

DIRPJJ Sud

1 RUE BESSIERES – 31500 TOULOUSE
183 CHEMIN DE L'ÉTANG LONG - 66000 PERPIGNAN
10 RUE AMIRAL COURBET - 65000 TARBES
12 RUE ROBERT SCHUMANN - 31800 SAINT-GAUDENS

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES ET PARTICULIERE LOT PHOTOVOLTAÏQUE **PRO**

V2 - Date de diffusion 23/02/2026

ALTEREA 
INGÉNIERIE

**Mise en œuvre d'installation
photovoltaïque en toiture sur 4 sites**

MAITRISE D'OUVRAGE :



**MINISTÈRE
DE LA JUSTICE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

DIRPJJ SUD
1 PLACE EMILE BLOUIN
CS 20009
31952 TOULOUSE CEDEX 9

Frédéric RONGEART
Département Immobilier
Responsable patrimoine / projets PJJ
P 06 10 57 69 89
@ frederic.rongear@justice.gouv.fr

BUREAU D'ETUDES :



AGENCE OCCITANIE
COWORKING Ô LOCAL
8 IMPASSE BONNET
31500 TOULOUSE

Diego FERNANDES DOS REIS
Chef de projets
P 07 57 48 30 69
@ dfernandesdosreis@alterea.fr

SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	14/01/2026	Version initiale	BROB-FELE	MLEF	DFER
2	20/02/2026	Ajout TF / TO	BROB-FELE	MLEF	HHOU

contact@alterea.fr – www.alterea.fr

Siège et Agence Ouest
11B rue des Marchandises
CS 94427
44263 Nantes cedex 2
T 02 40 74 24 81

Agence de Paris - IDF
23 Avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89

Agence Nord
8 rue Anatole France
59000 Lille
T 03 69 24 12 43

Agence Sud-Ouest
Immeuble Perspective
2 rue du Jardin de l'Ars
33800 Bordeaux
T 05 54 52 92 23

Agence Sud – Est
Immeuble Le Panoramique
83/85 boulevard Marius Vivier Merle
69003 Lyon
T 04 87 91 26 15

Agence Est
3 quai Kléber
67000 Strasbourg
T 03 69 24 37 99

Agence Sud
Newton Joliette
113 rue de la République
CS 10491
13235 Marseille 02
T 04 13 35 01 67

Agence Occitanie
Coworking Ô Local
8 impasse Bonnet
31500 Toulouse
T 05 54 52 92 23

SOMMAIRE

1	PRESENTATION	5
1.1	COORDONNEES DU SITE	5
1.2	VUES AERIENNES	5
1.3	PRINCIPE DE L'INSTALLATION	8
2	NORMES ET ASSURANCES	9
2.1	REGLEMENTATION	9
2.2	QUALIFICATIONS	9
2.3	ATTESTATION D'ASSURANCE	9
3	TRAVAUX PREPARATOIRES	10
3.1	DEMARCHES CONCESSIONNAIRES	10
3.2	ETAT DES LIEUX	10
3.3	INSTALLATION DE CHANTIER	10
3.4	MANUTENTION ET SECURISATION	11
4	RENFORCEMENT DE CHARPENTES TRAVAUX PREPARATOIRES	13
4.1	SITE DE PERPIGNAN - HANGAR	13
4.2	SITE DE ST GAUDENS	13
5	TRAVAUX PHOTOVOLTAÏQUES	14
5.1	COUVERTURE BAC ACIER	14
5.2	SYSTEME D'INTEGRATION	14
5.3	MODULE PHOTOVOLTAÏQUE	16
5.4	EQUIPEMENTS EN COURANT CONTINU (DC)	19
5.5	ONDULEURS	20
5.6	EQUIPEMENT EN COURANT ALTERNATIF (AC)	21
5.7	RACCORDEMENT AU RESEAU ELECTRIQUE	22
5.8	SECURITE INCENDIE	23
5.9	MISE A LA TERRE	25
5.10	MONITORING DE L'INSTALLATION	26
5.11	PERCEMENT – ENCASTREMENT – GARNISSAGE - EMBELLISSEMENT	28
6	DOCUMENTS D'EXECUTION, DOE ET RECEPTION	29
6.1	DOCUMENTS D'EXECUTION ET DOE	29
6.2	MISE EN SERVICE, CONTROLES, ESSAIS ET REGLAGES	30
6.3	RECEPTION DES OUVRAGES	31
7	PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES (PSE)	33
7.1	PSE 1 : AFFICHEURS	33
7.2	PSE 2 : EXPLOITATION ET MAINTENANCE	33

1 PRESENTATION

1.1 Coordonnées des sites

Tranche ferme

Nom du site	Coordonnées
UEAJ Perpignan	183 chemin de l'Etang Long 66000 Perpignan
UEMO Tarbes	10 rue Amiral Courbet 65000 Tarbes
UEMO Saint Gaudens	12 Rue Robert Schumann 31800 Saint-Gaudens

Tranche optionnelle

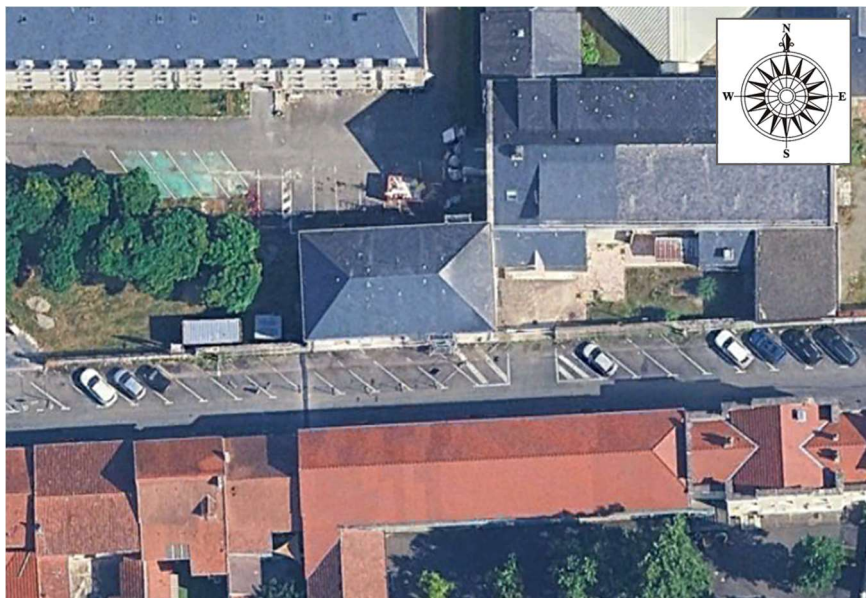
Nom du site	Coordonnées
UEAJ Toulouse	1 rue Bessières 31500 Toulouse

1.2 Vues aériennes

Tranche ferme



Vue du site UEAI Perpignan

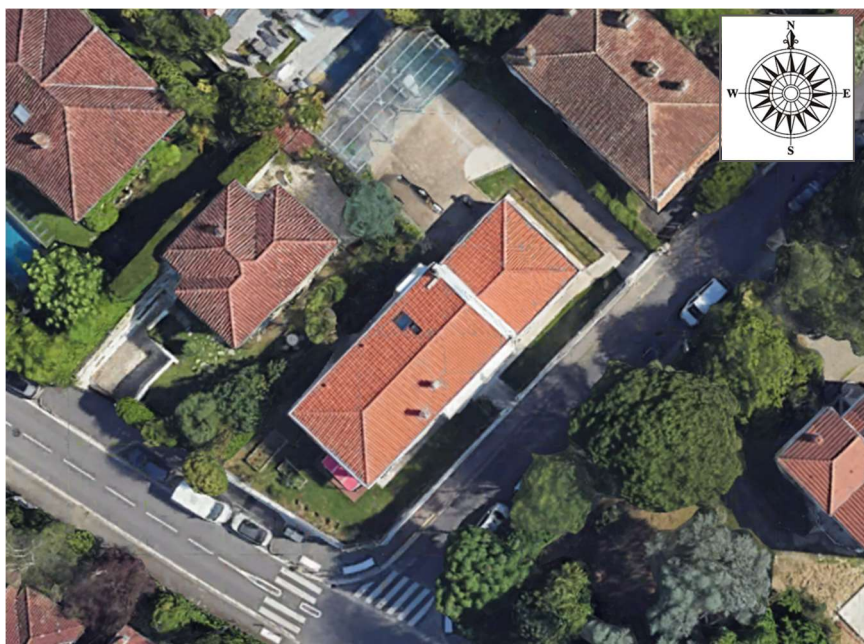


Vue du site UEMO Tarbes



Vue du site UEMO Saint Gaudens

Tranche optionnelle



Vue du site UEA Toulouse

1.3 Principe de l'installation

1.3.1 Type de raccordement/valorisation

Le projet consiste en l'installation de centrales photovoltaïques en toiture d'une puissance totale de 50,96 kWc répartis sur 4 sites.

Les installations sont raccordées en autoconsommation avec injection du surplus.

Tranche ferme

Site	Inclinaison	Nombre modules	Surface module (m²)	Puissance (kWc)
UEAJ Perpignan	5°	54	108	24,57
UEMO Tarbes	22°	16	32	7,28
UEMO Saint Gaudens	15°	28	56	12,74
Total tranche ferme		98	196	44,59

Tranche optionnelle

Site	Inclinaison	Nombre modules	Surface module (m²)	Puissance (kWc)
UEAJ Toulouse	22°	14	28	6,37
Total tranches ferme et optionnelle		112	224	50,96

1.3.1 Composition de la centrale

Chaque centrale photovoltaïque se compose de :

- Modules photovoltaïques et son système d'intégration (sous ETN) en surimposition sur toiture tuile (pour les sites de Toulouse et Saint-Gaudens), ou sur toiture ardoise (pour le site de Tarbes) ou sur Tôle Acier Nervuré (pour le site de Perpignan)
- Câblage DC
- Micro-onduleurs installés sous les modules
- Coffrets AC
- Câblage AC sur Chemins de Câble (CDC) en dalle marine capotés et étiquettes
- Système de monitoring
- Afficheur et micro-onduleur associé
- Raccordement sur le TGBT du site

Cette liste n'est pas limitative.

Le plan d'implantation est fourni dans le dossier de consultation.

2 NORMES ET ASSURANCES

Les installations photovoltaïques seront réalisées selon les normes en vigueur et notamment les prescriptions la **CCS du 7 février 2013**, de la norme **NF C 15-100** et du **guide UTE C 15-712**.

2.1 Réglementation

Les travaux, fournitures et équipements devront satisfaire aux règles imposées par les textes réglementaires et techniques en vigueur. En raison de leur nombre et de leur volume, la liste détaillée ci-dessous n'est pas exhaustive. Toutefois, parmi ceux-ci, il y a lieu de citer :

- Le code de la construction et de l'habitation,
- Le règlement sanitaire départemental type,
- Les Documents Techniques Unifiés (DTU) : cahier des charges, cahiers des clauses techniques, mémentos, règles et méthodes de calcul,
- Les Avis Techniques du C.S.T.B,
- Les spécifications du REEF,
- Les règlements municipaux,
- Le Code du Travail : Partie législative - Quatrième partie et Partie réglementaire – Quatrième partie,
- Le décret n° 94-1159 du 26/12/1994, relatif à la coordination en maîtrise de sécurité et de la protection de la santé, modifiant le code du travail,
- Le décret n° 2006-761 du 30 juin 2006 relatif à la protection des travailleurs contre les risques
- De façon globale : les règles de l'art des corps de métier.

2.2 Qualifications

L'entreprise devra être qualifiée QualifElec SPV 1 mention RGE ou Qualibat 5911 pour des installations inférieures à 36 kWc.

2.3 Attestation d'assurance

L'entrepreneur devra également être titulaire de polices d'assurances le couvrant pour les présents travaux (assurance décennale, responsabilité civile professionnelle, etc.).

En particulier, le Titulaire devra prouver explicitement qu'il est couvert par son assureur pour le système de pose qui sera mis en œuvre dans le cadre du présent projet (système déjà compris dans la liste des procédés couverts ou attestation particulière de la part de son assureur).

L'entreprise devra fournir

- Une attestation d'assurance décennale faisant figurer le mode de pose
- Une attestation nominative de chantier dès réception de l'OS travaux

3 TRAVAUX PREPARATOIRES

3.1 Démarches concessionnaires

Les demandes de raccordement et les démarches auprès d'ENEDIS en vue d'un raccordement en autoconsommation individuelle avec injection du surplus, seront réalisées par le Titulaire dès la notification. Celui-ci doit :

- Faire remplir le mandat de représentativité par la MOA
- Payer les frais et cautions
- Réaliser les demandes de raccordement en autoconsommation individuelle avec injection du surplus
- Transmettre les éléments techniques nécessaires à la constitution de la demande de raccordement :
 - Localisation géodésique,
 - Plan d'implantation de principe,
 - Synoptique,
 - Fiche technique des onduleurs avec DIN VDE,
 - Fiche technique des modules avec un bilan carbone < 550 kg eq CO₂,
 - Fiche technique de la protection de découplage HT
- Organiser et participer au rendez-vous ENEDIS
- Compléter et signer l'attestation S21 demandée par EDF OA préalablement à l'édition du contrat d'achat
- Autres demandes d'ENEDIS/EDF OA

3.2 Etat des lieux

L'entreprise réalisera obligatoirement un état des lieux avant toute intervention en présence d'un représentant de l'entreprise, du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre. Cet état des lieux se présentera sous forme de rapport photos à transmettre à l'ensemble des intervenants pour validation avant démarrage de travaux.

Toutes les reprises suites aux dégradations constatés seront à la charge de l'entreprise.

3.3 Installation de chantier

3.3.1 Plan d'installation de chantier

Le Titulaire devra produire un plan des installations de chantier, zone de cantonnement, zone de stockage ainsi qu'un plan général de la circulation afin de figer les différents cheminements à savoir :

- Les approvisionnements du chantier
- Les cheminements des ouvriers
- L'accès du personnel et des services de secours
- Les sorties et entrées des véhicules de secours
- Les réseaux d'alimentation en eau, en électricité
- Le cheminement piéton (en cas d'empiètement sur la voirie)
- Les zones de stockage de matériaux
- Les points d'alimentation en eau et en électricité

- Les zones de stationnement réservées à l'entreprise
- L'emplacement de la clôture de chantier
- L'emplacement des locaux de chantier
- Autres éléments demandés au CCTP ou PGC

Les modes opératoires et phasages de travaux devront être compatibles avec le maintien en fonctionnement du site. Le planning de réalisation de ses ouvrages conditionne l'ensemble des prestations du présent CCTP.

3.3.2 Panneau de chantier

L'entreprise doit la réalisation et le montage du panneau de chantier selon l'emplacement et les directives fixées par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre. Le panneau de chantier doit être solidement fixé sur un panneau bois disposé sur des socles béton. Ce panneau comportera les indications relatives aux autorisations de travaux requises (Déclaration de Travaux), à l'identification de l'opération et de tous les intervenants (dimensions : 1,5 m x 3 m minimum).

3.3.3 Locaux de chantier

L'entreprise doit les installations provisoires (ou préfabriquées) suivantes :

- Sanitaires, vestiaires, réfectoire de chantier chauffés avec leurs équipements et réseaux.
- Une salle de réunion de chantier équipée de tables et de chaises en nombre suffisant. Les frais occasionnés par la construction ou la fourniture et par l'entretien de ces locaux est à la charge l'entreprise

L'entreprise mettra à disposition dans les locaux de chantier :

- Les plans à l'échelle
- Les états des lieux
- Le DCE

Il veillera par ailleurs à ce que ces locaux soient fermés à clés à chaque départ de l'entreprise, et ce même en cours de journée de travail. Toute dégradation du fait de l'activité de l'entreprise de ces locaux sera de la responsabilité de cette dernière.

Le nettoyage quotidien des locaux dédiés au chantier ainsi que de la zone de stockage du matériel sont à charge de la présente entreprise.

3.3.4 Approvisionnement en eau et en électricité du chantier

L'approvisionnement en eau et en électricité sera mis à disposition par la MOA.

Le titulaire devra limiter les consommations d'électricité et d'eau, les consommations seront relevées en début et en fin de chantier.

3.4 Manutention et sécurisation

3.4.1 Moyens de manutention

L'entreprise mettra en œuvre tous les moyens de manutention (échafaudage / nacelle / levage / ...) compris démarches administratives nécessaires, ...

L'entreprise fournira dans son mémoire technique les attestations CACES.

3.4.2 Délimitations du chantier

L'entreprise devra la mise en place d'une clôture principale autour de l'aire de l'installation de chantier, des zones de stockage, ateliers, échafaudages etc...

Cette prestation comprendra :

- La fourniture, la pose et l'entretien pendant toute la durée des travaux, des éléments suivants : clôture constituée de barrières pour protéger les zones de travail à proximité des bâtiments et zones de stockage,
- La dépose en fin de chantier et l'évacuation, avec la remise en état des lieux.
- Les sujétions d'isolement de l'aire d'installation et les dispositions de protection pour respecter la sécurité du public et des usagers.

L'entreprise portera une attention particulière à maintenir le fonctionnement normal du parking durant les travaux.

- La signalétique réglementaire à l'attention du personnel de chantier et du public (Port des EPI obligatoire, Accès interdit au Public).

3.4.3 Sécurisation provisoire

L'entreprise devra mettre en place l'ensemble des moyens de sécurisation pour ses employés et utilisateurs afin d'éviter tout risque sur le chantier.

Le Titulaire sécurise ses zones d'intervention par des barrières de type Heras. Le périmètre sera fermé par cadenas. Aucun matériel ne devra être accessible.

4 RENFORCEMENT DE CHARPENTES TRAVAUX PREPARATOIRES

4.1 Site de Perpignan - hangar

Les travaux comprendront le renforcement de la charpente métallique existante du hangar nécessaire à la reprise des charges induites par l'installation des panneaux photovoltaïques en toiture.

Le renforcement consistera au remplacement des poutres treillis existantes par des profilés laminés type IPE140 conformément à la note de calcul établie par INFRANEO datant du 19/08/2025 (indice 02).

Les travaux comprendront :

- La dépose contrôlée des poutres treillis existantes
- La fourniture et la pose des nouveaux profilés type IPE140
- L'adaptation ou le renforcement des appuis et assemblages existants
- La réalisation des assemblages boulonnés et/ou soudés nécessaires à la transmission correcte des efforts.

La conception et le dimensionnement des ouvrages seront réalisés conformément aux textes suivants :

- Eurocode 3 – NF EN 1993-1-1 – Calcul des structures en acier
- Eurocode 1 – NF EN 1991 – Actions sur les structures
- NF EN 1090 – Exécution des structures en acier et en aluminium

La section définitive des profilés métalliques devra être justifiée en phase EXE, au moyen d'une note de calcul d'exécution établie par un bureau d'études structure et transmise au Bureau de Contrôle pour VISA.

4.2 Site de St Gaudens

Les travaux comprendront le renforcement de la charpente bois existante afin d'assurer la reprise des charges supplémentaires induites par l'installation des panneaux photovoltaïques en toiture.

Le renforcement sera réalisé par moisage des éléments porteurs existants par adjonction de pièces de bois de section et de classe mécanique adaptées, solidarisées aux éléments existants par boulonnage, tiges filetées ou dispositifs équivalent, conformément à la note de calcul établie par INFRANEO datant du 19/08/2025 (indice 02).

Les assemblages devront garantir une collaboration mécanique effective entre les éléments existants et les éléments rapportés. Les bois ajoutés devront être compatibles avec l'ouvrage existant et bénéficier d'un traitement adapté à la classe d'emploi et de service.

La conception et le dimensionnement seront réalisés conformément aux textes suivants :

- Eurocode 5 – NF EN 1995-1-1 – Calcul des structures bois
- Eurocode 1 – NF AN 1991 – Charges et actions climatiques
- DTU 31.1 – Charpentes et escaliers en bois

Les métrés des sections de bois doublées/moisées devront être justifiés en phase EXE, au moyen d'une note de calcul d'exécution établie par un bureau d'études structure et transmise au Bureau de Contrôle pour VISA.

5 TRAVAUX PHOTOVOLTAÏQUES

5.1 Couverture bac acier

Pour le site de Perpignan, sur le hangar, l'entreprise devra la fourniture et pose d'une nouvelle couverture en bac acier.

La prestation comprendra :

- La couverture en partie courante en plaques nervurées ;
- Les chatières de ventilation ;
- Les accessoires et quincailleries : closoirs, cache-moineaux, etc...; noues et arêtières en acier prélaqué.
- L'ensemble des découpes et façon nécessaires : adaptations aux fenêtres de toit, rives, noues, arêtières, etc...;
- Le maintien de l'étanchéité du site par tous moyens ;
- Sécurisation des ouvriers et occupants ;
- Moyens de levage.

La mise en œuvre sera conforme aux DTU 40.35, aux préconisations du fabricant et à l'évaluation technique du fabricant de panneaux photovoltaïques.

Les feuilles de bac acier auront les caractéristiques suivantes et devront être en adéquation avec l'évaluation technique (ETN) du système d'intégration :

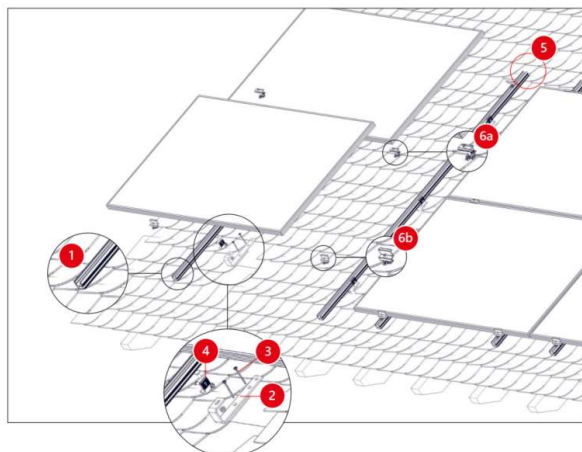
- Plaques nervurées en acier galvanisé prélaqué, profil trapézoïdal ;
- Epaisseur 35µm ;
- Sans joint dans le sens de la longueur (sur mesure) ;
- Hauteur / largeur des nervures : 45/1000mm ;
- Réaction au feu : A2-s1 d0 ;
- Régulateur de condensation,
- Cavaliers courants ;
- Pontets anti-UV haute densité ;
- Visserie en acier cimenté zingué traité SUPRACOAT 2C
- Nature du profil au choix du Maître d'Ouvrage dans la gamme du fabricant ;
- Teinte RAL au choix du Maître d'Ouvrage.

L'entreprise titulaire du présent lot devra valider les caractéristiques des pannes (dimensions, entraxe) et les caractéristiques du bac ainsi que l'adéquation de la charpente et de la couverture avec l'évaluation technique (ETN) du système d'intégration.

5.2 Système d'intégration

Sur les toitures tuiles (sites de Toulouse et de St-Gaudens) et ardoises (site de Tarbes), le titulaire doit la fourniture et la pose du système d'intégration en surimposition de type SingleRail solidRail de K2 Systems ou techniquement équivalent, sous ETN en cours de validité avec :

- Crochets de fixation pour couverture en ardoise ou en tuile avec fixation dans les chevrons
- Système de rails aluminium de **couleur noire** pour une fixation des panneaux sur le grand côté.
- Etriers de fixation des modules (intermédiaires et finaux) de couleur noire
- Visserie pour ensemble



Système SingleRail de K2 systems

Dans le cas de la toiture en ardoise de Tarbes, les rails, crochets et étriers de fixation doivent être de **couleur noire** pour approcher la couleur de la couverture ardoise.

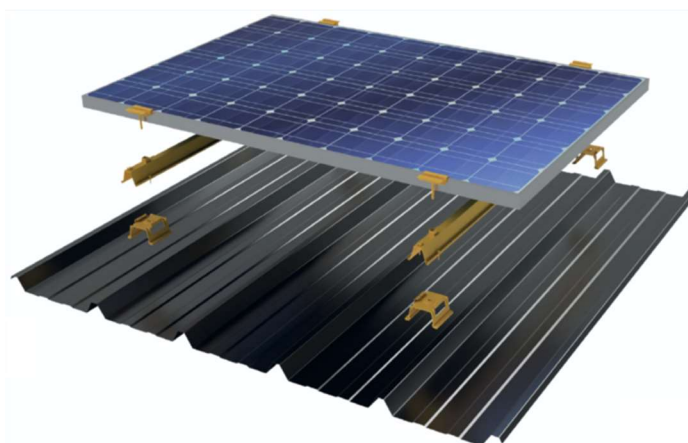
Tous les matériels nécessaires à la mise en place de la structure sont à prévoir par le titulaire, y compris toutes sujétions de pose et de raccordement suivant la notice du fabricant.

L'entreprise respectera l'ETN en tout point et notamment les éléments concernant les charges admissibles ainsi que le cahier des prescriptions de pose rédigé par le fournisseur.

Sur le hangar du site de Perpignan, le titulaire doit la fourniture et la pose du système d'intégration de type Helios B² de Dome Solar ou techniquement équivalent, sous ETN en cours de validé.

Tous les matériels nécessaires à la mise en place du système d'intégration seront à prévoir par le titulaire, y compris toutes sujétions de pose et de raccordement suivant la notice du fabricant tels que :

- Cavaliers supports
- Rails acier
- Serreurs de fixation des modules
- Profils d'extrémité
- Clé de verrouillage
- Ensemble des visseries nécessaires



Vue d'ensemble du procédé

L'entreprise titulaire du présent lot devra valider les caractéristiques des panes (dimensions, entraxe) et les caractéristiques du bac ainsi que l'adéquation de la charpente et de la couverture avec l'évaluation technique (ETN) du système d'intégration.

5.3 Module photovoltaïque

5.3.1 Caractéristiques

L'entreprise doit assurer la fourniture et la pose de modules photovoltaïques de haute performance, de technologie de type silicium monocristallin, répondant aux caractéristiques suivantes comprises toutes sujétions de pose et fixation :

- Tolérance puissance : 0/+5% sur la valeur de la puissance crête
- Rendement surfacique : 22% minimum
- Matériau du cadre : Aluminium anodisé noir
- Matériau face avant : Verre trempé 3,2 mm
- Finition : Full Black, verre mat anti-éblouissement (prescriptions de l'ABF pour le site de Tarbes)
- Type de cellules : silicium monocristallin
- Diode by-pass : équipé
- Garantie produit : 20 ans minimum
- Garantie puissance : 85% minimum sur 25 ans
- Tests standards : EN IEC 61215, 61730, 61701
- Norme : CE
- **Bilan carbone :** < 550kg eq CO₂/kWc

Le bilan carbone des modules livrés en exécution du présent marché ne doit pas dépasser le plafond de 550 kg eq CO₂/kWc, évalué selon la méthode annexée au présent marché.

Préalablement à toute modification des caractéristiques techniques des modules livrés en exécution du présent marché, le titulaire atteste à l'acheteur le respect du plafond précité sur la base d'une certification par un organisme ayant passé une convention avec l'État conformément aux dispositions de l'article 5 de l'arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment, hangar ou ombrière utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance crête installée inférieure ou égale à 500 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie et situées en métropole continentale.

(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044173060>)

Ils sont équipés d'une boîte de connexion IP68 ainsi que des connecteurs appropriés de type MC4 ou équivalent et les modules doivent être de classe II certifiés par un organisme agréé.

Les modules respectent les normes en vigueur, sont identiques (ou équivalent) et interchangeables entre eux.

La puissance crête totale installée demandée pour le générateur est une puissance crête minimum à obtenir, calculée à partir des puissances nominales unitaires annoncées par les constructeurs.

L'entreprise chargée des travaux doit suivre les instructions et les informations du fabricant concernant la mise en œuvre de ces matériels.

Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le titulaire est tenu :

- de fournir des modules garantis sans éléments perturbateurs du recyclage.
Pour être conforme à cette exigence, les modules doivent respecter, selon leur composition, pour la face avant et la face arrière les exigences suivantes :
 - si composite : la résine doit être hors « époxy » et les couches polymères sans fluor
 - si polymères : le polymère doit être sans fluor
- de faire apposer sur le verre composant ses modules un marquage précisant l'identité du fournisseur et la présence, ou non, d'antimoine dans le verre.

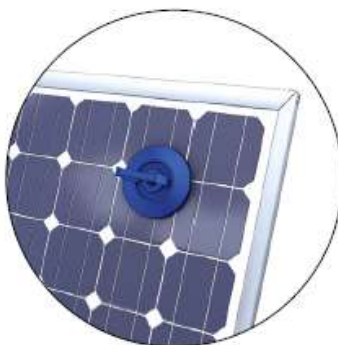
Afin de réduire l'impact environnemental des modules pendant les phases de fabrication, d'élimination et de recyclage, le titulaire est tenu de fournir des modules présentant un niveau de substances dangereuses aussi faible que possible.

A ce titre, :

- la teneur en plomb des modules ne peut excéder 0,1%
- la teneur en cadmium des modules ne peut excéder 0,01%

5.3.2 Précaution de manutention

Une attention particulière est portée sur la manutention des modules. Celle-ci doit être réalisée selon les prescriptions du fournisseur avec les moyens adaptés :



Consulter la notice du fabricant des modules avant de choisir les moyens de saisie type ventouses ou autres.

Les modules doivent être stockés à plat dans un local fermé :



La signalétique suivante doit être intégrée sur les panneaux les plus proches de l'accès



Les modules doivent être implantés en adéquation avec l'avis technique ou l'ETN.

5.3.3 Précaution de mise en œuvre

De même, le titulaire veille à implanter ses modules en respectant le meilleur arbitrage entre :

- La répartition des chaînes de modules sur les entrées des onduleurs,
- Le cheminement des câbles DC et AC en résultant
- La limitation des impacts sur les locataires

5.3.4 Répartition des chaînes de modules

Une attention particulière doit être prise dans le câblage des modules et des onduleurs pour limiter l'effet des ombrages et respecter les points de fonctionnement optimaux des entrées DC des onduleurs.

L'entreprise doit fournir :

- Les résultats des flash-tests des modules,
- Un plan de calepinage de chaîne des champs photovoltaïques,
- **Les tests IV par chaîne.**

Les tensions de chaîne ne dépasseront pas 1 000 VDC.

Tous les câbles sont pourvus de bagues identifiantes par étiquettes gravées ou équivalent de manière à être reconnaissables dans le temps.



5.3.5 Maintenance et approvisionnement

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

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

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

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

5.4 Equipements en Courant Continu (DC)

5.4.1 Passage des câbles

Les câbles DC sont limités aux câbles des modules jusqu'au raccordement avec les micro-onduleurs positionnés sous les modules.

Les câbles sont correctement fixés sur les cadres des modules et les rails du système d'intégration. Aucun câble n'est pendant et ne touche la couverture, même ponctuellement.

Les câbles sont disposés correctement en nappe sur les chemins de câbles et sont attachés régulièrement à l'aide de colliers adaptés de type Rilsan ou techniquement équivalent tous les 30 cm.



L'ensemble des composants devront être identifiés et repérés par des étiquettes facilement visibles et fixées d'une manière durable.

Les travaux comprendront la fourniture et la pose de tous les accessoires nécessaires à l'installation, à la protection et au fonctionnement de ces circuits.

5.4.2 Connecteurs

Les connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu, être débrochables et disposés d'un moyen de protection contre les risques de choc électrique de l'installateur.

Les connecteurs devront :

- Être de type MC4 ou équivalent
- Être équivalent aux connecteurs des modules

- Assurer une protection contre les contacts directs
- Être de Classe II
- Être au minimum IP54 (conditions extrêmes)

5.4.3 Câblage DC

Les câbles DC sont limités au raccordement des micro-onduleurs via les câbles des panneaux.

Spécificités dans le cas de rallonges ponctuelles des câbles des panneaux :

Les câbles sont à double isolation unipolaire, sont spécifiques aux applications photovoltaïques et respecteront la norme NF C 15-100 et UTE C 15-712-1.

Le calcul de câbles sera réalisé de manière à minimiser **les pertes en ligne au maximum à 1%**.

L'entrepreneur devra justifier de ses notes de calculs avant son intervention.

Les câbles soumis au rayonnement direct ou situés derrière les modules sont dimensionnés pour une température ambiante de 70°C. Les autres câbles sont quant à eux dimensionnés selon la température ambiante maximale à laquelle ils sont susceptibles d'être soumis.

Les câbles ont les caractéristiques suivantes :

- Classe II.
- Mono-conducteurs.

Les câbles extérieurs ont en plus les caractéristiques suivantes :

- Propagation de flamme : type C2
- Température admissible dans l'âme : $\geq 90^{\circ}\text{C}$
- Stabilité aux UV

Les câbles sont dimensionnés de manière à accepter les courants inverses susceptibles de survenir dans une chaîne.

La section des câbles inter-modules est au minimum de 4 mm².

Il est demandé au titulaire plusieurs éléments tels que :

- Les caractéristiques du raccordement des modules entre eux.
- Les caractéristiques du raccordement des modules photovoltaïques aux onduleurs.
- La nature et les caractéristiques des câbles utilisés (normes, souplesse, section).
- La nature des gaines de câblages de l'installation.
- Les notes de calcul de la section des câbles afin de limiter la perte en ligne.

5.5 Onduleurs

L'entreprise doit la fourniture et pose d'onduleur et/ou de micro-onduleurs capables d'injecter l'électricité reçue des modules au réseau de distribution et répondant aux normes DIN VDE 0126 et DIN VDE 0126-1.

Les onduleurs et micro-onduleurs doivent être dimensionnés de manière à optimiser au mieux l'électricité délivrée par le champ photovoltaïque (courant, tension, puissance).

Les micro-onduleurs sont placés directement sous les panneaux photovoltaïques. Ils sont fixés conformément aux préconisations de pose du fabricant.

Chaque micro-onduleur recevra un groupe de deux, trois ou quatre modules photovoltaïques.

Le raccordement des groupes de modules aux micro-onduleurs sera réalisé directement par les câbles des modules ou à l'aide de câble solaire 4mm² pré-équipé de connecteurs identiques à ceux auxquels ils doivent être raccordés.

L'installation des micro-onduleurs devra respecter les consignes de pose du fabricant de l'équipement.

Ils seront garantis minimum 20 ans. L'entreprise fournira l'extension de garantie sur laquelle doit figurer le numéro de série des appareils garantis.

Les onduleurs et micro-onduleurs sont équipés d'un contrôleur d'isolement côté continu permettant de prévenir un défaut éventuel d'isolement.

Un dispositif de découplage au réseau de distribution conforme aux normes en vigueur doit être installé par l'entrepreneur.

Les onduleurs et micro-onduleurs disposent d'une option de communication leur permettant d'être connectés entre eux et reliés également à un module d'acquisition. Celui-ci centralise les informations liées au fonctionnement de l'installation.

L'accent doit être mis sur la bonne adéquation de la puissance totale des onduleurs et de la puissance de l'ensemble champs photovoltaïques pour garantir :

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

Le ratio entre la puissance totale des onduleurs installés (exprimé en kVA) et la puissance des champs photovoltaïques (exprimé en kWc) doit être compris entre 0,75 et 0,95.

5.6 Equipement en Courant Alternatif (AC)

5.6.1 Passage de câbles

Les câbles chemineront en toiture sous les modules jusqu'à la pénétration dans les combles pour rejoindre l'armoire AC dans les combles, puis chemineront en intérieur jusqu'au niveau du TGBT.

Pour les passages sous les modules, **les câbles sont correctement fixés sur les cadres des modules et les éléments du système d'intégration. Aucun câble n'est pendant et ne touche la couverture, même ponctuellement.**

Les câbles sont disposés correctement, si nécessaire sous gaines ou fourreaux adaptés et sont attachés régulièrement à l'aide de colliers adaptés de type Rilsan ou techniquement équivalent.

Pour les passages en intérieur, les réseaux cheminent sur des chemins de câbles métalliques capotés dédiés aux câbles photovoltaïques compris toutes sujétions.

Les passages de câbles cheminant dans des locaux à risques (cage d'escalier) devront avoir une protection coupe-feu de degré identique au degré coupe-feu du bâtiment.

Les plans fournis sont des plans de principe, l'entrepreneur devra vérifier la faisabilité des passages de câbles.

Les percements et calfeutrements sont à charge du présent lot ainsi que les fourreaux lors de traversées de parois.

L'ensemble des composants devront être identifiés et repérés par des étiquettes facilement visibles et fixées d'une manière durable.

Les travaux comprendront la fourniture et la pose de tous les accessoires nécessaires à l'installation, à la protection et au fonctionnement de ces circuits.

5.6.2 Câblage AC

L'impédance de la ligne doit être limitée selon le critère de la limitation en tension maximale admissible.

Le câblage de liaison entre l'onduleur et le point de raccordement est de type classe II et est dimensionné :

- **De manière à limiter la perte en ligne au maximum à 2%.**
- En fonction de la puissance et de la distance maximum.
- Des calibres de protection.

L'entrepreneur doit justifier de ses notes de calculs avant son intervention.

En fonction des études, le Titulaire peut assurer ses liaisons AC à l'aide de câbles en cuivre ou en aluminium. Dans le second cas, les câbles dans les armoires électriques sont équipés de cosses bimétal Al-Cu.

5.6.3 Armoire électrique AC

Une première armoire AC est installée dans les combles pour raccorder les différents circuits de micro-onduleurs.

Une seconde armoire pourra être installée au niveau du TBGT si l'armoire du TGBT ne permet pas la mise en place du disjoncteur photovoltaïque.

Les armoires électriques sont conformes aux prescriptions en vigueur notamment la norme CEI 60-439-1, NF C 15-100 et le guide associé UTE C63-429. Elle répond aux caractéristiques suivantes :

- Classe de protection IP 55 minimum avec porte opaque
- Serrure à clé 405
- Rails DIN pour la fixation des accessoires
- Goulottes non halogénées pour le passage des fils
- Ouïes de ventilation haute et basse sur les côtés opposés avec filtres (et ventilateur si les conditions d'environnement l'exigent)
- Presse-étoupes
- Séparations physiques des courants forts et courants faibles
- Étiquette de repérage dilophane
- Porte-documents au format A4
- Réserve de disponibilité de 30%

Les armoires intègrent :

- Un dispositif de protection générale à coupure
- Les disjoncteurs différentiels associés
- Les parafoudres, si nécessaire
- Les différents matériels électriques nécessaires

5.7 Raccordement au réseau électrique

L'entreprise devra le raccordement de l'installation photovoltaïque sur le TGBT des sites via un disjoncteur différentiel dédié au photovoltaïque y compris toutes sujétion de pose et raccordement.

Le tableau devra permettre un raccordement sans endommager l'existant.

A défaut ou par manque de place, l'entreprise doit la mise en place d'une armoire électrique de même marque que l'existant et conforme aux descriptions du paragraphe « Armoire électrique AC » compris toutes sujétions de pose et de mise en œuvre.

Si la puissance photovoltaïque dépasse le calibre de la protection de tête, celle-ci devra être remplacée suivant la puissance injectée.

Tranche ferme

Nom du site	Abonnements et puissances compteur
UEAJ Perpignan	Tarif C5 ≤36 kVA
UEMO Tarbes	Tarif C5 ≤36 kVA
UEMO Saint Gaudens	Tarif C4 >36 kVA (84 kVA souscrit)

Tranche optionnelle

Nom du site	Abonnements et puissances compteur
UEAJ Toulouse	Tarif C5 ≤36 kVA

Afin de réaliser la coupure de l'alimentation, le titulaire du présent lot devra se coordonner avec la MOA/MOE afin de réduire la gêne occasionnée.

L'entreprise devra fournir une note de calcul de section de câble et de dimensionnement des protections afin de justifier le calibre mise en place et la sélectivité.

5.8 Sécurité incendie

5.8.1 Généralités

L'ensemble de l'installation est conçu selon les préconisations du guide pratique « installations photovoltaïques » UTE C 15-712-1, publié en Juillet 2013, notamment en matière de sécurité aux personnes et de sécurité incendie.

L'ensemble de l'installation est conçu en matière de sécurité incendie selon les préconisations des avis de la Commission Centrale de Sécurité de février 2013.

5.8.2 Arrêt d'urgence

L'entreprise doit mettre en œuvre un système d'arrêts d'urgence de type bris de glace avec voyants. Il est équipé d'un bouton de commande, réalisant la coupure électrique au niveau des armoires AC

Les bobines MX à placer dans les tableaux électriques, les liaisons en câble CR1-C1 ainsi que toutes les sujétions de pose sont dues au présent lot.

Le code couleur des voyants appliqué par le Titulaire doit être en accord avec le code couleur en vigueur sur les autres arrêts d'urgence du bâtiment.

Le dispositif de commande est clairement identifié par la mention « Arrêt d'urgence photovoltaïque - Attention présence de deux sources de tension : - réseau de distribution ; - panneaux photovoltaïques » en lettres noires sur fond jaune.

Le câblage passera de préférence en faux-plafond et/ou vide-sanitaire, en dernier choix en apparent sous goulotte en cueillie de plafond.

5.8.3 Signalétique

L'entreprise doit les signalétiques sur tous les organes électriques de l'installation photovoltaïques conformément à la norme NF C 15-712-1.

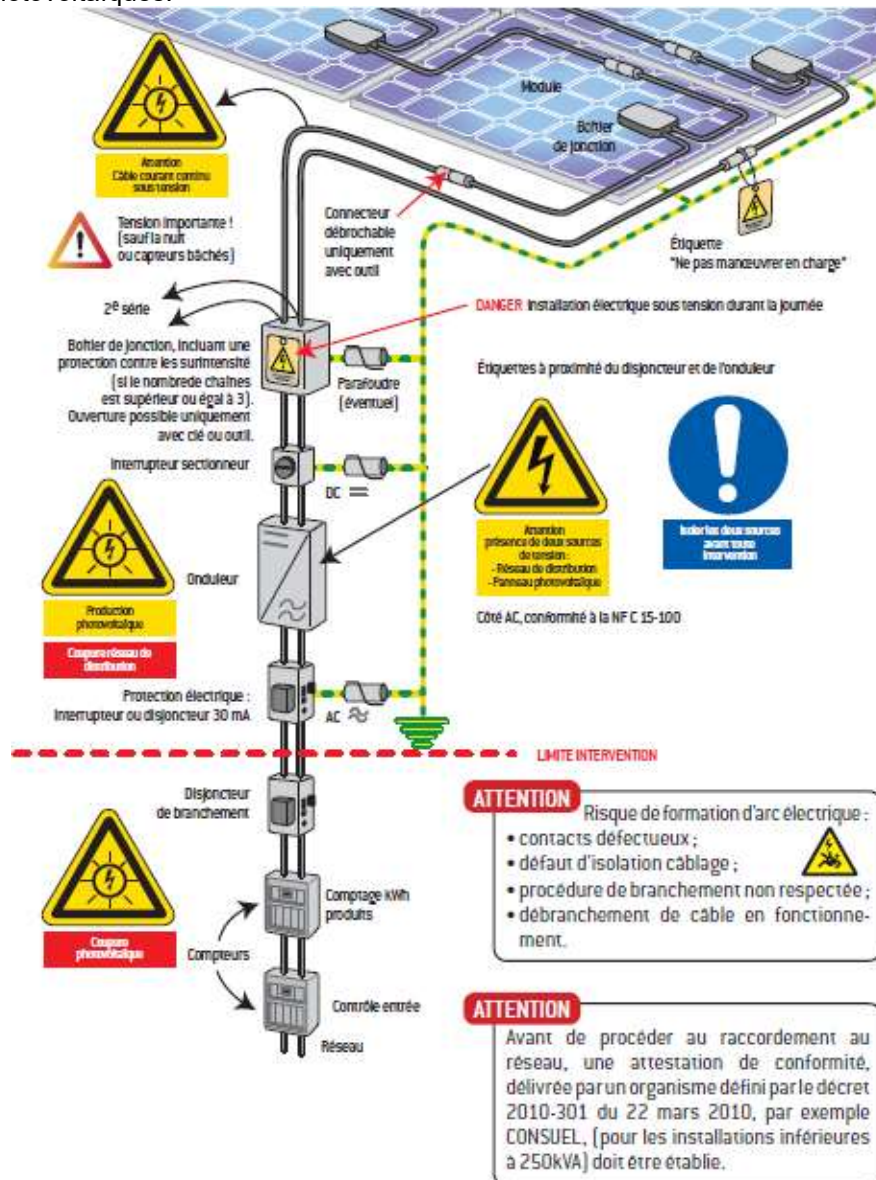
5.8.3.1 Pictogramme

Le pictogramme dédié au risque photovoltaïque est apposé :

- Aux entrées du site avec en complément une étiquette où sera gravée la mention « Installation photovoltaïque en toiture »,
- Sur les chemins de câbles DC et AC tous les 5 mètres.

5.8.3.2 Consigne

Sur les consignes de protection contre l'incendie, seront indiqués la nature et les emplacements des installations photovoltaïques.

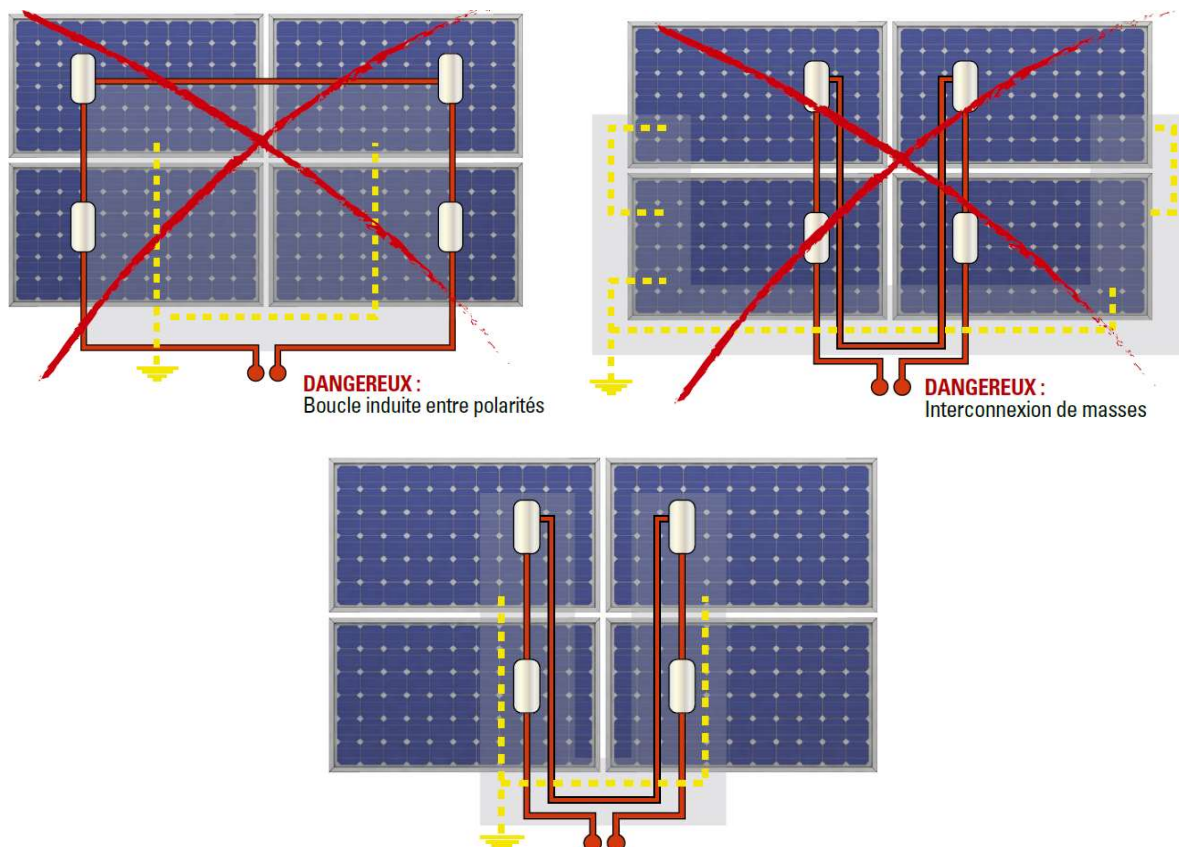


5.9 Mise à la terre

L'ensemble des masses métalliques des équipements constituant l'installation de production et de distribution de l'électricité doit être interconnecté et relié au réseau de terre unique du bâtiment.

Limitation des boucles induites :

Le câblage des modules photovoltaïques et de la mise en équipotentialité doit être effectué de manière à avoir les deux aires des boucles induites minimales et les garder bien distinctes.



Les éléments suivants sont exigés :

- La nature des liaisons équipotentielle entre les structures.
- Les caractéristiques des mises à la terre des structures supportant les modules.
- La nature de la mise à la terre des équipements.
- La nature de l'électrode de mise à la terre.

Les câbles de mise à la terre doivent avoir une section minimale de 6 mm² et doivent être conforme à la NF C 15-100 et être relié à la terre du bâtiment.

La mise à la terre des cadres des modules par l'intermédiaire d'un système « panneau à panneau » n'est pas toléré. L'entrepreneur doit par ailleurs décrire le système de mise à la terre envisagé pour les panneaux (cosses de terre, griffes, etc.).

5.10 Monitoring de l'installation

5.10.1 Généralités

L'entreprise devra la fourniture, la pose et le raccordement d'un système de monitoring. Ce dispositif permettra le suivi et l'enregistrement de toutes les données de fonctionnement (puissance, tension, courant, énergie produite, code alarme, température interne des appareils, etc.) des micro-onduleurs.

Le système sera connecté à internet via une connexion GSM à l'aide d'un routeur 4G (carte SIM à charge de la MOA). Le logiciel de traitement des données reçues par le système de monitoring devra être sans abonnement et devra permettre d'envoyer les données de communication vers le portail de supervision utilisé par la MOA.

Le matériel sera installé dans l'armoire AC.

La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera au minimum de 12 mois pour les données journalières et 2 mois pour les valeurs à 10 mn. Les informations pourront être récupérées localement, par vidage de la mémoire sur tout système adapté et par communication raccordé au réseau internet du bâtiment.

Les comptes destinataires de ces transmissions (cas du mail ou du FTP) seront transmis ultérieurement au titulaire du lot.

Le bon fonctionnement du système de communication avec la plateforme de supervision sera testé avec l'entrepreneur préalablement à la réception définitive.

La formation des utilisateurs de la plateforme est à la charge de l'entreprise.

5.10.2 Equipements

L'enregistreur aura les caractéristiques suivantes :

- IP : 30
- Température de fonctionnement : -40°C à 65°C
- Communication : CPL
- Nombre d'appareils : jusqu'à 600 micro-onduleurs

Le câblage de l'enregistreur est à charge du présent lot.

Le câblage entre les onduleurs et l'enregistreur est à charge du présent lot.

5.10.3 Cybersécurité

Contrôles et audits :

Durant la préparation ou la réalisation du marché, l'acheteur peut conduire ou mandater des contrôles et audits de sécurité informatique des fournitures, prestations, moyens utilisés et services proposés par le candidat ou titulaire, et leurs sous-traitants.

Dans tous les cas, des audits légitimés par la sélection ou le suivi de titulaires de marchés peuvent être réalisés sans accord préalable dès lors que les tests et sondes respectent les conventions techniques d'usage permettant de les identifier (par exemple, User-Agent référençant une URL d'explication, reverse-DNS permettant de donner une origine claire à une adresse IP, etc.).

Documentation :

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

En particulier, sa documentation explicite tous les flux échangés (entrants et sortants, applicatif mais aussi de maintenance, de statistiques, de mise à jour, d'administration distante, etc.), et les dispositifs de contrôle d'accès et de maintien en condition de sécurité.

Si l'emploi sécurisé du produit ou du service nécessite des actions particulières de la part des bénéficiaires

du marché, elles doivent être clairement identifiées dans un chapitre Sécurité du mode d'emploi (par exemple, la procédure de changement des mots de passe par défaut ou des interfaces exposées, de mise à jour de composants logiciels...).

Etat de l'art :

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

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

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

- un dispositif de lutte contre les logiciels malveillants (anti-virus, ou système de vérification et détection à base de signatures ou condensats des logiciels autorisés).
- un dispositif de mise à jour sécurisé.
- une limitation de l'exposition via les réseaux en réduisant les ports acceptant des connexions entrantes et en authentifiant les accès distants, sans faille connue (ceci exclut les connections non chiffrés TELNET, HTTP/SMTP sans TLS, et l'emploi de mots de passe génériques ou faciles à découvrir, par exemple du fait d'un hachage insuffisant).

Signalements de sécurité :

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

Afin de garder leur pouvoir d'alerte, ces canaux de diffusion ne sont pas mélangés avec des flux commerciaux et marketing. Les fils peuvent être multiples dans le cas de fournitures en plusieurs composants mais sans laisser de vide d'information.

Réciproquement, les outils numériques mis à disposition permettent aux bénéficiaires et leurs experts en cybersécurité de signaler directement aux équipes appropriées du titulaire de possibles failles ou détournements de dispositifs de sécurité.

Afin que ces signalements soient effectifs et efficaces, les conventions d'usage en cybersécurité sont respectées (security.txt, abuse@). Dans tous les cas, il faut moins d'une minute pour trouver le point d'entrée approprié du signalement.

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

5.11 Percement – Encastrement – Garnissage - Embellissement

L'attributaire du marché aura à sa charge la réalisation de :

- L'ensemble des percements de cloisons, de murs, de planchers, etc....nécessaires aux passages de ses câbles pour toute section.
- Les fourreaux lors de traversées de parois/dalles.
- Les rebouchages et garnissages autour des gaines et câbles qui devront être réalisés avec le plus grand soin en matériau de même nature que ceux existants.
- Rétablissement du degré CF.
- L'enlèvement des gravois et ordures au fur et à mesure de l'avancement des travaux.
- Les rebouchages devront permettre de restituer le degré coupe-feu des parois ou planchers traversés.
- La reprise dito existant des embellissements
- Mise en peinture des coffrages (pour passage de câble)

6 DOCUMENTS D'EXECUTION, DOE ET RECEPTION

6.1 Documents d'exécution et DOE

L'entreprise devra transmettre :

- Les documents d'exécution au format informatique pour VISA
- Les DOE en deux exemplaires papiers et deux exemplaires informatiques (clé USB)

Plans d'exécution	<ul style="list-style-type: none"> • Dossier ENEDIS (production des documents nécessaires au concessionnaire) • Plans d'implantations des matériels électriques et des installations photovoltaïques. • Plans de cheminement des réseaux principaux • Schéma unifilaire de tous les circuits électriques, compris section des câbles, calibres et sensibilité des protections • Plan de géoréférencement des réseaux enterrés
Notes de calculs	<ul style="list-style-type: none"> • Note de calculs de dimensionnement de l'installation PV • Note de calculs de section de câble DC/AC (nature des câbles, nombre, longueur, section, protections dans les tableaux, ...) • Simulation de production
Documentations techniques des matériaux et matériels utilisés	<ul style="list-style-type: none"> • Notices et fiches Techniques de l'ensemble du matériel • Une description des consignes de sécurité. • Attestation CONSUEL (compris DRE) • Attestation de bon fonctionnement • L'attestation de solidité à froid
Détails particuliers de mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport d'autocontrôle (serrage, électrique, état, ...) • Tests IV
Maintenance et exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Les notices explicatives de fonctionnement et d'entretien du matériel, • Les notices descriptives des modalités d'intervention pour l'entretien des équipements, • Les gammes de maintenance P2 et P3 avec leurs périodicités répertoriées dans un fichier Excel

Ces documents devront impérativement être réalisés sous logiciels de DAO type AUTOCAD, de calculs type CANECO et simulation de type PV Syst ou Archelios. Les fichiers sources seront à remettre à la MOE avec la version papier.

Les DOE devront être remis avant la réception des ouvrages.

6.2 Mise en service, contrôles, essais et réglages

Avant la réception de ses ouvrages, l'entreprise est tenue de procéder à l'ensemble des essais de bon fonctionnement des installations. Elle assurera les réglages et mises au point nécessaire.

L'entreprise sera tenue de mettre à disposition les personnels, l'appareillage et les matériels nécessaires à ces différentes opérations d'essais et de contrôles. Il aura à sa charge les éventuels frais de dossiers nécessaires aux différents organismes de contrôle et de sécurité et aux services administratifs. Tous les éléments défectueux seront immédiatement remplacés, remis en place et en fonctionnement aux frais de l'entreprise.

Les prestations comprendront notamment :

Mise en service et réglages	<ul style="list-style-type: none"> La mise en service intégrale des installations de la présente opération.
Essais	<ul style="list-style-type: none"> Test validant le bon fonctionnement électrique des équipements
Présentation du PV	<ul style="list-style-type: none"> L'entreprise devra fournir un procès-verbal faisant apparaître lisiblement : <ul style="list-style-type: none"> Toutes les consignes et valeurs exigées au cahier des charges, ou précisées avant la livraison du chantier par le Maître d'œuvre, le Maître d'Ouvrage ou les utilisateurs du site. Tous les paramétrages et réglages exécutés au niveau des installations avant livraison Toutes les valeurs constatées à l'issue des essais Les commentaires éventuels à soumettre au maître d'ouvrage et utilisateurs sur les réglages effectués.

L'entreprise assurera une présentation de l'installation réalisée au personnel chargé de l'exploitation et de l'entretien avec explications des fonctionnements, manœuvres, opérations courantes et exceptionnelles.

6.3 Réception des ouvrages

6.3.1 Opérations préalables à la réception

Lors des opérations préalables à la réception, le Maître d'Œuvre, procédera :

- au contrôle article par article de la qualité et de la quantité du matériel installé qui devront être au moins celles prévues au projet, et, le cas échéant, aux devis supplémentaires approuvés et ne pourront, en aucun cas, être inférieurs quand bien même l'entreprise prétendrait obtenir les conditions de confort recherchées par le Maître d'Ouvrage,
- à l'examen du document de synthèse des essais remis par l'entreprise,
- à la réalisation d'essais complémentaires en présence de l'entreprise,
- à la vérification de la conformité des installations en se référant aux rapports des organismes de contrôle, et à toute mesure complémentaire jugée utile par le Maître d'Œuvre.

Pour satisfaire à la bonne réalisation de ces essais, l'entreprise devra mettre à disposition, le personnel qualifié et tous les instruments de contrôles et de mesures nécessaires.

Au préalable, l'entreprise aura réaliser la remise en état du site, procédé au nettoyage des locaux et à l'évacuation de l'ensemble des déchets.

6.3.2 Délai de reprise

A l'issue des opérations préalables à la réception, le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre statueront sur la date définitive de réception des ouvrages, si celle-ci n'a pas été fixée contractuellement auparavant.

Dans l'intervalle, l'entreprise devra procéder aux modifications, réglages et ajustement nécessaires à la mise en conformité de ses installations avec le cahier des charges et les impératifs réglementaires et fournir un nouveau document de synthèse de ses essais.

6.3.3 Réception des ouvrages

Un nouvel examen des équipements de la conformité et des performances des installations sera réalisé au cours de la réception.

La réception des installations sera prononcée conformément aux dispositions prévues dans le CCAP (article 3) et sous réserves :

- De la conformité de l'installation au présent descriptif et des règlements en vigueur,
- De la levée de l'ensemble des réserves ayant pu être formulées,
- Que les essais soient satisfaisants,
- En statistique permettant une réception partielle en attendant le raccordement ENEDIS
- En dynamique pour la réception définitive
- De la fourniture des pièces citées aux articles précédents.

Si cet examen se révèle une nouvelle fois insatisfaisant, la réception sera reportée à une date ultérieure ou bien prononcée avec réserves.

Dès lors, les pénalités financières fixées au CCAP ou autres pièces administratives pourront être appliquées à l'entreprise jusqu'à la levée des réserves par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre.

6.3.4 Parfait achèvement

Les entreprises resteront engagées durant un an à compter de la réception. L'entreprise doit durant cette période la mise au point des installations techniques pour assurer la performance énergétique et fonctionnelle attendue des équipements mis en place.

La méthodologie de suivi des réclamations après réception sera la suivante :

- Réception des réclamations par la Maîtrise d'Ouvrage et enregistrement si le désordre est confirmé.
- A l'enregistrement d'une réclamation par la Maîtrise d'Ouvrage, envoi d'un courrier à l'entreprise avec demande d'intervention sous 15 jours, avec copie à la Maîtrise d'œuvre.
- Envoi d'un courrier de relance si aucune intervention n'a eu lieu dans le délai des 15 jours après le courrier initial.
- Envoi d'un courrier de mise en demeure si aucune intervention n'a eu lieu dans le délai des 15 jours après la relance.

Une visite de fin de parfait achèvement sera organisée par le Maître d'Œuvre au plus tard la 1^{ère} semaine du 11^{ème} mois après la réception.

7 PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES (PSE)

7.1 PSE 1 : Afficheurs

Pour chaque site, au niveau de l'accueil, l'Installateur doit la fourniture et la pose d'un écran d'affichage de type TV LED connecté avec la mise en place d'un micro-ordinateur assurant la connexion internet via la fourniture et la pose d'un module 4G (abonnement à charge de la MOA).

L'écran répondra aux caractéristiques suivantes :

- Technologie : LED avec port USB et HDMI
- Luminosité : 300 cd/m²
- Contraste : 5 000/1
- Verre : Anti-reflet
- Taille : 42 pouces – 107 cm

L'Installateur devra :

- Installer cet afficheur
- Connecter l'afficheur du site par le biais de la clé 4G et du mini PC
- Réaliser le paramétrage permettant d'afficher les données
- Les percements et calfeutrements sont à charge du présent lot ainsi que les fourreaux lors de traversées de parois/dalles.

Si aucune prise de courant est à disposition, l'entreprise réalisera un départ depuis le tableau le plus proche (passage sous goulotte).

7.2 PSE 2 : Exploitation et maintenance

L'entreprise devra proposer un contrat de maintenance établi pour une durée de 3 ans renouvelable.

Les prestations incluses dans ce contrat comprendront :

7.2.1 Vérification visuelle

- **Objectif** : Identifier toute dégradation ou anomalie visible.
- **Actions** :
 - Inspecter les panneaux pour détecter la présence de fissures, de délaminations, ou de saletés importantes (feuilles, débris).
 - Vérifier le montage et les fixations pour s'assurer qu'aucun panneau ou support n'est desserré.
 - Examiner les câbles pour déceler des signes de vieillissement, de dégradation ou de dénudage.
 - Contrôler les boîtes de jonction pour assurer qu'elles sont bien fermées et protégées contre l'humidité et la poussière.

7.2.2 Vérification électrique

- **Objectif** : S'assurer de la sécurité et de l'efficacité des composants électriques.
- **Actions** :

- Contrôler la continuité des connexions (utilisation d'un multimètre si nécessaire).
- Mesurer les tensions et courants pour vérifier qu'ils sont conformes aux valeurs nominales des panneaux et de l'onduleur.
- Inspecter la mise à la terre et vérifier que toutes les connexions de masse sont intactes.
- Tests des arrêts d'urgence
- Test des protections électriques AC et DC

7.2.3 Inspection et entretien des onduleurs

- **Objectif** : Maintenir le bon fonctionnement des onduleurs et prévenir les pannes.
- **Actions** :
 - Vérifier les témoins lumineux et les messages d'erreur des onduleurs.
 - Effectuer un redémarrage des onduleurs pour s'assurer qu'il fonctionne correctement.
 - Nettoyer les ventilations des onduleurs pour éviter toute accumulation de poussière ou débris.
 - Noter les données de production pour comparaison avec les années précédentes.

7.2.4 Contrôle des dispositifs de sécurité et protection (Contrôles Q18 et Q19)

- **Objectif** : Assurer la protection de l'installation contre les surtensions et autres anomalies.
- **Actions** :
 - **Q18** : Vérification du bon fonctionnement des dispositifs de sécurité et de protection électrique (disjoncteurs, fusibles, interrupteurs sectionneurs). Remplacement des composants défectueux si nécessaire.
 - **Q19** : Campagne de thermographie infrarouge pour localiser les points chauds

7.2.5 Contrôle des performances

- **Objectif** : Évaluer l'efficacité de l'installation
- **Actions** :
 - Comparer les données de production annuelle avec celles des années précédentes pour détecter une baisse significative de rendement.
 - Analyser les données de suivi de la production (via une plateforme de monitoring) pour déceler des variations anormales.
- **Fréquence** :
 - 1 fois par semaine le premier mois
 - 1 fois par mois la première année
 - 1 fois par trimestre les années suivantes

7.2.6 Nettoyage des panneaux solaires

- **Objectif** : Optimiser la production d'énergie
- **Actions** :
 - Nettoyer la surface des panneaux
 - Éviter le nettoyage en période d'ensoleillement intense pour ne pas créer de choc thermique
- **Fréquence** : Tous les 3 ou 4 ans en fonction du besoin – A la demande de MOA

7.2.7 Rapport de maintenance

- **Objectif** : Synthèse des interventions réalisées lors de la visite
- **Actions** :
 - Consigner toutes les interventions, mesures et observations dans un rapport détaillé.
 - Noter les problèmes détectés, les actions correctives prises et les recommandations pour l'année suivante.
- **Fréquence** : Après chaque visite de maintenance