

Extension du bâtiment principal de la Délégation Régionale Occitanie de l'IRD

Phase PRO-DCE - Ind B

Lot 15 - PHOTOVOLTAÏQUE CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES



27/03/2026

SOMMAIRE

1 -	<u>GENERALITES</u>	3
1.1 -	PREAMBULE	3
1.2 -	OBLIGATIONS GÉNÉRALES ET FRAIS DE L'ENTREPRISE	3
1.3 -	OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX ET POINT DE VIGILANCE	3
1.4 -	PRESTATIONS ET FOURNITURES A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE	4
1.5 -	LIMITES DE PRESTATION	5
1.6 -	DISPOSITIONS RELATIVES A LA SECURITE	5
1.7 -	PIECES A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE	6
1.7.1 -	AVANT LE COMMENCEMENT DES TRAVAUX	6
1.7.2 -	DOCUMENTS A FOURNIR EN FIN DE CHANTIER :	9
1.7.3 -	BASES DES CALCULS	9
1.8 -	RAPPEL DE LA REGLEMENTATION	9
	GENERALITES	9
	NORMES	9
	DECRETS, ARRETES ET REGLEMENTS	11
	AUTRES PUBLICATIONS	12
1.9 -	PRESCRIPTIONS DE SECURITE INCENDIE	14
1.10 -	CONTROLES ET ESSAIS	14
	GENERALITES	14
	VERIFICATIONS SUIVANT FICHE DE CONTROLE BASEE SUR UTE C 15-712-1	15
	ESSAIS ET VERIFICATIONS AVANT LA RECEPTION DES TRAVAUX	15
1.11 -	GARANTIES	15
2 -	<u>DESCRIPTION DES OUVRAGES</u>	16
2.1 -	PARTIE FIXATION SUR ENCLOS TECHNIQUE	16
2.2 -	PARTIE PHOTOVOLTAIQUE	17
2.2.1 -	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	18
2.2.2 -	ONDULEURS	19
2.2.3 -	CONNECTIQUE CC	20
2.2.4 -	CONNECTIQUE CA ET RACCORDEMENT	21
2.2.5 -	CONNECTIQUE CFA	22
2.2.6 -	PROTECTIONS, MISE A LA TERRE	22
2.2.7 -	CHEMINS DE CABLES ET SIGNALÉTIQUE	24
2.2.8 -	ACQUISITION DES DONNÉES, SUIVI DE PRODUCTION	26
2.2.9 -	DIVERS	27

1 - GENERALITES

1.1 - PREAMBULE

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P) fixe les dispositions techniques nécessaires à l'exécution des prestations pour la réalisation des travaux d'une installation photovoltaïque sur le nouveau bâtiment de la Délégation Régionale Occitanie de l'IRD, à Montpellier (34).

L'installation souhaitée (46 kWc +-0,4 kWc) est prévue en autoconsommation individuelle à l'échelle du site avec revente du surplus dans le cadre de l'arrêté 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.

Cette installation est prévue sur une structure métallique au-dessus de l'enclos technique en toiture terrasse du bâtiment Extension. Le procédé photovoltaïque doit faire l'objet d'un Avis technique ou d'une Etude de Technique Nouvelle note technique du fournisseur si hors cadre de l'ETN) validée par le bureau de contrôle du projet.

L'Entreprise aura pris connaissance des descriptifs des éventuels autres corps d'état afin de prévoir les travaux de compléments qui lui incombent concernant l'interface entre les différents lots. Elle ne pourra se prévaloir d'une méconnaissance de ceux-ci pour obtenir un supplément de prix ou un prolongement de son délai d'exécution.

Conformément à l'arrêté S21 (article 4 et annexe 5), **l'installateur doit disposer de qualification ou certification professionnelle pour la réalisation d'installations photovoltaïques qui corresponde au type d'installation réalisée et à la taille du chantier (Certificat de qualification à fournir avec l'offre).**

1.2 - OBLIGATIONS GÉNÉRALES ET FRAIS DE L'ENTREPRISE

Indépendamment des obligations définies au Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP), l'entrepreneur devra tous les frais qui résulteront de l'exécution de ses travaux.

1.3 - OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX ET POINT DE VIGILANCE

Le projet répond à des exigences environnementales très fortes de la Maîtrise d'Ouvrage, parmi lesquels on retrouve :

- **La volonté d'être un bâtiment exemplaire sur le plan énergétique**, c'est-à-dire des consommations qui soient les plus faibles possibles grâce à la conception du bâtiment et des équipements mis en place ;
- **Les objectifs de la RE2020, en termes d'énergie et de carbone, seuils de 2025 voire 2028 ; ce qui impliquera la fourniture d'un certain nombre de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES)** pour certains éléments précis du bâtiment afin de faire correspondre la réalité des matériaux employés avec la théorie des calculs réglementaires ;

1.4 - PRESTATIONS ET FOURNITURES A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

Les travaux exposés ci-dessous sont dus dans leur intégralité par le présent marché et ce, sans que cette liste soit limitative, à savoir :

Les prestations de l'entreprise s'étendent aux installations en ordre de marche et nécessaires à :

1° Partie : Fixation

- La fourniture et le calepinage d'un système de fixation adaptée au-dessus de la structure métallique du lot Serrurerie (n°6). **Il conviendra alors d'effectuer une synthèse entre ces deux lots dans le cadre des études d'EXE.** Ces fixations disposeront d'un document d'évaluation accepté par le Bureau de Contrôle (ATEc, ATEx de cas a, ETN acceptée).

2° Partie : Photovoltaïque

- **Fourniture et pose de modules photovoltaïques** sur les fixations
- **Fourniture et pose d'onduleurs**, y compris protection de découplage réseau, au lieu prévu à cet effet
- **Fourniture et pose de l'ensemble des équipements électriques** nécessaires à l'interconnexion des modules photovoltaïques (câblage, coffrets et boîtes de jonction, chemins de câbles, etc.)
- **Fourniture et pose de l'ensemble des dispositifs de protection électrique** des deux sous-installations photovoltaïques (protection des biens et des personnes, protection foudre, protection contre les surtensions et les surintensités).
- **Fourniture et pose de l'ensemble des équipements nécessaires au raccordement de l'installation** de production d'électricité au réseau intérieur et au réseau public BT 400 V
- **Fourniture et pose du système d'acquisition et de traitement de données** de fonctionnement. L'entreprise précisera en EXE comment son matériel peut se raccorder efficacement, pour la totalité des fonctionnalités souhaitées, avec la GTC proposée par le lot qui en est responsable.
- Exécution de tous les branchements (courant alternatif et continu)
- Sujétions de pénétration, passages, réservations et rebouchage en fin de travaux
- Etudes de dimensionnement, plans et détails d'exécution et notes de calcul justificatives à fournir au MOE et BC
- Etablissement de plans de récolement et schémas électriques
- Contact et interface avec les autorités compétentes pour le branchement définitif. Des pièces devront être fournies pour les démarches auprès d'ENEDIS : l'Entreprise préparera tous documents techniques à cet effet.
- Fourniture d'une attestation de conformité électrique avant branchement, visée par CONSUEL (à la charge de l'entreprise).
- Raccordement physique au réseau électrique
- Les démarches nécessaires auprès d'ENEDIS pour obtenir les autorisations de raccordement au réseau et/ou convention d'autoconsommation collective.
- Autres démarches administratives liées au photovoltaïque qui interviendraient en cours de travaux.
- Le repli de ses matériaux et matériels excédentaires.
- Toutes les fixations et tous autres menus ouvrages nécessaires au parfait achèvement des installations de son marché, conformément aux règles de l'art.

Cette liste n'est pas limitative.

1.5 - LIMITES DE PRESTATION

Le présent lot doit les liaisons suivantes :

- Liaison entre les onduleurs et la baie informatique
- Liaison entre le système d'acquisition de données et la baie informatique
- Liaison entre le système d'acquisition de données et les onduleurs
- Liaison entre le système d'acquisition de données et la GTC
- Liaison entre le système d'acquisition de données et l'écran didactique
- Système de fixation des panneaux photovoltaïques au-dessus de l'ossature primaire/secondaire du lot Serrurerie (n°6)

1.6 - DISPOSITIONS RELATIVES A LA SECURITE

Le prix du présent marché comprendra toutes les dispositions à prendre et ouvrages à réaliser pour assurer dans tous les cas la protection contre les chutes du personnel amené à travailler ou à circuler sur la toiture, conformément à l'annexe 2 du DTU 43.14 et du décret n° 65-48 du 8 janvier 1965. Les bâtiments bénéficient d'acrotères d'1,0m qui permettront d'assurer la protection des travailleurs.

Une attention particulière sera aussi portée sur la sécurité électrique des intervenants, notamment le **respect des habilitations électriques** du personnel.

Par ailleurs, le SDIS34 a été consulté en phase de conception et a émis les prescriptions suivantes :

«

En application de l'article GN4 du règlement de sécurité, les installations photovoltaïques devront respecter les exigences techniques suivantes :

- a. *Installer et identifier un organe de coupure facilement accessible par les secours, afin de pouvoir procéder à la coupure générale simultanée de l'ensemble des onduleurs des centrales actionnable depuis un endroit choisi par les services de secours ;*
-
- b. *Prévoir une alarme technique reliée au poste de sécurité signalant tout défaut (court-circuit) survenant sur les panneaux ou membranes et sur les onduleurs ;*
- c. *En cas de positionnement différent de onduleurs ou d'incapacité de l'onduleur de se découpler automatiquement, positionner au plus près des séries de panneaux (en prenant en compte le câble entrant et sortant de la série) un coupe circuit à sécurité positive relié au disjoncteur de l'installation électrique ;*
-
- d. *Minimiser le plus possible la longueur du câblage en courant continu entre les modules photovoltaïques et les onduleurs; interdire ces cheminements dans les circulations et les dégagements du public ou bien les insérer dans une gaine CF°2h ;*
-

- e. Limiter la tension aux bornes de chaque sous-champ photovoltaïque à une tension maximale de 110 courant-continu ;
-
- f. Identifier et signaler tous les 5 mètres, les câbles de type unipolaire C2 non propagateur de la flamme AN3 résistant aux rayons ultra-violets et à des températures internes de 90°C ;
-
- g. Faire cheminer les chemins de câbles des installations dans un cheminement technique protégé conformément à l'article EL4§2 ou dans un capotage métallique lui-même muni d'une mise à la terre et de protection contre les effets de la foudre ;
-
- h. Installer des coupe-circuits à sécurité positive au plus près des panneaux ou des membranes ;
-
- i. Interdire l'accès au public de tous les éléments constitutifs de l'installation ;
-
- j. Faire procéder à un contrôle technique par un organisme agréé intégrant la solidité de la structure porteuse de l'implantation du réseau photovoltaïque, ainsi qu'une vérification périodique par un technicien compétent.
-

De plus, faire procéder à la vérification totale de l'installation photovoltaïque complète par un organisme de contrôle agréé.

Une vérification périodique de 3 ans par un organisme agréé est recommandée ; elle comprendra un essai des installations de coupure d'urgence et une vérification des dispositifs de protection.

L'utilisateur et/ou le propriétaire feront procéder à des entretiens. Ceux-ci devront porter sur l'état général de l'installation, soudures, état des câbles, éléments de liaisons électriques...

(R 123-13 du CCH)

Il est rappelé qu'aucun élément ne doit gêner l'accès des secours aux différents niveaux. (Canalisations sous tension, panneaux en façade...)

Afin de limiter les risques de propagation d'incendie et faciliter l'intervention des secours, l'implantation des modules photovoltaïques doit respecter certaines distances d'isolement.

Le cheminement créé permettra en outre d'accéder aux différentes installations techniques du toit. (Aucun élément photovoltaïque câbles, panneaux, onduleurs..., ne doit être placé dans un rayon inférieur à 0.5 m d'un dispositif de désenfumage).

Un système de coupure d'urgence de la liaison DC est mis en place, positionné au plus près des modules, piloté à distance depuis une commande regroupée avec le dispositif de mise hors tension du bâtiment.

Une signalétique claire devra être positionnée sur les façades du bâtiment afin d'assurer la sécurité des intervenants en cas d'incendie.

»

1.7 - PIECES A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE

1.7.1 - AVANT LE COMMENCEMENT DES TRAVAUX

Préambule : Le candidat devra avoir :

- pris connaissance de tous les plans et documents utiles à la mise en place de la centrale photovoltaïque ;

- apprécié exactement toutes les conditions d'exécution des ouvrages et s'être rendu compte de leur importance et de leurs particularités ;
- pris connaissance des contraintes administratives et techniques ;
- pris connaissance du site

Il devra fournir :

- les certificats d'harmoniques, de CEM et de découplage des onduleurs, la fiche de collecte, les plans annexes, le schéma unifilaire, et tout autre document, exigés par ENEDIS.
- une note de calcul de la production annuelle escomptée pour l'installation photovoltaïque : production mensuelle ; valeur du ratio de performance (PR) du générateur, d'après logiciel PVSYST 7.2 ou ultérieur, basée sur les données météo de Montpellier.
-
- **La preuve de conformité du bilan carbone des modules photovoltaïque au plafond de 550 kgeqCO²/kWc fixé par l'article 1^{er} du de l'arrêté du 6 octobre 2021, selon la méthode décrite dans l'annexe 6 du même arrêté**
- le mode d'intervention pour les travaux (accès au chantier ; installations provisoires ; électricité de chantier ; moyen d'approvisionnement et d'évacuation des équipements, du matériel, des personnes ; etc.)
- **le planning prévisionnel de réalisation de ses travaux, qui devra s'intégrer dans le planning global des études d'exécution et de travaux.**
- Note indiquant comment l'installation sera posée dans les conditions réglementaires de sécurité et comment le personnel de maintenance pourra éventuellement changer un panneau, en tout point du champ.
- Schéma électrique général, pour chacune des sous-installations, indiquant la répartition des circuits, la protection des canalisations contre les surcharges et les courts-circuits et la nature des canalisations, sections, puissances et chutes de tension, le tout conforme au Guide UTE C 15-712-1.
- Plan d'implantation
- Schémas particuliers
- Éventuellement, les croquis de branchement, pour chacune des parties types d'installation, avec ses appareils de commande et de protection et portant mentions précises d'une part de l'origine de l'arrivée du courant et d'autre part, du local ou de la destination de la canalisation à alimenter.
- Un synoptique électriques unifilaires

Le synoptique unifilaire définissant l'architecture électrique du générateur photovoltaïque devra comporter (à minima) :

- Les dispositifs d'interconnexion des modules photovoltaïques (boîtes de jonction parallèle sur circuit CC)

- Les onduleurs synchrones compatibles avec la connexion au réseau ou le raccordement sur l'installation intérieure
- Le dispositif de protection des biens et des personnes sur circuits courant continu et courant alternatif
- Le dispositif de protection foudre et d'équipotentialité des masses métalliques de l'installation
- Le dispositif de protection de découplage réseau
- Le circuit d'acquisition et traitement de données
- Les coffrets de raccordement sur circuits CA et CC
- Les compteurs et dispositifs de coupure
- **Les dispositifs de coupure d'urgence pour les pompiers, conformes à l'avis de la CS**
- Le tout conforme au Guide UTE C 15-712-1, ou son éventuel successeur plus récent.

Outre les plans, l'Entrepreneur doit fournir tous documents dessinés ou écrits qui pourraient être demandés soit par les services de distribution ENEDIS, soit par les services chargés de la maintenance des bâtiments.

L'Entrepreneur établit tous les plans relatifs aux réservations ou percements dans le béton armé et toutes notes techniques, à l'usage des corps d'état, rappelant à chacun d'eux :
La nomenclature des travaux nécessaires aux travaux d'électricité qu'ils doivent réaliser,
L'état dans lequel ils doivent lui préparer et livrer les ouvrages,
Les limites d'intervention dans la mesure où elles ne sont pas contraires aux normes, D.T.U., règlements et C.C.T.P.

L'entrepreneur aura à sa charge l'ensemble des études de dimensionnement et devra fournir avant travaux pour approbation les **notes de calculs (sections de câblages, capacité des onduleurs, dimensionnement des protections, etc.)**, schémas électriques et calepinage des panneaux en toiture.

Pour le plan de calepinage en toiture, l'entreprise prendra notamment en compte la distance minimale entre ouvrages émergents voisins, définie dans le DTU 20.12, et se référera aussi au DTU 43.1 et 43.11. Il prendra aussi en compte les distances figurant dans l'avis de la CCS sur les ERP, et les distances figurant dans l'ETN du procédé de fixation.

Toute demande ou remarque formulée par le Bureau de Contrôle ou la Maîtrise d'Oeuvre devra être prise en considération par l'Entrepreneur du présent Lot et ce dans le cadre du forfait.

En cas de modification, le plan devra faire l'objet d'une nouvelle diffusion avec un nouvel indice et la modification devra être clairement indiquée sur le plan. Tout changement qui s'avérerait nécessaire pour des raisons techniques ne pourra être fait sans l'accord du Maître d'Oeuvre.

Les plans d'architecte sont, en cas de contradiction avec les plans de structure, prioritaires en ce qui concerne la définition des dispositions architecturales : volumétries des locaux, implantation des ouvrages, etc.

L'entreprise réalisera en direct pour ce qui la concerne, et s'assurera de leur réalisation auprès du maître d'ouvrage pour les autres, toutes les **démarches administratives liées aux travaux**, notamment la démarche de demande de raccordement et contrat d'achat selon l'arrêté du 6 octobre 2021.

1.7.2 - DOCUMENTS A FOURNIR EN FIN DE CHANTIER :

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

- d'un **Dossier des Ouvrages Exécutés** comprenant notamment les plans du réalisé, la liste de tout le matériel fourni avec les références et la provenance des divers matériaux, les certificats de conformité, les attestations de garantie avec coordonnées des entreprises, ses documents d'auto-contrôle, le rapport de visite du bureau de contrôle, le document de validation par le Consuel, etc.
- d'un **Dossier d'Exploitation Maintenance**, intégrant les remarques du CSPS dans son Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage, et surtout indiquant tout ce que doit savoir le personnel d'exploitation et de maintenance pour effectuer son travail avec sécurité et efficacité. Ce DEM, dont un modèle pourra être fourni par la maîtrise d'œuvre, devra être ensuite validé par celle-ci.

1.7.3 - BASES DES CALCULS

Les calculs seront effectués pour une gamme de températures ambiantes de -15°C à +45°C.

L'Entrepreneur doit déterminer, sous son entière responsabilité, la section des conducteurs électriques et chaque composant de l'installation, conformément aux normes en vigueur et notamment l'UTE C15-712-1.

1.8 - RAPPEL DE LA REGLEMENTATION

GENERALITES

L'Entrepreneur du présent marché est tenu de respecter les lois, décrets, arrêtés et règlements administratifs qui s'appliquent à cette réalisation ainsi que les normes et documents qui régissent techniquement les travaux objet du présent C.C.T.P. En cas de discordance entre ces différents documents, celui de date la plus récente fait foi.

La liste des documents rappelée ci-dessous n'est pas limitative. Tous les documents en vigueur à la date de remise de l'affaire sont réputés connus de l'Entrepreneur.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur quelques textes de portée générale. L'ensemble de la réglementation étant applicable, l'Entrepreneur doit se reporter aux textes publiés par le R.E.E.F.

NORMES

L'ensemble de l'installation devra répondre aux textes suivants (liste non exhaustive ; une attention particulière est demandée sur celles en gras) :

Parties « photovoltaïque » ou électricité :

Guide UTE C 15-712-1 (version de juillet 2013 ou plus récent si disponible) : Installations électriques à basse tension – Guide pratique - Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution.

Nb : vu l'importance de ce texte, c'est à lui qu'il est fait référence dans ce CCTP lorsqu'on écrit « Guide UTE »

Norme NF C 14-100 : Installation de branchement à basse tension, y compris amendements et fiches d'interprétation

Norme NF C 15-100 réglementant les installations électriques à basse tension, version compilée de juin 2015 comportant l'original de 2002 mis à jour en 2005 + ses amendements et rectificatifs et fiches d'interprétation.

Toutes les normes de classe "C".

Norme UTE C57-300 sur les paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque

Norme UTE C57-310 sur la transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique

Norme NF C18-510 Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique.

On y trouvera le type d'habilitation électrique que devront posséder les personnels intervenant sur les installations électriques PV.

Norme XP C15-712-3 de février 2016 – Installations photovoltaïques avec dispositif de stockage et raccordées à un réseau public de distribution

Guide UTE C 15-400 : Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution,

Guide UTE C 32-502 : Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques

Norme C 18-530 : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité

Règlement de sécurité contre l'incendie dans les établissements recevant du public

NF EN 60 439 (modules photovoltaïques)

NF C 32 013 à NF C 32 510, NF C 53 2xx (coffrets et armoires électriques)

CEI 62109-1 et -2 (sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques)

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

CEI 61000-3-3 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieur ou égal à 75 A par phase).

NF C17-100, NF C17-102 (appareillages d'installation)

EN 60 950 NF C 61-100 à NF C 61-920 / NF C 68 091 à NF C 68 381 (matériel de pose)

IEC 61194 Paramètres caractéristiques des systèmes photovoltaïques

IEC 61723 Guide de sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau installés sur les bâtiments

Règle NV 65 définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (DTU P06-002) (prise en compte des surcharges climatiques)

NF EN 50 160 Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution

NF EN 50380 : Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques.

NF EN 50521 Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – exigence de sécurité et d'essai

NF EN 50539-11 Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques

Guide UTE C 61-740-52 : Principes de choix et d'application – Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques.

DIN VDE 0126-1-1 Dispositif de découplage automatique entre un générateur et le réseau public basse tension

NF EN 60269-6 Fusibles basse tension – Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

NF EN 60904-3 (C57-323) Dispositifs photovoltaïques – Partie 3 : Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence

NF EN 61215 Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation

NF EN 61643-11 (C61-740) Parafoudres basse tension – Partie 11 Parafoudres connectés aux systèmes de distribution basse tension – Prescription et essais
CEI 61730-1:2016 d'août 2016
CEI 61730-2:2016 d'août 2016
NF EN 61730-1 (C57-111-1) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques – Partie 1 : Exigences pour la construction
NF EN 61730-2 (C 57-111-2) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques – Partie 2 : Exigences pour les essais
NF EN 62262 (C20-015) Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)
NF EN 62305-1 (C17-100-1) Protection contre la foudre – Partie 1 : Principe généraux
NF EN 62305-2 (C17-100-2) Protection contre la foudre – Partie 2 : Evaluation des risques
NF EN 62305-3 (C17-100-3) Protection contre la foudre – Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF C 17-10 : Protection contre la foudre – Protection des structures contre la foudre – Installation de paratonnerres
NF C 17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
UTE C 15-105 : Guide pratique : Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection – Méthode pratiques
UTE C 15-443 : Guide pratique – Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres. Choix et installation des parafoudres.
UTE C 17-100-2 Guide pratique : Protection contre la foudre – Partie 2 : Evaluation des risques
UTE C 17-108 : Guide pratique : Analyse simplifiée du risque foudre

Liste non limitative. En cas de discordance entre ces différentes normes, celle de date la plus récente fait foi.

DECRETS, ARRETES ET REGLEMENTS

Arrêté du 9 mai 2017 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance crête installée inférieure ou égale à 100 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du Code de l'énergie et situées en France continentale.

Au cas où ce document soit remplacé avant la signature du marché par un nouveau proposant de nouveaux critères, il conviendrait que l'installation proposée soit la plus avantageuse possible pour le maître d'ouvrage au plan technico-économique.

Arrêté du 19 avril 2012 relatif aux normes/installations électriques des bâtiments destinés à recevoir des travailleurs.

- Décret n° 2004-924 du 1er septembre 2004 relatif à l'utilisation des équipements de travail mis à disposition pour des travaux temporaires en hauteur
- Décret n°88-1056 (protection des travailleurs mettant en œuvre des courants électriques)
- Décret n° 92-587 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques

- Décret n° 2010-301 du 22 mars 2010 modifiant le décret no 72-1120 du 14 décembre 1972 relatif au contrôle et à l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures aux règlements et normes de sécurité en vigueur
- Décret n° 2008-386 du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'installations de production aux réseaux publics d'électricité.
- Arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'électricité en basse tension ou en moyenne tension d'une installation de production d'énergie électrique.
- Décret n° 65.48 du 8 Janvier 1965 concernant la protection et la salubrité applicables sur les chantiers de bâtiment et T.P.
- Décret n°95-608 du 6 mai 1995 relatif à la protection des travailleurs dans les Ets qui mettent en œuvre des courants électriques
- Décret n°92-647 du 8 juillet 1992 modifié concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction
- Circulaire DRT n°95-07 du 14 Avril 1995 relative aux lieux de travail
- Publication 12.100 de l'U.T.E. : textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Documents Techniques Unifiés
- Sont applicables, aux matériaux et matériels d'une part et à l'exécution des travaux d'autre part, les prescriptions et recommandations des Cahiers des Charges (ou ayant valeur de Cahier des Charges) des Documents Techniques Unifiés (D.T.U.) suivis de leurs cahiers des Clauses Spéciales, mémentos de conception ou de mise en œuvre et additifs publiés par le C.S.T.B. En particulier ici les DTU de la série 43.

AUTRES PUBLICATIONS

Du CSTB

Les Avis techniques et Pass Innovation

Le Recueil des Éléments utiles à l'Établissement et à l'exécution des projets et marchés des bâtiments en France (R.E.E.F.).

Les documents scientifiques du C.S.T.B. et notamment ceux concernant la protection des bâtiments contre les effets de la foudre.

Des organismes professionnels :

Ces documents ne peuvent en aucun cas prévaloir sur les règlements, normes et D.T.U. et D.T.A. En cas de contradictions, seuls ces derniers priment.

Ce sont notamment :

- Les règles techniques ENEDIS et E.D.F
- Référentiels techniques ENEDIS relatifs à l'accès au réseau électrique (BT et HTA), dernières versions.

Nous attirons l'attention sur le :

« Guide Systèmes photovoltaïques sur toiture-terrasse » publié par le Groupement des métiers du photovoltaïque de la Fédération Française du Bâtiment - 2015

Recommandations professionnelles de la CSFE : Mise en œuvre traditionnelle de capteurs solaires rapportés sur revêtement d'étanchéité en toiture-terrasse (février 2011).

Prescription des fabricants :

Pour chaque matériel employé, l'Entrepreneur doit se conformer aux prescriptions du fabricant, ainsi qu'aux recommandations de mise en œuvre définies dans les Avis Techniques acceptés par le BET et bureau de contrôle en charge du chantier.

Dans ce cas, c'est en particulier le cahier de pose du fabricant du système global, ayant servi de base au rapport d'Etude de Technique Nouvelle établi par un Contrôleur Technique.

ADEME

D'une manière générale l'installation sera conforme en tous points aux recommandations et prescription de l'ADEME, notamment :

Guide 6257 : « Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau » et

Guide ADEME-S.E.R.: Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau (édition décembre 2008).

INRS

Guide INRS ED 723 (mars 2006) : Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

Agence Qualité Construction

Fiche pathologie : installations photovoltaïques raccordées au réseau et intégrées au bâtiment (2014)

Autres :

Guide RAGE Règles de l'Art Grenelle Environnement : « Systèmes photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées – Guide de conception » - 2013

Partie « Fixation sur Etanchéité sur toiture-terrasse » :

- NF DTU 43.1 : Travaux de bâtiment – Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.
- NF DTU 43.5 : Travaux de bâtiment – Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées.
- NF E 85-015 (avril 2008) : Éléments d'installations industrielles – Moyens d'accès permanents - escaliers, échelles à marches et garde-corps.
- NF P 06-001 (juin 1986) : Bases de calcul des constructions – Charges d'exploitation des bâtiments.
- NF EN 13501-5 : Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 5 : classement utilisant des données d'essais au feu des toitures exposées à un feu extérieur.
- NF EN 1991-1-3/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige.
- NF EN 1991-1-4/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent.
- NF P 78-116 : Verre dans la construction – Modules photovoltaïques incorporés au bâti – Dimensionnement en toiture.
- NF EN 1998-1 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments.

1.9 - PRESCRIPTIONS DE SECURITE INCENDIE

L'entreprise devra respecter les prescriptions applicables figurant dans :

- Avis de la Commission Centrale de Sécurité sur la prise en compte du photovoltaïque dans le risque incendie des ERP, paru en février 2013 ; L'établissement est un ERP.
- Au titre de la prise en compte de ce document, il est demandé une coupure d'urgence agissant aussi au niveau des boîtes de jonction CC.
- Doctrine éventuelle du SDIS 34 relative à la conception des installations photovoltaïques (**cf. § 1.6**).

1.10 - CONTROLES ET ESSAIS

GENERALITES

L'Entrepreneur est tenu de se soumettre aux contrôles, vérifications et essais imposés par :

- les règlements en vigueur,
- les D.T.U. et Cahiers du C.S.T.B.,
- l'Architecte, le Maître d'Œuvre ou le Maître de l'Ouvrage, les bureaux d'études chargés par celui-ci de la bonne mise en œuvre de l'installation
- le Bureau de Contrôle Technique, chargé d'une mission d'examen de l'installation avant raccordement (et émetteur d'un résumé de conclusion DRE 155-2 ou son successeur)
- CONSUEL

Les essais ou contrôles sont réalisés aux frais de l'Entrepreneur. Les mesures sont effectuées par l'Entrepreneur en présence du Maître d'Œuvre ou de son représentant. Les appareils de mesure et le personnel nécessaires sont fournis par l'Entrepreneur.

Si des parties d'installation ou des appareillages sont reconnus non-conformes au C.C.T.P. ou à la réglementation en vigueur, l'Entrepreneur est tenu de procéder immédiatement et à ses frais, aux réfections et remplacements nécessaires.

En outre il prend à sa charge et à ses frais, toutes les remises en état T.C.E. nécessitées par ces réfections et remplacements.

L'entreprise **doit la production d'une attestation de conformité électrique, obligatoirement visée par CONSUEL**, telle qu'exigée par ENEDIS avant raccordement, portant a minima sur le respect des normes suivantes :

Guide UTE C15-712-1

Norme NF C15-100 (installations électriques intérieures BT)

Norme NF C14-100

Décret du 14/11/1988 relatif à la protection des travailleurs

Le formulaire SC 111A-2 (attestation CONSUEL bleue) d'attestation de conformité électrique spécifique aux installations à énergie renouvelable, ou son successeur, sera utilisé.

Nb : S'agissant d'ERP, **la conformité de l'installation devra aussi être validée par le Bureau de Contrôle**, sur la base de l'attestation établie par l'Entreprise et d'éventuels compléments demandés par le BC.

Tous les frais concernant la délivrance de ces certificats de conformité sont à la charge de l'Entrepreneur qui doit effectuer toutes démarches auprès de CONSUEL et du Bureau de Contrôle retenu par le Maître d'Ouvrage pour cette opération.

VERIFICATIONS SUIVANT FICHE DE CONTROLE BASEE SUR UTE C 15-712-1

L'Entrepreneur doit effectuer toutes les vérifications conformément à la fiche qu'utilisent les bureaux de contrôle pour vérifier la conformité à l'UTE C15-712-1 (ou le document qui le remplacerait). Il a à établir les procès-verbaux en découlant et les transmettre au bureau d'études avant le passage du Contrôleur technique.

ESSAIS ET VERIFICATIONS AVANT LA RECEPTION DES TRAVAUX

Une fois l'installation raccordée et avant la réception, l'entreprise s'engage à établir des tests de fonctionnement selon la trame qui lui sera fournie par le bureau d'études, et sous contrôle de celui-ci. Si les essais étaient jugés insatisfaisants ou incomplets, l'Entrepreneur doit les refaire autant de fois que cela est nécessaire jusqu'à ce qu'ils soient jugés acceptables de même qu'il doit effectuer toutes modifications permettant un fonctionnement normal des installations sans jamais pouvoir prétendre à une indemnité.

Ceci s'applique particulièrement au système de suivi à distance, qui doit être opérationnel et fiable pour que la MOE puisse lever les réserves. L'entreprise se rapprochera du lot CFA.

1.11 - GARANTIES

L'attention de l'entreprise est attirée sur le fait que l'extension de garantie des onduleurs à 20 ans est obligatoire en base.

Les durées de garanties seront au minimum de :

Modules photovoltaïques (garantie produit) :	5 ans
Modules photovoltaïques (garantie du productible à 90%) :	20 ans
Modules photovoltaïques (garantie du productible à 80%) :	30 ans
Optimiseurs de puissance :	25 ans
Supports de modules :	10 ans
Système d'acquisition de données :	5 ans
Onduleurs :	5 ans
Ecran didactique :	2 ans

2 - DESCRIPTION DES OUVRAGES

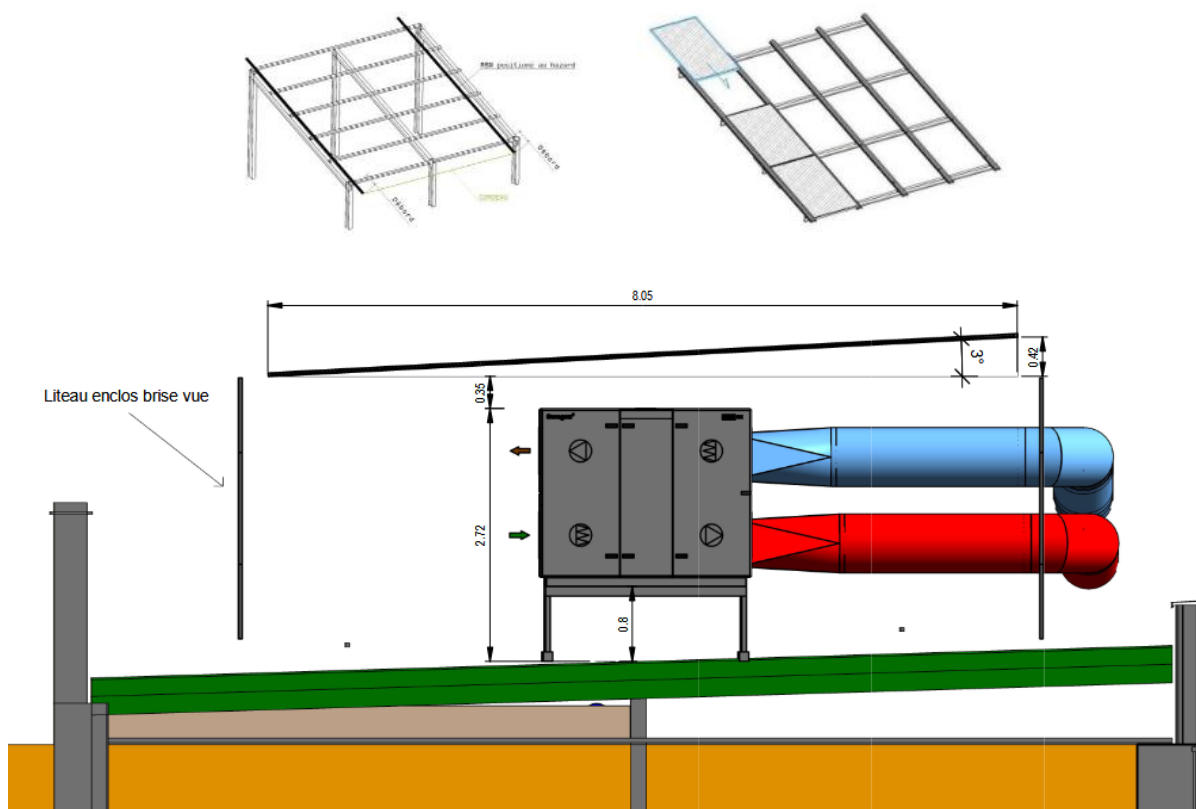
2.1 - PARTIE FIXATION SUR ENCLOS TECHNIQUE

Au dessus de la structure primaire métallique, le système de fixation sera **obligatoirement un système conçu spécifiquement pour le photovoltaïque** (exemple : **type MVO de chez Mécosun ou équivalent**), compatible avec les modules mis en œuvre (les mêmes partout) et avec les conditions, notamment de vent, au-dessus d'un bâtiment en R+2 (extension).

Ce système fera partie d'un document d'évaluation en cours de validité compatible avec le modèle de modules photovoltaïques retenu. Une note de calcul du fournisseur pourra être acceptée si les conditions liées à l'étanchéité de l'ETN ne sont pas en totalité respectées.

La mise en œuvre permettra d'éviter tout problème de couple galvanique entre la structure primaire et la structure secondaire.

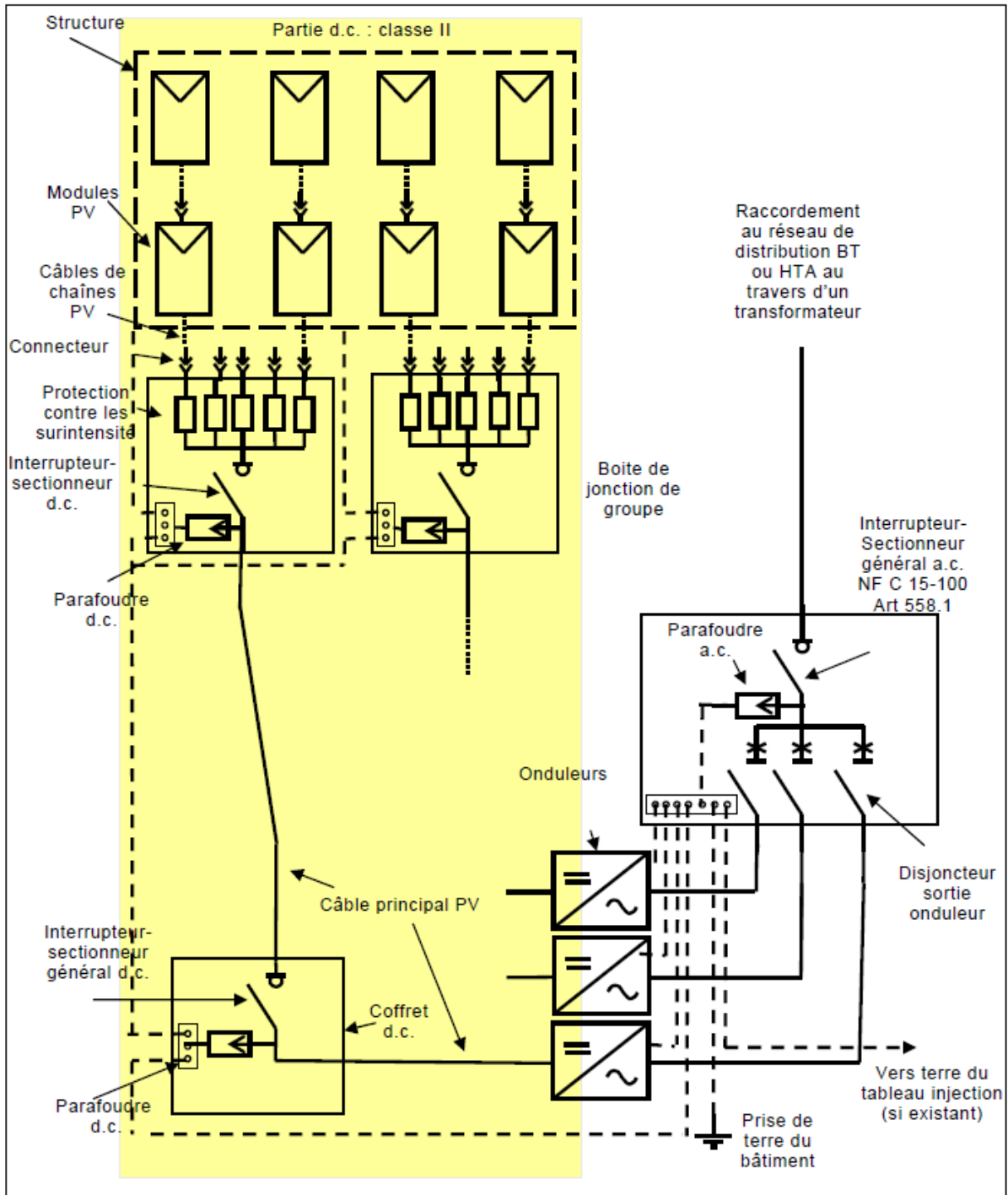
Les fixations sont prévues pour tenir les modules en mode portrait, sur une structure monopente orientée Sud-Ouest, inclinaison 3° (voir plan d'implantation).



Le présent lot devra obligatoirement réceptionner la structure métallique primaire réalisée par le lot Serrurerie (n°6), préalablement à sa pose.

2.2 - PARTIE PHOTOVOLTAÏQUE

L'installation prévue a une puissance de 46 kWc avec une tolérance de +/- 0,4 kWc, **en autoconsommation avec revente de surplus**. L'installation respectera le schéma ci-dessous issu du guide UTE C 15-712-1



2.2.1 - MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Les modules photovoltaïques seront de type silicium monocristallin cadrés, d'une puissance surfacique supérieure à 210 Wc/m², **obligatoirement visés dans les Avis techniques des procédés photovoltaïques retenus**. Leur **contenu carbone** selon l'Evaluation Carbone Simplifiée sera sous le seuil exigé par l'arrêté tarifaire S21.

Modules pressentis : **DUALSUN - FLASH 500 HALF CUT BLACK DS500-132M10-01** d'une puissance unitaire de 500 Wc, ou équivalent associé au mode de fixation retenu.

Puissance totale installée : 46 kWc +/- 0,4 kWc ; 92 panneaux, à titre indicatif

Les modules seront conformes aux normes :

NF EN 61215 Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation

NF EN 61730-1 (C57-111-1) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1 : Exigences pour la construction

NF EN 61730-2 (C 57-111-2) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2 : Exigences pour les essais

L'aspect extérieur des modules (couleur des cellules, couleur du cadre) qui devra être illustré d'une photo couleur dans le dossier de candidature, devra être validé par le MOA et l'architecte.

L'entreprise fournira, avant la pose, les tests « flash » réalisés en usine, de chaque module.

Les modules auront le comportement au feu souhaité par le SDIS.

Les modules photovoltaïques proposés devront être interchangeables, la tension de fonctionnement maximum et le courant inverse admissible devront être clairement spécifiés dans la documentation technique et sur l'étiquette attachée au module. La tension maximum devra être compatible avec les niveaux de tension mis en jeu dans le champ photovoltaïque (note de calcul de vérification à produire, conforme aux exigences de l'UTE C15-712-1).

Le module devra comporter :

- une boîte de connexion et des connecteurs débrochables de classe II appropriés au moins IP65. Des connecteurs ne s'ouvrant pas quand on tire sur les câbles sont exigés (type MC4 ou équivalent).
- des diodes by-pass (diodes de dérivation)

Les modules seront reliés par des câbles CC de type PV1000F ou équivalent.

Toutes les précautions seront prises de manière à éviter tout risque de corrosion par couple électrolytique entre les modules photovoltaïques et les structures porteuses.

Les modules seront interconnectés entre eux de façon à obtenir plusieurs chaînes, dont la tension nominale globale sera compatible avec la tension nominale de service de l'onduleur retenu pour leur branchement. Il en sera de même pour la tension maximale possible par temps froid.

Les chaînes seront aussi dimensionnées en fonction de la plage de tensions admissibles par l'onduleur pour fonctionnement optimum ; de l'intensité maximum admissible tant par les modules que par l'onduleur ; de la puissance maximale admissible sur chaque entrée des onduleurs ; et ce dans toutes les conditions possibles de fonctionnement

Pour réduire les tensions induites par la foudre, la surface des boucles entre câbles CC doit être réduite en faisant cheminer les 2 polarités d'une chaîne toujours cote à cote.

Le système de mise à la terre des modules ne devra pas compromettre la garantie (cadre troué d'origine, pas de percement sauvage).

En cours de pose, l'Entreprise doit le test de chaque chaîne de modules avec mesure des intensités et tensions à vide pour validation.

La prestation inclut un nettoyage des modules juste avant la mise en service.

Le personnel d'installation et de maintenance veillera à ne jamais marcher sur les modules.

2.2.2 - ONDULEURS

L'entreprise devra la fourniture et la pose **d'onduleur** adaptés à l'installation, notamment par une puissance nominale de l'ordre de **0,85 à 0,9 fois la puissance crête** de chaque sous-champ PV par onduleur.

Onduleur pressenti : de type **FRONIUS VERTO** ou techniquement équivalent.

L'onduleur sera positionné en toiture, dans l'enclos technique (cf. plan de calepinage du photovoltaïque en toiture).

Ne pourront être raccordés sur une même chaîne que des modules ayant strictement la même orientation et inclinaison par rapport au soleil.

Les onduleurs et les boîtiers auront un indice de protection IP65 adapté à cet usage.

Leur degré de protection mécanique est au moins IK07.

Le titulaire du présent lot doit la pose des fixations au mur support et d'un auvent de protection des équipements.

L'injection au réseau se fera en 400V triphasé, tout comme le raccordement de la partie Autoconsommation au réseau intérieur.

L'onduleur devra impérativement satisfaire les normes :

- NF C 15-100,
- Harmoniques : CEI 61000-3-2,
- Injection DC : Si l'onduleur, de par sa technologie de fabrication, génère une composante continue sur le réseau, sa valeur ne doit pas dépasser celle précisée par la CEI 61000-3-2 ; toutefois, le distributeur d'électricité peut en outre définir une valeur limite à ne pas dépasser.
- Compatibilité électronique : norme EN 61000-6-3 (émissions) et EN 61000-6-2 (immunité)
- Sécurité : EN 60950 et EN 50178
- CEM : DIN EN50081 part 1 et DIN EN 50082 part 2,
- Conformité au réseau : DIN EN 60555,
- Interface réseau : CEI 61727
- Protection de découplage : DIN VDE 0126-1-1

Pour un meilleur rendement, l'onduleur sera de type TL « sans transformateur ».

L'onduleur devra être compatible avec le raccordement au réseau et être conforme aux exigences d'ENEDIS en matière de qualité de signal (harmoniques) et de sécurité de déconnexion.

L'onduleur sera à MPPT multiples, pour optimiser le rendement de chaque entrée.

L'onduleur doit comporter un contrôleur d'isolement côté DC permettant de prévenir un défaut éventuel d'isolement (entre chaque polarité et la masse).

Les performances de l'onduleur respecteront les caractéristiques suivantes :

- signal sinusoïdal avec très faible taux de distorsion harmonique : THD < 4%
- tension de sortie : tension nominale « 400V 3P+N » avec tolérance de +/- 5%
- rendement à puissance nominale (Pn) : > 95%
- rendement à 10% de Pn > 80%

Le soumissionnaire devra préciser dans son offre technique, pour l'onduleur choisi, les caractéristiques suivantes :

- **Puissance nominale en régime permanent ;**
- **Tension nominale d'entrée avec tolérance ;**
- **Courant d'entrée max**
- **Tension de sortie avec tolérance ;**
- **Courbe de rendement en fonction de la charge et le rendement maximum ;**
- **Capacité de surcharge en fonction de la durée ;**
- **Taux de distorsion harmonique ;**
- **Facteur de puissance ;**
- **Type de raccordement des entrées CC ; nombre de trackers MPPT indépendants**
- **Type d'isolation (galvanique ou autre, ...) ;**
- **Signalisation**
- **Classe de protection IP**
- **Autoconsommation en service**

L'entreprise fournira en EXE le manuel d'installation et d'utilisation détaillé de l'onduleur, en langue française. Ce document sera aussi joint au DOE.

2.2.3 - CONNECTIQUE CC

Fourniture et pose de l'ensemble du câblage nécessaire à la réalisation de l'installation photovoltaïque. La prestation comprend les câblages suivants (liste non exhaustive) y compris toutes sujétions de branchement, raccords et essais :

- Câblage depuis les modules photovoltaïques jusqu'aux onduleurs y compris dispositifs de sécurité selon UTE C 15-712-1. La plage de température de fonctionnement sera de -40 à +85°C. Les chaînes aboutiront à créer des phases équilibrées ;
- Boîtes de jonctions intermédiaires, équipées de coupures liées aux **coupures d'urgence, afin de couper le courant au plus près des modules.**

Les câbles CC issus des boîtes de jonction iront de la toiture aux onduleurs via des chemins de câbles protégés (gaine annelée par exemple).

On se référera utilement au guide UTE C 32-502 (novembre 2008) : Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques.

Des connecteurs débrochables à clic de sécurité seront utilisés au niveau des modules photovoltaïques, boîtes de jonction parallèle, onduleurs, etc.... pour simplifier la procédure

d'installation. Ces connecteurs sont également un bon moyen de protection contre les risques de choc électrique de l'installateur.

Les connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu et dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.

Les connecteurs CC mis en œuvre seront de type « polarisé » avec « clic » de contrôle de parfaite connexion (une traction sur les câbles ne doit pas permettre leur déconnexion) **de type MC4 ou équivalent**.

Des étiquettes réglementaires « ne pas déconnecter en charge » doivent être fixées à proximité des connecteurs.

Les connecteurs doivent :

- assurer une protection contre les contacts directs
- être de classe II
- résister aux conditions extérieures le cas échéant (UV, humidité, température,...) (> IP54)

Si des câbles cheminent en face arrière des modules photovoltaïques, ils doivent être dimensionnés pour une température ambiante de 70°C. Les autres câbles seront dimensionnés pour une température ambiante de 50°C, et ne devront en aucun cas être exposés au rayonnement solaire direct. Les câbles extérieurs doivent être à la fois flexibles, stables aux UV, résistant aux intempéries, à la corrosion (pollution) et compatibles avec la connectique rapide.

De manière générale, le dimensionnement des câbles prendra en compte les conditions les plus sévères de V_c , V_{mpp} , I_{mpp} et I_{cc} à partir des données constructeur (plage de température de module de -15°C à + 85°C, éclairage maximum de 1 250 W/m²)

Signalisation des câbles CC

Les câbles de chaînes porteront une signalisation durable (bagues ou plaquettes rigides gravées sur câbles) permettant de bien repérer à quelle boîte de jonction de quel onduleur ils sont connectés de l'autre côté. Les adhésifs marqués au marqueur seront immédiatement rejetés.

Les sectionneurs de mise hors tension en amont et en aval de l'onduleur (sectionnement modules et onduleurs) seront placés à l'intérieur de coffrets distincts des onduleurs, sauf si l'Entreprise démontre que c'est compatible avec l'UTE C15-712-1. Leur identification sera claire, explicite, durable avec un repérage logique et cohérent des différentes lignes de productions : modules / sectionnement CC / onduleur / sectionnement CA.

Tous les sous-ensembles devront pouvoir être aisément remplacés sans utiliser de matériels spécifiques. Les fixations de ces sous-ensembles doivent permettre le débrochage et le brochage des connecteurs sans difficulté, et sans contrainte mécanique excessive pour les sous-ensembles.

La chute de tension maximale autorisée dans la partie courant continu de l'installation est de 1,0 %.

2.2.4 - CONNECTIQUE CA ET RACCORDEMENT

Le présent lot doit le raccordement en courant alternatif de l'onduleur en toiture à l'armoire CA. Si des pénétrations de l'étanchéité sont à prévoir pour le raccordement, le titulaire du présent lot communiquera ses besoins à l'étancheur. Si la pénétration pour le raccordement est murale, le percement et le rebouchage est à la charge du titulaire du présent lot.

Fourniture et pose d'une armoire électrique CA fixée sur mur du placard technique PV, qui contiendra notamment les dispositifs de sécurité (coupure, parafoudres, etc.). Le dispositif de suivi de fonctionnement y sera inclus.

S'agissant d'une installation en autoconsommation, **une interface est à prévoir pour connexion du câble PV CA sur le TGBT de soutirage.**

Un arrêt d'urgence (mise hors tension) de la production photovoltaïque CA sera prévu à proximité de l'arrêt d'urgence du soutirage. Deux autres arrêts d'urgence sont à positionner, l'un en toiture, l'autre à l'accueil. La position de ces arrêts d'urgences doit être validé par le bureau de contrôle.

Le présent lot doit un **compteur spécifique d'énergie injectée sur le réseau**, qui se situera entre le TGBT et la limite de propriété. Ce compteur sera relié à la GTC et permettra de suivre la puissance injectée, au pas de 10 mn.

Le présent lot doit également le **comptage de la production globale**, issue de l'onduleur, au même pas de temps que le compteur de réinjection et également remontée sur la GTC du projet.

Les comptages correspondront au plan de comptage du projet, qui est susceptible d'être mis à jour entre la rédaction de ce document et le commencement des travaux du présent lot.

Si l'entrepreneur a besoin d'arrivées d'alimentation 230V pour accessoires, ou de ligne Ethernet, arrivant dans l'armoire PV, il fera ses demandes précises au lot CFO CFA en temps et heure (en phase de préparation de chantier). En particulier, **il s'assurera en fin de chantier et avant la réception, du bon raccordement du système de suivi du PV à une connexion internet.**

La chute de tension maximum autorisée entre les bornes CA des onduleurs et les compteurs est de 1,0 %, à puissance nominale des onduleurs.

2.2.5 - CONNECTIQUE CFA

Le titulaire du présent lot doit les liaisons CFA nécessaire à la bonne remontée des informations suivantes sur la GTC ou en accès à distance depuis plateforme web :

- Liaison entre l'onduleur et la baie informatique
- Liaison entre le système d'acquisition de données et la baie informatique
- Liaison entre le système d'acquisition de données et les onduleurs
- Liaison entre le système d'acquisition de données et le compteur de réinjection
- Liaison entre le système d'acquisition de données et la GTC
- Liaison entre le système d'acquisition de données et l'écran didactique

2.2.6 - PROTECTIONS, MISE A LA TERRE

Les installations des matériels et équipements seront réalisées selon les règles de l'art et conformément aux normes en vigueur (notamment UTE C15-712-1, C15-100 et C 13-100 et 13-102). Une attention toute particulière sera apportée à la protection :

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

Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique :

L'entrepreneur aura compris dans son offre de prix toutes les sujétions de protection contre la foudre nécessaire au respect de l'UTE C15-712-1. Il faudra prendre en compte qu'il n'y ait ou non de paratonnerre sur le bâtiment.

Protection contre les surintensités :

Les caractéristiques à respecter sont données au guide UTE et au chapitre 43 de la norme NFC 15-100. En courant continu, la protection contre les surintensités doit être assurée sur les deux polarités et les caractéristiques des appareils devront être adaptées au courant continu. Il est entre autres demandé de réaliser une protection contre les courts-circuits sur toutes les arrivées en provenance des chaînes de modules photovoltaïques.

Masses et terre :

L'interconnexion des masses est d'une importance fondamentale pour le bon fonctionnement des protections contre la foudre et les surtensions. L'ensemble des masses métalliques des équipements constituant l'installation de production et de distribution de l'électricité, y compris entre bâtiments différents, doit être interconnecté et relié à un réseau de terre unique. C'est notamment le cas des structures métalliques (primaire et secondaire) de support des modules, des cadres de modules, des chemins de câble.

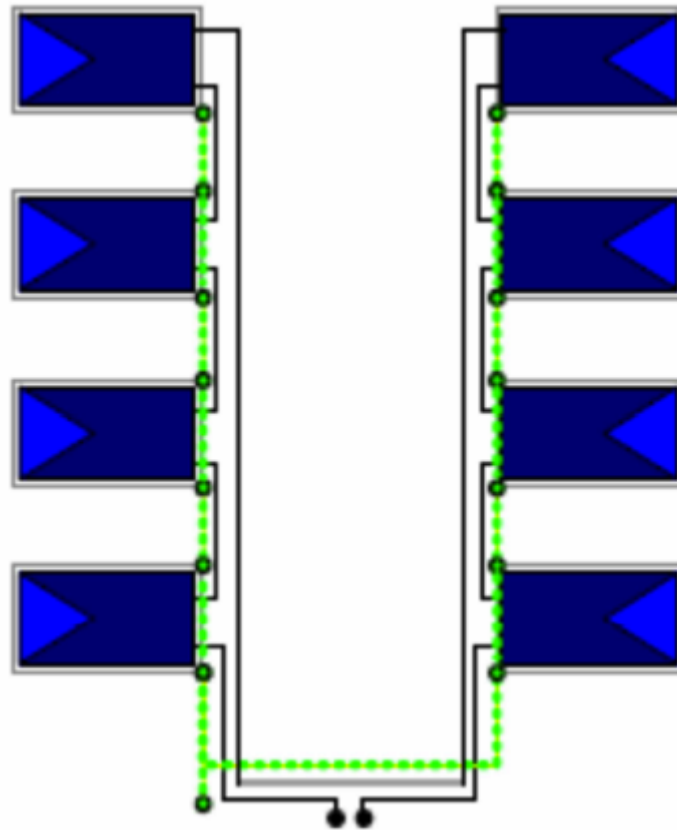
Les liaisons équipotentielle seront réalisées en cuivre isolé vert-jaune de 6 mm² minimum. Tout contact direct entre cuivre et aluminium sera évité par des connexions adaptées.

Le conducteur sera réalisé de manière judicieuse sans :

boucle induite entre polarités

boucle induite entre une polarité et la masse

Les liaisons équipotentielles et les câbles CC chemineront côte à côte pour limiter les surfaces de boucles. Exemple de câblage conforme :



L'entreprise doit la continuité des conducteurs d'équipotentialité jusqu'à la prise de terre du bâtiment et fournira en EXE un plan des liaisons équipotentielle, pour approbation MOE.

Le présent lot doit 2 extincteurs adaptés au feu d'origine électrique, situés l'un sous protection pluie en toiture, l'autre en local technique PV, et éventuels équipements individuels de sécurité, selon UTE C15-712-1.

2.2.7 - CHEMINS DE CABLES ET SIGNALÉTIQUE

Fourniture et pose de chemin de câbles, positionnés en extérieur et réalisés en acier galvanisé thermolaqué, RAL au choix de l'architecte. Ces chemins de câble devront impérativement répondre aux normes DIN 4102-K (tenue au feu) et norme CEI 61537, et aux prescriptions du SDIS (pour rappel : *faire cheminer les chemins de câbles des installations dans un cheminement technique protégé conformément à l'article EL4§2 ou dans un capotage métallique lui-même muni d'une mise à la terre et de protection contre les effets de la foudre*).

Des chemins de câble distincts devront être mis en place pour les courants faibles (communication, mesure) et pour les câbles de puissance. Ainsi, 2 crosses sont demandées en toiture, une pour chaque usage. La prestation comprend toutes les sujétions de fixations, liaison, traitement des angles, quincaillerie en acier inoxydable, etc.

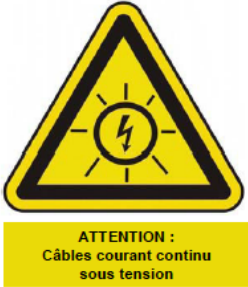
La prestation inclut des chemins de câbles pour le circuit de communication entre les différents équipements de la centrale de monitoring, y compris capteurs (sondes de température, etc.)

La prestation inclut également la mise en place de la **signalétique prévue par l'UTE C 15 712-1** :

	Cas de la vente du surplus Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession : AGCP (si puissance limitée) ou interrupteur-sectionneur à coupure visible (si puissance surveillée).
---	--

15.2.2 Etiquetage sur la partie d.c.

Toutes les boîtes de jonction (générateur PV et groupes PV) et canalisations d.c. devront porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes peuvent rester sous tension même après sectionnement de l'onduleur coté continu.

	Etiquette portant la mention « Attention, câbles courant continu sous tension » - sur la face avant des boîtes de jonction - sur la face avant des coffrets d.c. - sur les extrémités des canalisations d.c. à minima
	Etiquette portant la mention « Ne pas manœuvrer en charge » - à l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets d.c. - à proximité des sectionneurs-fusibles, parafoudres débrochables ...

	Etiquette Onduleur
---	----------------------------------

La prestation inclut aussi l'étiquetage conforme des dispositions pour l'intervention des services de secours.

2.2.8 - ACQUISITION DES DONNEES, SUIVI DE PRODUCTION

L'installation comprendra un système d'acquisition de données, par adresse IP librement accessible compatible avec l'onduleur sélectionné. Le système permettra de connaître à tout moment l'état et l'historique, et de télécharger les données format. Il permettra aussi l'envoi d'alarmes. **Il est exigé un système raccordé à la GTC générale du site, compatible avec son protocole de communication. L'entreprise précisera en EXE comment son matériel peut se raccorder efficacement, pour la totalité des fonctionnalités souhaitées, avec la GTC proposée par le lot qui en est responsable.**

D'une manière générale 2 types de données seront enregistrées :

- données permettant le contrôle de la production des installations (historique de production) **Les pointes de puissance injectée devront pouvoir être déterminées.**
- données spécifiques à la maintenance des installations (mesures instantanées et suivi des pannes)

Avant la réception des travaux, l'entrepreneur devra vérifier que la télétransmission est opérationnelle (La liaison Internet à utiliser est celle de l'administration du bâtiment). Il est demandé d'anticiper la présence probable de pare-feu.

La prestation comprend la fourniture d'un logiciel permettant le transfert et l'exploitation de données (localement et par Internet) sur un PC. **Frais de licence des logiciels pendant 20 ans inclus** dans l'offre de prix de l'entreprise.

Les mesures devront être réalisées par période de 10 minutes. Une moyenne sera calculée toutes les heures et toutes les valeurs horaires devront être disponibles pour un mois complet. **La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera au minimum d'un an.**

Les données mesurées/surveillées par le système seront à minima :

- **Alarmes de fonctionnement au niveau de chaque onduleur.** Ces alarmes doivent pouvoir être envoyées instantanément à l'exploitant, par le système de GTC, sinon en direct.
- **La tension du réseau ou la présence réseau**
- **La puissance transmise au réseau intérieur pour chaque onduleur**
- **La puissance injectée sur le réseau public (compteur spécifique)**
- **La valeur du courant CC pour chaque onduleur**
- **La tension CC pour chaque onduleur**
- **La valeur du courant AC pour chaque onduleur**
- **La tension AC pour chaque onduleur**
- **L'énergie produite en sortie de chaque onduleur, au pas de 10 mn si possible, 1 h au plus.**

Pour enregistrer ces données, le titulaire du présent lot doit un compteur spécifique de réinjection sur le réseau (entre le TGBT et la limite de propriété, fourniture au présent lot et pose par le lot électricité) pour détermination précise du taux d'autoconsommation.

Ces équipements devront être compatibles avec le système d'acquisition de donnée.

Les mesures devront être réalisées par période de 10 minutes. Une moyenne sera calculée toutes les heures et toutes les valeurs horaires devront être disponibles pour un mois complet. La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera au minimum d'un an.

2.2.9 - DIVERS

La prestation comprend l'installation de chantier et son repli, et notamment des moyens de levage vers le toit, la mise en place en place et dépose des équipements de protection contre les chutes, l'évacuation continue des déchets de chantier vers les conteneurs de tri sélectif mis en place.

A ce titre, il est à la charge du titulaire du présent lot de :

- Stocker ses déchets avant leur élimination dans des conditions ne présentant aucun danger pour l'environnement et la santé et favorisant leur valorisation ultérieure,
- Eliminer ou faire éliminer ses déchets dans de bonnes conditions et dans des installations respectant les normes en vigueur et favorisant au mieux leur valorisation,
- Trier les déchets sur le chantier,
- Eviter le mélange de matériaux de destinations différentes,

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

La prestation inclut un nettoyage des modules juste avant la mise en service.

Le personnel d'installation et de maintenance veillera à ne jamais marcher sur les modules.

Le producteur est tenu de récupérer les éléments de son installation (système photovoltaïque et éléments assurant la transmission et la transformation du courant électrique) lors du démantèlement et à les confier à un organisme spécialisé dans le recyclage de ces dispositifs. Le cas échéant, il acquitte les frais de recyclage demandés par cet organisme.