF 93 pour la planimétrie en France métropolitaine.

## 4 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES PHOTOVOLTAÏQUE

---

### 4.1 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.

### 4.2 Conditions de fonctionnement

#### **Capteurs solaires**

L'installation sera exposée à des échauffements importants, tant de la structure que des joints, ou des vitrages et cadres des modules. Les dilatations différentielles entre la structure primaire et l'aluminium (structure secondaire, cadre des modules) 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 de ce projet, en particulier en ce qui concerne la corrosion et les couples galvaniques entre matériaux métalliques.

Toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées dans un (des) matériau(x) résistant(s) à la corrosion du type aluminium ou acier inoxydable ou polymères.

Étant donné l'installation du matériel en extérieur et la proximité maritime, l'entreprise devra justifier du choix des matériaux utilisés (aluminium anodisé ou non, ...). On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique. Toute la visserie utilisée sera également inoxydable.

### 4.3 Couverture

La couverture de l'auvent d'extension du hangar est de type Joris JI 45.333.1000 ép. 75/100ème prélaqué RAL 9010 / 35 µ. Cette couverture recevra des lignes de vies pour la maintenance des panneaux photovoltaïques.

Des joints d'étanchéité complémentaires disposés sur l'onde de recouvrement sont prévus pour les rampants supérieurs à 40m.

**La pose de la couverture n'est pas à la charge du présent lot.**

### 4.4 Système d'intégration

Le système d'intégration photovoltaïque, à la charge du présent lot, devra présenter une certification compatible avec la couverture mentionnée.

Le présent lot comprend la fourniture et la pose du système d'intégration sous ATEX de cas a, en cours de validité.

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

Le système d'intégration et les modules seront implantés conformément aux prescriptions de la certification, notamment les prescriptions de mises en œuvre et de la notice de montage.

## 4.5 Modules

Les modules photovoltaïques en verre-tedlar cadrés, constitués de cellules au silicium cristallin, seront fournis, posés et raccordés par l'entreprise. 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 Neige et Vents NV65 (DTU P 06-002, modifiée 2009) 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. Leur puissance unitaire sera de 450 Wc minimum avec une tolérance de puissance positive.

L'entreprise veillera à proposer un module photovoltaïque **compatible avec la certification du système d'intégration sous ATEX.**

**Ils devront disposer d'une Évaluation Carbone simplifiée de moins de 550 kgCO<sub>2</sub>/kWc pour permettre de répondre aux conditions de l'obligation d'achat.**

**La puissance totale du générateur sera au minimum celle indiquée dans le tableau chapitre 2 « Présentation du projet - Nature des Travaux ».**

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 du TÜV ou de CERTISOLIS (organismes indépendants) 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 190 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 450 Wc, type LONGI LR5-54HTH 450M ou équivalent,
- Tolérance de puissance : 0/+5W,
- Tension maximum (selon classe de protection II) : 1000 V,
- Cadre aluminium,

- Face avant en verre  $\geq 2.8\text{mm}$ ,
- Envers en PET d'épaisseur 3mm.
- IEC 61215 et IEC 6173

**La fourniture et la pose des modules photovoltaïques ainsi que leur raccordement sont à la charge de l'entreprise.**

## 4.6 Mise à la terre

La structure secondaire (système de fixation des modules) et les modules seront interconnectés à un conducteur de protection général.

Plus précisément, la structure secondaire sera mise à la terre. En effet les rails du système seront mis à la terre via un conducteur de protection général. Les modules, quant à eux, 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. La structure secondaire pourra intégrer une possibilité de mise à la terre via un système d'interconnexion aluminium-cuivre.

# 5 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES PHOTOVOLTAÏQUE

---

## 5.1 Réseau DC

### 5.1.1 Conception du réseau DC

Les exigences de conception suivantes devront être respectées :

- Pour un design avec onduleurs PV « string », les exigences suivantes doivent être respectées dans le réseau DC (en incluant la chute de tension dans les câbles des modules PV) :
  - La chute de tension moyenne dans le réseau DC doit être inférieure à 1% aux conditions STC. La chute de tension maximale dans le réseau DC doit être inférieure à 2% aux conditions STC.
  - Les câbles PV doivent être dimensionnés conformément aux règles de la norme NF C 15-100 et du guide UTE C 15-712-1.
- Par défaut, l'Entreprise considérera les hypothèses suivantes :
  - Pour un cheminement des câbles DC sous les modules :
    - La température de référence doit être considérée à 70°C.
    - Le mode de pose 11A (câbles fixés à un plafond) doit être considéré.
  - Pour un cheminement des câbles DC dans les structures :
    - La température de référence doit être considérée à 45°C.
    - Le mode de pose 12 (câbles sur des chemins de câbles ou tablettes non perforées) doit être considéré.
    - Dans le cas de plusieurs strings par structure, l'Entreprise considérera les coefficients du Tableau 52N (ainsi que les coefficients du Tableau 52O dans le cas d'une pose en plusieurs couches) (cf. norme NF C 15-100).
- Pour un cheminement en chemin de câble type « treillis soudés » capoté et en l'absence de mode de pose correspondant dans la norme, l'Entreprise considérera par défaut les valeurs suivantes :
  - La température de référence doit être considérée à 45°C.
  - Le mode de pose 12 (câbles sur des chemins de câbles ou tablettes non perforées) doit être considéré.
  - Dans le cas de plusieurs strings par structure, l'Entreprise considérera les coefficients du Tableau 52N (ainsi que les coefficients du Tableau 52O dans le cas d'une pose en plusieurs couches) (cf. norme NF C 15-100).
- La vérification des taux de charge doit être effectuée pour évaluer le facteur de déclassement global (cf. norme NF C 15-100, §523.4.5).

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

### 5.1.2 Chaînes de modules

Les modules seront connectés en série par des câbles solaires pour former des chaînes. Les modules seront assemblés en chaînes de modules par des câbles solaires de section à valider selon note de calcul DC réalisée avec un logiciel certifié ELIE BT (Caneco, Lise PV, ou équivalent).

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.

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.

### 5.1.3 Caractéristiques des câbles DC

Les câbles PV auront les caractéristiques suivantes :

- Conformes à la NF EN 50618 de type H1Z2Z2-K.
- Unipolaires.
- Compatibles avec les connecteurs PV auxquels ils sont connectés.
- De section 4 à 10mm<sup>2</sup> (les câbles de section 2,5mm<sup>2</sup> sont proscrits).
- De type C2 ou équivalent (non-propagation de la flamme).
- De type AD7 au minimum
- Les rallonges DC de polarité positive (+) seront de couleur rouge.
- Les rallonges DC de polarité négative (-) seront de couleur noire.

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 de l'entreprise.

### 5.1.4 Cheminement des câbles DC

Les câbles PV seront fixés de telle manière à :

- Prévenir la fatigue due aux intempéries (vent, neige, etc.).
- Limiter la détérioration des câbles liée à des contraintes excessives (tension de charge, rayon de courbure, etc.).
- Réduire l'impact des UV (installation de systèmes de goulottes et/ou de conduits) pouvant apparaître entre les tables.
- Éviter les surtensions induites dues à la foudre. L'aire des boucles conductrices doit être la plus réduite possible.
- Empêcher le ruissellement le long de ceux-ci.
- Supprimer les risques de défaut et l'apparition d'arcs dus à la polarité et au serrage des connexions.

**NOTA :** Des colliers ne doivent pas être utilisés comme support principal si leur durée de vie n'est pas supérieure ou égale à celle du système ou à la durée de la période de maintenance. Lorsque des colliers sont utilisés comme support, ils doivent être installés de manière à ne pas endommager le câble.

En cas de cheminement en aérien, les câbles PV devront être supportés, au choix, par :

- Des systèmes de chemins de câbles.
- Des échelles à câbles.
- Des systèmes de suspension (solution type CAB SOLAR ou équivalent).
- Des fourreaux annelés résistants aux UV, de couleur noire.

Le système retenu par l'Entreprise sera soumis à l'approbation de la MOA.

La fourniture et la mise en œuvre du système de support des câbles PV sont à la charge de l'Entreprise.

Les chemins de câbles devront être traités pour conserver leurs propriétés anti-corrosion (application d'une couche de galvanisation) après découpe.

L'Entreprise veillera à éviter que les câbles puissent être détériorés lors de leur cheminement dans les chemins de câbles (arêtes, sorties, changement de direction, etc.) en mettant en œuvre les moyens de protection nécessaires.

La pose des câbles PV sur chemin de câbles respectera les conditions suivantes :

- Mise en place côte à côte sans se chevaucher.
- Les rayons de courbures des câbles PV : supérieurs à 6 fois le diamètre extérieur du câble.
- Le taux de remplissage des chemins de câbles et goulottes devra permettre de conserver 30% de réserve.

L'Entreprise devra respecter les recommandations du fabricant des câbles PV.

Les liaisons depuis les modules jusqu'aux onduleurs seront réalisées de la manière suivante : cheminement sur chemin de câble capoté sur toiture puis en façade avant pénétration dans le local onduleur.

### **5.1.5 Connecteurs PV**

Les connecteurs PV auront les caractéristiques suivantes :

- Conformes à la norme (cf. NF EN 62852).
- Degré de protection IP67.
- Isolement de classe II.
- Résistant aux conditions extérieures de température : de -40°C à +90°C.
- Débrochables et compatibles en termes de sécurité et d'adaptabilité avec les connecteurs des modules PV, les câbles PV et les connecteurs PV des entrées des onduleurs PV auxquels ils sont connectés.
- Protégés de tout contact avec des parties actives à l'état connecté ou déconnecté.

Les connecteurs PV doivent être installés de façon à réduire le plus possible les efforts auxquels ils sont soumis.

Les connecteurs DC resteront bouchonnés jusqu'à leur raccordement.

Les connecteurs PV mâles et femelle raccordés ensemble doivent être identiques, du même fabricant et du même modèle (modules PV, rallonge, torons et onduleurs) ; ou à défaut être compatibles.

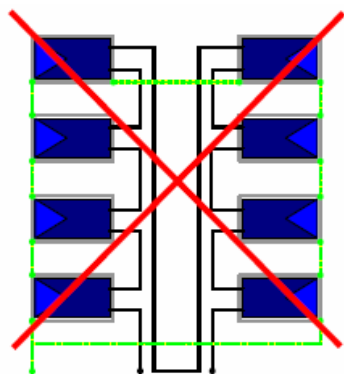
### **5.1.6 Mise à la terre et liaison équipotentielle**

Les structures métalliques de support des modules, les cadres des modules ainsi que les chemins de câbles métalliques 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 de l'entreprise.

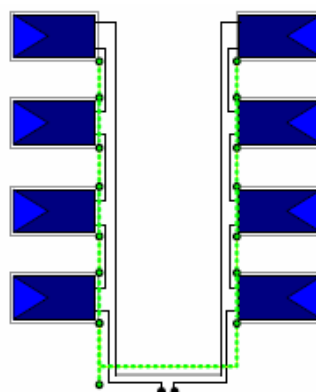
Les liaisons équipotentielles seront réalisées en cuivre isolé de 6mm<sup>2</sup> vert-jaune. Des dispositifs de connexion adaptés (bimétal ou équivalent suivant préconisations du fabricant) seront utilisés pour relier la structure d'intégration à la liaison équipotentielle, afin d'éviter tout contact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



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



*Exemple de mauvais câblage :  
boucle induite entre polarité et la masse*



*Exemple de bon câblage*

Un conducteur général d'équipotentialité qui cheminera le long du chemin de câble jusqu'aux 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.

## 5.2 Réseau AC BT

### 5.2.1 Conception du réseau AC BT

Les exigences de conception suivantes devront être respectées :

- La conformité à la norme NF C 15-100 doit être vérifiée.
- Pour un design avec onduleurs PV « string » / décentralisés, les exigences suivantes doivent être respectées dans le réseau AC BT :
  - La valeur des pertes électriques totales dans le réseau AC BT doit être inférieure à **1%** de la puissance maximale générée par les onduleurs.
  - La chute de tension maximale dans le réseau AC BT doit être inférieure à 2% de la puissance maximale générée par les onduleurs.
- Par défaut, l'Entreprise considérera les hypothèses suivantes :
  - Pour un cheminement des câbles AC BT en enterré :
    - La température de référence à considérer doit être cohérente avec les conditions de site.
    - Le mode de pose 61 ou 63 (cf. NF C 15-100) doit être considéré.
    - Dans le cas d'un circuit par fourreau, l'Entreprise considérera les coefficients du Tableau 52S (cf. NF C 15-100).
    - Dans le cas de plusieurs circuits par fourreau, l'Entreprise considérera les coefficients du Tableau 52T (cf. **NF C 15-100**).
  - Pour un cheminement des câbles AC BT sur chemin de câbles :
    - La température de référence à considérer doit être cohérente avec les conditions de site.
    - Le mode de pose 12 (cf. NF C 15-100) doit être considéré.
    - Dans le cas de plusieurs circuits par chemin de câbles, l'Entreprise considérera les coefficients du Tableau 52N (ainsi que les coefficients du Tableau 52O dans le cas d'une pose en plusieurs couches) (cf. NF C 15-100).

## 5.2.2 Caractéristiques des câbles AC BT

Les câbles AC BT auront les caractéristiques suivantes :

- De type U-1000 AR2V selon la norme (cf. NF C 15-100 et IEC 60502) ; à adapter au régime de neutre si besoin.
- Section de 50mm<sup>2</sup> à 300mm<sup>2</sup>.
- Compatibles avec les onduleurs PV (en particulier en tension) et les coffrets AC (si applicable).
- Régime de neutre conforme aux exigences du fabricant des onduleurs PV.
- De type C2.
- De type AD7 au minimum et AD8 s'ils se trouvent en zone inondable ou s'ils sont susceptibles d'être immergés.

## 5.2.3 Cheminements des câbles AC BT

En cas de cheminement en aérien, les câbles AC BT devront être supportés soit par des :

- Systèmes de chemins de câbles.
- Echelles de câbles.
- Systèmes de suspension (solution type CAB SOLAR ou équivalent).

Le système retenu par l'Entreprise sera soumis à l'approbation du MOA et du MOE.

La fourniture et la mise en œuvre du système de support des câbles AC BT sont à la charge de l'Entreprise.

Dans le cas d'une utilisation de chemins de câbles, ils devront permettre un accès facile pour la pose et la dépose. Les chemins de câbles seront reliés au réseau de terre sur toute leur longueur par des bornes de terre adaptées (y compris rondelles bimétalliques), tous les 3 à 5 mètres. Les chemins de câbles devront être traités pour conserver leurs propriétés anti-corrosion après découpe (application d'une couche de galvanisation).

L'Entreprise veillera à éviter que les câbles puissent être détériorés lors de leur cheminement dans les chemins de câbles (arrêtes, sorties, changement de direction, etc.) en mettant en œuvre les moyens de protection nécessaires.

La pose des câbles AC BT sur chemin de câbles respectera les conditions suivantes :

- Mise en place côte à côte sans se chevaucher.
- Prévoir une fixation tous les 2 mètres par colliers plastiques type « COLSON » ou équivalent.
- Le rayon de courbure des câbles AC BT devra être supérieur à 6 fois le diamètre extérieur du câble.
- Le taux de remplissage des chemins de câbles et goulottes devra permettre de conserver 30% de réserve.

L'Entreprise devra respecter les recommandations du fabricant des câbles AC BT.

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

## 5.3 Onduleurs

### 5.3.1 Caractéristiques des onduleurs

Les onduleurs délivreront une onde sinusoïdale, seront destinés et seront conformes, 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.

Les onduleurs choisis pour réaliser le dimensionnement de la solution de base ont les caractéristiques suivantes :

- Onduleurs de puissances nominales AC de 110 kVA type GOODWE GW110K-HT ou équivalent,
- Rendement européen minimum 98%,
- Equipés de carte de communication RS485 ou connexion Ethernet, de parafoudre DC intégré dont le niveau de protection Up est inférieur à 4000V, d'un dispositif de déconnexion DC,
- Compatible avec le système de télésuivi.
- Garantie de base : 5 ans
- Extension de garantie à 20 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.

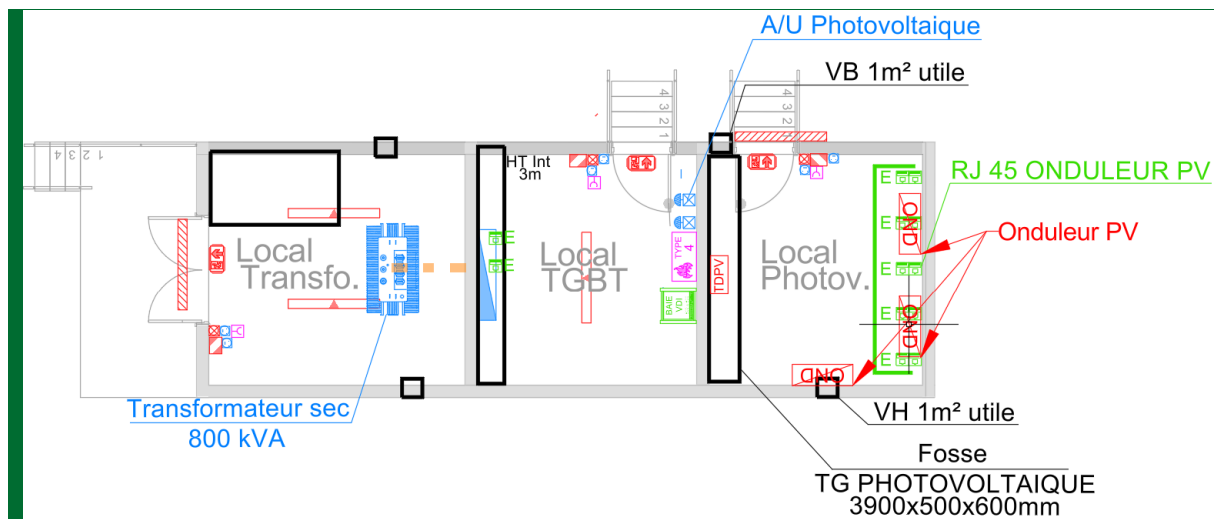
L'onduleur devra donc être paramétré ainsi :

- **Valeur du déphasage :  $\cos(\Phi)= 0,94$  soit  $\tan(\Phi)= - 0,35 (<0)$**
- **Signe du déphasage : sous excité soit une onde de courant en retard sur l'onde de tension**

### 5.3.2 Positionnement des onduleurs

Tous les espaces où seront implantés les onduleurs seront correctement ventilés. Un espace périphérique minimal autour de l'onduleur sera prévu afin de permettre une ventilation suffisante. (Suivant recommandations du fabricant).

Les onduleurs seront situés dans le local photovoltaïque attenant au local TGBT.



Plan Local onduleur

### 5.3.3 Raccordements AC onduleur – TG Photovoltaïque

Les liaisons, entre les bornes AC de l'onduleur et le coffret AC nommé « TG Photovoltaïque » seront réalisées sur chemin de câble 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 repérage AC proposé est le suivant : « N° onduleur ».

## 5.4 TG Photovoltaïque (Coffret AC)

### 5.4.1 Caractéristiques du coffret AC

L'arrivée de chaque onduleur dans le coffret AC sera protégée par un disjoncteur. Le calibre de la protection devra être justifié par une note de calcul issu d'un logiciel certifié ELIE BT.

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 de type 2 et un interrupteur-sectionneur général AC seront installés sur le départ, après regroupement des sorties des onduleurs.

Le coffret AC contiendra également l'outil de monitoring et les protections associés,

### 5.4.2 Raccordements TG Photovoltaïque – local TGBT

Le câble d'alimentation ainsi que la protection en tête dans le TGBT aura été préalablement installé par le lot « Electricité CFO/CFA ».

L'entreprise devra le raccordement de la liaison en attente du TGBT sur l'interrupteur-sectionneur en tête du TG Photovoltaïque.

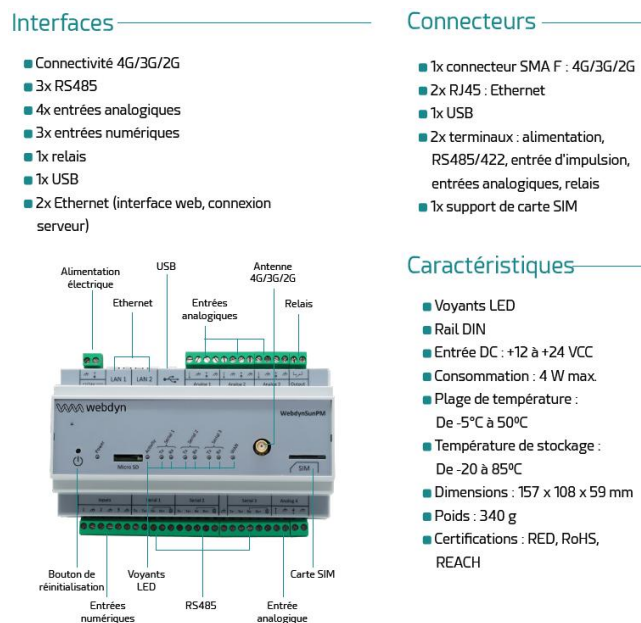
## 5.5 Télésuivi

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.

Le système d'acquisition, situé au niveau du TG Photovoltaïque, sera alimenté par l'installation photovoltaïque. Il sera raccordé au matériel de mesure météo ainsi qu'aux onduleurs 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.

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 de manière à respecter la norme NF EN 61724 (type Spektron 320),
- 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 dont les caractéristiques type sont les suivantes :



- 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.

## 5.6 Arrêts d'urgence

La présence d'un arrêt d'urgence est prévue. Il assurera la coupure côté AC : sur le disjoncteur général d'injection PV.

L'arrêt d'urgence sous verre avec mention « Photovoltaïque » sera à placer dans le local HT. Il sera équipé ou associé à un voyant lumineux de présence de tension.

Les liaisons électriques entre l'AU et la bobine à émission seront en câble CR1 C1.

**Sont à la charge de l'entreprise : la fourniture et la pose de tous les matériels précédemment mentionnés.**

## 5.7 Repérage

### 5.7.1 Principe de 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 CABLE / 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 explicitées dans le carnet de câble.

### 5.7.2 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 branchement d'injection sur le réseau public de distribution
- De l'arrêt d'urgence PV (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 proximité :

- Des sectionneurs
- Des connecteurs,



Une étiquette portant les mentions :

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

Devra être installée à proximité :

- Sur les extrémités des canalisations DC



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 de l'armoire générale solaire.

**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 tension 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.



## 6 PRESTATIONS DIVERSES

---

### 6.1 Documentations techniques à fournir

#### 6.1.1 À la remise de l'offre

- Un certificat de qualification RGE de l'année en cours pour la pose d'installations photovoltaïques de puissance > 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,
    - Du système d'intégration et de fixation 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 ;
  - Une simulation d'implantation
  - Un schéma électrique de principe de l'installation ;
  - Les attestations de garantie du matériel.

#### 6.1.2 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.

#### 6.1.3 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.*

## 6.2 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.**

## 6.3 Garanties

### 6.3.1 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.**

### 6.3.2 Matériel

Les durées de garantie minimales pour les matériels seront de :

- Tous composants : 2 ans minimum.
- Onduleurs : 5 ans bas, extension 20 ans
- Panneaux photovoltaïques : ans minimum

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

- Panneaux photovoltaïques : 20 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.

## 7 GARANTIES

---

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

Les garanties devront obligatoirement être portées (ou relayées) par une compagnie d'assurance représentée en France.

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.