

SCI TCA

Construction d'un immeuble de bureaux

2 Avenue Pierre Gilles de Gennes – 37540 SAINT-CYR/LOIRE

DCE

Mars 2026



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES LOT 13 PHOTOVOLTAIQUE

MAITRISE D'OUVRAGE :

SCI TCA
5, rue Pina Baush
37200 TOURS

BUREAU DE CONTROLE :

APAVE
26, rue des Frères Lumières
37176 CHAMBRAY-LES-TOURS
Tél : 06.17.70.05.59
Email : francois.ronce@apave.com

COORDONNATEUR SPS :

APAVE
26, rue des Frères Lumières
37176 CHAMBRAY-LES-TOURS
Tél : 06.79.60.80.60
Email : franck.jay@apave.com

MAITRISE D'ŒUVRE :

BOURGUEIL & ROULEAU architectes d.p.l.g.
46, avenue de la Tranchée – 37 100 TOURS
Tél : 02.47.54.53.89 - Fax : 02.47.54.15.99
Email : agence@bourgueilrouleau-architectes.fr

BET VRD – INEVIA
19, rue Edouard Vaillant - 37000 TOURS
Tél : 02.47.41.33.71
Email : j.guicheteau@inevia.pro

BET STRUCTURE – AUBERT STRUCTURE
16, rue des Montils - 37520 LA RICHE
Tél : 02.47.38.51.44
Email : contact@aubert-structures.fr

BET FLUIDES THERMIQUE ELECTRICITE – CALLU
Rue Jacqueline Auriol – 37700 LA VILLE AUX DAMES
Tél : 02.47.50.91.16
Email : t.mureau@betcallu.fr s.jolly@betcallu.fr

ECONOMISTE – C²A
70b, Avenue André Maginot – B504 – 37100 TOURS
Tél : 02.47.80.31.75
Email : frederic.caron@c2a-economie.fr

BET ACOUSTIQUE – ITAC
5 rue Menou – 44000 Nantes
Tél : 02.40.14.01.95
Email : l.dagouret@itac-acoustique.fr

OPC – Polytec
ZAC La Châtaigneraie – 1 rue de la Briaudière – Bâtiment C –
37510 BALLAN-MIRE
Tél : 02.47.80.06.42
Email : thomas.dollet@polytec37.com

SOMMAIRE

13.0. GENERALITES	4
13.0.1. PRESCRIPTIONS GENERALES	4
13.0.1.1. Consistance des travaux	4
13.0.1.2. Prestations générales des travaux	4
13.0.1.3. Liste des plans et documents	5
13.0.1.4. Obligations et responsabilités des entreprises	5
13.0.1.5. Documents à fournir par l'entreprise	6
13.0.1.6. Limites de prestations	7
13.0.2. SPECIFICATIONS TECHNIQUES	9
13.0.2.1. Référence aux normes et règlements	9
13.0.2.2. Pouvoir de coupure	10
13.0.2.3. Resistance mécanique	10
13.0.2.4. Équilibrage des phases	10
13.0.2.5. Matériels et conditions de mise en œuvre	10
13.0.2.6. Essais, réception	10
13.0.3. PRINCIPE DE BASE DES CALCULS DU PROJET	10
13.0.3.1. Alimentation électrique	10
13.0.3.2. Photovoltaïque	11
13.1. DISPOSITIONS PARTICULIERES DES OUVRAGES PHOTOVOLTAIQUES	12
13.1.1. Installation de chantier	12
13.1.2. Réseau de terre	12
13.1.2.1. Prise de terre générale	12
13.1.2.2. Bornes principales de terre	12
13.1.2.3. Liaisons équipotentiels principales	13
13.1.2.4. Liaisons équipotentiels secondaires	13
13.1.2.5. Mise à la terre des masses métalliques	13
13.1.3. Branchement	13
13.1.4. Tableau divisionnaire (TD PV)	13
13.1.4.1. Constitution des tableaux	13
13.1.4.2. Câblage & raccordement	13
13.1.4.3. Repérage des équipements et étiquetage	14
13.1.4.4. Coupure d'urgence	14
13.1.5. Distribution	14
13.1.5.1. Chemins de câbles	14
13.1.5.2. Conduits	15
13.1.6. Canalisations	15
13.1.6.1. Câbles basse tension de distribution AC-DC	15
13.1.6.2. Mise en œuvre des canalisations électriques	15
13.2. EQUIPEMENT DU GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE 40% DE LA TOITURE	16
13.2.1. Généralités	16
13.2.2. Modules photovoltaïques	16
13.2.3. Production à 40% de la toiture	17
13.2.4. Structure pour la fixation et pose des modules en toiture	17

13.2.5. Etanchéité	18
13.2.6. Liaisons équipotentielles	18
13.2.7. Onduleur	18
13.2.8. Parafoudre	19
13.2.9. Câblage :	19
13.2.10. Passerelle de communication	19
13.3. DIVERS.....	19
13.4. OPTIONS.....	21
13.4.1. Production à 100% de la toiture	21

13. PHOTOVOLTAIQUES

13.0. GENERALITES

13.0.1. PRESCRIPTIONS GENERALES

Le présent descriptif a pour but de définir les principes des **installations photovoltaïques** à réaliser lors du projet de **Construction d'un immeuble de bureaux à SAINT CYR SUR LOIRE (INDRE ET LOIRE)**.

13.0.1.1. Consistance des travaux

Les prestations du présent lot comprennent notamment :

- Le branchement au réseau de distribution public, pour une autoconsommation collective
- Les liaisons basse tension AC et DC,
- Le circuit de terre et les mises à la terre du système photovoltaïque,
- L'alimentation entre le coffret coupe circuit comptage et le tableau divisionnaire PV
- Le tableau de protections divisionnaire TD PV,
- Les canalisations électriques entre le TD PV et les onduleurs,
- Les onduleurs,
- Les boîtes de jonction DC,
- Les canalisations électriques entre les onduleurs et les panneaux photovoltaïques,
- Les panneaux photovoltaïques,
- Les structures, rails et fixations des panneaux,
- Les travaux divers,
- Les travaux de fin de chantier,
- Les essais, la réception et documents d'autocontrôles.

13.0.1.2. Prestations générales des travaux

Le présent document descriptif a pour objet la définition de l'ensemble des travaux nécessaires à la réalisation des ouvrages.

A la charge du présent lot :

- Les études et la production des plans d'exécution nécessaires à la réalisation des ouvrages
- La fourniture, l'approvisionnement, y compris toutes sujétions de manutention
- L'évacuation de ses propres gravats liés aux travaux
- La réparation des dommages éventuels causés de son fait, sur les travaux des autres corps d'état intervenant sur l'opération
- La participation aux réunions d'études, de chantier et de synthèse
- Les frais liés aux installations de chantier de l'entreprise
- Les essais et le maintien en bon fonctionnement de l'installation pendant la période de garantie
- Les engins et échafaudages nécessaires à l'exécution des prestations du présent lot
- Les trous, percements, scellements, saignées, rebouchage des parois et planchers, les calfeutrements (en restituant le degré coupe feu traversé, acoustique et thermique)
- Le traitement d'apprêt, la peinture de protection et de finition de tous les éléments métalliques entrant dans l'installation
- Les consuels
- La vérification initiale des installations électriques avant mise en service
- Les frais de réception...

Les propositions souscrites pour ce lot tiennent compte de tous les travaux nécessaires à la réalisation, tels qu'ils sont prévus aux diverses pièces du dossier, étant entendu que l'entrepreneur devra assurer leur complet achèvement conformément aux règlements en vigueur.

En conséquence, l'entrepreneur se sera rendu compte des travaux à effectuer, de leur importance, de leur nature, de la disposition des lieux et des conditions d'exécution.

D'une manière générale, tous les travaux, fournitures et prestations divers nécessaires à la parfaite et complète exécution des installations, conformément à la réglementation en vigueur et aux pièces du marché.

Les prix ne pourront être remis en discussion pour aucun motif que ce soit en raison de lacunes ou omissions du CCTP, des plans ou autres documents, ou d'insuffisances de description qu'il serait nécessaire de compléter.

Toute installation non conforme aux réglementations en vigueur et règles de l'art sera refusée.

L'entrepreneur aura à sa charge les frais de percements, de scellements et des raccords nécessaires à ses ouvrages. Il pourra se mettre en accord avec les titulaires des autres corps d'état pour faire réserver, par ceux-ci les percements et passages qui lui seront nécessaires. Il devra également l'enlèvement de tous les gravois provenant de l'exécution de ces travaux, tous les rebouchages et raccords divers seront à la charge du titulaire du présent lot pour tout ce qui concerne la mise en œuvre le concernant.

Sont également à la charge de l'entreprise du présent lot :

Les percements qui n'auraient pas été demandés en temps utile et les calfeutrements avec des matériaux compatibles avec ceux des parois.

Les calfeutrements de toutes les réservations après pose des canalisations.

Aucun changement au projet retenu ne pourra être apporté en cours d'exécution sans l'autorisation expresse du Maître d'Œuvre, les frais résultants des changements non autorisés et toutes leurs conséquences, ainsi que tout travail supplémentaire exécuté sans écrit, seront à la charge de l'Entreprise.

13.0.1.3. Liste des plans et documents

En complément au CCTP, les documents graphiques ont pour but de définir et de préciser les prestations nécessaires pour réaliser le présent projet. Plans courants forts, courants faibles. L'entreprise du présent lot devra avant mise en œuvre des matériels, synthétiser les données auprès des autres corps d'état et tenir compte des dispositions des éléments de construction.

13.0.1.4. Obligations et responsabilités des entreprises

13.0.1.4.1. Généralités

En aucun cas les entreprises ne pourront prétexter que des erreurs, omissions ou mauvaise interprétation du dossier, qui puissent les dispenser d'exécuter tous les travaux ou fassent l'objet d'une demande de supplément de prix nécessaires au complet achèvement des ouvrages projetés.

L'entreprise se doit avoir pris connaissance des travaux à réaliser, des définitions des ouvrages ainsi que conditions d'exécution, apprécié la globalité du projet et estimé ces propres quantités, pour la réalisation des ouvrages.

L'entreprise devra prendre connaissance des CCTP et plans des autres corps d'état pour une parfaite estimation et réalisation des travaux.

En cas d'omission, de divergences ou d'impossibilités techniques de réalisations du projet, l'entreprise se devra, par ses connaissances techniques et professionnelles, y remédier d'office et en avertir obligatoirement le maître d'œuvre avant la remise de son offre.

Aucune incidence financière ne pourra être accordée pour une sous-estimation des difficultés ou dépassements de temps de main d'œuvre, dus au non-respect de cette règle.

13.0.1.4.2. Responsabilités

L'entreprise est responsable jusqu'à réception de ses ouvrages, y compris lors de dégâts éventuels causés par les intempéries (Gel, vent, inondation, etc).

Le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage, se préserve le droit de refuser tout ouvrage exécuté avec des matériaux non conforme aux prescriptions, d'une nature, d'une quantité, d'une provenance différentes de celles acceptées.

13.0.1.4.3. Relation avec les autres corps d'état

L'entreprise devra auprès des autres lots techniques, obtenir les informations nécessaires des puissances ou natures des attentes à fournir.

L'entreprise devra également fournir aux autres corps d'état tous les éléments, renseignements nécessaires au bon déroulement des travaux dont elle dispose, dimensions des réservations, poids des matériels, encombrements, emplacements...

L'entreprise devra communiquer aux autres lots techniques le régime du Neutre, les intensités de court-circuit au point de livraison des différentes attentes mise à disposition.

13.0.1.5. Documents à fournir par l'entreprise

L'entrepreneur sera tenu au cours de la phase préparation de travaux d'établir les études, notes de calculs, plans ainsi que tous documents indispensables à la réalisation des travaux.

Tous les documents d'exécutions devront être réalisés sur support informatique format AUTOCAD.

Aucune modification pourra être apportée au projet décrit dans le présent CCTP et plans joints sans l'autorisation du maître d'œuvre.

Pour toute modification demandée par l'entrepreneur et approuvée par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, l'entrepreneur aura à sa charge toutes les mises à jour des documents d'exécutions et ceci sans frais supplémentaires.

Tout désaccord avec les dimensions des équipements ou avec les conditions climatiques des locaux mis à la disposition de l'entreprise, doit être signalé à la maîtrise d'œuvre avant signature des offres. Dans le cas contraire, l'entrepreneur est réputé avoir accepté les conditions d'implantations prévues.

L'entrepreneur devra fournir dans son offre une note de calcul de la production annuelle escomptée de l'installation en précisant :

- La production annuelle en (KWh/an)
- La production moyenne journalière (KWh/J) mois par mois
- La production mensuelle (KWh/mois) sur l'année
- Une note de calcul du ratio de performance (PR) du générateur photovoltaïque proposé

L'entrepreneur devra également transmettre dans son offre les qualifications requises minimum :

- Quali PV Electricité
- Quali PV Bâtiment
- Les notices techniques descriptives des matériels proposés

13.0.1.5.1. Dossier en cours de chantier

L'entrepreneur sera tenu de remettre les documents suivants, après approbation du marché et dans les délais définis dans le CCAP :

- les plans de mises à la terre, des liaisons équipotentielles principales
- les plans de cheminements des canalisations électriques et chemins de câbles
- les plans d'implantations des équipements fournis, précisant leurs caractéristiques en fonction des influences externes
- les schémas électriques unifilaires des tableaux comportant obligatoirement les borniers et repère de filerie
- les notes de calculs de sections de câbles, de sélectivité, réglage des dispositifs de protection, chute de tension, courants de court-circuit, protection contre les contacts directs et indirects, etc
- les bilans de puissances des installations électriques (installée, foisonnée, etc)
- les synoptiques
- les nomenclatures des matériels
- les documents, schémas, implantations et procès verbaux du système de sécurité incendie
- les fiches d'autocontrôles et Procès Verbaux AQC à la fin des travaux
- les documents devant être transmis au bureau de contrôle (ensemble des points ci-dessus)
- les plans de réservations et incorporations à exécuter et transmettre aux lots Génie civil et Gros œuvre
- les carnets de câbles
- les plans d'implantation des équipements dans les armoires électriques (façades, encombrements)
- les plans avec côtes et hauteur d'implantation des appareillages et chemins de câbles servant à faire une synthèse avec les autres lots techniques

Les plans et schémas seront réalisés informatiquement en DAO sur AUTOCAD format DWG.

Les documents seront obligatoirement remis sur support papier et éventuellement sur CD ou clé USB pendant la phase travaux.

Les zones modifiées sur les plans seront très facilement identifiables par moyen de nuage ou bulle.

Les plans et schémas seront indicés et datés à chaque modification pour envoi ou approbation.

13.0.1.5.2. Dossier des ouvrages exécutés

L'entrepreneur devra remettre au Maître d'ouvrage en 3 exemplaires, après constat d'achèvement et dans un délai définis dans le CCAP, les documents suivants :

- les plans de cheminement des câbles posés (recollement précis des passages)
- les plans d'implantation des équipements installés
- les carnets de câbles
- un synoptique général de la distribution électrique
- une notice de fonctionnement générale et d'exploitation des équipements et matériels
- les schémas électriques unifilaires des tableaux, armoires, coffrets
- les plans d'équipement et façade des tableaux, armoires, coffrets
- les notices techniques des équipements installés
- les notices d'exploitation et d'entretien en français OBLIGATOIRE
- les notes de calculs des installations électriques
- les fiches d'autocontrôles
- les procès verbaux de mise en service, d'essais et vérifications AQC
- les attestations de formation du personnel

Tous ces documents seront transmis sous format papier, puis sur CDROM ou clé USB format DWG, EXCEL, WORD pour les originaux puis copie PDF de l'intégralité.

13.0.1.5.3. Garantie

L'entrepreneur assurera la garantie biennale de l'ensemble de ses installations.

Durant cette période de garantie, les délais en cas d'intervention devront pas excéder 24 heures en cas d'arrêt ou de fonctionnement des installations, empêchant une utilisation normal des locaux et/ou équipements.

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 possibilité de l'étendre à 20 ans (supplément)**
- **Étanchéité et structures : 10 ans**
- **Autres composants : 2 ans**
- **Accessoires électriques : 1 an**
- **Garantie étanchéité (Avis technique CSTB)**
- **L'ensemble panneaux, structures, étanchéités devra être sous avis techniques**

13.0.1.6. Limites de prestations

Les travaux ci-après seront réalisés par les entreprises des corps d'état concernés sous la surveillance de l'entreprise du présent lot.

Lot Gros-Œuvre :

- L'ensemble des tranchées avec lits de sable et grillages avertisseurs pour l'alimentation ENEDIS entre la façade du bâtiment et les chambre de tirage situées à 1 mètre de la façade.

Parois extérieures et structures porteuses intérieures (refend béton, plancher...) :

- Les percements d'un diamètre supérieur au DN100mm des parois extérieures et de la structure intérieure (verticale et horizontale),

Structure et cloisonnement créés :

- Les trous et réservations ainsi que les fourreaux dans les éléments porteurs à créer (poutres, planchers, voiles béton, murs porteurs de façade et de refend) à la condition expresse que les renseignements nécessaires (plans et positionnement comportant emplacement et sections) soient communiqués en temps voulu par le lot Electricité.

Lot Charpente – Ossature bois - bardage :

- Renforcement éventuelle de la charpente sous la structure équipée de panneaux photovoltaïques.
- Relation avec le lot « photovoltaïque » lors de la réalisation de la charpente et les chevrons / voliges nécessaires à la pose des panneaux. Le lot photovoltaïque devra au lot charpente les descentes de charge de l'ensemble support et panneaux photovoltaïque afin de dimensionner la charpente.

Lot Couverture – étanchéité :

- La fourniture et pose d'un bac acier compatible avec la mise en œuvre des panneaux et structure.
- Raccordement entre la couverture et les abergements en périphérie des panneaux photovoltaïques
- Relation avec le lot « photovoltaïque » lors de la réalisation de la couverture et les abergements
- Le lot couverture devra l'étanchéité sous la structure des panneaux par bac acier. Le lot photovoltaïque devra la fourniture de la structure et lot couverture devra la pose de cette structure. De cette façon l'ensemble du système restera sous avis technique obligatoirement. La pose des panneaux est à la charge du lot photovoltaïque.
- La pose sur toiture terrasse des plots par soudage avec réhausse sera assurée par le lot étanchéité (fourniture lot PV)

Lot Menuiseries extérieurs aluminium et menuiserie intérieurs bois :

- Mise en place d'une ventilation naturelle sur la porte du placard technique en face de l'onduleur pour évacuer la chaleur si mise en œuvre des équipements à l'intérieur.

Lot Cloisons sèches – isolation thermique

- Barrières phoniques et/ou coupe-feu, situées dans le plénum, compris découpe et calfeutrement des passages des canalisations.
- Renforts de fixation pour pose des tableaux électriques (TD SG et TD PV)

Lot Electricité – Chauffage – Sécurité incendie

- Installation complète électrique de son lot (éclairage, chemins de câbles, ...),
- Relation et prestations nécessaires avec Orange, ENEDIS, le CONSUEL et l'organisme de contrôle pour son lot (hors photovoltaïque).
- Branchement de chantier provisoire au lot Electricité,
- Fourniture et pose d'une armoire générale de chantier avec prise de terre y compris liaison d'alimentation sous gaine ICT jusqu'au TGBT (raccordement et mise en place de la protection dans le TGBT existant au lot Electricité),
- Alimentation électrique des bungalows, bureaux, vestiaires de chantier,

TOUT CORPS D'ETAT.

Raccordements des appareils de leur fourniture sur les attentes laissées à proximité par l'électricien.

13.0.1.7. PRISE EN COMPTE DE L'ÉTANCHÉITÉ A L'AIR POUR LE RESPECT DE LA RE 2020

Les entreprises sont informées que la présente opération devra respecter la « RE2020 ».

OBJECTIFS ENERGETIQUES

Le bâtiment devra avoir une consommation maximale Cep en kWh_{ep}/ (m² SHON.an) inférieur à la référence pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires de chauffage et ventilation.

L'attention des entreprises est attirée sur le fait que le Maître d'Ouvrage, afin d'ouvrage, afin d'obtenir le niveau de performance RE2020, dans le cadre de la réglementation thermique RE 2020, fera procéder à des mesures d'étanchéité à l'air sur cette opération.

En phase chantier, des mesures par caméra thermographique pourront être réalisées par le maître d'ouvrage et permettront de valider la bonne pose des isolants, le traitement des ponts thermiques et de l'étanchéité à l'air.

Dans le cas où un défaut d'isolation soit constaté, les travaux devront être refaits à la charge du lot concerné.

C'est pourquoi le respect des dispositions techniques et des performances des matériels définis dans le présent document est indispensable et il est demandé à l'entreprise titulaire du présent lot de veiller à les respecter très scrupuleusement.

L'entrepreneur pourra proposer toute solution permettant de conforter cet objectif.

OBJECTIFS SUR L'ETANCHEITE A L'AIR**Le traitement de l'étanchéité à l'air est primordial.**

Le vent exerce sur les façades des pressions qui favorisent les transferts aérauliques entre

l'extérieur et le bâtiment.

Ces transferts se produisent dès que ces pressions ou dépressions sont supérieures à celles engendrées par le système de ventilation. Le renouvellement d'air qui en résulte se superpose donc à celui du système de ventilation mécanique et entraîne des déperditions supplémentaires et aléatoires.

Le bâtiment étant caractérisé par une enveloppe extrêmement performante en termes d'isolation thermique, le renouvellement d'air représente une grande partie des déperditions totales.

Il est donc absolument nécessaire de maîtriser le renouvellement d'air, et de minimiser les infiltrations.

13.0.1.7.1. Saignées, encastresments rebouchages

L'entrepreneur aura à sa charge les saignées et rebouchages pour l'encastrement des canalisations ou appareillages du présent lot. Les scellements et/ou rebouchage de plâtre sur des éléments béton ou matériaux à base de ciment sont interdits. Les raccords d'enduit seront réalisés par un professionnel qualifié.

13.0.1.7.2. Protection coupe-feu

Dans certains locaux, il est réalisé une protection coupe-feu par flockage sur les planchers haut ou écran coupe feu. L'entrepreneur devra réaliser toutes les fixations nécessaires aux équipements avant la réalisation de celui-ci. Dans le cas contraire, l'entreprise aura à sa charge la restitution du degré coupe-feu demandé. L'entrepreneur devra également restituer le degré coupe feu des parois traversées par un calfeutrement avec PV.

13.0.1.7.3. Échantillons

Dans le cas où l'entrepreneur présenterait des matériels dits "Équivalents", celui-ci devra présenter obligatoirement les matériels prescrits au CCTP à titre gracieux.

De plus si le maître d'œuvre ou maître d'ouvrage souhaite prendre connaissance des matériels, l'entreprise devra présenter des échantillons à titre gracieux.

13.0.2. SPECIFICATIONS TECHNIQUES

13.0.2.1. Référence aux normes et règlements

Les matériels et installations seront réalisés conformément aux normes et règlements (édition en vigueur à la date précisée dans les pièces administratives à défaut lors du dépôt du permis de construire) et respecteront notamment :

- les arrêtés relatifs à la protection des travailleurs R.4211 à R.4227, le décret n°2010-1017 du 30 Aout R4215-1 à R4215-17
- le code de la construction et de l'habitation
- les arrêtés et circulaire concernant l'accessibilité des ERP et bâtiment d'habitation
- la réglementation de sécurité contre l'incendie dans les E.R.P
- l'arrêté du 14 Décembre 2011 relatif aux installations d'éclairage de sécurité
- les instructions techniques
- la norme NF C14-100 relative aux installations de branchement basse tension
- la norme NF C15-100 et additifs relative aux installations basse tension
- les guides UTE
- les spécifications techniques particulières au site
- le guide UTE C 15-400, raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution
- les guides UTE C 15-712-1 et UTE C 15-712-2
- le guide EDF/ARD, accès au réseau basse tension pour les installations PV
- les guides de l'ADEME
- les spécifications techniques particulières au site
- UTE C18-510, recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique
- IE C61-723, guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments
- NF EN 61173, protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques de production d'énergie.
- CEI 60364-7-712, installations électriques dans le bâtiment, règles pour les installations et

- emplacements spéciaux, alimentations PV.
- NF EN 61215 (silicium cristallin) pour la qualification de la conception et homologation contre les tempêtes et grêle.
- DIN VDE 0126, spécifications du fonctionnement de l'onduleur - conditions de coupure de l'onduleur
- Cahiers du C.S.T.B.
- Les DTU 43 étanchéité des toitures
- Les DTU 40 couverture
- Les règles de calcul

Liste non exhaustive

13.0.2.2. Pouvoir de coupure

Les appareils utilisés pour la protection des différents circuits, doivent être compatibles avec les courants de court-circuit présumé.

13.0.2.3. Resistance mécanique

Les installations telles que chemins de câbles, jeux de barres, serrurerie, supports, goulotte, etc, doivent être adaptées à leurs fonctions pour ne pas subir de déformation et supporter des surcharges normales.

13.0.2.4. Équilibrage des phases

Le déséquilibre entre les phases ne devra pas excéder 15%.

13.0.2.5. Matériels et conditions de mise en œuvre

Toutes les précautions nécessaires devront être mises en œuvre au cours du chantier, pour assurer leur bon état de conservation (transport, stockage, montage sur chantier).

Les références à des marques d'appareils sont données à titre indicatif, pour fixer le niveau de prestation et le niveau de performances attendu, elles ne sont pas imposées. Le maître d'œuvre ou maître d'ouvrage se réserve le choix des appareils pour des questions techniques et/ou architecturales.

L'entrepreneur devra proposer les matériels (échantillons) à la maîtrise d'œuvre, puis établira un tableau pour approbation des matériels par la maîtrise d'œuvre.

13.0.2.6. Essais, réception

L'entreprise rédige les procès-verbaux d'essais dans lesquels figurent les résultats des mesures effectuées. Les procès-verbaux sont remis au maître d'œuvre et maître d'ouvrage. La non remise des procès-verbaux entraînera le refus de réception des installations.

L'entreprise doit procéder aux autocontrôles techniques de ses installations rédigées sous forme de fiches, qui seront transmises au maître d'œuvre et bureau de contrôle.

Ces essais devront au minimum comprendre les continuités électriques, les essais d'isolement, dispositifs de protections, la vérification de bon fonctionnement, etc.

Liste non exhaustive.

Dans le cas où les contrôles de conformité et les essais révéleraient un élément non conforme ou l'impossibilité d'obtenir toutes les caractéristiques exigées dans le présent document, l'entreprise devra remplacer ou modifier à ses frais et sans augmentation des délais contractuels les pièces ou éléments de l'installation incriminée.

La réception sera prononcée qu'après réception des DOE, procès-verbaux d'essais sans observations ni de non-conformité relevée par le contrôleur technique.

A compter de la date de réception du présent lot, commence la période de garantie (un an de parfait achèvement et deux ans de bon fonctionnement). L'entreprise doit à ses seuls frais effectuer tout renforcement, adjonction, remplacement de matériels ou équipements mal dimensionnés, mal adaptés ou défectueux durant cette période de garantie.

13.0.3. PRINCIPE DE BASE DES CALCULS DU PROJET

13.0.3.1. Alimentation électrique

Nature du courant : 230/400V - 50Hz depuis la colonne montante ENEDIS.

Régime de neutre : TT - Les masses et le neutre reliés à la terre.

L'objectif étant l'autoconsommation collective.

13.0.3.2. Photovoltaïque

Surface d'un panneau photovoltaïque : 2,16 m²

Puissance d'un panneau : 445 Wc

Pour l'intégration des panneaux, l'entrepreneur devra transmettre aux autres corps d'état l'ensemble des détails techniques de l'installation.

En cas d'absence de réseau ENEDIS, les onduleurs ne produisent plus d'électricité et mettent en sécurité le bâtiment.

L'ensemble panneaux photovoltaïque et supports sera obligatoirement sous avis technique (DTU, ATEX, ETN, etc...) valider par le bureau de contrôle de la présente opération. L'ensemble sera validé pendant les phases préparatoires et exécutions, du fait que certains équipements peuvent changer en fonction des améliorations techniques ou de la fabrication.

13.1. DISPOSITIONS PARTICULIERES DES OUVRAGES PHOTOVOLTAIQUES

13.1.1. Installation de chantier

INSTALLATIONS DE SECURITE

L'entrepreneur devra tous les dispositifs de sécurité nécessaires à l'exécution de ses travaux.

L'entreprise titulaire du lot prévoira dans son offre les dispositifs nécessaires de sécurité collective et individuelle pour le montage et le levage.

Tous les règlements d'hygiène et de sécurité en application seront à respecter. L'entreprise fournira les protections collectives à minima suivantes :

- Une ligne de vie sur le faitage du bâtiment
- Les filets de protection
- Platelage provisoire
- Les garde-corps
- L'entreprise tiendra compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.

Le personnel de l'entreprise intervenant sur le chantier sera équipé au minimum des protections individuelles suivantes :

- o Lunettes
- o Casques
- o Gants
- o Chaussures de sécurité
- o Harnais "stop chute"

Le présent lot devra la mise en place des équipements de sécurité ci-dessus jusqu'à la fin du chantier notamment jusqu'à la réception du lot Photovoltaïque.

L'entrepreneur devra tenir compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.

L'entreprise devra se conformer aux recommandations et demandes des Organismes Officiels (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP), du Coordinateur de Sécurité et du Maître d'Œuvre.

Le présent lot devra la vérification de ces installations par un organisme agréé.

13.1.2. Réseau de terre

13.1.2.1. Prise de terre générale

La prise de terre générale sera réalisée par un ceinturage à fond de fouille sur tout le périmètre du bâtiment (lot 12 A électricité courants forts & faibles), réalisé par un conducteur en cuivre nu d'au moins 25mm², en contact avec le sol. Les éléments conducteurs à la construction, tel que les éléments métalliques et les armatures du béton armé devront être relié à la prise de terre générale. Toutes les prises de terre d'un même bâtiment devront être interconnectées (terre fonctionnelle, terre de paratonnerre...). Les valeurs des résistances de prises de terre devront respecter les normes françaises C15-100, C13-100, C13-200, C17-100. Le conducteur en cuivre nu aboutira sous chaque Tableau divisionnaire sur une barrette de coupure.

13.1.2.2. Bornes principales de terre

Sous le tableau PV, une barrette de coupure accessible sera fixée aux points de raccordement de la prise de terre aux lignes principales. Localisation : placard technique.

Les lignes principales seront constituées par de barres méplates ou rondes en cuivre. Les lignes principales seront clairement identifiées.

L'entrepreneur devra raccorder :

- Réalisation des liaisons équipotentielle depuis la barrette de terre en parallèle des chemins de câbles jusqu'à la structure d'intégration des modules par câble cuivre nu 25mm²,
- L'interconnexion de l'arrivée du fond de fouille de l'extension et la barrette de
- Réalisation des liaisons équipotentielle des panneaux photovoltaïque et rail de fixation par tresse 6mm² cuivre nu ou isolé,
- Raccordement de la structure d'intégration des modules, des éléments de la charpente métallique, le coffret de jonction DC, de l'onduleur, des parafoudres AC et DC et du TD PV à par la liaison équipotentielle principale (en parallèle des chemins de câbles),
- Vérification de la mise à la terre de l'ensemble de l'installation photovoltaïque y compris de la structure d'intégration des modules
- La fourniture et la mise en place des tresses de terre sur la structure d'intégration

13.1.2.3. Liaisons équipotentiels principales

Le conducteur de protection sera distribué sur tous les tableaux de distribution. Les liaisons équipotentiels supplémentaires seront reliées à ce conducteur de protection principal.

13.1.2.4. Liaisons équipotentiels secondaires

A partir des tableaux de distribution, la terre sera distribuée aux différents points d'utilisation par l'intermédiaire d'un conducteur de protection dont le cheminement sera parallèle aux conducteurs actifs ou faisant partie du câble d'alimentation multiconducteur.

La section des conducteurs de protection sera conforme à la NFC15-100. De même section que les conducteurs actifs jusqu'à 35mm² et de même nature. De la moitié des conducteurs actifs supérieurs à 35 mm².

13.1.2.5. Mise à la terre des masses métalliques

L'entrepreneur devra réaliser la mise à la terre de toutes les masses métalliques, ou partie conductrice susceptible d'être touchée, normalement isolée des parties actives, mais susceptible d'être mise accidentellement sous tension (ossatures des panneaux, etc) liste non exhaustive.

L'objectif étant de réaliser un ensemble équipotentiel au réseau général de terre réalisé en 6mm² minimum.

13.1.3. Branchement

L'électricité produite par les panneaux photovoltaïques sera à destination d'une autoconsommation collective.

L'origine des installations électriques du système photovoltaïque sera injectée sur la colonne montante ENEDIS.

L'ensemble de la distribution pour le système photovoltaïque sera réalisé depuis le TD PV en terrasse.

13.1.4. Tableau divisionnaire (TD PV)

13.1.4.1. Constitution des tableaux

Le TD PV sera conforme aux différentes normes dont la NF EN 60439-1. Ils seront conçus pour faciliter l'exploitation et la maintenance.

Les tableaux seront réalisés par juxtaposition d'armoires métalliques isolantes, IP66 – IK10, avec porte équipée d'une serrure RONIS 455.

L'appareillage de protection des circuits devra tenir compte du pouvoir de coupure 20kA.

Un compteur sur la production générale.

Une réserve de 30 % sera prévue, pour une éventuelle extension.

L'ossature métallique de l'armoire, l'adjonction d'armoire, les portes, etc. seront raccordées au collecteur de terre. Le collecteur de terre recevra l'ensemble des liaisons équipotentiels de l'armoire et sera relié au circuit général de terre de section appropriée.

L'entrepreneur devra la fourniture, pose & raccordement d'un tableau divisionnaire à savoir :

- TD PV – sur la terrasse

13.1.4.2. Câblage & raccordement

Pour des intensités inférieures à 100A, la distribution sera effectuée par câble multibrins, équipées de cosses serties à chaque extrémité des conducteurs.

Le regroupement de plusieurs conducteurs sertis sur une même cosse ou borne est proscrit. La distribution s'effectuera par barrette de répartition ou directement du jeu de barre.

Les conducteurs de section inférieure ou égale à 6 mm² devront cheminer sous goulotte, en respectant une réserve de 20% dans les goulottes.

Les câbles extérieurs devront être raccordés par l'intermédiaire de bornes de jonction adaptées à la section des conducteurs. Pour les départs de fortes puissances, les raccordements s'effectueront par l'intermédiaire de plage, afin de respecter les rayons de courbure et faciliter l'accès des raccordements.

Dès lors de l'utilisation de câble blindés, les borniers seront équipées de butées pouvant recevoir les barreaux en acier pour le blindage, sur lesquels viendront se loger les étriers de blindage. Les barreaux seront reliés à la terre.

13.1.4.3. Repérage des équipements et étiquetage

Les étiquettes papier ou Dymo sont proscrites.

Tous les appareils que se soit de protection, de commande ou autres seront repérés par un étiquetage sur et durable (dilophane gravée, etc.).

Les barres de cuivre nu de distribution seront repérées de couleur conventionnelle (Neutre en bleu ciel, conducteur de protection Vert/Jaune, PEN bleu et vert/jaune), de façon à éviter toute confusion.

L'ensemble des câbles dans l'armoire seront repérés, les borniers des appareils, des borniers de câbles vers l'extérieur, conformément aux schémas électriques.

Tous les repères seront reportés sur un schéma. Les schémas seront ensuite mis en place dans un porte document sur l'une des portes intérieures de l'armoire.

13.1.4.4. Coupure d'urgence

Conformément au code du travail, chaque armoire doit posséder une coupure d'urgence.

Mise en œuvre de boîtiers rouge équipé de porte vitrée étanche IP66, coup de poing à accrochage, déverrouillage par clé n°850, muni de voyants led Vert et rouge, clairement identifié prévue par le présent lot « coupure photovoltaïque ».

L'entrepreneur devra le raccordement du coup poing agissant sur une bobine à émission placé sur l'interrupteur général du tableau divisionnaire PV.

Le coup de poing sera implanté au RDC, afin de faciliter l'intervention des services de secours et aussi sur l'armoire PV en terrasse.

13.1.5. Distribution

13.1.5.1. Chemins de câbles

Mise en œuvre de chemins de câbles pour :

- les courants forts photovoltaïques

Les chemins de câbles seront dimensionnés de manière à laisser 30% de réserve disponible.

Pour la distribution des courants forts, utilisation de chemins de câbles capotés (voir plan PV01).

Les chemins de câbles, accessoires de fixations, d'éclissage et autres, devront être galvanisé à chaud. Pour les changements de direction ou de niveau, l'entrepreneur devra mettre en place des produits associés manufacturés. Les chemins de câbles seront posés sur des plots en terrasse. Toutes précautions devront être prises pour ne pas endommager les câbles (bord arrondie, rabattu, ébavurage, etc.).

Dès lors que 3 canalisations cheminent ensemble sur le même parcours, il sera mis en place un chemin de câble.

A chaque traversée de cloisons ou plancher, les chemins de câbles seront capotés. Les câbles seront posés à plat en double nappe horizontale.

L'espace entre les supports ne doit pas être supérieur à 2ml, l'entrepreneur devra respecter les données du fabricant. Pour la distribution principale, la pose sera réalisée en échelle ou console.

Les chemins de câbles seront repérés tous les 10ml maximum, à chaque extrémité, à chaque changement de direction, changement de niveau et traversé de plancher et parois. L'étiquetage sera réalisé par un étiquetage sérigraphié, vissées au chemin de câble et visible.

Les chemins de câbles seront mis à la terre tout au long de leur parcours, par l'intermédiaire d'une câblette

de cuivre nu minimum 16mm², vissés sur les chemins de câbles et raccordés dans les armoires électriques.

Sur la façade les canalisations PV seront protégées mécaniquement soit par chemin de câble capoté ou par la mise en place d'un rail oméga, l'ensemble sera en acier galvanisé ou inox.

13.1.5.2. Conduits

Le choix des conduits seront mis en œuvre en fonction des influences externes.

Leurs dimensions devront tenir compte du nombre et de la section des conducteurs en respectant la règle, que la somme des sections totales des conducteurs isolants compris, est au plus égale au tiers de la section intérieure du conduit.

Il sera utilisé plusieurs types de conduit :

- IRL
- ICA
- ICTL
- ICTA
- CSA
- MRL

13.1.6. Canalisations

13.1.6.1. Câbles basse tension de distribution AC-DC

En aucun cas les canalisations ne doivent reposer directement sur le revêtement étanche.

Dans les locaux techniques, réserves, la distribution terminale pourra être effectuée en apparent, sous fourreaux rigides.

L'incorporation des fourreaux dans les ouvrages du Gros Œuvre est à la charge du lot Courants Forts qui devra fournir les fourreaux et se coordonner avec le Gros Œuvre pour leur incorporation. Dans le cas où les incorporations ne seraient pas effectuées à temps ou dans le cas où elles seraient impossibles, le lot Courants Forts aura la charge des saignées nécessaires. Les canalisations secondaires sont réalisées en câbles mono conducteurs ou multiconducteurs dans les séries suivantes :

- U 1000 R2V dans les locaux techniques et dans tout local humide ou présentant des risques mécaniques. Les caractéristiques de ces câbles figurent à l'article 3.9.1 ci-dessus
- HO7 V-U ou R sous conduit isolant pour les parcours encastrés dans les cloisons maçonnerie ou dans les dalles ou dans les plinthes

Caractéristiques :

- tension d'isolement 750V
- isolation PVC
- câble mono-conducteur
- HO7 V-U : âme massive (classe 1)
- HO7 V-R : âme câblée (classe 2)

Conforme à la norme NF C32-201 (CEI 227-3).

13.1.6.2. Mise en œuvre des canalisations électriques

Avant leur mise en service tous les câbles de la distribution principale doivent être contrôlés, en particulier en ce qui concerne la mesure des isollements et les repérages. Les boîtes de jonction sur les parcours entre les points normalement prévus pour leur raccordement ne sont pas admises. Les raccordements imposés par les dérivations des circuits sont effectués dans des boîtes réservées à cet effet et exécutés à l'aide de bornes de raccordement de type anti-cisailant. Ces boîtes sont dissimulées dans des endroits les rendant toutefois accessibles en permanence. Elles comportent le repérage des circuits.

Les repiquages sur les bornes de raccordement propres aux appareils terminaux sont strictement interdits, sauf si les borniers équipés à cet effet. Le degré de coupe-feu des parois traversées est reconstitué lors du calfeutrement.

13.2. EQUIPEMENT DU GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE 40% DE LA TOITURE

13.2.1. Généralités

A la charge du présent marché :

- Les rebouchages des réservations électriques.
- Les études de conception et d'exécution
- Les plans et les schémas unifilaires
- Une nomenclature détaillée des équipements et matériels
- Fourniture la pose et les raccordements électriques des modules photovoltaïques.
- Mettre en place des signalétiques sur l'ensemble de l'installation photovoltaïque conforme à l'avis de la commission centrale de sécurité en date du 07 Février 2013, à savoir :
 - o Un plan schématique de l'installation est apposé à proximité de l'AGCP de production
 - o Le marquage des onduleurs avec la signalétique suivante



- o Le marquage des organes de coupures avec la signalétique ci-contre complétée d'informations relatives à la configuration de l'installation et l'effet de l'organe de coupe



13.2.2. Modules photovoltaïques

L'entrepreneur devra la fourniture, pose et raccordement des modules photovoltaïques de technologie type silicium mono cristallin noir sur fond et cadre aluminium anodisé. L'aspect extérieur des modules devra respecter l'aspect architectural en rapport le projet. L'entrepreneur devra prendre toute disposition nécessaire pour intégrer les éléments de façon à minimiser la vue des canalisations ou éléments du système photovoltaïque. L'entrepreneur devra l'ossature, cadre, étanchéité, quincaillerie pour la mise en œuvre sur la toiture, plots, réhausse, bloqueurs de réhausse, étriers.

L'entrepreneur devra la fourniture et la pose des modules photovoltaïques, sur l'ensemble des pans exposés au sud y compris tous les raccordements et équipements nécessaires au fonctionnement du système. Les modules seront tous orientés dans la même direction (Sud) et incliné.

Un plan d'implantation devra être réalisé avant exécution par l'entreprise, chaque module devra faire l'objet d'un contrôle qualité et devra avoir une fiche numérotée de test performance.

Les liaisons électriques seront effectuées à l'aide de connecteurs rapides avec détrompeurs facilement démontables équipant les modules pré-équipés.

Le système sera composé de modules photovoltaïques utilisant la technologie des cellules silicium monocristallines ou polycristalline avec un rendement minimum de 445 Wc.

La pose des modules sera de type « portrait » voir plan PV01 sur toiture terrasse.

CARACTÉRISTIQUES :

- Puissance nominale (Pmax) : 445 Wc
- Tolérance puissance : - 0 /+ 5 %

- garantie produits : 20 ans
- garantie de performance : 90 % de la puissance : 10 ans
- garantie de performance : 80 % de la puissance : 25ans

CONTRAINTES PHYSIQUES :

- Températures de fonctionnement et de stockage de - 40 °C à + 85 °C

SPÉCIFICATIONS MÉCANIQUES :

- Dimensions (mm) : 1762 x 1134 x 30
- Poids net (Kg) : 22
- 3 diodes by-pass
- Construction : face avant : verre trempé (EN12150)
- Connecteurs : Multibrins cuivre 4mm²

SPÉCIFICATIONS ELECTRIQUES :

- Voltage à Pmax (Vmp) : 32,81V
- Courant à Pmax (Imp) : 13,41 A
- Intensité de court-circuit (Isc) : 13,86 A
- Voltage de circuit ouvert (Voc) : 39,38 V
- Coefficient de température à Isc : +0,04 % / °C
- Coefficient de température à Voc : -0,31 % / °C
- Coefficient de température à Pmax : -0,41 % / °C
- Voltage maximum admissible : 1000 V
- NOCT (Air 20 °C; irradiation 0,8 Kw/m2, vent 1m/s) : 45°C

13.2.3. Production à 40% de la toiture

La réglementation impose 30% de la toiture et le calcul RE2020 nous fait augmenter la surface de production à environ 40% de la toiture.

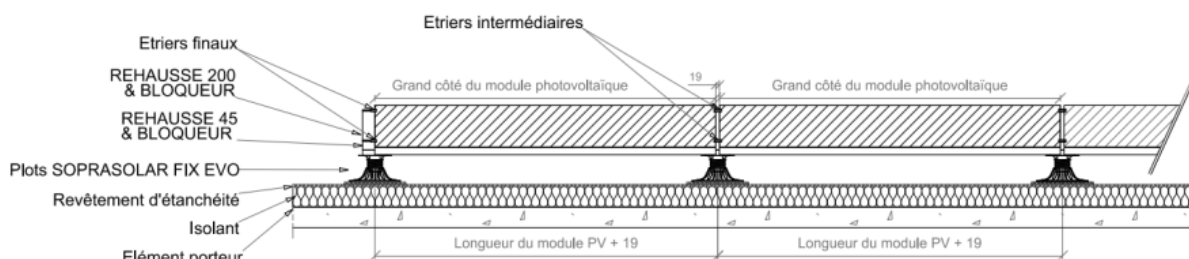
La puissance totale capteur sera de 37 380 Wc afin de respecter la surface réglementaire RE2020 à exploiter sur la terrasse pour 84 PV

Référence : Jinko solar pour la base de calcul.

13.2.4. Structure pour la fixation et pose des modules en toiture

Travaux à prévoir :

- La définition des différents calepinages possibles des modules photovoltaïques,
- Fourniture au lot couverture/étanchéité des plot (plot, réhausse, etc..) pour la pose suivant l'avis technique sur le procédé en surimposition des panneaux photovoltaïques sur la toiture. Le système d'intégration sera sous avis technique du CSTB et sera dans la liste des systèmes validés par le CEIAB.
- Le système comprendra :
- La structure sera posée sur la toiture. L'ensemble des travaux aura été au préalable validée par un bureau de contrôle.
- Etanchéité garantie par la décennale du fabricant
- Fourniture et pose de l'ossature/profilé secondaire
- Le présent lot devra prévoir dans son offre le contrôle des installations de sécurité par un organisme agréé.
- Toutes les précautions seront prises pour assurer la libre dilatation des capteurs photovoltaïques. Outre l'avis technique concernant les châssis support des capteurs et leur fixation sur l'ossature, l'entreprise devra fournir une note de calculs détaillée justifiant la solidité de l'ouvrage en fonction des conditions climatiques.
- Toutes finitions, compris interventions en coordination avec le lot couverture/étanchéité



Caractéristique de la structure :

- Fixation sur plot SOPRASOLAR FIX EVO et REHAUSSE 200/45 & bloqueur
- Matériau en acier Magnelis ou Z600
- Traitement anticorrosion
- Visserie, étriers, zinguée ou inox
- Mise à la terre

Nota :

- Mise en œuvre selon prescriptions DTU, avis technique du fabricant et avis du couvreur
- Le présent lot se mettra en relation avec le titulaire du lot charpente/couverture afin de réaliser un plan précis et détaillé de charpente/toiture, avec notamment la réalisation des chevrons nécessaires à la pose des capteurs et les sujétions de pose, des raccordements avec la toiture pour tous les abergements, le poids, ... et pour présence d'assistance technique lors de la réalisation de la charpente/couverture pour la mise en place des panneaux photovoltaïques.
- Le présent lot devra l'assistance technique lors de la réalisation de la charpente/volige pour la mise en place des panneaux
- Position, type de modules et quantité des panneaux à ajuster en fonction de l'ensemble des paramètres afin d'obtenir le maximum de puissance crête.

13.2.5. Etanchéité

La couverture que constituent les capteurs solaires ainsi que les abergements périphériques doivent assurer une étanchéité parfaite du bâtiment et respecter les règlements « neige et vent » en vigueur au lieu d'implantation et elle comportera les adaptations nécessaires aux passages des câbles. Les panneaux devront être sous avis technique CSTB et mis en œuvre dans les conditions de AT pour garantir l'étanchéité.

L'adjudicataire du présent lot veillera à ce que les eaux pluviales soient correctement évacuées des panneaux photovoltaïques et / ou de la structure d'intégration. En particulier, il veillera à ce que les câbles et les équipements ne gênent pas les écoulements et ne soient pas source d'accumulation de déchets.

L'étanchéité entre la couverture bac acier et les abergements périphériques sont à la charge du lot couverture par le recouvrement des abergements et toutes autres étanchéités nécessaires au parfait achèvement.

13.2.6. Liaisons équipotentielle

- Réalisation des liaisons équipotentielles des panneaux photovoltaïque et rail de fixation par tresse 6mm² cuivre nu ou isolé,
- Raccordement de la structure d'intégration des modules, des éléments de la charpente métallique, le coffret de jonction DC, de l'onduleur, des parafoudres AC et DC et du TD PV à par la liaison équipotentielle principale (en parallèle des chemins de câbles),
- Vérification de la mise à la terre de l'ensemble de l'installation photovoltaïque y compris de la structure d'intégration des modules

13.2.7. Onduleur

L'entrepreneur, devra la fourniture, pose et raccordement des onduleurs nécessaire à la transformation de l'énergie DC en AC monophasé/Triphasé.

L'onduleur devra délivrer une onde sinusoïdale, permettant le raccordement au réseau de distribution le cas échéant. Ils devront satisfaire aux normes d'ENEDIS afin de permettre l'injection d'un signal et la déconnexion en toute sécurité en base de production sur autoconsommation.

Cette prestation inclue le dimensionnement des installations, des compteurs, dispositifs de protections et sectionnement, de la distribution jusqu'à l'aval des modules photovoltaïques.

L'onduleur sera adapté à l'installation et devra :

- La synchronisation avec le réseau
- Le déclenchement automatique en cas de défaut ou de panne réseau
- L'enclenchement et déclenchement automatiques ou manuel de l'installation
- Un taux de distorsion très faible
- Supporter les perturbations électromagnétiques
- Un rendement élevé
- Une mise en œuvre à l'extérieur IP65

Caractéristiques des onduleurs :

- Tension de sortie 230V/410V à +/-5%
- Fréquence 50Hz à +/-5%
- Facteur de puissance > 98%
- Consommation d'électricité de nuit < 50mW
- Refroidissement ventilateur
- Température de fonctionnement -40°C à +60°C
- Indice de protection IP67
- Onduleur référence Sunny tripower de chez SMA ou équivalent implantation sur la terrasse

Le présent lot devra des optimiseurs de puissance avec la coupure DC intégré ainsi que la coupure automatique lors de la déconnexion du réseau AC.

L'entrepreneur devra les supports de fixation nécessaire pour la mise en place des onduleurs.

L'onduleur devra être conforme à la norme VDE-0126-1-1, qui a pour objectif le découplage du réseau :

- Pour éviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut
- Pour éviter d'alimenter les autres installations raccordées au réseau à une tension ou fréquence anormale
- Permettre le ré-enclenchement automatique des ouvrages du réseau
- Permettre le découplage du réseau dès le déclenchement de la coupure d'urgence photovoltaïque pompier

13.2.8. Parafoudre

L'entrepreneur, devra la mise en œuvre de parafoudre AC et DC de type II compris dispositifs de protection avec Icc <20 kA soit en amont et en aval de l'onduleur.

13.2.9. Câblage :

Liaison filaire par une canalisation électrique muni de connecteur étanche, de façon à permettre l'interconnexion en parallèle des onduleurs formant ainsi une branche.

L'une des extrémités de la branche aboutira dans une boîte de connexion étanche implantée en sous face de la volige, l'autre extrémité sera obturée par l'intermédiaire d'un embout de terminaison spécifique.

La pénétration du câble dans le bâtiment sera réalisée par l'intermédiaire d'un tube. Le cheminement du câble entre la pénétration et la boîte de jonction sera réalisé par une cornière en aluminium fixé sur le chevron.

13.2.10. Passerelle de communication

L'entrepreneur devra la fourniture, pose et raccordement de la passerelle de communication (sauf si intégré à l'onduleur) et programmation. Le présent lot devra les liaisons entre chaque onduleur et les prises RJ45 en terrasse.

Le système devra être compatible avec le système de communication de la GTB, ouvert, sans mot de passe.

Le système permet au travers du logiciel de surveillance et d'analyse, de recueillir des données sur la production d'énergie et les performances de l'onduleur puis modules des panneaux photovoltaïques.

La passerelle est obligatoire pour la mise en service de l'onduleur.

L'entrepreneur devra :

- la programmation du système photovoltaïque complet
- mise en service
- formation du personnel

Essais, mise en service complet.

13.3. DIVERS

- Enlèvement de tous les gravats et nettoyage du chantier
- Percements, rabouillage, scellements, plâtre, ciment, colliers, raccords, supports, fixations, mastic, étanchéité, mousse coupe-feu etc.
- Nettoyage des modules photovoltaïques avant la mise en service du générateur avec jet d'eau
- PV d'essais et de mise en service du générateur photovoltaïque (maintien des modules, mises à la terre, mesures des tensions et courants : en amont de l'onduleur, en aval de l'onduleur, aux 2 entrées du coffret DC...)
- Les PV de classement des matériaux et matériels installés
- Repérage de tous les circuits

- Ensemble des documents demandés dans les pièces contractuelles (notices, plans, schémas, DOE, DIUO, etc.).
- Les consignes d'entretien les instructions pour le diagnostic des pannes courantes.

13.4. OPTIONS

13.4.1. Production à 100% de la toiture

La réglementation impose 30% de la toiture et le calcul RE2020 nous fait augmenter la surface de production à environ 40% de la toiture. Pour l'option le maître d'ouvrage souhaite une optimisation de la surface de la toiture à 100% de la toiture.

La puissance totale capteur sera de 95 230 Wc à exploiter sur la terrasse pour 214 PV

Référence : Jinko solar pour la base de calcul.

Le présent lot devra dans cette option, **la plus-value pour l'ajout de 130 PV** par rapport à la production de base 40% de la toiture et tenir compte du dimensionnement :

- Du raccordement sur la colonne montante
- TD PV pour 100%
- La distribution
- Les canalisations
- La structure
- Les liaisons équipotentielles
- Les onduleurs
- Les passerelles
- Mise en service

La pose des modules sera de type « portrait » voir plan PV02 sur toiture terrasse.