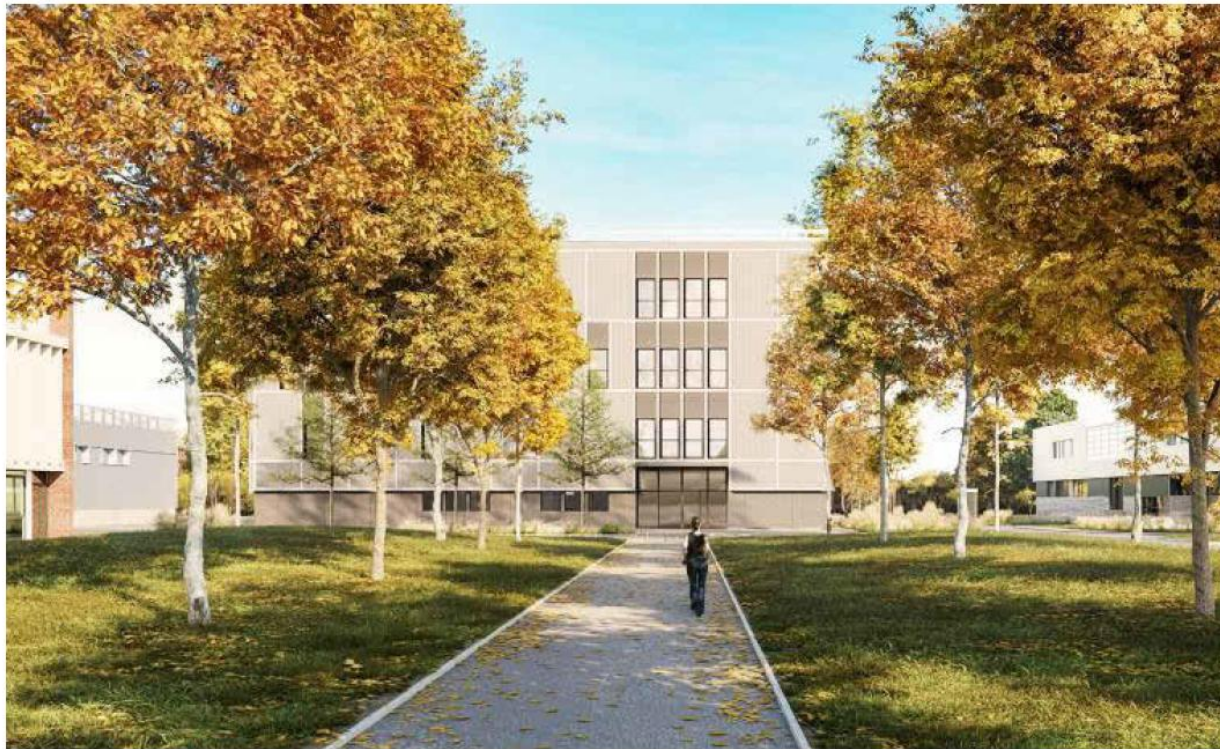












REALISATION DU BÂTIMENT B44



ARCHITECTES MANDATAIRES		ARCHITECTES ASSOCIES		BET FLUIDES SPECIAUX	
	SARL d'architecture TRIPTYQUE 81, Rue du Férétra 31400 TOULOUSE Tél. 05 61 52 17 45 @ : architecture@triptyque.fr		LORIO 30, rue Valade 31000 TOULOUSE @ : m.calmettes@atelier-lorio.fr		V3ie 5, avenue Irène Joliot-Curie 31100 TOULOUSE @ : p.nicolaux@v3ie.fr
BET FLUIDES		BET STRUCTURE		OPC	
	CEERCE Scop 8, rue Edgar Degas 31200 TOULOUSE Tél. 05 61 14 85 20 @ : pl@ceerce.fr		TERRELL 35/37, rue du Lancefoc 31000 TOULOUSE Tél. 05 61 22 05 00 @ : E.favard@terrellgroup.net		PM²O 5, route de Trémège 09100 PAMIER Tél. 05 61 69 13 76 @ : serge.l@pm2o.fr
BET ASCENSEURS		BET ACOUSTIQUE			
	SCE 50-58, chemin de Baluffet Batiment 3 31300 TOULOUSE Tél. 05 61 42 51 25 @ : a.sorroche@sce-expertises.fr		SIGMA Acoustique 23, rue Eugène d'Hautpoul 31400 TOULOUSE Tél. 05 65 62 78 92 @ : vhuignard.sigma@orange.fr		
BET HQE		BET VRD			
	C+POS 48, rue Matabiau 31000 TOULOUSE Tél. 05 82 95 59 20 @ : q.charpentier@c-pos.fr		IDEIA Résidence LAUENA avenue du Professeur GRANCHER 64250 CAMBO-LES-BAINS Tél. 05 40 39 93 14 @ : xlagorce.ideia@gmail.com		
0	17/03/25	Remise dossier DCE			
IND.	DATE	MODIFICATIONS			
Réf. :	AF23015	DCE - LOT 16 - Photovoltaïque CCTP			
Photovoltaïque CCTP					LOT 16
DCE					

Edit.

LOT N°16 PHOTOVOLTAIQUE

SOMMAIRE

1. OBJET	4
2. ETENDUE ET LIMITES DES PRESTATIONS	4
2.1 ETENDUE DES PRESTATIONS.....	4
2.2 LIMITE DES PRESTATIONS.....	6
2.3 CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	7
3. TEXTES RÉGLEMENTAIRES, NORMES ET TEXTES DE RÉFÉRENCE	7
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	8
3.2 NORMES ET GUIDES	8
4. CONCEPTION GENERALE DE L'INSTALLATION	11
4.1 PIECES ET DOCUMENTS REMIS A L'ENTREPRENEUR	12
4.2 LIAISONS AVEC LES AUTRES CORPS D'ETAT	12
5. EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE MISE EN ŒUVRE.....	13
5.1 SYSTEME D'INTEGRATION EN TOITURE	13
5.2 ASPECTS SYSTEMES ÉLECTRIQUES	14
5.3 MONITORING	24
6. CONNAISSANCE DES LIEUX ET VISITE DE VALIDATION DU SITE	25
7. CHANTIER PROPRETE SECURITE	25
7.1 NETTOYAGE DU CHANTIER ET ENVIRONNEMENT.....	25
7.2 ETAT DES LIEUX ET REMISE EN ETAT DES LIEUX.....	26
7.3 SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE	26
7.4 RELATION AVEC LES ORGANISMES EXTERIEURS	26
7.5 ACCUEIL SECURITE.....	27
7.6 EQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE	27
7.7 BALISAGE DE SECURITE	27
7.8 ACCES CHANTIER ET CIRCULATION.....	27
7.9 TRAVAIL EN HAUTEUR	27
7.10 ACCIDENT DU TRAVAIL	27
8. CONTROLE DES TRAVAUX, SUIVI DE CHANTIER ET RECEPTION	28
8.1 CONTROLE DES TRAVAUX ET SUIVI DE CHANTIER	28
8.2 RECEPTION	29
8.3 DATE CHANTIER ET DELAI D'EXECUTION	29
9. DOCUMENTS TECHNIQUES A FOURNIR.....	29

9.1	A LA REMISE DE L'OFFRE	29
9.2	AVANT TRAVAUX	30
9.3	APRES TRAVAUX	30
9.4	ASSURANCES ET GARANTIE DECENNALE.....	31
9.5	NATURE DE GARANTIE.....	31
9.6	QUALIFICATION DE L'INSTALLATEUR	32
9.7	ATTESTATION DU CONSUEL	32
10.	DESCRIPTION DES TRAVAUX	33
10.1	GENERALITES	33
10.2	ARMOIRES GENERALES	33
10.3	LIAISONS AC	35
10.4	COUPURE D'URGENCE A LA CHARGE DU LOT ELECTRICITE.....	35
10.5	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES.....	36
10.6	MONTAGE DES CAPTEURS	36
10.7	ACCESSOIRES ET MATERIEL DE RACCORDEMENT ELECTRIQUE	37
10.8	ONDULEUR RESEAU.....	38
10.9	ACQUISITIONS DE DONNEES	39

1. OBJET

Ce CCTP expose les exigences minimales à respecter pour la réalisation des études et des travaux d'installation d'une couverture photovoltaïque en toiture.

L'objectif du projet est la livraison clé en mains de :

- Une centrale photovoltaïque en toiture du bâtiment raccordée sur le TGBT du bâtiment pour assurer une autoconsommation totale de l'énergie.

Ce CCTP vise à assurer un niveau minimal de qualité notamment en matière de fiabilité et de sécurité de l'installation.

Le présent descriptif a pour objet de définir les conditions de réalisation des installations photovoltaïque pour le projet Réalisation d'un bâtiment B44 sur le site INSA à Toulouse (31100).

Le titulaire du présent lot doit exécuter comme dans ses prix sans exception ni réserve, tous les travaux nécessités par sa profession et qui sont indispensables pour l'achèvement complet de son lot.

L'entreprise devra se référer également aux nouvelles préconisations SGE pour le raccordement d'installations PV et notamment le fonctionnement de découplage.

En conséquence, l'entrepreneur ne pourra jamais arguer que des erreurs ou omissions aux plans et devis puissent le dispenser d'exécuter tous les travaux de son corps d'état, ou fassent l'objet d'une demande d'augmentation de prix.

L'entrepreneur doit effectuer toutes les démarches auprès des compagnies concessionnaires, des administrations publiques afin de réaliser une installation conforme aux instructions de ces services, tant pour établir son étude que pour réaliser la mise en oeuvre.

Il sera responsable des conséquences pécuniaires que pourrait entraîner l'inobservation de ces instructions.

L'entreprise soumissionnaire devra répondre strictement au cadre quantitatif joint qu'elle devra compléter par les quantités et les prix unitaires et éventuellement en ajoutant des postes complémentaires si elle le juge nécessaire.

2. ETENDUE ET LIMITES DES PRESTATIONS

2.1 ETENDUE DES PRESTATIONS

Les prestations consistent à concevoir et à installer une centrale PV complète sur toiture :

- Un état des lieux contradictoires avec l'exploitant du site.
- Les études d'exécution complètes :
 - pour le dimensionnement de la centrale : note de calcul des supports de modules et des supports d'onduleurs,
 - pour le dimensionnement des circuits électriques, de leurs canalisations et de leurs protections : note de calcul de dimensionnement des circuits et protections électriques (lise PV, caneco PV, etc..).
- Le balisage des travaux et des circulations d'engins.
- L'installation, l'entretien et l'enlèvement en fin de travaux des installations provisoires de chantier : aires de stockage, clôture de chantier (barrière HERAS), bennes à déchets, gravats, etc...

- La mise en place des dispositifs nécessaires à la signalisation, aux dévoiements de circulation, à la définition de zones de parking temporaires et aux mesures de protections environnementales.
- Le transport, la livraison et le stockage sécurisé des équipements et des matériaux utilisés dans le cadre des travaux.
- La coordination avec le transporteur, le déchargement des camions, le contrôle qualitatif et quantitatif, le stockage et la garde des modules et des onduleurs.
- Le respect de la procédure de réception des matériels.
- L'amenée et le repli des engins de manutention et d'excavation : pelles mécaniques, grues, foreuses, engins de chantier, nacelles, échafaudages et matériels divers.
- La bonne garde des matériels et des clés, autorisations écrites et codes d'accès au site.
- La fourniture et la pose des panneaux photovoltaïques sur la structure de fixation et d'intégration ainsi que leur câblage.
- La fourniture des supports d'onduleurs, des coffrets électriques et l'installation de tous les appareillages électriques (y/c leurs accessoires de fixations).
- La fourniture, pose et le raccordement électrique des onduleurs.
- La fourniture et l'installation des coffrets de couplage DC et leurs protections (fusibles DC).
- La fourniture, la pose et le raccordement de tous les câbles électriques DC et AC (y/c tous les accessoires de fixation).
- La fourniture, la pose et le câblage du coffret de protection et de connexion AC (TGBT AC PV) dans le local TGBT existant du site y compris la fourniture et la pose de l'AGCP (Appareil Général de Coupure Principal) dans une enveloppe appropriée.
- Le dispositif d'Arrêt d'Urgence (AU) qui déclenche l'ouverture de l'AGCP (cas de la revente totale de l'énergie) ou l'interrupteur principal de la centrale PV (cas d'un site en autoconsommation).
- la pose de la liaison électrique et sa canalisation du ou des coffrets AC (TGBT AC PV) jusqu'au branchement ENEDIS (Vente totale) ou jusqu'au TGBT Exploitant (Autoconsommation).
- le repérage et l'étiquetage des câbles, boîtes de jonction, coffrets électriques et onduleurs (résistant aux UV et aux intempéries).
- la fourniture et la pose de la signalisation de danger (sur coffret, armoires, chemin de câble, goulotte ...) selon les recommandations de l'UTE 15-712-1 de 07/2013 et des exigences des Services d'Incendies et de secours (y compris les éléments permettant de mettre à jour les plans d'évacuation du site. (Selon NF60 302 et 303 ; NFX 08 003 ; ISO 6790).
- la mise à la terre complète et conforme de la Centrale PV et la fourniture des équipements supplémentaires nécessaires.
- La fourniture, la pose et la configuration du système d'acquisition de données (y/c les capteurs de mesures de T° et d'ensoleillement) permettant le suivi technique de la performance de l'installation.
- La fourniture (si demandé) et la pose d'un panneau didactique (avec report de mesures) destiné à l'information des visiteurs,
- Tout matériel et travaux nécessaires au bon fonctionnement, à la conformité aux normes et aux règles en vigueur.
- La fourniture et la pose de l'ensemble des canalisations, fourreaux, gaines, goulottes, chemins de câbles et leur fixation sur la toiture, et de l'ensemble des percements nécessaires à l'installation.
- La fourniture de tout l'accastillage utile à la bonne pose de l'installation PV et des adaptations mécaniques qui peuvent être nécessaires.
- La protection contre la corrosion de tous les ouvrages métalliques mis en œuvre.
- L'évacuation des déblais, le nettoyage et l'entretien régulier du chantier et de ses abords pendant toute la durée des travaux.
- La remise en état des ouvrages détériorés en cours de travaux ; le nettoyage en cours et en fin de travaux.
- La réparation des dégâts causés par des tiers ou aux tiers ou par des intempéries.

- La protection et la conservation des ouvrages pendant la durée des travaux jusqu'à la réception de la centrale PV.
- La réalisation des essais de conformité et les vérifications électriques des équipements pour l'obtention, la signature et la fourniture de l'attestation de conformité du Consuel. (Le bureau de contrôle est du ressort du MO).
- La rédaction, la signature et la remise de l'attestation sur l'honneur certifiant la conformité aux règles d'intégration au bâti conformément à l'arrêté tarifaire applicable au projet.
- En liaison avec le représentant du MO, le suivi et la coordination des travaux de raccordement du PDL conformément aux spécifications de la convention de raccordement du gestionnaire de réseau (dans le cas des projets raccordés directement au réseau de distribution publique d'électricité).
- La mise en service de la centrale PV, ses réglages et mise au point.
- Le remplacement des pièces de leurs fournitures pendant leur période de garantie.
- L'établissement et le respect d'un planning détaillé de chantier remis au début de chantier.
- La rédaction et la fourniture du DOE complet et d'un DIUO, ainsi que de la notice de sécurité et des affichages réglementaires à destination de l'exploitant du site et du SDIS.
- L'installation, l'entretien et l'enlèvement en fin de travaux des installations provisoires de chantier : aires de stockage, clôture de chantier, bennes à déchets...

Ce présent CCTP et les divers documents fournis dans le DCE ne pouvant être complètement exhaustif, il est entendu que le soumissionnaire ne pourra se prévaloir du manque de précision ou d'absence d'informations pour faire valoir une quelconque plus-value au prix forfaitaire. Ce prix restera forfaitaire sauf si durant l'exécution, il est demandé des éléments supplémentaires par le maître d'ouvrage ou son représentant.

2.2 LIMITE DES PRESTATIONS

Les travaux ci-après définis ne sont pas à la charge du présent lot :

A la charge du présent lot	A la charge du LOT 05 - ETANCHEITE
- Le calepinage et le traçage des plots sur place	<ul style="list-style-type: none"> - La pose des plots de la structure porteuse PV à intégrer dans l'étanchéité du bâtiment créé. la fourniture sera au lot photovoltaïque. - Les crosses électriques et costières d'étanchéité en toiture, ainsi que les reprises d'étanchéité sur indication du présent lot - Les reprises d'étanchéité au droit des traversés toiture des lots techniques
A la charge du présent lot	A la charge du LOT 15 – ELECTRICITE CFO-CFA
- Le raccordement de ses appareils sur attente du lot électricité.	- la fourniture et pose de la protection + MX dans le TGBT, et de de l'alimentation réalisée en câble U1000 RO2V posés sur chemins de câble ou sous fourreaux, jusqu'en toiture.

	- L'AU PV + liaisons
--	----------------------

En conclusion, l'entrepreneur doit l'intégralité des travaux nécessaires au complet et parfait achèvement de l'installation.

Il ne pourra s'en prévaloir pour ne pas avoir prévu ou proposé dans le prix de caractère forfaitaire, tout dispositif, appareil ou accessoire non mentionné ici, mais nécessaire ou susceptible de contribuer à renforcer la sécurité, faciliter l'entretien d'exploitation ou améliorer le fonctionnement.

A cet effet, l'entrepreneur prendra connaissance des descriptifs et plans des autres lots pour qu'aucune omission de prestations ne soit faite.

Cette précaution serait d'autant plus nécessaire qu'il s'agirait de variante proposée par lui.

Les ouvrages seront réalisés avec du matériel neuf, de la meilleure qualité, posé avec tous les soins nécessaires, dans les conditions de sécurité requises et selon les Règles de l'Art.

2.3 CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

La zone d'installation PV est la France métropolitaine. Les équipements sont prévus pour être installés en extérieur. Le matériel et sa mise en œuvre doivent résister aux conditions météorologiques suivantes :

- Température ambiante : -20°C à +50°C
- Hygrométrie jusqu'à 95%
- Grêle.
- Pluie : conditions extrêmes moyennes des dix dernières années.
- UV. La mise en œuvre doit être résistante, fiable et adaptée aux conditions de fonctionnement, tant pour les composants principaux que pour les accessoires de montage, afin de requérir la maintenance la plus réduite possible et de résister à la corrosion et aux dégradations à long terme.

Les matériels fournis et posés seront adaptés aux conditions d'environnement et leur domaine d'emploi respectera les exigences de la certification obtenue (ATEC, Atex, PASS Innovation, ETN, ETA, etc..).

3. TEXTES RÉGLEMENTAIRES, NORMES ET TEXTES DE RÉFÉRENCE

L'installation des matériels et équipements est réalisée selon les règles de l'art et conformément aux normes en vigueur. Il est notamment apporté une attention particulière à la protection :

- des matériels et équipements contre toute détérioration éventuelle due à des causes extérieures telles que tempêtes (vent, pluie, grêle), dégâts des eaux, foudre, etc.
- contre toute fausse manœuvre éventuelle de l'utilisateur ou contre tout défaut de fonctionnement inopiné qui pourrait entraîner une détérioration prématurée ou irréversible des matériels ou équipements tels que court-circuit, inversion de polarité.
- des usagers contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, en particulier dû aux onduleurs et aux connexions DC.
- des ouvrages contre tout risque d'incendie accidentel dû à des défauts de fonctionnement ou de protection de l'installation.

3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES

La réglementation française est applicable dans son intégralité et en particulier les décrets, les DTU, les normes, les règlements administratifs et légaux en vigueur. Les matériaux, la qualité des équipements utilisés pour la pose de l'installation PV ainsi que la mise en œuvre, doivent être en conformité avec les normes nationales et européennes les plus récentes :

- Arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de transport d'électricité d'une installation de production d'énergie électrique NOR: DEVE0808736A
- le décret 88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques modifié par le décret n° 95-608 du 6 mai 1995.
- La circulaire DRT 89-2
- Le décret 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques
- Le relevé d'avis de la Commission Centrale de Sécurité de Février 2013.
- Le règlement sanitaire départemental.
- Code du travail.
- Dossier de permis de construire ou de déclaration préalable et de ses attendus.

3.2 NORMES ET GUIDES

3.2.1 Normes applicables aux modules photovoltaïques

- Norme NF EN 61215 concernant les Modules photovoltaïques (PV) au Silicium cristallin pour applications terrestre – Qualification de la conception et homologation,
- Norme NF EN 61646 concernant les Modules photovoltaïques (PV) couche mince à usage terrestre – Qualification de la conception et homologation.
- Agrément et avis CSTB des modules photovoltaïques.
- Recommandations ADEME pour le choix de fixation des modules (avis CSTB).

3.2.2 Normes applicables aux onduleurs

- Norme C 15100 et additifs relatifs aux installations électriques à basse tension et aux règles de distribution, en particulier le Chapitre 330 : compatibilité,
- Norme allemande DIN VDE 0126 concernant les onduleurs et notamment les Spécifications du fonctionnement de l'onduleur (îlotage, fenêtre de tension et de fréquence, injection de courant continu) et les Conditions de coupure de l'onduleur,
- Norme CEI 61000-3-2 concernant la 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),
- Norme CEI 61000-3-3,
- Norme CEI 61000-3-4.

3.2.3 Normes applicables au câblage de la partie courant continu

- Norme C 15100 et additifs relatifs aux installations électriques à basse tension et aux règles de distribution.

Normes applicables aux protections de l'installation contre la foudre

- Norme C 15100 et additifs relatifs aux installations électriques à basse tension et aux règles de distribution,
- Norme IEC 61723 concernant le Guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments,
- Norme NF EN 61173 concernant la Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie - Guide,
- Norme NF C17100 concernant la Protection contre la foudre – Installation de paratonnerres : règles,
- Norme NF C17102 concernant la Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

3.2.4 Normes applicables au raccordement de l'installation PV au réseau

- Norme C 15100 et additifs relatifs aux installations électriques à basse tension et aux règles de distribution et en particulier : Accessibilités de l'installation, Sectionnement et commande, Découplage,
- Norme NF EN 61727 concernant les Systèmes photovoltaïques (PV) et les Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau,
- Guide EDF/ARD concernant l'Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques et les Conditions techniques et contractuelles du raccordement,
- Norme UTE C15-400 concernant le Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution.

3.2.5 Normes diverses

- UTE C 15.712.1 – Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution.
- UTE C 32.502 – Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques.
- UTE C 57.300 – Paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque.
- UTE C 57.310 – Transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique.
- UTE C 61.730 – Qualification pour les suretés de fonctionnement des modules photovoltaïques.
- NF 62.040 1 et 2 – Alimentation sans interruption ASI.
- UTE C 15.402 – Guide ASI
- NF EN 50.272 – Règles sécurité pour les batteries.

3.2.6 Sécurité et Protection :

- Guide ADEME « Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables ».
- Guide ADEME « systèmes photovoltaïques raccordés au réseau »
- Guide du SER : spécification techniques relatives à la protection des personnes et des biens –générateurs photovoltaïques raccordés au réseau.
- DIN VDE 0126-3, DIN EN 50521 Connecteurs pour système photovoltaïque – Sécurité – essais
- VDE DIN 0126-1-1/A1 VFR 2014 Dispositif de découplage automatique pour les générateurs photovoltaïques applicable à partir du 1er mai 2014.
- Arrêté interministériel du 17 Janvier 1989 portant approbation d'un recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique : UTE C 18-510.
- C 18 530 : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité
- IEC 61032- Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – calibre d'essai pour la vérification

- IEC 60529 - Degré de protection procuré par les enveloppes (code IP)
- IEC 61 723 Guide de Sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau installé sur les bâtiments.
- Décret n°88-1056 du 14 Novembre 1988 (ainsi que tous ces additifs le notifiant repris dans la publication NF C 12-101 de l'UTE) pris pour l'exécution des dispositions du livre II du code du travail relatives à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Document Doctrine Prévention de CCS des installations photovoltaïques. Guide pratique à l'usage des porteurs de projet, Bureau d'Etudes et installateurs (06/05/2014).
- Règles de sécurité contre l'incendie des établissements recevant du public

3.2.7 Fondation, étanchéité et structure :

- Règles BAEL 1991 révisées 1999
- Règles de calcul des constructions en acier dites règles CM 66 - dernière édition - + additif de 1980.
- Le DTU 32.2 relatif à la Construction métallique - charpente en alliages d'aluminium.
- Le DTU 40.3 relatif à la Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.
- Le DTU 40.35 relatif aux Couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues.
- Le DTU 65.10 relatif aux évacuations des eaux pluviales.
- Les règles Neige - N84 (édition Sept.96) - Modificatif N° 1 d'avril 2000 et 2009.
- Règles NV 65 définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (DTU P 06-002).
- CM66 – Construction en acier.
- NF EN 1090-1+A1 Février 2012 - Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 1 : exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux.
- NF EN 1090-2+A1 Octobre 2011 - Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 : exigences techniques pour les structures en acier.
- NF EN 1992-1-1/A1 - Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments.
- DTU 13.12 - Règles pour le calcul des fondations superficielles (complété par erratum de novembre 1988).
- NF EN 14199 Septembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Micropieux - Exécution des travaux géotechniques spéciaux
- NF T34-554-1 Novembre 2008 - Peintures et vernis - Système de peinture anticorrosion - Stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques d'une peinture de finition pour ouvrage métallique - Partie 1 : critères de performances.
- NF EN ISO 12944-5 Novembre 2007 - Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 5 : systèmes de peinture.
- NF EN 12501-2 Septembre 2003 - Protection des matériaux métalliques contre la corrosion - Risque de corrosion dans les sols - Partie 2 : matériaux ferreux faiblement alliés ou non alliés.
- NF P 94-500 Etudes géotechniques.

3.2.8 Electricité :

- NF C 14 100, C 15 100 et leurs additifs réglementant les installations électriques à basse tension et leur raccordement.
- Guide UTE C 15 105 détermination des sections de câble et choix des dispositifs de protection.

- Guide UTE 15 400 raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution.
- Guide EDF/ARD accès au réseau Basse Tension pour les installations photovoltaïques, conditions techniques et contractuelles du raccordement.
- Guide UTE C 15-443 choix et mise en œuvre de parafoudre basse tension.
- Guide UTE C 15-520 guide pratique, canalisations, mode de pose, connexions.
- Guide UTE 15 712-1 de juillet 2013 réglementant les installations électriques BT photovoltaïques.
- NF C 17 102 Protection contre la foudre.
- Conducteurs et câbles : Guide UTE C 32 502, UNE 20 460-5-52 et UNE 21123, étamage selon VDE 0295 /CEI 60228 classe 5, résistance au feu CEI 60 332-1, dégagement de fumée CEI 61034 et EN 50268-2, Certifiés conforme par un organisme certificateur Européen.
- NF EN 50 160 Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution.
- NF EN 50 521 (NFC 57-339) Connecteurs pour systèmes photovoltaïques.
- UTE C 57 300 paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque.
- UTE C 57 310 transformation directe de l'énergie solaire.
- CEI 60 364-7- 712 Installation électrique dans le bâtiment – partie 7-712 règles pour les installations et emplacements spéciaux – alimentation photovoltaïque solaire.
- NF EN 61 439 Coffrets électriques.
- CEI NF EN 61000-3-2 pour les appareils ayant un courant appelé inférieur ou égal à 16A par phase.
- CEI 61000-3-4 pour les appareils ayant un courant assigné supérieur à 16 A par phase.
- NF EN 61000-3-12 pour les appareils ayant un courant appelé supérieur à 16 A et inférieur ou égal à 75A par phase.
- Appareillages d'installation : NFC 17 100, NFC 17 102, NF C 58 4xx, NF C 58 510, NF EN 60 269, CEI 60 947-2, NF C 61 730, NF C 61 740-51 et 52, NF EN 61 557-8.
- IEC 61 194 Paramètres caractéristiques des systèmes photovoltaïques.
- NF EN 61 643-11 parafoudre basse tension connectés aux systèmes de distribution basse tension – prescriptions et essais.
- NF EN 61 173 protection contre les surtensions des systèmes PV raccordés au réseau montés sur des bâtiments.
- NF EN 61 727 Systèmes photovoltaïques caractéristiques de l'interface raccordement au réseau.
- Parafoudre UTE C 61 740-52 (particulièrement la partie 52 dédiée aux installations PV).
- NF EN 62 305 -1,2 et 3 Protection contre la foudre (les 3 parties).
- Innocuité électromagnétique 2004/108/CE.
- Basse tension 2006/95/CE.
- UTE C 15 520 Canalisation, Mode de pose - Connexion
- DIN VDE 0100-712 et IEC 60364-partie 7-712 de 2002 règles pour les installations et emplacements spéciaux alimentations photovoltaïque (injection de composante CC sur le réseau).

4. CONCEPTION GENERALE DE L'INSTALLATION

Les caractéristiques des générateurs et des équipements associés sont prédéfinies en amont. L'Installateur valide la solution et l'installation. Il peut proposer des modifications qui seront soumises obligatoirement à la validation du MO.

Le choix, le dimensionnement et la solution d'intégration des modules photovoltaïques sera sous avis technique du CSTB où disposera d'une certification technique prouvant la qualité du matériel proposé.

L'Installateur doit posséder toutes les assurances valides pour la fourniture et l'installation d'ouvrages correspondant à la solution proposée. L'Installateur est le responsable de la conception et de la mise en œuvre de l'ensemble de l'installation sur le site. La puissance demandée pour le générateur est une puissance nominale minimum calculée à partir des puissances nominales unitaires des modules.

L'Installateur conçoit le système photovoltaïque conformément aux plans de calepinage initial de la toiture. Il s'assure au préalable que le schéma de calepinage est compatible avec ses méthodes de pose. Si l'Installateur est amené à modifier le schéma de calepinage, Il soumet le nouveau schéma de calepinage au MO pour validation (vérification par rapport aux ombrages, aux emprises sur le terrain, contraintes urbanistique, etc...). Dans le cas de projet sur des zones classées ERP, l'ensemble des consignes, recommandations et exigences de la commission de sécurité seront obligatoirement respectées.

Un dossier d'études d'exécution sera systématiquement réalisé par l'installateur avant le démarrage des travaux. Ce dossier comprendra à minima les éléments et pièces suivantes :

- Synoptique électrique de l'installation.
- Plan de câblage et de repérage des chaînes de modules et des onduleurs associés.
- Plan et coupes des tranchées.
- Les fiches techniques, certifications IEC, Flash test et conditions de garantie des modules photovoltaïques.
- Les plans électriques d'implantations avec les repères de tous éléments constitutifs des coffrets DC et AC ainsi que les notes de calcul thermique (simplifié). La nomenclature des principaux composants utilisés dans les coffrets.
- Une note de calcul de dimensionnement des câbles DC/AC et de leur protection avec les hypothèses retenue pour respecter les valeurs de chute de tension maximale et la norme NFC 15-100 en BTA. Les fiches techniques des câbles DC, AC et de courant faible.
- Les fiches techniques, certifications IEC, notice de montage des onduleurs photovoltaïques.
- Un schéma électrique du système de supervision et des dispositifs de mesures d'informations.
- Un planning détaillé des phasages et du mode opératoire des travaux à réaliser.

4.1 PIECES ET DOCUMENTS REMIS A L'ENTREPRENEUR

Outre le présent document (CCTP), le cadre de bordereau ainsi que le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP), l'entreprise disposera des plans techniques suivants :

- Plan photovoltaïque : PRO-PV-01

4.2 LIAISONS AVEC LES AUTRES CORPS D'ETAT

L'entrepreneur aura à sa charge :

la fourniture, le transport, le stockage éventuel et la mise en œuvre de tous les matériaux et matériels nécessaires à la réalisation de l'installation

Lors de l'établissement de son devis, l'entreprise devra prendre connaissance des dossiers techniques des autres corps d'état, afin d'évaluer les incidences éventuelles des autres lots sur les prestations du présent lot.

Pendant l'étude d'exécution et, dans un but de coordination, l'entreprise devra entrer en contact avec les entreprises des autres corps d'état afin de vérifier les passages des canalisations et de confirmer l'implantation de ses matériels ou appareillages, de sorte qu'aucune difficulté ne puisse naître au cours de leur mise en œuvre.

5. EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE MISE EN ŒUVRE

5.1.1.1 Champ Photovoltaïque

Module photovoltaïque

Grand côté du module photovoltaïque

19 mini

Longueur module - 873/2 = A

Grand côté du module photovoltaïque

873

REHAUSSE 200 & BLOQUEUR

REHAUSSE 45 & BLOQUEUR

Plot SOPRASOLAR FIX EVO.

Revêtement d'étanchéité bicouche

Isolant

Elément porteur béton

860

2 x A + 19 mini

860

2 x A + 19 mini

De 285mm à 435mm (plot vissé ou dévissé)

De 90mm à 130mm (plot vissé ou dévissé)

10°

L'Installateur forme son personnel chargé de la mise en place des modules photovoltaïques, qui reçoit une information sur leur spécificité et leur fragilité. Afin d'éviter la création de micro-cracks dans les cellules, Il est formellement interdit de marcher sur les modules photovoltaïques. Des contrôles aléatoires auront lieu pendant le chantier. A posteriori des tests d'électroluminescences pourront être effectués par sondage. De ce fait, toute

mise en évidence de plusieurs micro-cracks sur un même module entraîne son remplacement au frais de l'Installateur.

5.2 ASPECTS SYSTEMES ÉLECTRIQUES

Modules, connexion :

Les liaisons entre modules sont réalisées en goutte d'eau. Aucune boucle de champ ne doit être réalisée. L'Installateur fera en sorte que le contrôle du câblage des modules soit possible à posteriori. Dans les cas où ce ne sera pas matériellement possible, il prendra des photos en phase chantier et les joindra aux comptes rendus. Les connecteurs utilisés sont de marque Multi-Contact PV-KB et KS T4 ou Huber+Suhner Solar originaux et doivent respecter les normes DIN VDE 0126-3 classe de protection II (IP 67 connecté) et IEC 61032. Un marquage « ne pas déconnecter en charge » est réalisé dessus (« do not disconnect under load »). Pour chaque connexion male/femelle de l'installation, l'installateur s'assure de l'utilisation de connecteurs de même modèle et marque (sauf raccordement spécifique sur onduleur). Il utilise les outils et le mode de pose du fabricant des connecteurs. Une attention particulière sur la qualité du sertissage est à porter sur cette phase de travaux. L'Installateur veille à câbler et fixer tous les boîtiers sans altérer leur étanchéité. L'entrée des câbles doit être réalisée avec presse-étoupe et câblage "en goutte d'eau".

L'installateur s'assure lors de la pose qu'aucun connecteur ne puisse reposer en fond de bac acier si la solution technique proposé en comprend un.

Les câbles et chutes de tension :

Les sections individuelles et les matériels sont déterminés suivant les règles de la NF C 15 100 et du Guide UTE C 15 712-1 de juillet 2013.

L'ensemble du matériel courant continu doit permettre le transport du courant en limitant les chutes de tension à moins de 1% dans les Standard Test Condition (STC) et selon les recommandations du Chap. 11.2 du Guide UTE 15-712-1.

L'ensemble du matériel courant alternatif doit permettre le transport du courant en limitant les chutes de tension au maximum 1.5% de la tension nominale et pour la puissance nominale de l'onduleur depuis la sortie de celui-ci jusqu'au point d'injection PDL (cas de la vente totale d'énergie) ou jusqu'au départ du TGBT AC du site (Cas de l'Autoconsommation).

Les valeurs des chutes de tension sont calculées par l'installateur au travers d'une note de calcul dont l'ensemble des hypothèses retenue sont spécifiés.

Dans tous les cas, les câbles DC utilisés sont de section minimale 4 mm² Cu minimum.

Les liaisons entre le champ solaire et les onduleurs sont réalisées par des câbles à double enveloppe (classe II).

La fixation des câbles sera effectuée en vérifiant que le vent ne puisse pas déplacer un câble sur une pièce ou un élément de structure cisailant.

5.2.1 Câblage de la centrale Photovoltaïque

5.2.1.1 Câblage des chaînes (Strings)

Les liaisons entre chaînes et onduleurs sont toutes de classe 2 et réalisées sans discontinuité.

Les liaisons entre modules sont régulièrement fixées sur les cadres des modules et sur la structure d'intégration à l'aide de colliers de type colson ou équivalent stabilisé UV. L'Installateur veille particulièrement à ce que les câbles et connecteurs ne puissent rester immergés du fait de l'évacuation des eaux pluviales. Les câbles et connecteurs ne doivent en aucun cas être en contact avec la tôle d'acier si existante.

Si certains modules photovoltaïques reçoivent un ombrage en fin ou en début de journée, l'Installateur les câble ensemble de façon à minimiser les pertes de productions liées à ces ombrages. Rappel : les boucles de champs sont proscrites.

Le câblage sera également effectué en limitant au maximum les longueurs de câbles et donc les pertes ohmiques en ligne.

5.2.1.2 Câblage AC et DC

Tous les câbles, mécanismes, fixations et assemblages électriques sont installés et connectés en application des normes NF, CEI et autres règles électriques appropriées. Ils seront adaptés aux applications solaires photovoltaïques (AN3, Classe C2 et Température d'âme minimale de 90°).

Les câbles cheminent sous goulotte ou chemin de câble métallique dans lequel ils sont fixés à l'aide de colliers rilsan résistants aux UV. Les chemins de câble soumis au rayonnement direct du soleil sont capotés et cerclés. L'étanchéité des goulottes et des fourreaux de câble est assurée.

L'objectif essentiel est de minimiser les dangers pour les personnes et les animaux, ainsi que les dommages pouvant intervenir sur le système électrique connecté pendant l'exploitation et la maintenance, dans toutes les conditions spécifiques de l'environnement du site.

Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des conduits renforcés sont employés. Les liaisons extérieures sont protégées mécaniquement par une gaine prévue à cet effet ou sur chemin de câble (résistance aux U.V. si gaine extérieure).

Les connexions électriques sont réalisées de façon à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion notamment par traction exercée sur les câbles électriques.

Le cheminement des câbles électriques ainsi que leur fixation et celle des autres éléments (boîtes de dérivation,...) sont réalisés de manière à s'intégrer au mieux dans l'ombrière concernée, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Les bornes de raccordement des câbles sont clairement repérées à l'aide d'étiquettes. Tous les câbles sont munis de bagues d'identification à chaque extrémité, tous ces marquages sont durables. Les schémas électriques normalisés doivent être placés dans les coffrets correspondants. Le câblage dans les armoires est réalisé soit sous goulottes soit en toron. Tous les fils sont repérés et les règles d'art du câblage sont respectées (nombre de fils par borne, entrée des câbles par le haut, etc.).

Les liaisons entre modules, entre champ solaire et onduleurs et limite de concession sont repérées et indexées aux tenants et aboutissants de chacun des câbles. Le carnet de câble (nomenclature) et les schémas électriques reprennent cette indexation.

Les raccordements des connecteurs sur les coffrets et les onduleurs doivent permettre une déconnexion et un accès faciles aux connecteurs afin de pouvoir raccorder tous les instruments de mesure (pince ampérométrique, traceur de courbe IV ...).

Câblage du système photovoltaïque :

Les règles générales de dimensionnement et d'installation d'un système photovoltaïque sont applicables qu'il s'agisse d'un système autonome ou bien d'un système raccordé au réseau. Les points suivants sont à aborder :

- Choix du diamètre de câble pour minimiser les pertes en lignes. (On utilisera les abaques spécifiques pour les câbles courant continu et alternatifs, souples ou rigides) : indiquer la longueur et la section des câbles utilisés,
- Utilisation de câbles adaptés à une utilisation en extérieur (type HO7 RNF pour câbles souples ou
- U 1000 RO2V pour câbles rigides),
- Utilisation de connecteurs spécifiques,
- Utilisation de gaines de câblage résistantes aux conditions extérieures (froid, ultraviolets),
- Utilisation de boîtiers de connexion et de raccordement IP55,

- Câblage en « goutte d'eau »,
- Section des câbles inter-modules de 2,5 mm² minimum,
- Chute de tension maximale en ligne inférieure ou égale à 1%.

5.2.1.3 Chemins de câbles et supports

L'Installateur du présent lot doit le dimensionnement et la fourniture de la totalité des chemins de câbles nécessaire pour le cheminement des câbles de puissance et courant faible de la centrale. Les chemins de câble seront de type Capoté en acier galvanisé à chaud ou équivalent. Ils seront posés en continu sur des supports adaptés à la nature de l'élément porteur. Les canalisations en descente de poteaux ne doivent pas permettre d'accès ou de contact aux câbles sur une hauteur minimale de 2.20 m.

Cheminement des câbles DC :

Les chemins de câbles devront assurer la protection complète des liaisons électriques vis-à-vis des risques mécaniques et des rayonnements UV. Une attention particulière sera apportée au niveau du serrage des colliers des câbles dans les cheminements pour éviter toute création de point chaud. Leur dimensionnement sera effectué en conformité avec la NFC15-100 et adaptées au nombre de câbles circulant dans la canalisation. Dans les zones exposées aux UV, ils seront systématiquement munis de capots pour protéger les câbles du rayonnement direct. Ces capots seront systématiquement cerclés pour éviter qu'ils ne s'envolent. Ce cerclage sera réalisé à l'aide de collier dont la matière est compatible avec les matériaux composant le chemin de câble dans le but d'éviter toute création de couple galvanique.

Un pictogramme 'Danger Électrique' apposé sur les capots des chemins de câbles tous les 5m. Cet étiquetage devra être en matériau résistant aux UV pour durer dans le temps.

L'installateur mettra en place si nécessaire dans toutes les zones de chemins de câble tranchantes des joints de protection de type carrossier pour éviter toute blessure de câble.

Cheminement des câbles AC :

Les chemins de câbles AC devront assurer la protection complète des liaisons électriques vis-à-vis des risques mécaniques et des rayonnements UV. Une attention particulière sera apportée au niveau du serrage des colliers des câbles dans les cheminements pour éviter toute création de point chaud. Leur dimensionnement sera effectué en conformité avec la NFC15-100 et adaptées au nombre de câbles circulant dans la canalisation et à la réserve d'espace réglementaire. Dans les zones exposées aux UV, ils seront systématiquement munis de capots pour protéger les câbles du rayonnement direct. Ces capots seront systématiquement cerclés pour éviter qu'ils ne s'envolent. Ce cerclage sera réalisé à l'aide de collier dont la matière est compatible avec les matériaux composant le chemin de câble dans le but d'éviter toute création de couple galvanique.

5.2.1.4 Coffrets DC et liaisons Onduleurs

L'installateur doit la fourniture, la mise en œuvre et le câblage des coffrets de protection DC ainsi que l'installation et le câblage des onduleurs. Dans le cas où les coffrets et les onduleurs doivent être placés en plein soleil, **l'entrepreneur devra prévoir une casquette suffisamment grande pour permettre l'ombrage des appareils aux heures de forte irradiation et ceci sur l'ensemble de la période de l'année.**

Spécifications techniques des coffrets DC :

Les câbles de toutes les chaînes DC seront ramenés sur les coffrets de couplage DC. Ces coffrets DC assurent la mise en parallèle de chaînes de modules entre elles et en assurent leur protection contre les surintensités et les surtensions.

Les fonctions techniques à assurer sont :

- Mise en parallèle des chaînes de façon sécurisé (espacement entre les polarités + et – important).

- Coupure et Sectionnement de chacune des chaines de façon indépendante.
- Interruption générale.
- Protection des chaines contre les surintensités (dimensionné en fonction du courant inverses des autres chaines).
- Protection contre les effets de la foudre (surtensions).
- Coupure générale depuis l'Arrêt d'Urgence pompier dans le cas où les onduleurs ne sont pas directement à proximité des champs PV.

Les caractéristiques techniques générales des coffrets sont :

- Température de fonctionnement : -25 / +45° C
- Nombre d'Entrée (+ et -) : – 6 minimum
- Protection de type : Classe II (Double isolation)
- Indice de Protection IP 54 minimum
- Tension d'entrée maxi : 1000 V DC
- Matière : Matériaux non corrosif ou avec traitement anticorrosion et non propagateurs de la flamme.
- Entrées de câbles : Via presse étoupes résistant aux UV et/ou connecteurs sur embase IP 65 mini et cf normes NF 50521,
- Accessibilité : Fermeture par clé triangle ou vis spéciales
- Ventilation : par ouïes en partie haute et basse avec filtre si nécessaire
- Fixation : Verticale sur châssis support.
- Sécurité : Sur température
- La mise en œuvre de parafoudre coté DC : Type 2 obligatoire si le site est équipé d'un paratonnerre. Ils devront être équipés d'un dispositif de déconnexion externe et plus généralement satisfaire aux exigences du guide UTE C 61-740-51.

Les différents appareillages électriques seront dimensionnés pour respecter les normes en vigueur et notamment le guide UTE C15-712-1 – édition Juillet 2013. La protection des personnes fera l'objet d'une attention particulière notamment sur les points suivants :

- risque d'électrocution des personnels de maintenance.
- court-circuit, inversion de polarité, surtension lié à des fausses manœuvres ou des dysfonctionnements d'appareils.
- risque incendie du principalement à des mauvais contacts au niveau des connexions DC.

Pour limiter au maximum ces risques, les préconisations suivantes seront respectées :

- séparation physique des circuits DC et AC (conformément au guide Promotelec) ;
- protection contre les contacts directs par l'utilisation d'appareils de classe de protection minimale IP 4x
- protection contre les contacts indirects par l'utilisation au maximum d'appareil de classe II ;
- protection contre les surintensités en respectant les consignes du chapitre 8 du guide UTE C15- 712-1.
- protection contre les surintensités en dimensionnant correctement les sections de câbles (conformément à la NFC 15-100).
- mise en place des organes de sectionnement conformément au guide UTE C15-712-1.
- La mise en œuvre de parafoudre coté DC, bien que potentiellement facultative dans la NFC 15-712-1 (car fonction des distances cumulées de câble), sera imposée par le présent CCTP. Ces parafoudres seront positionnés dans le coffret de protection DC au niveau du local technique et au niveau du coffret de regroupement. Ils devront être équipés d'un dispositif de déconnexion externe et plus généralement satisfaire aux exigences du guide UTE C 61-740-51.
- L'installateur veillera à limiter les distances entre les parafoudres et les borniers d'interconnexion de terre, entre les parafoudres et leur protection amont et entre les protections amont et les conducteurs actifs. Ces câblages sont réalisés au plus court (absence de boucle et de longueur inutile). La règle des

50cm est respectée. Des parafoudres avec déconnecteur intégré sont utilisés. Quand ce ne sera pas le cas, la protection amont sera un fusible et non un disjoncteur.

Le coffret DC devra disposer sur sa face avant d'étiquettes inaltérables mentionnant notamment le danger électrique ainsi que la présence de tension électrique permanente conformément à l'UTE 15-712-1. Elles devront être visibles et fixées durablement et résister aux intempéries ainsi qu'au rayonnement ultraviolet. L'Installateur essaie de limiter au maximum les longueurs de cheminement des câbles DC.

Les câbles en provenance du champ PV cheminent directement en parallèle de la charpente jusqu'au coffret DC à proximité des onduleurs ou intégré dans l'onduleur.

Le câble de liaison AC en sortie(s) d'onduleur(s) chemine jusqu'au coffret TGBT AC PV de mise en parallèle qui comporte les éléments de protection, de coupure, d'arrêt d'urgence et de sous-comptage avant le raccordement au réseau.

Les câbles de liaison AC et de communication cheminent sur un chemin de câble sous capot métallique (ou gaine), mis à la terre à intervalles réguliers, de couleur compatible avec les façades ou les murs des bâtiments, puis sous fourreaux pour rejoindre le coffret AC dans le local TGBT existant.

Les liaisons DC en amont des onduleurs (arrivées des chaînes et depuis coffrets DC) et les liaisons AC en aval des onduleurs sont protégées par des canalisations de type : chemins de câbles, goulottes ou fourreaux enterré séparés de façon à ne pas mélanger les différents niveaux de tension.

5.2.2 Implantation des onduleurs et TGBT AC PV

L'emplacement exact est validé lors de la visite de préparation du chantier réalisée avec MO et /ou son représentant. Les onduleurs, les coffrets DC et TGBT AC PV (si pas trop lourd) sont fixés par l'intermédiaire sur châssis support adapté. Pour les installations de forte puissance (> à 36 kWc), les TGBT AC PV sera installé au sol sur une dalle béton ou un support solide adaptée. Dans le cas où l'armoire TGBT AC PV est accessible au public ou à des enfants, elle sera systématiquement protégée par un enclos grillagé. Cet enclos sera réalisé à l'aide de panneaux rigides en treillis soudé avec une maille de 200x55 mm, de couleur verte, 3 plis de renfort et un diamètre de fil de 4 mm minimum. La hauteur de la clôture sera au minimum de 2 m et devra être équipée d'une porte grillagée d'accès fermant à clef pour garantir la sécurité.

On veille à ce que les différents presse-étoupes permettent l'étanchéité des boîtiers vis-à-vis notamment des insectes. Les onduleurs doivent pouvoir être aisément remplacés sans utiliser d'outils spécifiques. Les fixations de ces sous-ensembles doivent permettre le débouchage et le brochage des connecteurs sans difficulté, et sans contrainte mécanique excessive pour les sous-ensembles. L'espacement libre minimum, indiqué par le fabricant d'onduleur, est respecté autour de chaque onduleur.

Les bornes de raccordement des câbles sont clairement repérées à l'aide d'étiquettes. Les schémas électriques normalisés avec repérage des câbles devront être fournis.

Les onduleurs sont installés en aval du ou des coffrets DC. Conformément au guide UTE des organes de sectionnement électrique sont installés en amont et en aval des onduleurs à leur proximité. Ils permettent le sectionnement des sources pour les interventions sur les onduleurs.

Les liaisons en aval des onduleurs (vers TGBT AC PV et départ vers bâtiment) sont réalisées de façon à ne pas mélanger les différents niveaux de tension et les câbles de données.

Les onduleurs sont placés entre les coffrets DC et le TGBT AC PV. Le cheminement logique intuitif de gauche vers la droite est si possible respecté :

- Coffret DC
- Onduleurs
- Coffret CA.

Les bornes des arrivées des branches dans le Coffret DC sont clairement identifiées pour que l'on repère immédiatement l'onduleur sur lequel elles sont raccordées (une numérotation ou une apposition du nom de la branche est réalisée au tenant et à l'aboutissant de la liaison jusqu'à l'entrée de l'onduleur).

Les armoires ou coffrets ci-dessus sont de préférence en polyester (IP 54 minimum) verrouillables à clef. Les plans d'aménagement présentant en détail l'implantation des différents composants dans les armoires ainsi que la position des armoires devront être transmis par l'Installateur à MO pour accord avant installation. L'ensemble des coffrets électriques et des onduleurs sont mis à la terre.

Adéquation entre le générateur photovoltaïque et l'onduleur :

L'accent doit être mis sur la bonne adéquation de la puissance nominale de l'onduleur et de la puissance assignée (appelée aussi puissance crête) des modules photovoltaïques pour garantir un fonctionnement correct sur la plage de tension du générateur photovoltaïque tout au long de la journée. Le rapport puissance nominale onduleur sur puissance assignée du générateur devra être compris entre 0,7 et 1.

5.2.3 Liaison AC vers le TGBT normal du site

La liaison entre le coffret TGBT AC PV en aval des onduleurs et le TGBT normal du site chemine sur chemin de câble technique.

Organes de séparation du réseau

Parmi les dispositifs nécessaires pour répondre au chapitre 46 « Sectionnement et commande » de la Norme NF C15-100, le producteur doit indiquer celui ou ceux qui permettront une séparation de l'installation de production photovoltaïque et de l'installation intérieure de façon à permettre une intervention hors tension sécurisée sur le disjoncteur de branchement. Ces organes sont repérés, d'un type satisfaisant aux prescriptions de cette même norme (de type sectionneur, interrupteur sectionneur multipolaire ou unipolaire, élément de remplacement de fusibles, barrettes ou borne spécialement conçue n'exigeant pas le déplacement d'un conducteur) et installés à l'interface entre l'installation photovoltaïque et l'installation intérieure.

Protection de découplage

Un dispositif constitué d'une protection et d'un organe de découplage doit être installé entre la sortie du système photovoltaïque et l'installation intérieure. Ce dispositif doit répondre aux prescriptions de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'une installation de production électrique. Ces prescriptions sont décrites dans la Fiche Technique n° 7 : mise en œuvre d'un système de découplage (page 46).

Prescriptions générales pour le raccordement au réseau

Le guide NF EN 61727 décrit l'ensemble des caractéristiques de l'interface de raccordement d'une installation photovoltaïque au réseau.

Un guide édité en 2003 par EDF/ARD « Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques - Conditions techniques et contractuelles du raccordement » résume les prescriptions d'EDF/ARD pour le raccordement au réseau. Pour plus d'informations, consulter le site EDF www.edf.fr.

Justification des prestataires

Tous les ouvriers réalisant les montages et les raccordements des appareils devront justifier de leur habilitation à mettre en œuvre des équipements électriques adaptés aux spécificités du solaire photovoltaïque. En effet, comme il n'existe pas d'interrupteur de mise hors service des modules, l'installation du système peut comprendre des travaux sous des tensions continues de l'ordre de 500V.

Par conséquent, des précautions accrues devront être prises sur :

- le respect des polarités,
- l'adjonction de diodes sur certains modules,
- l'installation des protections anti-foudre.

En outre, l'appareillage utilisé sur la partie courant continu de l'installation devra également être adapté à ce régime de tension.

L'entreprise devra fournir :

- Une fiche d'identification (modèle en annexe) permettant de définir la production minimale en kWh ainsi que la productivité en kWh/kWc de l'installation.

L'entreprise devra être en possession d'une qualification officielle pour les travaux qu'elle s'engage à réaliser.

- **Qualification minimum : Quali PV Electricité**
- **Quali PV bâtiment**

5.2.4 Protection électrique et mise à la terre

5.2.4.1 Généralité

Le guide édité par l'ADEME "protections contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables" (disponible sur demande auprès de son service de documentation) rappelle que le câblage d'une installation joue un rôle majeur dans la protection contre les surtensions et surintensités liées à la foudre.

Les installations raccordées au réseau électrique sont classées en risque moyen. Ce risque impose la mise en place des dispositions suivantes :

- Interconnexion des masses par conducteur cuivre 25 mm²
- Interconnexion des masses par conducteur cuivre 25 mm² jusqu'au TGBT site
- Mise à la terre des masses uniques
- Le raccordement à la terre des masses métalliques (carcasse onduleur, cadres modules, châssis métalliques...).
- Interconnexion avec dispositifs d'écoulement du courant lors d'impacts directs (si existant) tels que descentes de paratonnerre, fils tendus, etc.
- Câblage modules photovoltaïques flottant (non relié à la terre)
- Contrôleur permanent d'isolement (généralement intégré à l'onduleur)
- Liaison renforcée entre modules photovoltaïques et onduleur
- Limitation des surfaces offertes des boucles de câblage au rayonnement électromagnétique
- Parafoudres bipolaires sur circuit courant continu (type varistances à oxyde de zinc avec déconnexion thermique intégrée, entre polarités et terre) :
 - au niveau de la boîte de jonction (si L > 10 m)
 - en entrée de l'onduleur
- Parafoudres sur circuit alternatif entre phases et terre (type modulaire pour régime TT à fort pouvoir d'écoulement sur réseau de distribution) :
 - en sortie courant alternatif onduleur
 - au tableau de distribution de l'installation intérieure (optionnel).

Toutes les parties réalisées par l'Installateur doivent être protégées conformément aux prescriptions ci-après.

Les matériels et équipements sont posés selon les règles de l'art et conformément aux textes et normes décrits à l'article 4.2.

Une attention toute particulière est apportée à la protection :

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

5.2.4.2 Liaison équipotentielle et mise à la terre de la centrale

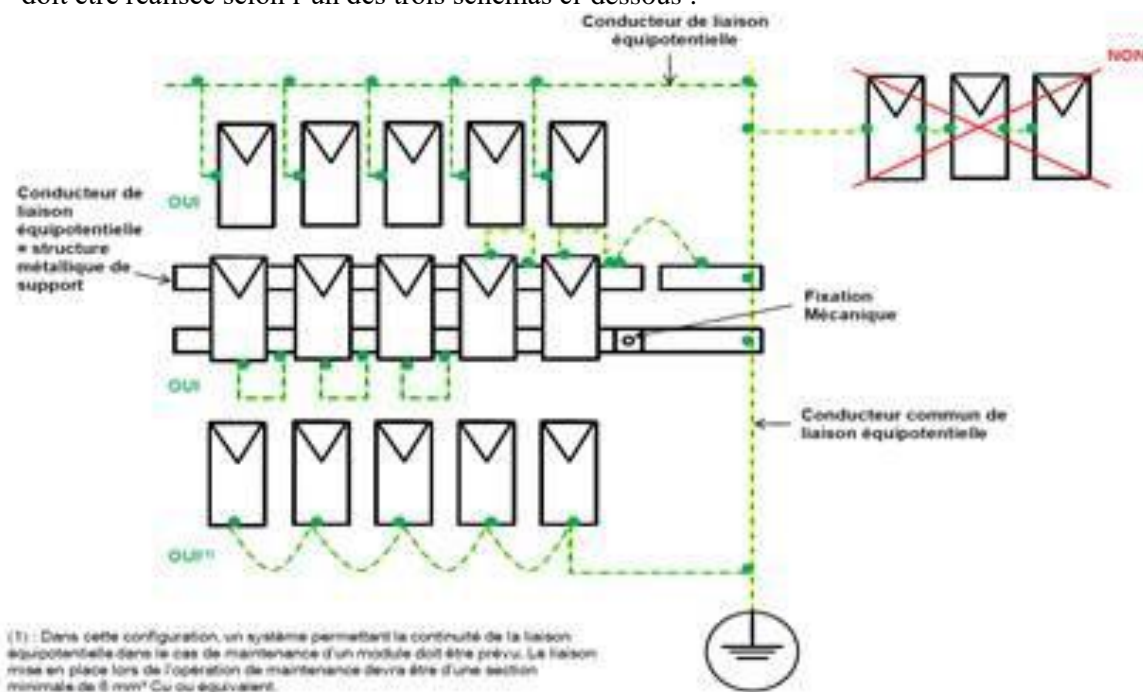
L'installateur doit la fourniture et la réalisation de l'ensemble des liaisons équipotentielles de la centrale.

Liaisons équipotentielles des modules :

Une mise à la terre de tous les cadres de modules est à réaliser. L'installateur devra fournir le plan de mise à la terre des modules pour validation avant le montage des matériels.

Etant donné le grand nombre de liaisons de mise à la terre des modules à réaliser sur ce type d'installation, L'entrepreneur devra proposer dans son offre une solution la plus optimisée possible tout en respectant les règles de mise à la terre décrites ci-dessous.

- Au minimum un point de liaison entre le cadre du module et la liaison équipotentielle,
- Le mode de fixation à la liaison équipotentielle doit être validé par le fabricant de module,
- Le point de fixation de la liaison équipotentielle doit permettre d'assurer la continuité électrique, y compris en présence d'anodisation,
- Le contact entre la partie métallique et le dispositif de connexion doit éviter tout couple électrolytique, ou être de matériau tel que le couple électrolytique est inférieur ou égal à 0,30 V (exemple de mise en oeuvre : cosse cuivre étamé sur aluminium, rondelle bimétal cuivre-aluminium, inox-aluminium etc..),
- Le conducteur de liaison équipotentielle et le conducteur commun de liaison équipotentielle ont une section de 6 mm² Cu au minimum ou équivalent. La structure métallique de support peut éventuellement jouer ce rôle.
- Si l'on retire un module ou s'il existe une mauvaise connexion (mauvais serrage, oxydation éventuelle...), l'équipotentialité des autres modules ne doit pas être supprimée. La liaison équipotentielle doit être réalisée selon l'un des trois schémas ci-dessous :



Si le système de support de modules le permet, la mise à la terre pourra se faire depuis l'aile du cadre du module sur le rail support de module à l'aide de griffes spécifiques de type TerraGrif ou équivalent conforme aux guides d'installation de la NFC15-100 et à l'UTE 15-712-1. Dans ce cas, la liaison équipotentielle de terre (câblette Cu Nu) qui arrive sur les rails supports de modules sera fixée à l'aide d'un dispositif mécanique adaptée (non créateur de couple électrolytique) et devra être visible depuis l'extérieur.

Liaisons équipotentielle des chemins de câbles :

La liaison équipotentielle filante sur les chemins de câble sera réalisée avec de la câblette de cuivre Nu de section 25 mm². La fixation des liaisons équipotentielles le long des chemins de câbles se fera à l'aide de borne à visser adaptées équipées de rondelles bimétal pour éviter tout contact entre deux matériaux de noblesse différente.

S'il n'y a pas de continuité électrique entre les tronçons successifs de chemin de câble, une borne à visser sera disposé obligatoirement sur chaque tronçon. Dans le cas de présence d'éclisse de continuité, une borne à visser sera présente au maximum tous les 10 m 15 m conformément aux recommandations du fournisseur.



Les extrémités des liaisons de terre des chemins de câbles seront réalisées en cuivre nu seront systématiquement équipé d'un C a sertir.

Remarques Importantes : L'Installateur devra s'assurer que les conducteurs de terre en cuivre ne soient jamais en contact avec les chemins de câble. Il devra mettre en oeuvre des systèmes d'attaches en matériau non métallique adaptés pour une exposition en extérieur (UV) pour traiter ce point si nécessaire.

Dans le cas où le site est équipé de paratonnerre, les recommandations sur caractéristiques particulières des parafoudres et les mises à la terre des équipements électriques seront respectés notamment vis-à-vis de la norme NFC 17-102.

5.2.4.3 Protection des personnes

- Circuit TBTF et BTA : les installations sont réalisées selon les indications des guides PROMOTELEC.

5.2.4.4 Coupures et sectionnement

Conforme au guide UTE C 15 712-1 de juillet 2013.

- Des moyens de sectionnement omnipolaire sont prévus à proximité des onduleurs.
- Un dispositif de coupure est incorporé à l'intérieur ou à proximité des boîtes de jonction
- Des dispositifs de coupure d'urgence omnipolaires et instantanés, facilement reconnaissables et rapidement accessibles sont obligatoirement installés à proximité des onduleurs. Ces dispositifs sont soit

des interrupteurs soit des disjoncteurs ou des contacteurs. Ne sont pas acceptés, les dispositifs à semi-conducteurs et les coupures intégrées aux onduleurs).

- Dans le cas des locaux d'habitation, les organes de coupure sont à action directe.
- Pour les ERP ou à la demande des services de secours, le dispositif doit répondre entièrement à l'article 12.4.1 du guide UTE C 15 712-1 du juillet 2013.

5.2.4.5 Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs doit être assurée quels que soient les domaines de tension. l'IP minimum des appareils électriques fournis par l'Installateur est IP 4x ou IP xx B.

5.2.4.6 Protection contre les contacts indirects

Dans les circuits BTA et TBTF :

- Mise en œuvre et utilisation de la classe II pour la totalité de la partie courant continu. Pour les installations (ou partie d'installation) ne comprenant que quelques matériels d'utilisation fixes, sans prise de courant, la protection contre les contacts indirects peut être assurée si l'ensemble de l'installation respecte les prescriptions de la classe II (canalisation, appareillage, appareils d'utilisation, etc.) soit par construction, soit par réalisation d'une isolation supplémentaire lors de l'installation.
- Le régime de neutre privilégié pour la partie alternative sera de type **TT** (Neutre à la Terre et Masse à la Terre).

Les masses métalliques accessibles susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement sont reliées à la prise de terre. Le conducteur de protection doit avoir la même section que les conducteurs de phase. La coupure lors de l'apparition d'un défaut est assurée par dispositif différentiel. Ce principe de protection est imposé pour la distribution intérieure en 230V et 400V.

Dans certain cas tel que le raccordement d'une centrale en Autoconsommation sur un site disposant d'un régime de neutre particulier (TN-C, IT), l'installateur doit mettre en oeuvre un régime de neutre adapté.

Il est demandé de soit réaliser une prise de terre dont la résistance soit compatible avec le dispositif retenu (NFC 15-100) soit réutiliser la prise de terre existante du bâtiment équipé si elle s'avère adéquate. Une mesure de terre devra être réalisée par l'installateur sur site.

Toute nouvelle prise de terre est obligatoirement interconnectée avec celle existante du site dans le cas de l'autoconsommation.

5.2.4.7 Protection contre les surintensités

Les caractéristiques de pose à respecter sont données par la norme NFC 15-712-1 de juillet 2013

En courant continu, la protection contre les surintensités doit être assurée sur les deux polarités et les caractéristiques des appareils doivent être adaptées au courant continu.

5.2.4.8 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique

L'installation est réalisée conformément aux prescriptions du "Guide de protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables" édités par l'ADEME et les normes en vigueur (particulièrement la NFC 15 712-1).

Aucune polarité DC n'est mise à la terre.

En particulier, pour se prémunir contre les risques de surtension d'origine atmosphérique, l'Installateur réalise:

- une liaison équipotentielle de l'ensemble des masses des équipements. Les structures et le champ PV sont interconnectés par un câble de 6mm². Les modules peuvent utiliser des systèmes validés type TerraGrif. La liaison principale reliant les onduleurs, la terre des masses de la distribution électrique

intérieure est réalisée par un câble de cuivre nu minimum de 25mm². On veille à éliminer tout risque de couple électrolytique.

- une mise à la terre de la centrale photovoltaïque réalisée avec du cuivre nu d'une section de 25 mm². Si plusieurs prises de terre sont réalisées sur le site elles sont obligatoirement reliées entre elles. En cas de présence de circuits d'écoulement du courant de foudre (descente de paratonnerre par exemple), une interconnexion est réalisée et des parafoudres type I sont utilisés. Les nouvelles prise de terre sont obligatoirement interconnectées avec l'existante. La valeur totale de la prise de terre ne dépasse pas 1 ohm.
- les câblages des modules photovoltaïques et des liaisons équipotentielles sont réalisés de manière à ce que la boucle induite par les conducteurs soit inexistante ou de surface la plus faible possible. En particulier, les câblages des modules cheminent le plus près possible du câble de masse.
- D'une façon générale l'Installateur veille à respecter les prescriptions des normes décrites au chapitre 4.2 relatif à la protection contre les surintensités d'origine atmosphérique.

5.3 MONITORING

L'installateur doit la fourniture, la pose et les raccordements d'un dispositif de monitoring complet pour assurer le suivi du fonctionnement de la centrale. Il doit notamment la pose d'un boîtier de monitoring de type modulaire dans l'armoire **TGBT AC PV (IP 54 minimum)**, des capteurs de mesures ainsi que la fourniture de l'ensemble des liaisons électriques, canalisation et accessoires de fixation nécessaires à son fonctionnement tels que :

- L'alimentation Monophasé 230V/50Hz de la centrale d'acquisition de donnée,
- Une liaison série inter-Onduleur (RS 485/422),
- Un câble téléphonique vers routeur ADSL ou **modem, 3G, / 4G.**
- Les supports pour la fixation du capteur d'ensoleillement et du/des capteurs de température.
- Des liaisons filaires pour les divers capteurs de mesures protégés par des gaines UV.

L'ensemble des matériels qui composent le dispositif de monitoring est positionné dans une zone éloignée des liaisons de puissance AC pour éviter toutes interférences (Minimum 20 cm).

Ce dispositif de monitoring est composé :

- D'une alimentation **230V -50Hz AC** secourue.
- D'un boîtier de monitoring.
- D'un jeu de parafoudres,
- **1** capteur de mesure de température ambiante dans un boîtier **PT1000** (Signal ; 0 – 10V),
- **1** capteur d'ensoleillement de type Cellule Silicium **Si-12TC** (Signal : 0 – 10V). avec mesure de la température.

Rq importante : Dans le cas des applications en autoconsommation, l'Installateur doit prévoir un dispositif supplémentaire de gestion technique permettant d'éviter l'injection d'électricité produite par la Centrale PV sur le réseau public.

Pour cela, l'Installateur doit fournir et mettre en oeuvre un dispositif de comptage au niveau du TGBT AC du site pour s'assurer qu'aucun flux d'énergie négative n'est présent au niveau du PDL soutirage. Le signal de communication des informations depuis ce compteur sera de type ModBus pour garantir une haute qualité de transmission de données sur l'entrée spécifique du boîtier Meteocontrol BlueLog X.

5.3.1 Acquisition de données Monitoring

Ce système d'acquisition de données permet le suivi de l'installation photovoltaïque. Les sondes seront placées à des endroits révélateurs des grandeurs mesurées (sonde d'irradiation non soumis aux ombrages, sonde de température ambiante à l'ombre et jamais sous les modules par exemple. La réception ne peut être réalisée sans que le système soit opérationnel.

Dans le cas de l'absence ou de mauvaise couverture du réseau 3G/4G, une ligne téléphonique est à connecter sur le système d'acquisition.

Une solution avec transmission de donnée via le module Blue Log et modem 3G /4G peut être prévue après validation de la disponibilité du réseau 3G/4G avec MO. Dans ce cas, la carte SIM est fournie et mis en place par le présent lot.

C'est MO qui définit la solution à retenir dans les conditions particulières du projet à savoir : 3G/4G ou ligne téléphonique ADSL.

Dans le cas de la solution ADSL, la connexion au réseau de la ligne téléphonique depuis le coffret de monitoring fait partie de la présente prestation.

L'Installateur fournit les câbles et l'accastillage. Il prévoit une alimentation sécurisée externe (2 h minimum) pour son alimentation. De même, il est prévu dans l'armoire une prise électrique (16A) et une liaison RJ45/USB permettant l'alimentation et le raccordement d'un ordinateur portable.

La communication des données entre les onduleurs d'une part, et entre les onduleurs et la station de supervision locale d'autre part, se fera au choix par bus RS485, Ethernet, fibre optique ou par une combinaison de ces solutions.

Afin d'éviter les perturbations électromagnétiques, les solutions de type « conduction électrique » emploieront des câbles blindés à conducteurs torsadés.

6. CONNAISSANCE DES LIEUX ET VISITE DE VALIDATION DU SITE

Avant signature du contrat de travaux, l'Installateur se rend sur le Site d'installation en compagnie du représentant du MO. Il s'agit de la **visite de validation** du site. Il prend connaissance de la nature et de l'emplacement du Site ainsi que des contraintes générales et particulières qui y sont attachées.

Il identifie les possibilités d'accès, d'installation de chantier, de stockage de matériaux et des moyens à déployer pour réaliser la centrale PV en concertation avec MO.

Il se renseigne sur les éventuelles servitudes ou obligations.

L'Installateur, doit prendre connaissance du site et de toutes les conditions pouvant de quelque manière que ce soit avoir une influence sur l'exécution des travaux, les délais, sur la qualité de réalisation de la centrale photovoltaïque.

Les accès au chantier se font exclusivement à partir des points et des règles fixés par l'exploitant du site et MO lors de la visite de validation du chantier.

Une attestation sur l'honneur de visite sur site mentionnant la date de visite est à fournir à la remise de l'offre.

7. CHANTIER PROPRETE SECURITE

7.1 NETTOYAGE DU CHANTIER ET ENVIRONNEMENT

L'Installateur doit toujours maintenir le chantier dans un état de propreté impeccable. Il prend toutes les précautions et mesures nécessaires pour protéger les ouvrages mis en place. Il doit aussi prendre toutes les précautions pour éviter de salir la voie publique avec le passage des camions de livraison et la circulation du chantier.

Dans le cas où l'entrepreneur n'a pas procédé au nettoyage de son chantier et à l'évacuation de ses déchets et gravats, MO fait réaliser ces prestations par une autre entreprise, aux frais de l'entrepreneur défaillant.

Les piles, batteries, huiles usagées, containers de produits dangereux et chimiques, pièces ou parties d'engins, échafaudage, doivent être rassemblées, stockés avec toutes les précautions. Les déchets sont ramenés au fur et à mesure ou en fin de chantier vers un centre de retraitement agréé.

L'Installateur fait son affaire de la gestion de la benne à déchet qui peut être nécessaire.

Dans le cas où les modules sont salis du fait du chantier, un nettoyage de ceux-ci devra être effectué avant la remise de l'ouvrage.

Le Chantier est l'objet d'une « Charte chantier faible nuisance », laquelle fera l'objet d'un suivi pendant le chantier.

7.2 ETAT DES LIEUX ET REMISE EN ETAT DES LIEUX

Avant le démarrage et à la fin du chantier un état des lieux contradictoires est réalisé avec l'exploitant du site, le représentant d'MO et l'Installateur.

L'Installateur répare intégralement tous dommages causés aux riverains et aux tiers, que ce soit sur la voie publique ou sur le Site de pose, notamment les dégâts occasionnés aux arbres existants, aux supports et réseaux existants ou aux assises.

Dans le cas où des dégradations ou des salissures sont commises par l'Installateur, ses sous-traitants ou fournisseurs, elles sont réparées ou nettoyées par les soins et aux frais de l'Installateur dans les délais fixés par MO ou le service gestionnaire de la voirie intéressée.

L'Installateur dispose d'un délai de 8 jours à compter de la date d'achèvement des travaux, pour enlever ses installations et rendre le Site à l'exploitant propre, dégagé de toutes infrastructures et équipements nécessaires au chantier. Faute de quoi, MO se réserve la faculté, après mise en demeure faite par écrit, de faire réaliser le nettoyage par un tiers au frais et aux risques de l'Installateur. Une attention particulière est portée aux installations sanitaires du chantier.

7.3 SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE

Si en application de la loi 93-1418 du 31 décembre 1993 sur la sécurité et la protection de la santé, l'importance du chantier nécessite la mise en place d'un plan général de coordination de sécurité et de protection de la santé (P.G.C.). Ce plan est établi par le coordinateur SPS mandaté par MO. L'Installateur réalise un « Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé » qui est remis au coordinateur SPS.

Pendant toute la durée du chantier, l'Installateur est tenu de prendre toutes les mesures propres à assurer la sécurité de son propre personnel, du personnel des autres entreprises travaillant sur le chantier, des tiers et des voisins.

Pour ce faire, il procède à la mise en place de tous les dispositifs adéquats assurant la protection contre les chutes, les projections et la poussière.

L'Installateur prend toutes les mesures de sécurité des personnes, de protection et signalisation sur la voie publique, en conformité avec la réglementation en vigueur (arrêtés municipaux, règlements de police,...).

L'accès et les règles de sécurité sont validés par le coordonnateur SPS.

7.4 RELATION AVEC LES ORGANISMES EXTERIEURS

L'Installateur doit se procurer les recommandations en matière de sécurité émises par la CNAM, la CRAM et l'OPPBTB, applicables aux travaux de pose et d'installation.

Ces recommandations sont affichées sur le chantier et impérativement appliquées.

7.5 ACCUEIL SECURITE

L'Installateur réalise sur le chantier un accueil sécurité de la totalité de son personnel. Cet accueil sécurité est le préalable obligatoire à la prise de poste et doit traiter au minima des points suivants :

- Règles de sécurité applicables sur le chantier,
- Information sur les conditions d'accès et de circulation sur le site,
- Présentation détaillée des consignes d'urgence,
- Présentation du chantier
- Présentation des postes de travail, en explicitant les risques particuliers associés aux activités et les précautions à prendre

7.6 EQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE

L'Installateur et ses sous-traitants prévoient à leur charge la fourniture de tous les équipements de protection individuelle (EPI) pour l'ensemble de leur personnel.

Le port du casque, des chaussures de sécurité et des gants de protection est obligatoire sur le chantier. Le port des lunettes de sécurité est obligatoire à chaque fois que l'environnement du travail présente un risque pour les yeux.

7.7 BALISAGE DE SECURITE

Le balisage réglementaire des différentes zones de travaux et d'intervention est mis en place par l'Installateur avant le commencement des travaux. Son entretien, pendant toute la durée du chantier est à la charge de l'Installateur.

7.8 ACCES CHANTIER ET CIRCULATION

Les règles d'accès fixées par l'exploitant du site et MO doivent être respectées. Seule la présence du personnel nécessaire à l'exécution des travaux est admise sur les zones de chantier.

Selon la taille du projet, il est possible que les travaux se réalisent sur une seule partie de la zone d'installation pour permettre à l'exploitant une continuité de service de son activité. Un certain nombre de place de parking doivent être toujours disponibles et une communication régulière auprès de l'exploitant doit être faite pour prévenir suffisamment à l'avance les personnels de l'évolution des travaux. Les dispositifs de protection et d'information pour la circulation des véhicules doivent être fourni et mis en place par l'Installateur.

7.9 TRAVAIL EN HAUTEUR

Le personnel chargé de la mise en place des structures d'intégration et des modules photovoltaïques doit avoir une habilitation pour les travaux en hauteur.

L'Installateur est responsable de la mise en place des équipements de sécurité nécessaires à ses équipes :

- accès : mise en place d'un accès sécurisé aux ombrières,
- mise en place des sécurités collectives pour la mise en œuvre des modules PV ou d'engin spécifique tels que nacelle,
- outillage et tenue adaptés.

L'Installateur réalise une analyse des risques du chantier, rédige un plan de prévention des risques et s'engage à appliquer l'ensemble des mesures lors des travaux.

7.10 ACCIDENT DU TRAVAIL

Dans le cas d'accident du travail en relation avec les travaux de pose de l'installation PV sur le Site de l'exploitant, l'Installateur en avise sans délai et par écrit le coordonnateur SPS et MO. Il les tient informés de la suite du dossier.

Il appartient à l'Installateur de prévenir les organismes réglementaires en cas d'accident grave survenant sur le chantier, à son personnel ou à celui de ses sous-traitants.

L'Installateur s'engage à informer par écrit dans un délai de 10 jours calendaires MO, le coordonnateur SPS des circonstances de chaque accident avec arrêt de travail, survenu à l'occasion de la mise en œuvre du présent contrat, y compris si les victimes de ces accidents sont des personnels intérimaires ou des employés d'éventuels sous-traitants. Cette analyse indique clairement les causes de l'accident et définit les mesures correctives et préventives à mettre en place. L'Installateur joint à cette information écrite la copie de la déclaration à la sécurité sociale.

8. CONTROLE DES TRAVAUX, SUIVI DE CHANTIER ET RECEPTION

Il est rappelé l'obligation faite à l'Installateur de procéder pendant la période d'exécution des travaux aux vérifications techniques qui lui incombent aux termes de la loi du 4 janvier 1978. Toutes ces vérifications et opérations de contrôle sont effectuées conformément aux normes et dans les règles de l'art.

L'Installateur doit prévenir MO de tous les essais et épreuves suffisamment à l'avance pour qu'il puisse y assister et lui réserver toutes facilités pour qu'il puisse contrôler l'exécution des travaux, en particulier la fourniture des documents et plans d'exécution.

Les défauts de conformité seront constatés en particulier au moyen des opérations suivantes : vérifications à vue, essais simples sur chantier, essais en cours de travaux, incidents à la mise en oeuvre, essais de réception en usine, essai de laboratoire.

Les essais en usine et les essais en laboratoire ne seront effectués que sur demande d'MO.

8.1 CONTROLE DES TRAVAUX ET SUIVI DE CHANTIER

MO désigne un représentant (Chargé d'Opération) qui assure pour la MO le suivi et le contrôle des travaux exécutés. Il a accès au chantier à tout moment et peut contrôler la conformité des travaux et des matériaux utilisés. Ces vérifications ne diminuent en rien la responsabilité de l'Installateur qui reste pleine et entière jusqu'à l'expiration du délai de garantie.

L'Installateur permettra à MO en phase post réception de procéder à des essais électriques et particulièrement l'utilisation d'un traceur courant-tension (essai qui implique un débranchement des branches).

Dans l'objectif d'assurer un suivi des travaux le plus efficace possible, le Chargé d'Opération MO organisera systématiquement :

- Une réunion de chantier avant le démarrage des travaux en présence des représentants du propriétaire du site, de l'exploitant du site et l'Installateur pour valider le mode opératoire des travaux, leur délai et tout autre détails logistiques propres au chantier. Le démarrage du chantier ne pourra se faire qu'après avoir réalisé un état des lieux du site et la visite d'inspection commune en présence du coordinateur SPS missionné par MO.
- Des réunions de chantier hebdomadaire durant laquelle une visite sur site sera réalisée pour constater l'état d'avancement des travaux, le respect de la fourniture et de la mise en œuvre des équipements constitutifs de la centrale conformément au cahier des charges et à l'offre présentée par l'installateur.

Un compte rendu de visite de chantier est rédigé à l'issue de la réunion avec la liste datée des actions éventuelles à entreprendre pour corriger, modifier, adapter, refaire des travaux considérés comme non conforme. Les

décisions du C.R sont considérées approuvées dès lorsqu'elles n'ont pas fait l'objet de remarques formulées par les différentes parties dans un délai de 3 jours calendaires.

8.2 RECEPTION

Après achèvement des travaux, il est procédé à la réception de la **centrale PV** en présence de l'Installateur, du MO et du conseil éventuel d'MO.

La remise du DOE complet et du DIUO fait partie de la réception de centrale PV.

La réception de la centrale PV comprend notamment :

- la vérification des caractéristiques techniques et de mise en oeuvre de chacun des équipements.
- la vérification de la conformité aux normes et aux textes en vigueur.
- Le contrôle des relevés des mesures électriques de chaque string et des puissances de sortie des onduleurs.
- la vérification du bon fonctionnement général (y compris le système de supervision et les A.U), et des caractéristiques de l'installation,
- les mesures de contrôle de la production de la centrale photovoltaïque et du découplage réseaux des onduleurs, une thermographie des coffrets électriques et du champ PV (tous les clichés seront collectés dans un dossier électronique et mis à disposition),
- Elle est réalisée en présence, du MO de son conseil éventuel et de l'Installateur. Un bordereau de réception est signé par l'ensemble des parties à l'issue de cette réception.
- Les réserves seront levées quand l'Installateur apportera la preuve que les écarts de production entre des champs de capteurs comparables (même inclinaison, même orientation) sont inférieurs à 5%.

8.3 DATE CHANTIER ET DELAI D'EXECUTION

La date de début de chantier et le délai d'exécution sont confirmés par l'Installateur lors de la visite de démarrage de chantier avec l'accord du MO selon les paramètres suivants :

Préparation chantier / pose des champs PV / Mise en place de l'installation électrique / finitions, essais, réglages / Mise en Service de l'installation.

Lors de l'établissement de l'état des lieux de fin de chantier (après mise en service de la centrale PV), il est procédé à une analyse des délais réels.

Sauf causes légitimes de prorogation, la date et le délai d'exécution sont engageants selon le planning fourni au DCE.

9. DOCUMENTS TECHNIQUES A FOURNIR

9.1 A LA REMISE DE L'OFFRE

L'offre de prix sera établie selon le document DPGF joint au dossier de consultation.

En appui du document précédent, l'Installateur doit fournir deux dossiers mémoires permettant d'apprécier son offre:

Mémoire Administratif qui synthétise les informations ci-dessous :

- Plaquette de présentation de l'entreprise,
- Attestation de régularité fiscale et sociale de l'Installateur pour l'année en cours,

- Attestations assurance RC, biennale et RC décennale de l'Installateur pour l'année en cours et correspondant aux travaux à réaliser et aux matériels à fournir,
- Un état des moyens humains et matériel de l'entreprise,
- Une liste de référence d'installation similaire,
- Les Certificats et Qualifications de l'entreprise :

L'installation doit être réalisée par une entreprise ayant engagé, au moment du dépôt de l'offre de candidature des démarches de certification ISO 9001 ou équivalent et ISO 14001 ou équivalent pour la réalisation d'installations photovoltaïques, ou par une entreprise ayant engagé, au moment du dépôt de l'offre de candidature, des démarches de qualification professionnelle pour la réalisation d'installations photovoltaïques qui corresponde au type d'installation réalisée et à la taille du chantier.

Mémoire Technique qui synthétise les informations ci-dessous :

- Présentation des caractéristiques techniques des principaux composants (solution d'intégration, type de câbles, type de canalisation, connecteurs, Coffrets DC , TGBT AC PV),
- Planning prévisionnel des différentes phases d'études, d'approvisionnement, de travaux et une liste des principaux risques de dérapage du chantier.

9.2 AVANT TRAVAUX

- La définition d'un chargé d'affaire responsable du chantier.
- Un plan de prévention ou plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS).
- La liste des prestataires qui assureront les travaux et toutes informations utiles les concernant.
- Les moyens techniques et humains prévues au chantier.
- Toutes les informations constitutives du dossier d'exécution (Cf. chap. 5) :
 - Les fiches techniques et notices sur les matériels proposés (certifications, attestations, etc..).
 - Le ou les plans détaillés des lieux d'implantation des ouvrages.
 - Les plans de fabrication.
 - Les schémas et notes de calcul électriques (Synoptique général, schémas détaillé de l'installation, rapport de note de calcul Caneco, lises où autres..., plans des coffrets DC et coffret AC, Carnet de câble,...).
 - Les certificats de garantie des principaux composants.
 - Le planning détaillé du chantier.

9.3 APRES TRAVAUX

En fin de travaux, l'Installateur devra remettre au MO un dossier papier en 2 exemplaires (+1 dossier sous format informatique) comportant le **DOE complet** et notamment les éléments suivants :

- **un plan de récolement coté**, lieu d'implantation des ouvrages, liaisons. (Il peut être élaboré à partir des fonds de plans d'architecte fournis au format Autocad).
- Le ou les plans de câblage électrique de l'installation et des équipements fournis.
- La nomenclature exhaustive de tous les matériels installés avec fiches techniques et coordonnées des fournisseurs. Cette nomenclature comprendra les numéros de série de tous les principaux composants et à minima ceux des appareillages électriques et des modules photovoltaïques.
- Les certificats de garantie de tous les matériels (ces documents devront préciser la date de départ et la durée de la garantie).
- les procédures de mise en service et d'arrêt d'urgence.
- les instructions pour le diagnostic des pannes courantes.
- les dates de maintenance et opérations de maintenance a réalisé.
- les incidents éventuels et toute remarque utile.

- un document consignant les contrôles et mesures faits en fin de travaux. Cette trame peut être la trame de contrôle des installations solaires photovoltaïques raccordées réseaux rédigée par l'ADEME et de l'autocontrôle du Consuel.
- l'attestation de conformité électrique du Consuel.
- Un dossier photographique.
- un **carnet de bord** de l'installation, à pages numérotées, qui permet de consigner :
 - les dates de maintenance et opérations de maintenance réalisées
 - les incidents éventuels et toute remarque utile.
- L'attestation sur l'honneur de la conformité de l'installation photovoltaïque selon les critères de l'A.O. (conformité aux règles de l'intégration au bâti, aux normes et textes).

L'ensemble est réuni dans une chemise à sangle ou un classeur avec différents onglets correspondants à des ensembles homogènes de la réalisation. En page de garde du dossier sont répertoriés tous les documents constituant le DOE avec le cachet de l'entreprise.

L'installateur remettra également un Document d'Intervention Ulérieur sur l'ouvrage (DIUO) sous forme de notice d'entretien et d'exploitation du générateur avec descriptif des actions à effectuer et leur périodicité. Ce document comprendra également la liste de pièces détachées de rechanges nécessaires. Il précisera aussi la façon de diagnostiquer et de réparer les principales pannes ou dysfonctionnements courants.

Se référer également à la trame DEM INSA dans laquelle se trouve la trame DOE bien précise voulue par l'INSA permettant d'avoir une harmonisation des DOE sur tout le site.

9.4 ASSURANCES ET GARANTIE DECENNALE

L'Installateur doit souscrire les assurances suivantes :

- **une police d'assurance de responsabilité civile professionnelle au titre des articles 1382 à 1384 du Code civil** garantissant le titulaire et les sous-traitants des conséquences pécuniaires de la responsabilité civile pouvant leur incomber du fait de leurs activités professionnelles dans le cadre de ce contrat.
- **une police d'assurance en état de validité conforme au régime d'assurance des responsabilités biennale et décennale au titre des articles 1792 et 2270 du Code civil.**

L'Installateur doit, avant signature du contrat, faire parvenir au MO, une copie certifiée conforme des polices d'assurance. Le défaut de présentation de ces attestations d'assurance fait obstacle aux règlements des honoraires et à la signature du contrat.

L'Installateur assure en ce qui concerne sa fourniture, la garantie de pièces détachées pendant toute la durée de la période de garantie qui prendra effet à partir de la date de mise en service de l'installation.

Au titre des différentes garanties, l'Installateur doit la réparation, et éventuellement le remplacement (fourniture et pose), gratuit de tout ou partie du matériel dont il est Fournisseur qui, au cours du délai de garantie serait reconnu défectueux, hors défaut accidentel (vol, vandalisme, cyclone).

Les défauts constatés sont notifiés à l'Installateur dans un délai de 2 mois par le MO. L'Installateur doit entreprendre les réparations dans un délai de 1 mois. Si le défaut impacte la production de la centrale photovoltaïque de plus de 10% de sa puissance nominale, le délai est réduit à 7 jours. Passé ces délais, MO peut faire procéder d'office et aux frais de l'Installateur, aux réparations nécessaires sans préjudice des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice par ailleurs.

9.5 NATURE DE GARANTIE

Tout matériel qui au cours de la période de garantie ne pourrait plus fonctionner ou aurait perdu de la puissance, ou baissé en rendement, ou n'assurerait plus la sécurité requise, devra être remplacé. Le coût de remplacement sera totalement à la charge de l'Entreprise (matériel et main d'œuvre), c'est à dire, entre autres :

- la dépose et l'enlèvement du matériel défectueux,
- les réfections des travaux nécessaires,
- la manutention, la mise en place, le raccordement, etc... du nouveau matériel,
- les nouveaux essais nécessaires.

Pour tout le matériel fourni par l'entrepreneur, la garantie est celle fixée par les Normes en vigueur.

9.5.1 Période de garantie

L'installation du générateur est garantie dans les conditions suivantes :

- Modules photovoltaïques : Garantie de 90% de la puissance nominale au bout de 10 ans et garantie de 80% de la puissance nominale au bout de 25 ans. Garantie produit de 20 ans.
- Onduleurs : 5 ans
- Etanchéité et structures : 10 ans
- Autres composants : 2 ans
- Accessoires électriques : 1 an
- Garantie étanchéité (Avis technique CSTB)

9.6 QUALIFICATION DE L'INSTALLATEUR

L'Installateur doit justifier de compétences et d'une expérience dans les travaux d'installation de centrale photovoltaïque d'une puissance > 36 kWc. Il possède de solides références qui peuvent être visitées par MO.

Si le système d'intégration et de fixation des modules requiert un agrément de son fabricant, l'Installateur a suivi les formations de ce dernier sur le montage du système d'intégration et peut justifier de celles-ci.

Le personnel de l'Installateur en charge des travaux est habilité en fonction de la nature des travaux à exécuter :

- QualiPV ELEC,
- Travaux en hauteur,
- Habilitations Electriques (HT et BT UTE 18 510 et UTE 15530),
- CACES.

L'entreprise aura les qualifications QualiPV (module élect et module bâti) et / ou Qualibat nécessaires pour les travaux en couverture et électriques correspondants.

Ainsi que la qualification électrique mention IRVE.

Le personnel de l'installateur dispose de toutes les qualifications professionnelles nécessaires à la réalisation des travaux.

9.7 ATTESTATION DU CONSUEL

Les travaux feront l'objet d'un contrôle par un organisme agréé. Les honoraires de cet organisme sont à la charge de l'entreprise titulaire du marché, de même que les frais correspondants aux contrôles et essais requis par le Bureau de Contrôle.

L'entreprise titulaire du marché devra fournir toutes documentations ou échantillons nécessaires que le bureau de contrôle pourra requérir pour fonder ses avis. La levée des réserves émises par le bureau de contrôle sera réalisée par l'entreprise du présent lot dans des délais qui n'impacteront pas le planning général de chantier.

Conformément au décret du 22 mars 2010, une attestation de conformité électrique du CONSUEL (Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'électricité) devra impérativement être remise par l'installateur avant mise en service.

10. DESCRIPTION DES TRAVAUX

TOUTES LES VALEURS INDIQUEES DANS LES PARTIES SUIVANTES SONT DONNEES A TITRE INDICATIF.

L'ENTREPRISE TITULAIRE DU PRESENT LOT SE DOIT D'ETABLIR SES PROPRES NOTES DE CALCULS, BILAN DE PUISSANCE, DIMENSIONNEMENT DES APPAREILS, ETC. ET DE LES FAIRE VALIDER PAR LE MAITRE D'ŒUVRE ET LE BUREAU DE CONTROLE.

10.1 GENERALITES

Localisation :

Générateur PV :
Mise en place d'un générateur photovoltaïque sur toiture.
Orientation : Sud - Sud est
Inclinaison : 3.5%

Puissance installée :

Générateur PV :
D'une puissance crête de 49 280 Watts marque LONGI LR5-54HTH ou techniquement équivalent composé de 112 modules de 440 WC sera disposé sur toiture.

Raccordement :

Générateur PV :
L'installation sera raccordée au TGBT du site avec autoconsommation totale d'énergie.

10.2 ARMOIRES GENERALES

10.2.1 Généralité

Les tableaux auront les caractéristiques suivantes :

Une réserve de 30% d'emplacement disponible sera à prévoir.

Le tableau sera réalisé à partir de cellules ou armoires préfabriquées du type PRISMA G Schneider ou équivalent.

Elle sera constituée d'une ossature métallique constituée en tôles pliées ayant une épaisseur minimale de 2.5 mm. L'armoire reposera sur le sol par l'intermédiaire d'un socle préfabriqué. Elle sera réalisée en tôle laquée : une place disponible de 30% sera réservée pour des installations ultérieures.

L'ensemble sera conçu pour recevoir des matériels agréés de même marque que l'existant : SCHNEIDER.

La façade avant sera constituée de plastrons de protection permettant la commande manuelle des protections. Toute disposition et traitement seront pris pour la protection contre la corrosion et contre l'empoussièrement du TGBT. Une porte pleine fermera chaque sous ensemble et sera munie d'une serrure à clef. L'ossature, le socle, les panneaux, plastrons et les portes seront revêtus d'une peinture réalisée à base de poudre de résines Epoxy, et de couleur RAL à préciser.

Les plastrons seront munis d'étiquettes Dilophane rivetées et permettant l'identification des protections et des relayages. La porte principale sera munie d'un porte document dans lequel seront mis, à la réception des installations les schémas et plans de bornier du TGBT et éventuellement mis à jour.

Le TGBT sera muni des rails de fixation des appareillages, du jeu de barres, des goulottes de circulation de la filerie interne, et des boîtiers de raccordement des canalisations externes. Ces boîtiers seront dûment repérés et toutes les canalisations desservies par le TGBT transiteront par leur intermédiaire, sauf les canalisations ayant une section supérieure à 10 mm², qui chemineront directement vers leur disjoncteur de protection.

Les indices de protections de ces ensembles seront fonction du local selon la norme NFC 15.100.

L'appareillage devra être convenablement repéré en libellant ces repères de façon simple et immédiatement compréhensible par l'exploitant. L'inaltérabilité du repère et de sa fixation devront garantir une bonne tenue dans le temps (étiquette PVC gravée).

Toute partie conductrice de l'appareillage doit être inaccessible à toute personne autre que celle chargée de l'entretien de l'installation.

10.2.2 ORIGINE DES INSTALLATIONS ELECTRIQUE

Les installations électriques seront composées d'un TGBT site avec les caractéristiques suivante :

- Régime de neutre : TN
- Ik3 : 10 kA
- Ik1 : 6 kA

Rappel : l'intégration du disjoncteur dans le TGBT du site et le câble d'alimentation sont à la charge du lot Electricité.

10.2.3 TGBT PV AC

Caractéristiques électriques

- Tension de service	400 Volts
- Régime de neutre	TN
- Degrés de protection	IP 559 – IK 08
- Intensité nominale	100A
- Intensité de court-circuit	10 kA

Le tableau sera constitué de :

- 1 interrupteur général 4x10 A équipé d'une bobine MX pour arrêt d'urgence.
- Jeux de barres 100 A.
- **Compteur d'énergie général bidirectionnel** + tores de prise de tension
- 3 voyants présence tension blanc (ph1/N, ph2/N, ph3/N) de type led 230 Vac .
- Disjoncteur différentiel 300 mA suivant le mode de connexion pour chaque alimentation spécifique sur le jeu de barres principal
- 1 disjoncteur 2x10A différentiel 300mA pour centrale de mesure
- 1 disjoncteur 2x10A différentiel 300mA pour MX
- 1 disjoncteur 4x100A protection onduleur
- Y compris toutes sujétions

10.3 LIAISONS AC

L'entreprise du présent lot devra les liaisons suivantes

10.3.1 TGBT site et TGBT PV AC :

Le tableau ci-dessous donne la section des conducteurs des différentes liaisons. Ces valeurs sont données à titre indicative :

Tableau d'origine	Tableau de destination	Puissance transitée en KW	Nature du câble	Sections des conducteurs
TGBT SITE	TGBT PV AC (en toiture)	49	R2V	5G35 + cablette 25mm²

Prestations réalisées par le lot Electricité.

10.3.2 Liaisons AC entre onduleurs et TGBT AC PV

Le tableau ci-dessous donne la section des conducteurs des différentes liaisons. Ces valeurs sont données à titre indicative :

Tableau d'origine	Tableau de destination	Puissance transitée en KW	Nature du câble	Sections des conducteurs
ONDULEUR	TGBT PV AC	50	HO7RN-F	5G35

Toutes sujétions de pose, de cheminement et de raccordement.

10.4 COUPURE D'URGENCE A LA CHARGE DU LOT ELECTRICITE

Un arrêt d'urgence photovoltaïque sera prévu.

Il sera à manque de tension, double contact et agira sur l'ensemble des équipements électrique de la toiture :

- 1 arrêt d'urgence générateur PV à double contact implanté à l'accueil bâtiment, il agira sur l'interrupteur général du TGBT PV AC en toiture et sur le disjoncteur du TGBT. **A la charge du lot Electricité.**
- Une liaison en câble 3G1.5 R2V entre l'arrêt d'urgence et le départ centrale photovoltaïque toiture installé dans le TGBT.
- Une liaison en câble 3G1.5 R2V entre l'arrêt d'urgence et l'onduleur photovoltaïque toiture.

10.5 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Description générale

Les modules devront à minima résister aux conditions climatiques suivantes :

- Température : - 40° à + 85° C
- Humidité relative : jusqu'à 100 %
- Vitesse du vent : jusqu'à 150 km/h (bourrasques)
- Précipitations : pluie battante continue ou grêle (grêlons de 25 mm)

Les capteurs seront en conformité, avec les normes correspondantes nationales et européennes.

Au cours des dix premières années suivant la réception du chantier, toute baisse de puissance supérieure à 15 % ou l'apparition de tous défauts tels que ceux stipulés dans les spécifications de la CCE n°503 impliqueront l'échange des modules concernés.

Les caractéristiques des capteurs seront les suivantes :

- Nombre module : 112 unités réparti sur toiture
- Puissance unitaire : 440 Wc
- Dimensions
 - Longueur : 1134 mm
 - Hauteur : 1722 mm
 - Profondeur : 30 mm
- Poids net : 20.8 kg (a faire préciser)

Garantie performances : 90 % de la puissance pendant 10 ans et 80 % de la puissance de sortie pendant 25 ans.

Concernant les émissions GES, les panneaux seront :

- Panneaux disposant d'une fiche PEP ou Certisolis en cours de validité,
- Avec un résultat d'émission < 600kg CO2eq/kWc

10.6 MONTAGE DES CAPTEURS

L'entreprise aura à sa charge l'ensemble des prestations nécessaires à la mise en œuvre des capteurs Solaires sur la structure porteuse.

L'ensemble panneaux photovoltaïques, isolant et éléments porteur béton devra être mis en œuvre conformément à un avis technique du CSTB en cours de validité.

Une coordination avec le lot étanchéité devra être réalisé pour respecter ce critère.

Systeme d'intégration

Le système d'étanchéité de la toiture devra être garanti pour assurer l'étanchéité selon l'inclinaison de la toiture du bâtiment.

L'entreprise devra s'assurer que toutes les dispositions sont prises pour assurer une étanchéité parfaite

Calepinage

Voir plan PRO-PV-01

Montage

L'entreprise aura à sa charge l'ensemble des prestations nécessaires à la mise en œuvre des capteurs solaires, soit :

- La mise en sécurité de la zone de travail
- Le bâchage
- La mise en place de la structure porteuse pour l'ensemble du complexe module et système d'étanchéité.
- Le calepinage et traçage pour mise en place des plots au lot Etanchéité
- La mise en place de la structure porteuse des capteurs
- La pose des capteurs.
- Les finitions nécessaires à la prise en compte de l'intégration et notamment l'occultation esthétique des champs de capteurs en partie basse.

Sécurité

L'entreprise fournira la notice de montage et de démontage d'un module en cas d'intervention au milieu du champ de capteurs.

A ce titre elle inclura dans son offre un plan de sécurité définissant les points d'accrochage, ligne de vie, protection à l'égout, ... nécessaire à la mise en sécurité pendant le chantier et après le chantier pour les opérations de maintenance. Ces prestations sont dues par le présent lot.

Un soin tout particulier sera apporté au choix des matériaux et à la protection des structures métalliques contre la corrosion (acier galvanisé, aluminium ou acier inox, visserie inox). Toutes les précautions seront prises pour assurer la libre dilatation des capteurs.

Outre l'avis technique concernant les châssis support des capteurs et leur fixation sur l'ossature du bâtiment, l'entreprise devra fournir une note de calculs détaillée justifiant la solidité de l'ouvrage en fonction des conditions climatiques extrêmes du site. Cette note de calculs sera soumise à l'avis de l'ingénieur structure et du bureau de contrôle.

Se référer au « Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau » Syndicat des énergie renouvelables/ADEME.

Appairage

Les modules seront organisés de façon à obtenir le maximum de performance à l'installation.

L'entreprise mettra en place un carnet d'appairage permettant de regrouper les modules de performance équivalente sur un même string. Ce rapport sera présenté et validé par la Maitrise d'Œuvre avant toutes interventions de pose.

Ventilation

Toutes les précautions seront prises pour assurer une bonne ventilation des modules.

10.7 ACCESSOIRES ET MATERIEL DE RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Connexions électriques

CEERCE

8, rue Edgar Degas 31200 Toulouse

Tél : 05.61.14.85.20



Les connexions seront effectuées via les câbles et boîtiers de raccordement fournis par le constructeur des modules.

Chaque branche sera raccordée individuellement à la boîte d'interconnexion, qui en assure la mise en parallèle. La séparation des branches entre elles sera assurée par une diode anti-retour en série sur chaque branche. Les raccordements en arrière des modules seront protégés contre les projections d'eau ou ruissellement. Leur conception permettra d'éviter toute condensation ou rétention d'eau près des conducteurs sous tension. Le câblage ne comportera pas de diodes parallèles.

Les boîtiers, coffrets et armoires

Les armoires et coffrets électriques seront construits dans une matière résistante aux chocs. Les portes de fermeture seront équipées de serrures.

Les boîtes de connexion situées à l'extérieur auront un indice de protection minimum (IP 55 - IK07) et devront résister aux conditions extérieures extrêmes.

Dans tous les cas, les entrées et sorties de câbles se feront par le dessous des coffrets avec des presse-étoupe.

Les câbles

Les modules posés en toiture ou en façade sont difficilement accessibles et ne devraient pas avoir besoin de contrôle ou d'entretien ; en conséquence la qualité du câblage prend une importance toute particulière. Les modules avec câbles embrochables sont préférables aux borniers à serrage à vis qui sont peu accessibles. Pour faciliter le câblage des chaînes d'éléments photovoltaïques en façade et en toiture, les gammes de connecteurs monopolaires sont régulièrement améliorées.

Les câbles de liaison utilisés en extérieur répondront aux normes en vigueur énoncées précédemment (Isolement, résistance aux conditions atmosphériques, résistance mécanique, etc.). Leurs sections individuelles seront déterminées suivant les règles de la NF C 15 100.

Les pertes moyennes annuelles d'énergie dans les câbles de distribution devront être inférieures à **1%**.

L'ensemble des câbles de liaisons chemineront sur des chemins de câbles protégés mécaniquement (capotage).

Câblage courant continu (des modules aux onduleurs)

Type : mono-brin, double isolation, résistant au UV, munis de connecteurs étanches mâle/femelle de type MC ou techniquement équivalent.

De façon à limiter autant que possible les pertes d'énergie à tous les niveaux, les chutes de tension ne devront pas excéder :

- 1% entre le champ de modules photovoltaïques et les onduleurs (partie courant continu)
- 1% à 3% entre les onduleurs et le point de livraison (partie courant alternatif)

Protection contre la foudre et mise à la terre

La protection contre la foudre est assurée :

- En partie courant continu, par des varistors en entrée onduleur
- En partie courant alternatif, par un parasurtenseur.

L'interconnexion de toutes les masses (modules et onduleurs) doit être assurée par câble en cuivre nu de 25 mm². Toutes les masses doivent être mises à la terre en évitant les boucles.

Coupure d'urgence DC

Un système de coupure d'urgence de la liaison DC (courant continu) entre les panneaux et l'onduleur sera mis en place. La coupure sera positionnée au plus près des panneaux.

10.8 ONDULEUR RESEAU

Le raccordement au réseau se fera par l'intermédiaire d'un onduleur

Générateur PV :

L'onduleur sera installé sur la toiture (emplacement à valider). Il sera conforme à la norme DIN VDE 0126

L'onduleur sera de type SMA SUNNY TRIPOWER 50000TL JP30 (50kw) ou techniquement équivalent.

L'onduleur disposera d'un niveau de protection suffisant IP65 minimum.

La fourniture et pose d'un auvent protégeant du rayonnement solaire direct est prévu au lot serrurerie.

10.9 ACQUISITIONS DE DONNEES

10.9.1 Capteurs météorologiques

Une sonde d'ensoleillement par orientation et inclinaison sera positionnée à proximité des champs de capteurs photovoltaïques, dans le même plan que ces derniers. La corrélation des mesures permettra de comparer les performances réelles aux performances théoriques et d'améliorer la détection des dysfonctionnements.

Dans le cas où la centrale est composée de champs inclinés et orienté suivant 1 configuration, on prévoit à cet effet une sonde d'ensoleillement. Dans le cas où la centrale est composée de champs inclinés et orienté suivant n configurations, on prévoit à cet effet n sondes d'ensoleillement (c'est notamment le cas des configuration Est/Ouest qui en nécessite 2).

La mesure d'irradiance est effectuée à l'aide d'une cellule de référence dont la structure cristalline est identique à celle des modules photovoltaïques employés pour le projet, qui est positionnée dans le plan du champ solaire. Le signal de sortie sera une tension proportionnelle à l'ensoleillement et sa calibration permettra de mesurer des rayonnements compris entre 0 et 1400 W/m². L'erreur de calibration devra être inférieure à 2%, la dérive dans le temps inférieure à 0,5/an, la précision de +/-5%.

La mesure de température de cellule est effectuée grâce à une sonde PT100 ou PT1000 maintenue en contact avec la face arrière de la cellule de référence. Les plages de température à mesurer devront être typiquement de -20°C à 70°C et la précision de +/-1°C.

Les sondes devront être fournies avec un certificat de calibration, qui précisera en outre la périodicité du recalibrage.

10.9.2 Monitoring

Un automate / passerelle SMA ou techniquement équivalent sera installé dans le cadre de la réalisation du générateur photovoltaïque afin de permettre la télégestion de l'installation et faciliter le reporting de performances. Il pourra être administré avec un ordinateur, qui dispense en local les graphiques et compteurs relatif aux performances de l'installation.

L'installation et la mise en service de l'automate / passerelle se fera en deux temps, d'abord une détection automatique des onduleurs raccordés et un paramétrage de leurs caractéristiques principales, puis un enregistrement sur internet de la centrale solaire afin d'avoir accès aux données mises en forme sur le portail Web.

Enfin, l'automate / passerelle intégrera une fonction de sauvegarde de la configuration et des données statistiques principales en local, par exemple sur carte SD.

Afin d'intégrer la centrale photovoltaïque dans la plateforme de supervision Solar log, le titulaire du présent lot transmettra auprès de Solar-log la fiche de renseignement à Solar-log.

L'automate / passerelle Solar Log possède en outre une fonction qui permet de limiter la production d'électricité d'origine photovoltaïque au niveau de la consommation instantanée du magasin, afin de ne pas réinjecter de courant dans le réseau public.

10.9.3 Communication

Il sera prévu le raccordement du système au logiciel de supervision existant sur le site (SUNNY PORTAL).

L'automate / passerelle et l'écran didactique seront raccordés par câble Ethernet Cat.6 munie de fiches RJ45. Les liaisons entre les onduleurs, les sondes, et les dispositifs de comptage de l'énergie électriques seront réalisées conformément aux prescriptions des fabricants d'équipements. Dans le cas où les distances des liaisons entre équipements excèdent les valeurs maximales prescrites, l'entreprise aura la possibilité de réaliser un pont RF, de positionner des répéteurs de signal le long des lignes, ou de mettre en oeuvre toute autre solution de son choix.