

TRAVAUX DE RÉFECTION ET
D'ISOLATION DES TOITURES
TERRASSES DE LA CPAM MEUSE

DCE

PROJET / CCTP
LOT 03 / PHOTOVOLTAÏQUE

GROUPE ACANTHE ARCHITECTES – BET SETECBA
/
CPAM DE LA MEUSE

15 NOVEMBRE 2024 / INDICE 0

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

SOMMAIRE

1. PRESCRIPTIONS GENERALES.....	3
1.1 - Objet.....	3
1.2 - Obligations à la charge de l'entreprise.....	3
1.3 - Caractéristiques des appareillages et matériaux.....	4
1.4 - Règles techniques liées à la mise en oeuvre.....	4
1.5 - Garanties sur le matériel et les installations	5
1.6 - Travaux et fournitures annexes aux chantiers	5
1.7 - Certification des produits.....	6
2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES.....	7
2.1 - Base de calcul du projet.....	7
3. INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES.....	9
3.1 - Principe du projet	9
3.2 - Branchement au réseau.....	9
3.3 - Prise de terre, liaisons équipotentiels et protections foudres.....	9
3.4 - Coffrets électriques générateurs solaires	10
3.5 - Installations photovoltaïques	11
3.6 - Contrôle, Essais, réglages, dossiers techniques	17

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

PRESENTATION DU PROJET

Le présent C.C.T.P. a pour objet de définir les généralités, la nature des travaux, les conditions de mise en œuvre et les travaux annexes à réaliser au titre du LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE pour l'opération :

Travaux de réfection et d'isolation des toitures terrasses
au siège social de la CPAM de la Meuse (55)
55000 BAR LE DUC

Maître d'Ouvrage : CPAM de la Meuse
1 Rue de Polval
55000 BAR-LE-DUC

Bureau de contrôle : ALPES CONTROLES
3 Allée des tilleuls LOT 13C
54180 HEILLECOURT

Coordonnateur SPS : BTP CONSULTANTS
Immeuble First Piazza
92b, bd de la Solidarité
57070 METZ

Le présent C.C.T.P. ne peut être dissocié des autres C.C.T.P. des différents lots qui contribuent à la réalisation de l'ensemble de la construction.

L'entrepreneur se reportera donc à ces autres C.C.T.P. aux prescriptions communes à tous les lots, qui définissent les prestations des autres lots afin de parfaitement cerner ses propres prestations.

Les prestations à charge du présent lot comprennent tous les travaux décrits ainsi que les travaux annexes et accessoires nécessaires à la finition complète et parfaite de l'œuvre dans le cadre des pièces contractuelles et de la réglementation en vigueur

Le C.C.T.P. a pour objet de définir les travaux et leur mode d'exécution, il n'a aucun caractère limitatif.

En conséquence, il demeure contractuellement convenu que moyennant le prix porté sur l'acte d'engagement ou servant de base au marché, l'entrepreneur devra l'intégralité des travaux nécessaires au complet et parfait achèvement des ouvrages de son lot, en conformité avec les plans et avec la réglementation et les normes contractuellement réputées connues.

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

1. PRESCRIPTIONS GENERALES

1.1 - OBJET

Le présent document a pour objet de définir la nature des travaux, les conditions de mise en œuvre et travaux annexes et accessoires à fournir au titre du lot N°03 PHOTOVOLTAÏQUE à réaliser dans le cadre de l'opération :

Travaux de réfection et d'isolation des toitures terrasses au siège social de la CPAM de la Meuse (55) 55000 BAR LE DUC

1.2 - OBLIGATIONS A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

Les propositions se rapportant à l'exécution des travaux d'installations photovoltaïques remises par l'Entrepreneur, doivent être établies en conformité avec les normes et règlements en vigueur étant entendu que l'Entrepreneur s'est informé de l'ensemble des travaux, de leur importance, de leur nature et qu'il a suppléé par ses connaissances techniques et professionnelles aux détails qui pourraient être omis sur les plans et devis descriptif.

L'entrepreneur est tenu d'établir sa proposition conformément au présent dossier d'appel d'offres.

D'une façon générale, l'entrepreneur ne pourra invoquer une omission non signalée, ni une mauvaise interprétation des documents, pour refuser de fournir ou de monter tout dispositif permettant le bon fonctionnement des installations. Toute anomalie constatée devra être aussitôt signalée au Maître d'Œuvre.

Les caractéristiques indiquées dans les articles qui suivent sont établies pour préciser ce que l'on désire et constituent des prestations minimales. L'installateur reste seul responsable des qualités et du rendement de ses installations. Il est bien entendu que les éléments du présent document n'ont pas un caractère limitatif.

L'entrepreneur du présent lot doit des installations complètement terminées et ceci, dans tous détails, exécutés selon les règles de l'art. Il vérifiera sous sa propre responsabilité les opérations décrites au CCTP, et les complètera par tous moyens à sa convenance.

Dans un même esprit, l'entrepreneur du présent lot devra vérifier les quantités de matériel prévus au devis quantitatif, celui-ci étant établi à titre indicatif et devant servir de comparaison entre les différentes soumissions.

Au moment de la remise de son offre, l'entrepreneur devra avoir une parfaite connaissance des conditions de raccordement.

Le prix forfaitaire auquel les installations sont traitées ne peut, en aucun cas, être majoré en vue d'améliorer les conditions de satisfaction, par rapport à l'exploitation de ces installations ou à leur conformité aux prescriptions réglementaires.

L'entrepreneur est responsable et doit la réparation des dommages de toutes natures pouvant résulter de l'installation de son matériel. Il est seul responsable de tout accident aux personnes et aux biens.

L'entrepreneur du présent lot devra assurer une parfaite coordination avec les autres entreprises de manière à assurer une exécution correcte des ouvrages.

Les marques et types indiqués dans le présent document n'ont pas un caractère d'obligation. L'entrepreneur peut proposer d'autres marques et types à condition que les caractéristiques techniques et performances soient équivalentes aux matériels cités dans le présent document.

Toutes modifications de marque ou type devront être indiquées à la remise de l'offre. Sans modifications indiquées clairement dans l'offre, il sera considéré que le matériel prévu dans le présent CCTP sera installé par l'entreprise.

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

NOTA : si l'ensemble du matériel installé ne provient pas du constructeur indiqué dans le présent document, l'installateur, du fait de la remise de son offre, reste tenu responsable d'un mauvais fonctionnement qui peut résulter d'un assemblage de pièces de mauvaise qualité ou mal adaptées.

1.3 - CARACTERISTIQUES DES APPAREILLAGES ET MATERIAUX

Les marques et types d'appareils, produits ou matériaux mentionnés au présent descriptif-quantitatif sont donnés à titre indicatif pour faciliter le chiffrage des travaux par les entreprises. Tout autre matériel peut être proposé par le soumissionnaire à condition qu'il soit techniquement et esthétiquement équivalent au matériel décrit.

Le soumissionnaire devra indiquer dans son "Mémoire justificatif des travaux" obligatoirement annexé à son offre, les marques et types des matériels qu'il propose. Toute proposition dont les caractéristiques techniques ne seraient pas conformes au présent descriptif ou qui seraient trop imprécises pour vérifier l'équivalence aux matériels décrits, sera rejetée.

Aucune modification concernant le matériel ne sera acceptée après la signature du marché sans l'accord écrit du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.

Dans la sélection des matériaux et équipements employés, l'entreprise du présent lot s'efforcera de proposer des produits à haute performance énergétiques, recyclables, incorporant peu d'énergie grise et dont la mise en œuvre permet d'améliorer la qualité environnementale de l'ouvrage et de réduire les nuisances de chantier.

1.4 - REGLES TECHNIQUES LIEES A LA MISE EN OEUVRE

Le bâtiment est considéré comme un Établissement Recevant du Public de type X – 3^{ème} catégorie.

Lors de la réalisation des installations, l'entrepreneur devra se conformer aux lois, règlements, normes et DTU en vigueur au moment de l'exécution des travaux et notamment (liste non exhaustive) :

- NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension
- NF C 14-100 : Installation de branchement à basse tension
- NF C 18-510 : Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique
- NF C 17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
- DIN VDE 0126-1-1 : Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension
- NF EN 61730-1 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1 : exigences pour la construction
- NF EN 61730-2 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2 : exigences pour les essais
- NF EN 61215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation
- NF EN 61646 : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation
- NF EN 50521 : Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais
- Guide de rédaction des descriptifs de travaux 5 Guide édité sous l'égide d'IT-FFB, mandaté par le GMPV-FFB (Groupement des métiers du photovoltaïque de la Fédération Française du Bâtiment)
- NF EN 50380 : Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques
- Guide UTE C 15-712-1 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution
- Guide UTE C 15-712-2 : Installations photovoltaïques autonomes non raccordées au réseau public de distribution avec stockage par batterie

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- Guide UTE C 61-740-52 : Principes de choix et d'application – Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques
- Guide « Installations solaires photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution et inférieures ou égales à 250 kV » édité dans les cahiers pratiques de l'association Promotelec.
- DTU des métiers concernés par la mise en œuvre d'installations photovoltaïques dans l'enveloppe du bâtiment, c'est-à-dire notamment les séries :
 - . DTU 31 (Construction en bois)
 - . DTU 32 (Construction métallique)
 - . DTU 33 (Façades rideaux)
 - . DTU 36 et 37 (Menuiserie)
 - . DTU 39 (Miroiterie – Vitrerie)
 - . DTU 40 (Couverture)
 - . DTU 43 (Étanchéité)
- NF EN 1991-1-3/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige
- NF EN 1991-1-4/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent
- NF P 78-116 : Verre dans la construction/Modules photovoltaïques incorporés au bâti/ Dimensionnement en toiture
- NF EN 1998-1 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments

1.5 - GARANTIES SUR LE MATERIEL ET LES INSTALLATIONS

Les entrepreneurs garantiront à compter du jour de la réception des travaux :

- Le matériel installé pendant une durée minimale de 1 an
- Le bon fonctionnement des installations pendant une durée minimale de 2 ans ;
- Les installations ou parties d'installations encastrées et participant au clôt et couvert pendant une durée de 10 ans.
- La garantie décennale d'étanchéité des modules photovoltaïques fera l'objet d'une attestation spécifique conjointe de l'assureur du fabricant de panneau et de l'assureur de l'entreprise qui les pose.

1.6 - TRAVAUX ET FOURNITURES ANNEXES AUX CHANTIERS

Les prestations dues et chiffrées par l'entreprise comprennent :

❑ Avant la remise des offres

- La lecture exhaustive des pièces écrites et plans annexés au dossier d'appel d'offre
- La vérification des métrés et concordances entre plans, descriptifs et quantitatifs
- La reconnaissance des lieux, terrains d'implantation

❑ Avant le commencement des travaux

- La fourniture au maître d'œuvre, pour accord, des plans ou compléments de plans ou observations concernant :
 - . Les plans de détails d'exécution des ouvrages,
 - . Les plans de détails d'implantation des matériels et appareillages,
 - . Les notices techniques détaillées des matériels et matériaux employés avec fiches de performances ;
 - . Les schémas d'armoires, coffrets et tableaux électriques

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- La fourniture au maître d'œuvre, pour approbation par l'ingénieur structure, des dimensions et emplacement des réservations nécessaires aux passages des canalisations du présent lot
- La fourniture, le cas échéant, de son plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)

□ Pendant les travaux :

- Le chantier est soumis à l'application des articles R238-40 et R238-45 du code du travail (Décret 94-1159 du 26 décembre 1994).
- La dépose et la repose des éléments susceptibles de gêner les interventions ou de subir des dégradations irréversibles du fait des travaux exécutés par le présent lot, la remise en état des éléments ou le dédommagement des autres corps d'état en cas de dégradation
- Les raccordements provisoires des installations qui doivent être maintenues sous-tension pendant les travaux ;
- La fourniture en temps utile des renseignements nécessaires à la coordination avec les autres corps d'état
- La fourniture, le transport et la mise en œuvre du matériel nécessaire à la réalisation complète des travaux dans le respect total des normes et règlements d'hygiène et de sécurité
- La réception des fouilles, percements ou supports réalisés par les autres corps d'état^[1] les fourreaux et gaines propres à son lot et la pose en temps utile des câbles de terre en fond de fouille, des fourreaux et boîtiers encastrés dans les bétons et les maçonneries
- Les percements de toutes tailles, les scellements, les supports, les consoles, les colliers de fixation, les chemins de câbles, les gaines, les fourreaux pour traversées de murs, cloisons et planchers
- Les bouchages des trous et scellements concernant son lot, quelle que soit leur taille
- Les bourrages des saignées et redressement d'enduit, réalisés dans les mêmes matériaux que la paroi ou l'enduit existant
- Le nettoyage du chantier, l'enlèvement et la mise en décharge des gravats, le tri sélectif des déchets et emballages après chaque intervention
- Les démarches nécessaires auprès des organismes distributeurs d'énergie et gestionnaires de réseaux publics pour que les installations photovoltaïques soient raccordées et en service dès la réception des travaux.

□ En fin de travaux

- La fourniture et la pose de plaques ou étiquettes indélébiles et indécollables désignant les différents circuits électriques, les repères et étiquettes (écrites en clair et en français) sur et dans les coffrets électriques
- Les essais réglages et toutes les prestations préalables à la réception (détail au dernier paragraphe du présent descriptif).

Les frais de certificat par un organisme agréé (CONSUEL) pour la mise en électricité des installations sont à la charge de l'entreprise du présent lot.

1.7 - CERTIFICATION DES PRODUITS

Tous les produits utilisés pour cette installation doivent être obligatoirement certifiés par un organisme agréé par l'état.

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

2.1 - BASE DE CALCUL DU PROJET

2.1.1 - LE LIEU

Projet	CPAM DE LA MEUSE Travaux de réfection et d'isolation des toitures terrasses au siège social de la CPAM de la Meuse à BAR LE DUC
Station météo :	BAR LE DUC
Latitude :	48°77

2.1.2 - LES CAPTEURS

Marque / nom :	SUNPOWER / SPR-MAX3-400-COM – 400W
Type capteur / position :	Cellule monocristallin
Dimension :	1690 x 1046 x 40 mm
Surface panneau :	1,768 m²
Puissance crête :	400 Wc
Tolérance positive :	0 / +5 Wc
Garantie de puissance :	90% sur 25 ans
Poids :	19,0 kg
Rendement surfacique :	22,6 %
Rendement onduleur :	95,0 %
Avis technique intégration bâti :	Oui / Marque SOLARDIS / Système SOPRASOLAR FIX EVO TILT BETON

2.1.3 - PERFORMANCE INSTALLATIONS

Coefficient de perte estimé :	Cp 87 % (Onduleur, Salissure, perte réseau, chute tension, etc.)
-------------------------------	--

2.1.4 - LE PROJET PHOTOVOLTAÏQUE

Orientation / Sud	Or	0 °
Inclinaison / horizontal	i	10°
Nombre panneau	n	74
Surface utile	S	131 m²
Puissance crête installée	Pc	29,60 kWc

2.1.5 - LES FORMULES DE CALCUL

Energie produite (kWh / jour) : $Epj = Ne \times Pc \times Cp$

- Ne = Heure équivalente à rayonnement solaire de 1000W / m² sur la journée (en h)
- Pc = Puissance crête installée (en kWc)
- Cp = Coefficient de perte

Heure équivalente (h / jour): $Ne = Esol / 1000$

- Esol = Energie solaire reçue sur le plan des capteurs (Wh / m².jour)

Energie produite (kWh / mois) : $Epm = Nb \text{ de jour} \times Ne \times Pc \times Cp$

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

2.1.6 - CALCUL DE LA PRODUCTION D'ENERGIE

PRODUCTION	Nb jour	Esol (Wh / m ² .jour)	Ne (h / jour)	Pc (kWc)	Cp (%)	Epm (kWh / mois)
Janvier	31	880	0,9	29,600	0,87	718
Février	28	1620	1,7	29,600	0,87	1226
Mars	31	2741	2,8	29,600	0,87	2235
Avril	30	4102	4,2	29,600	0,87	3245
Mai	31	4765	4,8	29,600	0,87	3832
Juin	30	5288	5,3	29,600	0,87	4095
Juillet	31	5247	5,3	29,600	0,87	4231
Août	31	4743	4,8	29,600	0,87	3832
Septembre	30	3410	3,5	29,600	0,87	2704
Octobre	31	2115	2,2	29,600	0,87	1756
Novembre	30	1178	1,2	29,600	0,87	927
Décembre	31	694	0,7	29,600	0,87	559

Total énergie produite estimée par an

Calcul =	29360	(kWh / an)
Correction / Logiciel AutoCalSol =	28169	(kWh / an)
Productivité	952	(kWh / kWc.an)

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

3. INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

3.1 - PRINCIPE DU PROJET

Objectif minimal de l'entreprise :

- Puissance crête installée = 29,60 kWc
- Production annuelle d'énergie électrique = 28 170 kWh / an (la première année)

Le mode de pose retenu pour le champ de capteurs est du type intégré au bâti en toiture :

- Système SOPRASOLAR FIX EVO TILT BETON de chez SOLARDIS ou équivalent approuvé
- Associé à des panneaux PR-MAX3-400-COM– 400W de chez SUNPOWER, ou équivalent approuvé

Les équipements techniques photovoltaïque sont implantés en toiture du R+6 du bâtiment.

L'installation est de type Autoconsommation pour une puissance d'une puissance comprise entre 9 et 36kWc.

Nota : L'installation pourra évoluer vers un type autoconsommation avec revente de surplus à EDF OA (disposition à confirmer par le Maître d'Ouvrage en phase de préparation de chantier).

3.2 - BRANCHEMENT AU RESEAU

La demande de proposition de raccordement au réseau électrique sera effectuée auprès d'ENEDIS par le Maître d'Ouvrage.

Le dossier technique et administratif demandé par ENEDIS sera constitué par le titulaire du présent lot qui devra fournir à chaque étape de la procédure de raccordement tous les éléments nécessaires.

Le présent lot devra faire approuver le principe et le matériel de distribution utilisé, par les services de raccordements d'ENEDIS.

L'énergie électrique produite par les capteurs photovoltaïques sera autoconsommée :

- Nature du courant : 400 V, 50 Hz
- Point de raccordement : Aval du disjoncteur abonné / Tableau Général Basse Tension
- Régime de neutre : schéma TT

Le compteur abonné ENEDIS est de type BT > 36 kVA - Segment C4 et permettra de comptabiliser le surplus d'énergie réinjectée sur le réseau BT de distribution publique.

Le point de raccordement de la réinjection de la production photovoltaïque sera réalisé en aval du disjoncteur général abonné ENEDIS, dans le Tableau Général Basse Tension avec disjoncteur de protection 4x63A – Diff 300mA.

La liaison entre le coffret BT-AC de l'onduleur photovoltaïque et Tableau Général Basse Tension sera réalisée en câble cuivre type U1000R2V 5G25 mm².

Dans l'emprise du bâtiment, les câbles de branchement seront posés sous fourreau NPI (non-propagateur d'incendie) de type ICT6 APE.

Position

Local TGBT

3.3 - PRISE DE TERRE, LIAISONS EQUIPOTENTIELLES ET PROTECTIONS FOUDES

3.3.1 - MISE À LA TERRE DU GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

Une prise de terre commune de résistance inférieure à 10 ohms sera réalisée pour les installations électriques et pour la mise à terre du générateur photovoltaïque.

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

Les parties métalliques du générateur seront mise à la terre suivant les dispositions suivantes :

- Mise à la terre commune des cadres métalliques des modules ainsi que des structures du support par conducteur de section de 6mm²
- Régime de neutre TT (vu coté réseau) en aval de l'onduleur
- Mise en place de disjoncteur différentiel résiduel 30 mA en sortie d'onduleur (ou module différentiel intégré à l'onduleur).
- Mise à la terre par liaison courte des parafoudres de protection des installations en courant continu
- Mise à la terre par liaison courte des parafoudres de protection des installations en courant alternatif

3.3.2 - PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

Les installations seront réalisées en respectant les normes se rapportant aux surtensions et à la foudre applicables aux installations basse tension.

Le générateur photovoltaïque sera protégé par les effets directs et induits liés à un impact de foudre.

L'installateur fournira et posera les parafoudres nécessaires côté DC et AC selon la définition du fabricant, en fonction de la configuration précise de la présente installation.

3.3.3 - PROTECTION DE DÉCOUPLAGE

Conformément à l'article 14 du décret 2003-229 du 13 mars 2003 et à l'article 12 de l'arrêté du 17 mars 2003, l'installation de production sera équipée d'un système de découplage.

L'installation de production sera équipée d'un dispositif de protection destiné à le séparer du réseau public de distribution en cas de défaut sur le réseau. Ce dispositif pourra être intégré à l'onduleur d'injection sur le réseau selon la norme DIN VDE 0126.

3.4 - COFFRETS ELECTRIQUES GENERATEURS SOLAIRES

3.4.1 - COFFRET ÉLECTRIQUE TBT- DC

Le coffret électrique BT-DC sera intégré dans le coffret onduleur. Il permettra le raccordement des chaînes de panneaux PV à l'onduleur.

Ce coffret comprendra :

- Les interrupteurs/sectionneurs DC avec déclencheur à émission
- Les coupe-circuits à fusibles pour les chaînes de panneau
- Les parafoudres débrochables type 2 (niveau de risque élevé Nk >25) à report de défaut

3.4.2 - COFFRET ÉLECTRIQUE BT- AC

Le coffret électrique BT-AC (Métallique - IP66 - IK 10) sera installé en extérieur à proximité de l'onduleur. Il permettra le raccordement de l'onduleur au réseau d'alimentation.

Ce coffret comprendra :

- Le disjoncteur tétrapolaire 100A différentiel 1000mA associé à un déclencheur à émission de tension
- Le parafoudre tétrapolaire débrochable type 2 (niveau de risque élevé Nk >25) à report de défaut

Dans le coffret, tous les composants (modulaires ou non) seront repérés conformément au schéma et montés sur rails "oméga" normalisés de même que les borniers de raccordement avec porte-repères.

Les liaisons à l'intérieur des coffrets seront réalisées par câbles souples H07 VK, sous goulottes avec embouts de câblage et languettes ou anneaux porte-repères.

Le schéma électrique du coffret sera placé à l'intérieur du coffret dans une pochette fixée au revers de la porte.

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

3.4.3 - BOÎTIER D'ARRÊT D'URGENCE GÉNÉRAL ÉLECTRIQUE

Le boîtier d'arrêt d'urgence général électrique sera installé dans l'accueil du bâtiment.

La coupure générale électrique sera commandée par un dispositif d'arrêt d'urgence de type coup de poing avec voyant de signalisation.

L'arrêt d'urgence permettra la coupure générale électrique de toute l'installation photovoltaïque (**courant continu et courant alternatif**)

Le déclencheur portera la mention "COUPURE ELECTRIQUE D'URGENCE INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE ATTENTION PANNEAUX ENCORE SOUS TENSION" il agira simultanément sur :

- Le déclencheur à émission associé au disjoncteur différentiel installé sur le circuit BT-AC de l'onduleur
- Le déclencheur à émission associé aux interrupteurs/sectionneurs installés sur le circuit général TBT-DC de l'onduleur

3.5 - INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

3.5.1 - MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Les modules photovoltaïques devront être validés par le bureau de contrôle technique en phase d'exécution ainsi que par l'assurance du Maître d'Ouvrage.

❑ **Description générale**

Les modules devront à minima résister aux conditions climatiques suivantes :

- Température : -40°C 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 de type monocristallins (résistants à la grêle) seront à haut rendement (ou similaire) à performance garantie pendant 25 ans (80%). 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 10 % 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 :**

- Panneau photovoltaïque SUNPOWER - PR-MAX3-400-COM – 400W ou équivalent approuvé
- Type de cellules : Monocristallin type Maxeon Gén. 3
- Nombre de panneau : 74 unités
- Puissance unitaire : 400 Wc (0/+5)
- Rendement surfacique : 22,60%
- Tension à la puissance typique : 66,0 V
- Intensité à la puissance typique : 6,07 A
- Tension en circuit ouvert : 75,4 V
- Courant de court-circuit : 6,57 A
- Coefficient température de Voc : -0,236% / °C
- Coefficient température de Isc : +0,058% / °C
- Coefficient température de Puissance : -0,27% / °C
- Température nominale cellule : 45°C

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- Dimensions : 1690 x 1046 x 40 mm
- Poids net: 19,0 kg / panneau
- Charge mécanique admissible vent / neige : 5400 Pa / 8100 Pa
- Garantie performances : 25 ans à 90 %

3.5.2 - STRUCTURES ET MONTAGE DES CAPTEURS PHOTOVOLTAÏQUES

Les capteurs photovoltaïques seront positionnés en toiture du bâtiment sur une structure d'intégration. La structure d'intégration pour but de fixer les panneaux sur la toiture tout en préservant l'étanchéité.

Le procédé utilisé devra posséder un avis technique en cours de validité et devra être validé par le bureau de contrôle technique en phase d'exécution. L'entreprise devra fournir une attestation d'assurance décennale.

Outre l'avis technique concernant les supports des capteurs, 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.

La structure d'intégration des capteurs photovoltaïques en toiture sera de marque SOPRASOLAR, système SOPRASOLAR FIX EVO TILT – BETON ou équivalent approuvé et parfaitement adapté au panneau photovoltaïque.

Le procédé possède un Avis Technique n° 21/20-71_V4 valide du 29 février 2024 au 31 mars 2029.

La mise en œuvre sera réalisée conformément au Cahier de Prescription de Pose n° 17/003 FR « SOPRASOLAR FIX EVO TILT CPP ».

La pose des plots de la structure d'intégration sera réalisée par le lot Étanchéité, en collaboration avec le lot Photovoltaïque.

L'entrepreneur du présent lot devra l'ensemble du système permettant la fixation intégrée en toiture des capteurs photovoltaïques :

- Le plot SOPRASOLAR FIX EVO permet de liaisonner les modules photovoltaïques (via des étriers) au revêtement d'étanchéité. Réglable avec un débattement permettant d'obtenir une hauteur finale variant de 120 à 160 mm, il est préassemblé en usine et constitué des éléments suivants
 - Plastron SOPRASOLAR (bitume SEBS avec armature polyester non-tissé) de dimensions 300x300 mm, ce plastron est découpé dans une membrane de bitume SOPRALENE FLAM 250 PLASTRON SOPRASOLAR de SOPREMA d'épaisseur minimale 4,7 mm sur paillettes, constituée d'une armature en polyester non-tissé de 250 g/m² et d'un mélange de bitume polymère thermoplastique SEBS. Le plastron est autoprotégé par paillettes d'ardoise noire. La face inférieure du plastron comporte un film thermofusible pour pouvoir être soudé sur le revêtement d'étanchéité après préparation de ce dernier
- Embase (polyamide 6 chargé à 30% fibre de verre) de 250 mm de côté, de hauteur 46 mm et d'épaisseur 2,5 mm, renforcée par 20 nervures principales et 4 nervures intermédiaires, l'embase comporte 4 orifices de diamètre 8 mm pour la fixation au plastron SOPRASOLAR par des vis M6 x 20 TX30 en acier inoxydable A2, des rondelles de diamètre extérieur 24 mm en acier inoxydable A2, des rondelles GROWER M6 en acier inoxydable A2, des rondelles 40x6x1,2 mm en acier galvanisé et d'écrous borgnes frein M6 en acier inoxydable A2. L'embase permet de liaisonner la tête du plot et le plastron SOPRASOLAR tout en permettant d'ajuster un réglage en hauteur de la tête du plot par 18 rotations de 180° de la tête pour un débattement total maximum de 40 mm.
- Tête (polyamide 6 chargé à 30% fibre de verre) de hauteur totale 116 mm, elle comprend une partie inférieure cylindrique de diamètre 73 mm et une partie supérieure en forme de rail de longueur 120 mm et de largeur 46 mm pouvant accueillir les fixations de maintien du module photovoltaïque (étriers) et présentant 2 ailettes latérales pour fixer les câbles électriques. La tête peut être vissée et dévissée dans l'embase afin de régler la hauteur totale du plot par pas de 2,5 mm. Une butée de fin de course permet de ne pas désolidariser la tête de l'embase lors du dévissage sur chantier
- Rehausse basse & rehausse haute, permettent d'assurer la liaison entre les plots Soprasolar® Fix Evo Tilt et les modules photovoltaïques tout en créant une inclinaison de 10°, bloqueur de rehausse

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- Kit étrier intermédiaire. Ce type d'étrier est mis en œuvre entre deux modules photovoltaïques adjacents et permet l'obtention d'un espacement entre modules photovoltaïques de 19 mm. De section en forme de U, ils sont d'épaisseur 2 mm et comportent un perçage de diamètre 8 mm sur leur fond. Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × 20 en acier inoxydable A2 associée à un écrou prisonnier en acier inoxydable A2.
- Kit étrier final. Ce type d'étrier est mis en œuvre en extrémité de sous-ensemble de modules photovoltaïques. Ils sont d'épaisseur 2 mm et comportent un perçage de diamètre 8 mm sur leur fond. Chaque étrier est fourni préassemblé avec une vis CHC M8 × 20 en acier inoxydable A2 associée à un écrou prisonnier en acier inoxydable A2.

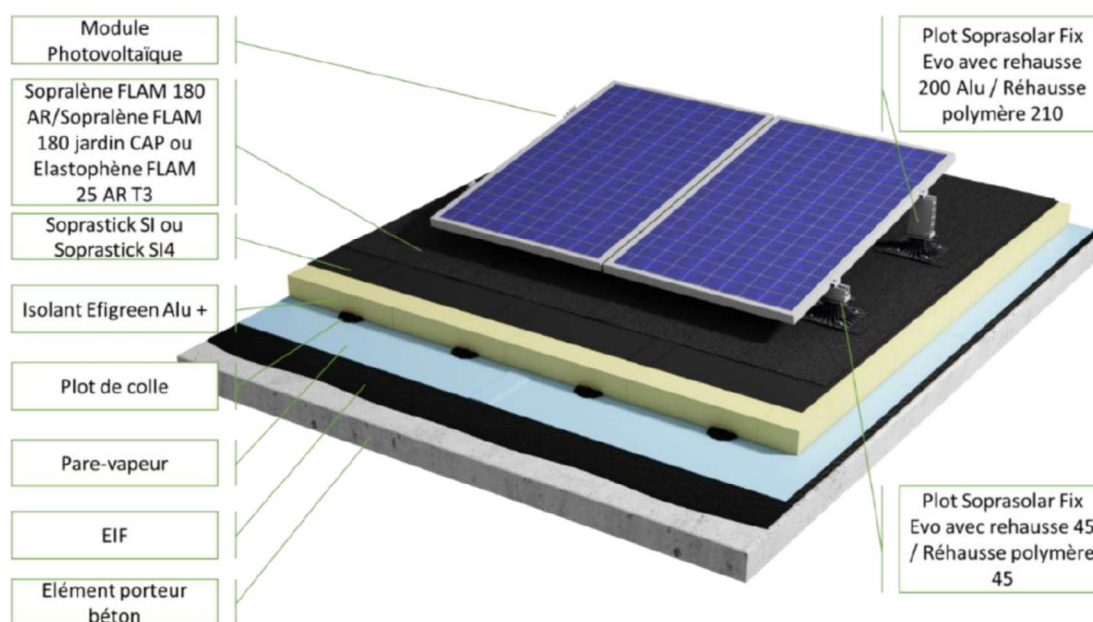
Exemple de la mise en œuvre des capteurs photovoltaïques

Figure 1 : Procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT - béton sur élément porteur maçonnerie avec revêtement d'étanchéité bicouche semi-indépendant auto-adhésif et modules photovoltaïques en mode portrait

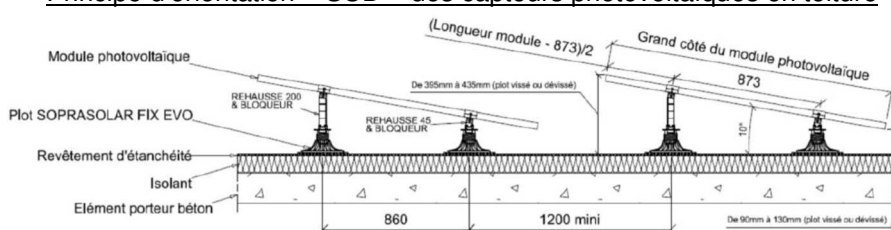
Principe d'orientation « SUD » des capteurs photovoltaïques en toiture

Figure 3 : Vue en coupe, dans le sens de la longueur des modules photovoltaïques, du procédé avec modules photovoltaïques en mode portrait inclinaison simple shed - réhausse aluminium

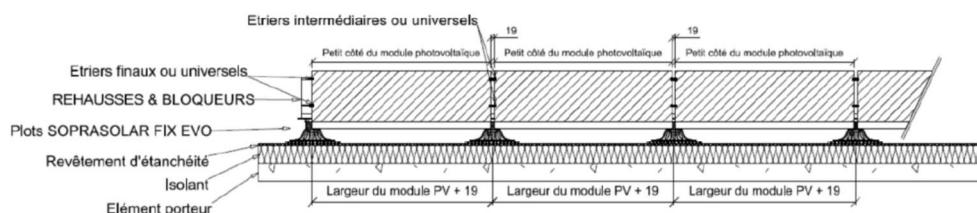


Figure 6 : Vue de côté (sens largeur des modules) du procédé avec modules photovoltaïques en mode portrait inclinaison double ou simple shed des modules photovoltaïques - réhausse aluminium ou polymère

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

3.5.3 - ACCESSOIRES ET MATÉRIEL DE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

❑ Connexions électriques

Les connecteurs étanches surmoulés conforme aux normes permettront un montage simplifié et en toute sécurité du générateur photovoltaïque, ils seront IP67 et de classe de protection II.

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 arrières 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

Les boîtes de connexion situées à l'extérieur auront un indice de protection minimum (IP 67 - IK07) et devront résister aux conditions extérieures extrêmes et aux UV.

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

❑ Les chemins de câbles

Les câbles chemineront dans des chemins de câbles sur la totalité de leurs parcours afin d'être entièrement protégés des influences extérieures.

Pour une installation pérenne face à la corrosion atmosphérique (intempéries, UV, pollution...), sûre pour les intervenants et les câbles de courant continu, les chemins de câbles capotés devront être isolants, en matériau thermoplastique, certifiés UL LISTED pour applications extérieures selon la norme UL 568.

Les chemins de câbles devront être certifiés NF selon la norme produit NF EN 61537 pour une plage de températures de -20°C à +60°C, avec une résistance aux chocs de 20J à -20°C

Les chemins de câbles seront de marque UNEX type UNEX 66, en matière première UX23, ou techniquement équivalents.

Les chemins de câbles seront de type PVC perforés 60x200mm avec couvercles, éclisses, supports verticaux et support lestés ainsi et tout accessoires de fixation et de pose prévu par le fabricant.

Les chemins de câbles visibles en façade du bâtiment seront peints en atelier spécialisé au RAL 1013, avec sous couche de préparation et peinture acrylique résistante aux influence extérieure. Une garantie de 5 ans minimum devra être

Les câbles devront être attachés et maintenus au moyen de colliers d'installation certifiés NF résistants aux U.V. selon la norme produit NF EN 62275.

Les colliers devront être de marque UNEX type UNEX 22HD, en matière première U71X, ou techniquement équivalents.

❑ Les câbles

En aucun cas les canalisations ne traverseront les locaux accessibles au public

Les câbles spécialement conçus pour les installations photovoltaïques assureront une garantie renforcée contre les courts circuits, les risques d'incendie, les UV, l'ozone et l'ammoniaque.

Les câbles auront les caractéristiques suivantes :

- Classe de protection II
- Contrôle VDE 5REG vde n°8026

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- Certifié par le TUV (Cert. N° R60014271)
- Conception conforme CEI 60216

Les câbles devront être obligatoirement de type C2 non-propagateur de la flamme, de plus ils devront pouvoir supporter une température de 90°C en fonctionnement permanent.

Tous les connecteurs seront choisis dans la même marque.

Les câbles situés en amont du sectionneur principal BT-DC, seront identifiés et signalés tous les 5 mètres en lettres blanches sur fond rouge, avec mention « danger conducteurs actifs sous tension »

Les câbles chemineront dans un espace technique protégée conformément à l'article EL 4 & paragraphe 2.

Les câbles utilisés (extérieurs et intérieurs) répondront aux normes en vigueur énoncées précédemment (isolement, résistance aux conditions atmosphériques, résistance mécanique, etc.) leur section individuelle sera déterminée suivant les règles de la NF C 15 100.

La chute de tension dans les câbles ne devra pas excéder 3 % de la tension nominale.

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

❑ **Câbles chaînes PV**

Les câbles des chaînes PV seront dimensionnés afin de pouvoir se dispenser des dispositifs de protection contre les surcharges et les courts circuits.

Le courant admissible du câble devra être égal ou supérieur à 1,25 fois le courant de court-circuit I_{scSTC} de la chaîne PV

Les modules des chaînes PV doivent être protégés contre l'effet des courants inverses susceptibles de survenir en cas de défaut dans un module.

❑ **Câbles groupe PV**

Les câbles des groupes PV seront dimensionnés afin de pouvoir se dispenser des dispositifs de protection contre les surcharges et les courts circuits.^[1]_{SEP}

Le courant I_z admissible du câble doit être égal ou supérieur à $(m-1) \times 1,25$ fois I_{scSTC} du groupe PV (m correspondant au nombre total de groupes).

❑ **Câble principal PV**

Les câbles des générateurs PV seront dimensionnés afin de pouvoir se dispenser des dispositifs de protection contre les surcharges et les courts circuits.^[1]_{SEP}

Le courant admissible du câble principal I_z doit être égal ou supérieur à 1,25 fois la somme des courants de court-circuit I_{scSTC} des groupes.

3.5.4 - ONDULEUR RÉSEAU

Le raccordement au réseau national se fera par l'intermédiaire d'un onduleur triphasé avec une tension de sortie de 400 Volts. L'onduleur conforme à la norme DIN VDE 0126-1-1, sera installé en extérieur et intégrera les fonctions protection de découplage conforme aux spécifications ENEDIS.

Protection de découplage par l'intermédiaire d'un sectionneur automatisé intégré à l'onduleur.

- Variation de tension $\leq 80\%$ ou $\geq 115\%$ en $t < 0,2s$
- Ecart de fréquence de $\pm 0,2$ Hz en $t < 0,2s$; cette fréquence pouvant être mesurée entre 70% et 120%,
- Mauvais isolement du circuit à courant continu du générateur au moment de la mise sous tension ou en cours de fonctionnement,
- Mauvais isolement du circuit à courant alternatif du générateur ou injection d'une composante de courant continu suite à défaillance de l'onduleur en cours de fonctionnement,

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- Hausse d'impédance du réseau amont supérieure à 0,5 Ohms par rapport à la valeur de référence glissante en $t < 5s$,
- Maxi de tension réglé à 110 % U_n ; un ajustement dans une plage 100 % à 115 % de U_n est souhaitable pour tenir compte du niveau moyen de la tension de fourniture selon le raccordement de l'installation.

Protection de découplage par l'intermédiaire d'un dispositif de découplage de type externe indépendant de l'onduleur du générateur photovoltaïque.

Le schéma de réalisation de ce dispositif devra être soumis à l'approbation préalable du Distributeur. Il devra comporter les dispositifs permettant la réalisation par le Distributeur des essais de vérification du fonctionnement et le scellé des réglages à prévoir avant tout couplage du générateur photovoltaïque.

La protection de découplage sera de type 2.1 constituée de relais d'un type autorisé d'emploi par le Distributeur et réglés pour un fonctionnement instantané aux seuils suivants :

- Minimum de tension phase-neutre sous 85 % de la tension nominale,
- Maximum de tension phase-neutre au-dessus de 115 % de la tension nominale.
- Minimum de fréquence sous 49.5 Hz, (44 Hz dans les DOM et Corse)
- Maximum de fréquence au-dessus de 50.5 Hz (52 Hz dans les DOM et Corse).

^[1]_{SEP} La protection de découplage devra actionner par commande à manque de tension l'ouverture de l'organe de découplage au moyen, si nécessaire, d'un relais auxiliaire de découplage. L'organe de découplage devra être distinct de l'AGCP, s'ouvrir en moins de 50 millièmes de seconde, assurer le sectionnement entre l'installation de production et le réseau du Distributeur et être placé de telle sorte que l'alimentation du circuit de mesure de la protection de découplage ne soit jamais interrompue.

L'onduleur sera de marque SOFAR type 25.000 TL-G2 ou équivalent ayant les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques électriques

Entrée CC

- Puissance d'entrée max. recommandée : 33 kW
- Puissance max. / régulateur MPPT : 15 kW
- Nombre de régulateurs MPPT : 2
- Nombre de strings : 2 x 4
- Tension d'entrée maxi : 1000 V
- Tension de démarrage min. : 350 V
- Tension nominale : 600 V
- Tension de fonctionnement MPPT : 250 V à 960 V
- Tension MPPT à pleine puissance : 480 V à 800 V
- Courant d'entrée max. MPPT : 2 x 32 A
- Courant d'entrée max. par string : 12 A
- Courant de court-circuit d'entrée max. MPPT : 40 A

Sortie AC

- Puissance nominale (@ 400 V) : 25 kW
- Puissance max. : 27.5 kVA
- Tension nominale réseau : 400 V / 230 V (3/N/PE)
- Courant nominal : 3 x 40 A
- Fréquence nominale : 50 Hz / 60 Hz
- Ajustement de la puissance : 0 à 100%
- Taux de distorsion harmonique : < 3%
- Facteur de puissance : > 0,99 ($\pm 0,8$)

Performance

- Rendement européen : 98.2 %

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- Rendement MPPT : > 99,9%
- Consommation propre : < 1 W

Caractéristiques mécaniques

- Affichage : écran graphique 4" LCD + 3 LED
- Éléments de commande : 4 touches
- Interfaces : Wifi / Ethernet / GPRS (option), RS485, carte SD, Relais multifonction
- Relais de signalisation de défaut : contact à fermeture sans potentiel max. 30 V CC / 1 A ou 230 V CA / 1 A
- Raccordements : bornes à vis et à ressort
- Température ambiante : -25°C à +60°C
- Type de connexion : sans transformateur
- Refroidissement : ventilateur 600 m³ /h max.
- Indice de protection : IP 65
- Émission sonore : < 60 dB (A)
- Interrupteur CC : intégré
- Disjoncteur CC : intégré
- Protection CC entrées + / - : intégré
- Protection contre la surtension type 2 : intégré
- Dimensions H x l x P : 774 x 564 x 298 mm
- Poids : 50 kg

Certificats

- Norme EMC : EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12
- Nomes de sécurité : IEC62109-1/2, IEC62116, IEC61727, IEC-61683, IEC60068(1,2.14,30)
- Normes réseaux : AS/NZS 4777, VDEV 0124-100, V0126-1-1, VDE-AR-N 4105, BDEW CE10-21/CE10-16, UNE 206 007-1, ENS0549, G59, ENS0530, NB/T32004

3.5.5 - TÉLÉSURVEILLANCE DE L'INSTALLATION

L'installation sera équipée d'un système permettant de superviser et de visualiser à distance sur PC les performances de l'installation. L'installation comprendra :

- 1 carte réseau onduleur, pour communiquer avec l'automate de contrôle
- 1 automate de contrôle pour la collecte et l'enregistrement des informations du système et pour l'interface entre l'onduleur et système de surveillance
- Les différents capteurs (tension, intensité, température extérieure, température des capteurs, luminosité, énergie produite, ...) intégrés au système permettant de suivre le fonctionnement des installations
- Le logiciel de supervision permettant de contrôler et de visualiser depuis n'importe quelle PC disposant de la connexion d'internet la production du générateur photovoltaïque et son état de fonctionnement.
- Un écran rétroéclairé multiligne pour l'affichage des performances et des index de production

Les données seront collectées, stockées dans l'automate et formatées par l'intermédiaire du logiciel de l'automate pour être visualisée sur internet (fonction serveur WEB). Les index mensuels de production sur une période de 14 mois seront stockés et visualisables sur l'écran de l'automate.

Il sera prévu l'installation d'une prise de télécommunication RJ 45 permettant la liaison internet.

3.6 - CONTROLE, ESSAIS, REGLAGES, DOSSIERS TECHNIQUES

Le paiement du solde des travaux est subordonné à :

- L'achèvement complet des travaux et un fonctionnement correct des installations

PHASE DCE / LOT N°03 PHOTOVOLTAÏQUE

- La fourniture d'une attestation de garantie décennale de la toiture photovoltaïque
- La réalisation des contrôles, essais et réglages des installations photovoltaïques
- L'instruction du personnel chargé de la conduite et de l'entretien des installations
- La fourniture d'un rapport de vérification des installations photovoltaïques par Bureau de contrôle agréé
- La fourniture d'une attestation CONSUEL Photovoltaïque
- La fourniture du dossier des ouvrages exécutés (D.O.E.) en 5 exemplaires contenus chacun dans un classeur à feuilles perforées comprenant :
 - Les documentations techniques et notices complètes en langue française (caractéristiques, mise en œuvre et entretien) de tous les matériels ou matériaux utilisés, les avis techniques, les certificats d'essais, les certificats classement au feu, les certificats de conformité aux normes, les certificats de garantie, etc. ;
 - Les schémas électriques détaillés des armoires et coffrets ;
 - Le Dossier des Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage (D.I.U.O) définissant le fonctionnement de l'installation, les modalités et le calendrier d'entretien et la liste des fournitures consommables et pièces détachées ou pièces qui doivent être stockées par l'utilisateur pour permettre une exploitation normale des installations et leur dépannage rapide
 - Les fiches de contrôles, essais et réglages effectués par l'entreprise suivant les modalités définies dans les documents essais COPREC N°1 et N°2.

Les exemplaires du dossier ci-dessus seront accompagnés d'une clé USB contenant tous les documents du DOE (pièces écrites et plans au format PDF + plans modifiables au format DWG ou DXF)

Les contrôles, essais et réglages seront exécutés par l'entreprise concernant les :

- Continuités des circuits actifs et de protection,
- Isollements électriques,
- Valeurs de prises de terre,
- Vérifications du bon équilibrage des phases
- Courants de déclenchement des disjoncteurs,
- Courants de déclenchement des différentiels,
- Sélectivité des protections surintensité et défaut à la terre,
- Réglages et programmation des automates, régulateur onduleur
- Essais des commandes, télécommandes, signalisations,
- Serrages des bornes de raccordement
- Non-échauffement des connecteurs

Les frais de visite par un organisme de contrôle et les frais de certificat par un organisme agréé (CONSUEL) pour la mise en électricité des installations sont à la charge de l'entreprise du présent lot.