

MARCHE PUBLIC DE TRAVAUX
MARCHE GLOBAL DE PERFORMANCES

REFECTION D'ETANCHEITE &
REALISATION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURE

CPAM HERAULT – BEZIERS (34500)

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIERES**



Maîtrise D'ouvrage			CPAM de l'Hérault 2 Rond-point Hours 34500 Béziers	Téléphone : 0615522269 Email : jean-christophe.boulinet@assurance-maladie.fr	
Maîtrise d'œuvre			IDESUN SARL 20, Rue de la Roussataïo 34740 VENDARGUES	Téléphone : 0464169104 Email : b.avril@idesun.fr	
Date	Version	Principales modifications		Rédacteur	Approbateur
07/07/2026	C	Prises en compte remarques MOA		BA	EL

Table des matières

1. GENERALITES	4
1.1 Contexte du projet	4
1.2 Objet de la consultation	4
1.3 Prestations et fourniture à la charge de l'Entreprise	5
1.4 Organisation	7
1.5 Caractéristiques du bâtiment et du site	8
1.6 Contenu de l'offre	9
2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES	10
2.1 Visite du site	10
2.2 E.1 / P.1 - Conception - études	10
2.3 Responsabilités de l'Entreprise	11
2.4 G.1 – Organisation du chantier	12
2.5 Garanties – Qualité des matériels et des intervenants	13
2.6 Documents à fournir par l'Entreprise	14
2.7 Démarches administratives	15
2.8 Modifications de prestation	15
3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES	15
3.1 Travaux d'étanchéité	15
3.1.1. E.1 – Installations de chantier et accès	15
3.1.2. E.2 – Dépose de la membrane d'étanchéité existante	16
3.1.3. E.3 – Mise en sécurité de la toiture (garde-corps)	16
3.1.4. E.4 – Remplacement éventuel de l'isolant (prestation optionnelle)	16
3.1.5. E.5 – Réfection de l'étanchéité en partie courante	16
3.1.6. E.5 – Relevés d'étanchéité et ouvrages annexes	16
3.1.7. E.6 – Zones sous modules et cheminements – désolidarisation et dallettes	17
3.1.8. E.6 – Remise en place de la protection lourde	17
3.2 Générateur Photovoltaïque	17
3.2.1. P.2 – Modules photovoltaïques	17
3.2.2. P.3 – Structure de fixation des modules PV	18
3.2.3. P.4 – Micro-onduleurs	19
3.2.4. Câbles et connectique DC	20
3.2.5. P.5 – Adaptateur de jonction triphasé AC	20
3.2.6. P.6 – Câblage des liaisons AC et chemins de câbles AC	21
3.2.7. P.7 – Armoire électrique TGAC PV	21
3.2.8. P.8 – Liaison équipotentielle et mise à la terre de la centrale	22
3.2.9. P.8 – Protection foudre	23
3.2.10. P.9 – Dispositifs de coupure d'urgence & signalétique	24
3.2.11. P.10 – Raccordement – Régime de neutre	25
3.2.12. P.11 – Monitoring	26
4. ESSAI – MISE EN SERVICE – RECEPTION	28
4.1 Contrôles et essais de l'étanchéité	28
4.2 P.12 – Contrôles et essais du générateur PV	28

4.3	P.12 – Réception des travaux.....	28
4.4	Garantie de parfait achèvement	29
5.	MAINTENANCE ET ENGAGEMENTS DE PERFORMANCE	29
5.1	M.1 – Maintenance préventive.....	29
5.2	M.2 – Maintenance curative.....	30
5.3	M.3 – Supervision et Reporting.....	30
5.4	Objectif de performance – Garantie temps d’intervention.....	31
5.5	Exclusions et limites de la maintenance	31
6.	NORMES ET TEXTES REGLEMENTAIRES.....	32
7.	LIMITES DE PRESTATION	32
8.	LISTE DES DOCUMENTS ET PLANS ANNEXES AU CCTP	33

1. GENERALITES

1.1 CONTEXTE DU PROJET

Dans le cadre de son programme de sobriété énergétique et de la transition énergétique, la Caisse Primaire d'Assurance Maladie (CPAM) de l'Hérault souhaite installer un générateur solaire photovoltaïque en autoconsommation individuelle totale sur la toiture-terrasse de son site de Béziers. Ce générateur permettra de réduire la facture d'électricité du site et de participer au développement des énergies renouvelables en consommant une part significative d'énergie verte produite sur place. Une réfection de la membrane d'étanchéité est nécessaire avant la pose du générateur PV.

La volonté du Maître d'Ouvrage est de traiter l'étanchéité et le photovoltaïque dans une opération globale visant le principe d'une responsabilité unique de l'Entreprise sur les interfaces entre les deux ouvrages.

Une maintenance curative et des objectifs de performances du générateur PV permettront de garantir durablement la production photovoltaïque.

Le site est localisé 2 Rond-point Hours, 34500 Béziers (parcelle n° 0412 – section MR). Le bâtiment concerné est un immeuble tertiaire (bureaux) construit en 2017, d'une hauteur d'environ 23 m, dont la toiture-terrasse à équiper se situe au niveau R+4.



Figure 1 : Localisation du site

La solution particulière a été réalisée :

- Pour la partie étanchéité :
 - Membrane SikaPlan SGMA 15/10
 - Sika AFC700
- Pour la partie photovoltaïque :
 - 36 modules d'une puissance de 460Wc, soit un générateur d'une puissance totale de 16,56 kWc,
 - 36 micro-onduleurs MI-400 ATMOCE
 - Raccordement en autoconsommation totale avec dispositif de zéro injection sur le réseau public de distribution.

1.2 OBJET DE LA CONSULTATION

Les travaux faisant l'objet de la présente consultation comprennent :

- Les études techniques d'exécution.

- La dépose de la membrane d'étanchéité existante puis la fourniture et la pose d'une nouvelle membrane d'étanchéité ainsi que de dalles minérales.
- La pose d'équipements de protection collective (garde-corps).
- La fourniture, la pose, le raccordement, les essais et la mise en service d'un générateur photovoltaïque destiné à l'autoconsommation individuelle totale.
- L'exploitation et maintenance de la centrale PV pendant la durée définie dans le CCAP
- La mesure, le suivi et l'atteinte des objectifs chiffrés de performance.

L'ensemble de ces prestations sera réalisé sur la toiture-terrasse du R+4 accessible depuis le R+5 du site de la CPAM de l'Hérault à Béziers.

L'installation fonctionnera selon un schéma de zéro injection : aucune énergie ne sera injectée sur le réseau public de distribution. Une convention d'autoconsommation sans injection sera établie auprès du gestionnaire de réseau (ENEDIS) sur la base de la solution retenue.

L'ensemble des documents de conception, de justification de conformité, de contrôles et d'essais nécessaires à la mise en œuvre de la centrale est à fournir par le titulaire du présent marché.

Les performances seront vérifiées après réception des travaux et pendant toute la période de maintenance.

Les coûts des travaux relatifs à la consultation seront nets et forfaitaires. Ils comprendront toutes les sujétions pouvant être faites en phase d'étude d'exécution ou en phase de construction.

1.3 PRESTATIONS ET FOURNITURE A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

Les travaux à la charge du présent marché comprennent la réfection de l'étanchéité de la toiture du R+4, la fourniture et pose d'élément de protection collective, la fourniture et la mise en œuvre de tous les matériaux, matériels, produits et accessoires ainsi que toutes les prestations nécessaires pour réaliser la construction d'une centrale solaire clé en main.

Dans le cadre contractuel de son marché, l'Entreprise est soumise à une obligation de résultat : elle devra livrer au Maître d'Ouvrage l'ensemble de l'installation en complet et parfait état de fonctionnement, en conformité avec les réglementations et les prescriptions du présent document. Elle doit également toutes les fournitures et prestations nécessaires pour obtenir ce résultat.

Les prestations et travaux demandés dans le cadre de cette consultation sont dus dans leur intégralité, sans que cette liste soit limitative. Les travaux sont détaillés ci-dessous :

- La visite d'état des lieux contradictoire de l'état de la toiture avec le Maître d'Ouvrage.
- La fourniture et la mise en œuvre d'un panneau de chantier ainsi que des matériels de signalisation et de sécurité.
- Le balisage des travaux et des circulations d'engins.
- La mise en place des dispositifs nécessaires à la signalisation, aux déviements de circulation et aux mesures de protection environnementales.
- Le transport, la livraison et le stockage sécurisé des équipements et matériaux utilisés dans le cadre des travaux.
- L'aménagement au sol d'une aire de stockage (matériaux, matériels et bennes) fermée par barrières rigides. L'emplacement sera déterminé par le Maître d'Ouvrage et l'aire restituée dans son état d'origine.
- L'amenée et le repli des engins de manutention et de levage : nacelles, grues, échafaudages, monte-matériaux et matériels divers nécessaires aux travaux en toiture.

- La réalisation du Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) spécifique aux travaux en toiture-terrasse.
- Les études d'exécution de la réfection de l'étanchéité, telles que :
 - La compatibilité de la membrane d'étanchéité avec le complexe existant et la pose de dalles et modules PV.
 - La réalisation du plan d'implantation des dalles.
- Les études techniques de conception, telles que :
 - La somme des descentes de charge de la solution proposée doit rester inférieure à la charge permanente de la dalle (1,5 kN/m²).
 - L'architecture électrique générale de la centrale depuis les modules jusqu'au point de raccordement dans le tableau divisionnaire du R+4.
 - Les notes de calcul électriques DC et AC de l'installation, réalisées sous un logiciel professionnel (Caneco, Lise PV ou équivalent).
 - La réalisation des plans de calepinage des modules en toiture, les plans d'implantation des micro-onduleurs et des coffrets de protection AC, et le plan de cheminement des liaisons électriques.
 - Le dimensionnement, les notes de calcul et tous les éléments de justification technique de la solution de fixation lestée des modules photovoltaïques (charge de lest, note Eurocodes neige et vent), validés par la Maîtrise d'Œuvre.
 - Le dimensionnement et la configuration des micro-onduleurs et de l'architecture AC associée, y compris tous les accessoires de protection nécessaires.
 - Le dimensionnement des supports de canalisations depuis la toiture jusqu'au tableau de raccordement.
 - La réalisation d'une note de calcul du productible prévisionnel de l'installation sous un outil reconnu de la profession (de type PVsyst ou équivalent).
- La dépose du complexe d'étanchéité existant selon le périmètre prévu.
- La fourniture et la pose du nouveau complexe d'étanchéité (y/c relevés).
- La fourniture et la pose de la couche de désolidarisation et des dalles.
- La fourniture et la pose de protection collective de types garde-corps.
- La coordination des plans d'implantation des dalles avec le calepinage photovoltaïque.
- L'évacuation du surplus de gravillons en toiture.
- La fourniture et l'installation des modules photovoltaïques et de leur structure support lestée sur la toiture-terrasse du bâtiment.
- La fourniture et l'installation des micro-onduleurs sous les modules, ainsi que de leurs accessoires de fixation et de câblage.
- La fourniture et la mise en œuvre de toutes les liaisons DC (entre modules et micro-onduleurs), leurs accessoires de câblage et de fixation.
- La fourniture et la mise en œuvre du réseau AC réparti issu des micro-onduleurs (câbles AC, coffrets de regroupement AC, canalisations et accessoires) depuis les modules jusqu'au point de raccordement.
- La fourniture et l'installation de l'armoire TGAC PV dans la zone technique en toiture (sur châssis avec dispositif de protection de type casquette si exposée).
- La fourniture et l'installation d'un départ PV dédié dans le tableau divisionnaire du R+4 sur lequel sera raccordé le générateur.
- La fourniture et la mise en œuvre des dispositifs de coupure d'urgence et de leurs affichages réglementaires.
- La fourniture, la pose et la configuration du système d'acquisition de données assurant le suivi technique de la performance de l'installation, avec son système de zéro injection et son routeur de communication.
- Les essais, les contrôles et la mise en service complète de l'installation.

- La fourniture et la pose de la signalisation de danger (coffrets, armoires, chemins de câbles, goulottes, etc.) selon les recommandations de l'UTE C15-712-1 de juillet 2013 et les exigences des Services d'Incendie et de Secours (y compris les éléments permettant de mettre à jour les plans d'évacuation du site selon NF S60-302 et 303, NF X08-003, ISO 6790).
- La mise à la terre complète et conforme de la centrale PV et la fourniture des équipements supplémentaires nécessaires.
- Le nettoyage des modules avant la réception définitive.
- La demande et la fourniture du CONSUEL de l'installation électrique solaire.
- La protection contre la corrosion de tous les ouvrages métalliques mis en œuvre.
- L'ensemble des documents d'ouvrage exécuté (étanchéité + photovoltaïque) : DOE et DIUO.
- L'exploitation-maintenance de la centrale.
- La supervision à distance.
- La production des rapports périodiques de performance.
- La mise en œuvre des actions correctives en cas de sous-performance.

En outre sont dus par l'Entreprise sans que la liste soit limitative pendant toute la durée du marché :

- Toutes sujétions nécessaires au parfait achèvement des travaux.
- Les frais relatifs aux percements, carottages, scellements, rebouchages, nécessaires pour l'exécution de l'installation.
- Les réparations des éventuels dommages causés aux éléments déjà en place sur le bâtiment lors des travaux.
- Les frais pour l'obtention du Consuel.
- Les fournitures et prestations annexes ou complémentaires nécessaires à la bonne exécution conformément au CCTP.
- La présence aux réunions de chantier si convoqué.
- Le nettoyage et l'évacuation des déchets dus à la réalisation des travaux.

Ce présent CCTP et les divers documents fournis dans le DCE ne pouvant être complètement exhaustifs, il est entendu que le soumissionnaire ne pourra se prévaloir du manque de précision ou d'absence d'informations pour faire valoir une quelconque plus-value au prix forfaitaire.

Ce prix restera forfaitaire sauf si durant l'exécution il est demandé des éléments supplémentaires par le Maître d'Ouvrage.

Pour que la Maîtrise d'Œuvre puisse assurer le suivi de l'avancement des travaux, l'Entreprise doit au minimum :

- Le respect du planning de travaux validé au démarrage du projet.
- L'accord de la Maîtrise d'Œuvre pour la fourniture ou la mise en œuvre de tout matériel différent de celui proposé dans le cadre du marché.
- La présence systématique d'un chef de chantier aux réunions de travaux programmées.
- Les travaux suivants ne font pas partie du présent marché et sont traités par d'autres lots ou directement par le Maître d'Ouvrage (cf. chapitre Limites de prestation) : l'attestation de solidité, la mission du Bureau de Contrôle, la mission SPS et la maîtrise d'œuvre.

1.4 ORGANISATION

Compte tenu des compétences distinctes nécessaires à l'exécution du présent marché, l'offre devra être présentée par une ou plusieurs entreprises comprenant au minimum les capacités :

- Dans les travaux d'étanchéité de toiture-terrasse.

- Dans la conception, la réalisation et la maintenance d'installations photovoltaïques.

L'Entreprise désignera un interlocuteur principal du Maître d'Ouvrage et de la Maîtrise d'Œuvre pendant les phases de conception, de réalisation, de réception et de suivi des performances.

Le mandataire assurera notamment :

- La coordination générale.
- La transmission des études, plans et documents communs.
- La coordination du planning et du phasage des travaux.
- Le traitement des interfaces entre le complexe d'étanchéité, les dalles, le système de fixation lesté et la centrale photovoltaïque.
- Le suivi des essais, de la mise en service et de la levée des réserves.
- La coordination des interventions pendant la période de maintenance et de suivi des performances.

Le recours éventuel à la co-traitance ou sous-traitance ne dispense pas l'Entreprise de ses responsabilités. Tout sous-traitant devra être déclaré et accepté dans les conditions prévues par les pièces administratives du marché.

1.5 CARACTERISTIQUES DU BATIMENT ET DU SITE

Le bâtiment et son environnement présentent les caractéristiques suivantes :

- Classement ERP de 5^e catégorie – type W
- Bâtiment tertiaire (bureaux), construit en 2017, hauteur ≈ 23 m
- Toiture-terrasse béton au niveau R+4, d'inclinaison 0°
- Zone de neige (NF EN 1991-1-3/NA) C2
- Zone de vent (NF EN 1991-1-4/NA) 3

La toiture-terrasse R+4 est identifiée sur le plan ci-dessous.



Figure 2 : Plan d'identification de la toiture-terrasse R+4

Caractéristiques de la couverture :

La couverture de type toiture-terrasse est constituée comme suit :

- Support : dalle béton (charge permanente : $1,5 \text{ kN/m}^2$; charge d'exploitation : 1 kN/m^2).
- Pare vapeur
- Isolation thermique : isolant rigide en PIR (polyisocyanurate) de type UTherm Roof PIR L FRA, épaisseur 140 mm, classe de compressibilité C.

- Étanchéité : membrane synthétique monocouche PVC de type 12/10 SGmA (Sika), épaisseur 1,2 mm – classement FIT : F5 I4 T4.
- Protection de surface : protection lourde par gravillons.

Le plan ci-dessous illustre une coupe du complexe d'étanchéité mis en œuvre.

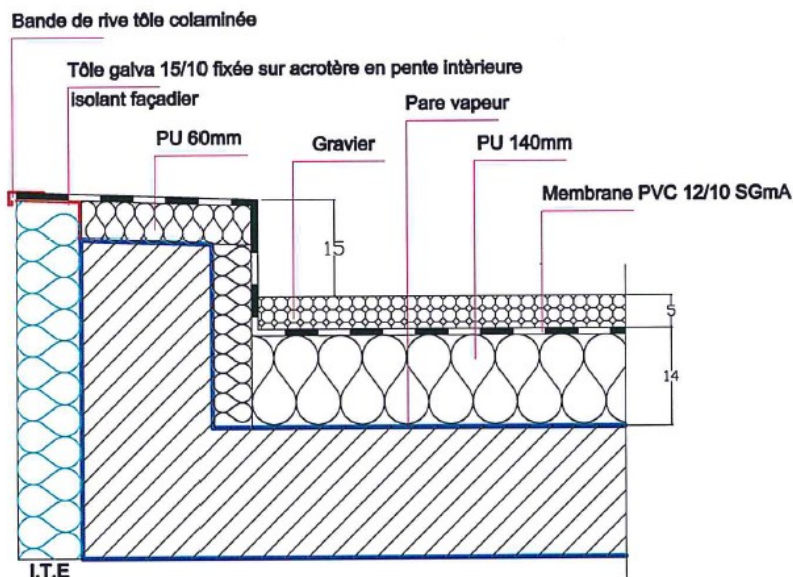


Figure 3 : Coupe du complexe d'étanchéité de la toiture

1.6 CONTENU DE L'OFFRE

L'Entreprise soumissionnaire doit présenter une offre comprenant un mémoire technique synthétique qui présente clairement et argumente les principales caractéristiques techniques des matériaux proposés et sa façon d'organiser le chantier. Elle s'assure de remplir l'ensemble des postes du document de Décomposition de Prix Globale et Forfaitaire (DPGF)

Le mémoire technique synthétique comprendra a minima :

- Une présentation générale de l'Entreprise et de ses activités, de ses compétences métiers ainsi que ses qualifications et certifications professionnelles en ligne avec le projet présenté au présent CCTP,
- Une liste de 3 références de projets similaires parmi les plus récentes,
- Les attestations de garantie RC/RCD couvrant le type de travaux concernés par le projet.
- La description technique des composants constitutifs de l'offre :
 - Le complexe d'étanchéité et ses justificatifs,
 - Interface de désolidarisation,
 - Dallettes,
 - Garde-corps,
 - Modules photovoltaïques,
 - Structure de fixation et support des modules proposés sur la couverture du bâtiment : (plans et coupe de principe, nature des matériaux et résistance à la corrosion de la structure métallique, fabricant, poids/m² estimatif, Attestation de certification, Avis Technique, ETN, ou autres, note de calcul préliminaire...),
 - Marque et référence : des appareillages électriques, des enveloppes et coffrets électriques, des câbles DC et AC, des canalisations non enterrées, afficheur didactique
 - Durée de garantie des principaux composants.
- Un plan de calepinage des dalles et des modules PV sur les toitures (Idéalement au 1/100).

- Une description ou un plan de coupe du principe de montage des modules sur la structure porteuse.
- Le synoptique de l'installation proposée.
- La description détaillée des moyens humains (compétence/Expérience des intervenants) et matériels prévus pour la mise en œuvre du projet, y compris les aspects de sécurité. L'Installateur précise s'il sous-traite tout ou partie des travaux et soumet le nom de son sous-traitant.
- L'identification des principales contraintes/risques de chantier, la description détaillée des mesures de sécurité prévues par l'Entreprise pour la mise en œuvre du projet.
- Une description des procédures d'essais que l'Entreprise appliquera.
- Un planning prévisionnel de réalisation des travaux (phase études + phase travaux).
- L'attestation de qualification professionnelle valide pour la durée du chantier conforme aux exigences de l'arrêté du 09/05/2017 (Qualif 5911, Qualif SP1 et SP2, Qualif QualiPV Elec).
- Un programme de maintenance préventive.
- Les valeurs de performances garanties.
- Un modèle de rapport semestriel de performance.
- Le DPGF complété.

2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES

2.1 VISITE DU SITE

L'Entreprise est réputée avoir effectué, avant la remise de son offre, une visite du site sur lequel les prestations seront à réaliser. Cette visite est obligatoire et l'offre d'un candidat qui n'aurait pas effectué cette visite sera déclarée irrégulière. Chaque candidat est réputé avoir pris connaissance des lieux et s'être rendu compte de visu de la nature exacte des prestations à exécuter, des conditions d'accès en toiture R+4 et de toutes les sujétions pouvant influencer sur l'exécution, les délais et les prix. L'Entreprise ne pourra arguer d'une méconnaissance des lieux pour se soustraire à ses obligations, réclamer des suppléments de prix ou des prolongations de délai.

Un certificat de visite est à remettre avec l'offre.

2.2 E.1 / P.1 - CONCEPTION - ETUDES

La présente consultation comprend la conception, le dimensionnement et les essais préalables de tous les matériels nécessaires au parfait achèvement des travaux du présent marché. L'Entreprise réalise l'ensemble des études d'exécution de la centrale selon les normes en vigueur, et notamment le DTU 43.1, le guide UTE C15-712-1 (édition juillet 2013) et la norme NF C15-100. Ces études comprennent au minimum :

- Les plans d'exécution du complexe d'étanchéité.
- L'étude des relevés et points singuliers.
- Le contrôle de l'état de l'isolant après dépose.
- Le plan détaillé des dalles et des cheminements (en lien avec le plan d'implantation PV).
- La vérification de la compatibilité entre le complexe et le système PV.
- La vérification des pressions exercées sur l'isolant.
- La descente de charges globale étanchéité, dalles, lestage et PV doit être inférieure à la charge permanente de la dalle de toiture (1,5 kN/m²).
- La vérification du libre écoulement des eaux pluviales.
- La définition de l'architecture électrique générale, des modules jusqu'au point de raccordement.
- Les plans de calepinage et d'implantation des modules, des micro-onduleurs et des coffrets de protection AC, ainsi que le plan de cheminement des liaisons.
- Les notes de calcul électriques DC et AC (sections de câbles, chutes de tension, protections) sous logiciel professionnel.

- La note de calcul de la solution de fixation lestée selon les Eurocodes (charges de neige et de vent), validée par la Maîtrise d'Œuvre.
- La note de productible prévisionnel de l'installation.

Aucune fourniture ni mise en œuvre ne peut débuter avant la validation des études d'exécution correspondantes par la Maîtrise d'Œuvre.

2.3 RESPONSABILITES DE L'ENTREPRISE

Au moment de l'offre

Le fait de remettre une offre, implique que l'Entreprise a pris connaissance dans le détail du projet et est supposée s'être engagée dans son marché en toute connaissance de cause. L'Entreprise s'engage en particulier à identifier :

- Les conditions pouvant avoir une influence sur ses travaux (date d'expiration de la certification produit, qualification Entreprise, couverture de l'assurance, etc.),
- Les modalités d'accès au site et de stockage du site,
- Les contraintes spécifiques au site (restriction d'accès, horaires de travail, etc...),
- Les possibilités et les difficultés de circulation ainsi que le stationnement des véhicules et des engins,
- Les règlements administratifs applicables relatifs à la sécurité du domaine public

L'Entreprise ne pourra jamais se prévaloir d'omissions ou d'erreurs pour la dispenser de réaliser tous les travaux ou pour formuler une demande d'avenant tarifaire.

L'Entreprise garantit qu'elle a vérifié qu'il n'existe pas de brevet qui empêcherait l'emploi des produits ou solutions qu'elle propose. Si tel était le cas, l'Entreprise s'engage à acquérir à ses frais des licences ou droits d'utilisation nécessaires.

Au moment des travaux

Quelles que soient les circonstances, l'Entreprise demeure seule responsable de tous les dommages ou accidents causés à des tiers. Cette responsabilité vaut pendant les travaux mais également ultérieurement s'il s'avère que les dommages ou accidents sont dus à des erreurs ou des négligences de l'Entreprise.

L'Entreprise doit bénéficier des assurances la protégeant contre tous les risques définis aux articles 1792 et 2270 du code civil.

L'Entreprise doit fournir :

- Son attestation d'assurance Responsabilité Civile (RC).
- Son attestation d'assurance de Responsabilité Civile Décennale (RCD).
- Ses qualifications requises émanant d'un organisme agréé (QualiPV, Qualibat Qualification Professionnelle du domaine de la couverture et du photovoltaïque Cf. Chapitre 2.4).
- S'assurer auprès de son assureur qu'elle est bien couverte pour des travaux de cette nature et pour la solution technique de mise en œuvre proposée.

L'Entreprise est responsable :

- De la cohérence globale de la conception.
- De la compatibilité des matériaux et procédés.
- Des dommages causés à l'étanchéité pendant les travaux PV.
- Des erreurs de calepinage ou de répartition des charges.
- Du maintien des garanties des différents procédés.
- Du fonctionnement et des performances de la centrale.

- De la coordination des interventions pendant la maintenance.

Il est de la responsabilité de l'Entreprise de provoquer toute demande de renseignements techniques nécessaires pour la bonne compréhension des travaux à réaliser.

Si des travaux sont sous-traités, ils le seront sous l'entière et la seule responsabilité de l'Entreprise.

2.4 G.1 – ORGANISATION DU CHANTIER

Réunion de chantier

Des réunions de chantier ont lieu pour préparer le chantier, pour suivre l'avancement des travaux et pour tester et raccorder le générateur. L'Entreprise doit être présente à chaque fois qu'elle sera convoquée par la Maîtrise d'œuvre. En cas d'absence non justifiée, des pénalités seront appliquées selon les règles fixées dans le CCAP. Ces réunions de chantiers auront lieu une fois par semaine.

Responsable de l'exécution

L'Entreprise doit désigner, dès la passation du marché, un chef de chantier qui sera responsable de la bonne exécution du projet. Il sera l'interlocuteur unique de la Maîtrise d'œuvre depuis la phase étude jusqu'à la réception. Cette personne doit posséder les compétences et connaissances nécessaires pour répondre à toutes les questions posées par la Maîtrise d'œuvre.

Coordination des travaux

La pose de la centrale photovoltaïque ne pourra débuter qu'après validation et contrôle contradictoire des travaux d'étanchéité. L'Entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires pour éviter toute dégradation de la membrane pendant les travaux. Tout dommage constaté sera réparé à ses frais avant la réception.

Un contrôle final commun de la toiture et de l'installation photovoltaïque sera réalisé avant la réception globale des ouvrages.

Percement et fixation

Les trous, percements et scellements effectués sont à la charge et de la responsabilité de l'Entreprise. Tous percements de plus de 4 cm³ dans les parties porteuses devront être signalés pour obtenir l'aval de la Maîtrise d'Œuvre. L'Entreprise réalise également le rebouchage dans les règles de l'art de tous les trous qu'elle aura elle-même réalisés.

Délais – Pénalités

L'Entreprise doit réaliser le projet en respectant scrupuleusement le planning. En cas de retard, les pénalités sont appliquées selon les règles fixées dans le CCAP.

Nettoyage et remise en état

L'Entreprise doit le nettoyage du chantier et l'évacuation de ses gravats toutes les semaines. Les abords du chantier doivent être maintenus propres. Toutes les précautions et mesures nécessaires pour protéger les ouvrages mis en place doivent être prises. Le nettoyage des parties communes (escaliers, ascenseurs, entrée, etc...) est dû tous les jours.

L'Entreprise réparera intégralement tout dommage causé aux riverains et aux tiers, que ce soit sur la voie publique ou sur le site de pose. Dans le cas où des dégradations ou des salissures, notamment une dégradation de l'étanchéité de la toiture, sont commises par l'Entreprise, ses sous-traitants ou fournisseurs, elles seront réparées ou nettoyées par ses soins et à ses frais dans les délais fixés par le Maître d'Ouvrage.

Hygiène et Sécurité

L'Entreprise prend toutes les dispositions réglementaires concernant l'hygiène, la sécurité, la sûreté et l'environnement. A ce titre, elle mettra en œuvre tous les moyens nécessaires pour garantir la protection et la

santé des travailleurs et des tiers (EPI, EPC, signalisation et balisage des zones de travaux, zone de stockage sécurisée, ...) et le respect de l'environnement avant tout démarrage de travaux.

L'Entreprise doit réaliser sur le chantier un accueil sécurité de la totalité de son personnel obligatoire et doit traiter a minima des points suivants :

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

Accès chantier et circulation

Les règles d'accès fixées par le Maître d'Ouvrage devront être respectées. Seule la présence du personnel nécessaire à l'exécution des travaux est admise sur les zones de chantier. Le personnel de l'Entreprise aura accès aux commodités de base sur le site telles que sanitaires et réfectoire. Une salle de réunion sera réservée pour les réunions de chantier hebdomadaires.

Travaux en site occupé et coordination des coupures

Les travaux seront réalisés en site occupé. L'Entreprise prend toutes les précautions pour ne faire courir aucun danger aux occupants ni gêner leur évacuation, et organise son chantier de façon à permettre en permanence l'intervention des secours. Toute coupure électrique, partielle ou générale, sera programmée au moins 15 jours à l'avance et coordonnée avec le Maître d'Ouvrage et l'exploitant. L'Entreprise privilégiera une intervention en dehors des horaires de fonctionnement du site ou en week-end pour les opérations nécessitant une coupure du tableau de raccordement.

2.5 GARANTIES – QUALITE DES MATERIELS ET DES INTERVENANTS

L'ensemble des matériels mis en œuvre est neuf, de premier choix, issu de fabricants reconnus, et bénéficie des certifications en cours de validité requises par les normes applicables.

Les matériaux ne doivent présenter aucun vice pouvant impacter leur résistance ou leur durabilité. Tous les matériaux en contact doivent être compatibles entre eux et ne présenter, dans le temps, aucun risque d'électro-corrosion par couplage électrochimique.

Les assemblages sont conçus pour accepter sans dégradation les mouvements de dilatation et d'oscillation engendrés par l'environnement (variation de température, effet de la pluie, de la grêle, du vent et de la neige). L'acceptation d'un matériel par la Maîtrise d'Œuvre ne permet en aucune manière de dégager l'Entreprise de ses responsabilités.

Les principales garanties minimales attendues sont les suivantes :

Équipement	Garantie minimale
Membrane d'étanchéité	10 ans (décennale)
Modules photovoltaïques – garantie produit	20 ans
Modules photovoltaïques – garantie de performance	25 ans (≥ 80 % de la performance initiale)
Micro-onduleurs	25 ans minimum
Structure de fixation lestée	10 ans minimum

Les intervenants disposent des qualifications professionnelles adaptées aux travaux électriques et aux travaux en hauteur (habilitations électriques en cours de validité, formation au travail en toiture). L'Entreprise justifie, à la demande du Maître d'Ouvrage ou de la Maîtrise d'Œuvre, des qualifications de son personnel et de ses éventuels sous-traitants.

2.6 DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE

Avant le démarrage des travaux

L'Entreprise doit remettre, à l'approbation de la Maîtrise d'Œuvre les documents suivants, conformément au planning d'exécution :

- Le planning prévisionnel des travaux incluant les phases d'approvisionnement.
- Un plan de prévention ou plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS).
- La documentation technique des éléments d'étanchéité.
- Les fiches de certification IEC61730-1/2 et 61215 des modules qu'il propose.
- Les fiches techniques des caractéristiques et les notices des matériels à fournir et à installer.
- Les documents de certification des structures de fixation des modules et des onduleurs (ETN, ATEC, VDE, etc...).
- Transmettre la descente de charge des modules et de leur structure de fixation.
- Les notes de calcul de tenue mécanique de la structure support de modules photovoltaïques sur la toiture.
- Les notes de calculs de dimensionnement des câbles DC et AC dans leurs canalisations ainsi que les protections électriques associées (des sections de câbles, courants de court-circuit, échauffements admissibles des canalisations, chutes de tension, etc...). Ces notes de calcul seront réalisées à partir d'outil logiciel tels que : Caneco, Lise PV ou équivalent.
- Les plans de montage et les recommandations particulières à respecter pour le montage des différents éléments du générateur photovoltaïque.
- Les schémas électriques détaillés complets de l'installation (modules, coffrets électriques AC, Monitoring, Arrêt d'urgence, Mise à la terre, etc...).
- Les certificats de garantie des principaux composants.
- Les plans de fabrication et d'exécution.
- Une simulation détaillée du productible de l'installation avec les impacts éventuels des ombrages si existant sous Logiciel PVsyst ou équivalent.
- L'attestation de qualification professionnelle.

Pendant et à la réception des travaux

L'Entreprise doit remettre pour le complexe d'étanchéité :

- Un dossier des ouvrages exécutés (DOE) sous format électronique qui comprendra :
 - Le descriptif détaillé du complexe d'étanchéité,
 - Les documents techniques des éléments constitutifs du complexe d'étanchéité.

L'Entreprise doit remettre pour le générateur :

- Un dossier des ouvrages exécutés (DOE) sous format électronique qui comprendra :
 - Le descriptif détaillé de l'installation et de son principe de fonctionnement.
 - Les limites de fonctionnement normal du système.
 - Les plans de câblage électrique de l'installation et des équipements fournis.
 - Les procédures de mise en service et d'arrêt d'urgence.
 - Les instructions pour le diagnostic des pannes courantes.
 - La nomenclature exhaustive de tous les matériels installés avec fiches techniques et coordonnées des fournisseurs avec les numéros de série de tous les principaux composants.
 - Les certificats de garantie de tous les matériels.
 - Tous les plans et schémas de récolement (en version électronique, au format DWG ou DXF).
 - La fiche de résultats d'essais réalisés avant réception.
- Le document d'intervention ultérieur sur l'ouvrage (DIUO) sous forme de notice d'entretien et d'exploitation du générateur avec descriptif des actions à effectuer et leur périodicité. Ce document

comprend également la liste de pièces détachées de rechange nécessaires. Il précise aussi la façon de diagnostiquer et de réparer les principales pannes ou dysfonctionnements courants.

- L'attestation de conformité de l'installation solaire photovoltaïque délivrée par le CONSUEL
- Le document de certification technique de la solution de fixation des modules.
- Une attestation de contrôle des serrages des modules sur leur structure.
- Un jeu de documents protégés à laisser dans le local technique comprenant tous les éléments pour les opérations de maintenance (livre de bord, notice d'utilisation, signification des différents indicateurs, consignes de sécurité et d'utilisation).
- Une notice explicative de l'arrêt du générateur photovoltaïque et un plan du bâtiment avec le repérage des différents équipements
- Les panneaux de prévention réglementaires exigés par le guide UTE C-15-712-1.

2.7 DEMARCHES ADMINISTRATIVES

L'installation fonctionnant en autoconsommation totale sans injection, l'Entreprise réalise les démarches auprès du gestionnaire de réseau (ENEDIS) en vue de l'établissement de la convention d'autoconsommation sans injection pour le compte du Maître d'Ouvrage, et met en œuvre le dispositif de zéro injection garantissant l'absence d'injection sur le réseau public de distribution.

2.8 MODIFICATIONS DE PRESTATION

Toute modification de prestation par rapport au présent CCTP doit faire l'objet d'un accord écrit préalable du Maître d'Ouvrage et de la Maîtrise d'Œuvre. L'Entreprise ne peut se prévaloir d'une quelconque modification non validée pour réclamer un supplément de prix ou de délai.

3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES

3.1 TRAVAUX D'ETANCHEITE

Le but de cette réfection d'étanchéité est de rendre la toiture technique. Si l'Entreprise choisit de remplacer le matériel proposé dans la solution particulière par un matériel équivalent, elle doit montrer que le complexe ainsi refait sera qualifiée de technique conformément à son DTA. Une proposition ne rendant pas la toiture technique sera jugée **non-conforme et l'offre sera rejetée**.

Les travaux comprennent la fourniture, le transport, la mise en œuvre et tous les moyens (matériels, humains, sécurité) nécessaires à la réalisation complète et conforme de l'ouvrage, en ordre de marche. L'Entreprise est réputée avoir prévu l'ensemble des sujétions nécessaires à la bonne exécution, même non explicitement décrites, dans les règles de l'art.

3.1.1. E.1 – Installations de chantier et accès

L'Entreprise doit :

- L'installation de chantier, zone de stockage, balisage et signalisation.
- L'approvisionnement et acheminement des matériaux en toiture (R+4) via ascenseur du bâtiment à vérifier, sinon par des moyens de levage adaptés à la hauteur du bâtiment (grue mobile, monte-matériaux ou équivalent), à chiffrer par l'Entreprise.
- La protection des ouvrages conservés, des usagers et des abords (bâtiment en exploitation).

3.1.2. E.2 – Dépose de la membrane d'étanchéité existante

L'Entreprise doit :

- Le Déplacement de la protection lourde (gravillons) sur l'ensemble de la toiture ($\approx 200 \text{ m}^2$).
- L'arrachage des relevés d'étanchéité existants, des rives et solins ($\approx 110 \text{ ml}$).
- La dépose et l'évacuation de la membrane d'étanchéité existante ($\approx 200 \text{ m}^2$).
- L'évacuation manuelle des gravats et acheminement en centre de tri agréé (déchets DIB), bordereaux de suivi à fournir.

3.1.3. E.3 – Mise en sécurité de la toiture (garde-corps)

L'Entreprise doit la fourniture et pose de garde-corps en périphérie de toiture du R+4, conformes aux exigences de protection collective (NF E85-015 / EN ISO 14122-3).

Si possible, les garde-corps seront fixés directement aux acrotères afin de limiter leur emprise au sol. Si toutefois cette solution ne s'avère pas techniquement réalisable, une solution de garde-corps autolestés sera alors choisie. L'emprise au sol de ces garde-corps ne doit pas dépasser 1,05 m similaire à ceux déjà en place. L'implantation et le linéaire seront ajustés selon le plan de calepinage, les zones déjà protégées et les acrotères existants. Les lests ne devront pas poinçonner l'étanchéité (interposition d'une protection adaptée).

3.1.4. E.4 – Remplacement éventuel de l'isolant (prestation conditionnelle)

L'isolant PIR existant est conservé sous réserve de son bon état. L'Entreprise vérifiera son intégrité après dépose de la membrane et signalera toute zone dégradée. Après examen contradictoire en présence de la MOE et MOA, il pourra être demandé à l'Entreprise de remplacer les panneaux d'isolant dégradés.

Le remplacement comprend la dépose et l'évacuation des panneaux dégradés, la réfection du pare-vapeur sous-jacent, ainsi que la fourniture et la pose d'un isolant équivalent — panneaux PIR de qualité toiture-terrasse, épaisseur 140 mm, classe de compressibilité C, résistance thermique $R \geq 6,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, équivalents au type UTHERM Roof PIR L FRA — compatible avec le complexe d'étanchéité retenu. L'épaisseur d'origine est strictement conservée afin de ne pas modifier les niveaux finis, les relevés, les seuils et les entrées d'eaux pluviales. Les panneaux reconnus conformes sont maintenus en l'état.

Cette prestation présente un **caractère conditionnel** : elle n'est exécutée que sur les surfaces reconnues dégradées lors de l'examen contradictoire. Elle est rémunérée au mètre carré, selon le prix unitaire correspondant du DPGF, appliqué à la surface effectivement relevée et validée contradictoirement. Aucune plus-value au forfait ne pourra être réclamée au titre de la part d'isolant conservée.

3.1.5. E.5 – Réfection de l'étanchéité en partie courante

L'Entreprise doit :

- La fourniture et pose d'une membrane PVC armé SikaPlan SGmA 15/10 (épaisseur 1,5 mm) en partie courante sur l'ensemble de la toiture ($\approx 200 \text{ m}^2$), conformément à son Avis Technique / DTA
- La mise en œuvre selon les règles de l'art et les prescriptions du fabricant (recouvrements, soudures à air chaud, traitement des points singuliers).

3.1.6. E.5 – Relevés d'étanchéité et ouvrages annexes

L'Entreprise doit :

- La réalisation des relevés d'étanchéité par membrane PVC SikaPlan SGmA ($\approx 110 \text{ ml}$), hauteur conforme aux DTU.

- La fourniture et pose de rives / solins (≈ 110 ml).
- La fourniture et pose de platines et moignons plomb au droit des naissances de descentes EP.
- Le traitement de l'ensemble des pénétrations, émergences, crosses et ouvrages traversant la toiture.
- Les raccordements aux ouvrages conservés (acrotères, costières, EP) dans les règles de l'art.

3.1.7. E.6 – Zones sous modules et cheminements – désolidarisation et dallettes

Sur les zones utiles des modules PV et les cheminements piétons (périmètre du champ), soit $\approx 102,5$ m² :

- Couche de désolidarisation / séparation mécanique imputrescible Sika AFC 700, mise en œuvre sur la membrane.
- Dallettes béton de classe $\geq S4$, format 50×50×4 cm, posées sur la couche de désolidarisation, formant la surface support des modules et les cheminements.

Un plan d'implantation des dallettes est fourni en annexe de ce cahier des charges 25_141_41_001.

Important : ces dallettes constituent l'assise du système de fixation lesté K2. Aucun percement, collage ou soudure ne pourra y être réalisé. La planéité et la stabilité de cette zone seront particulièrement soignées.

3.1.8. E.6 – Remise en place de la protection lourde

L'Entreprise doit la remise en place de la protection lourde gravillonnée sur les zones hors PV ($\approx 97,5$ m²).

L'épaisseur de gravier doit être la même qu'avant les travaux de réfection afin de ne pas augmenter la charge de ces derniers sur la structure. L'Entreprise doit l'évacuation des graviers en trop soit l'équivalent des 102,5 m² de dallettes.

3.2 GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

L'implantation des modules pour l'offre de base est effectuée selon le plan de calepinage joint au présent document (Plan n°25_141_041_003). Le synoptique du générateur en toiture est également joint au présent document (Plan n° 25_141_031_001).

Avant le démarrage des travaux, l'Entreprise réalise une visite obligatoire de contrôle de l'état de la toiture (étanchéité, désordres, fragilités, implantation) en présence du Maître d'Ouvrage. Un état des lieux des installations existantes, avec reportage photographique, sera ainsi réalisé avant et après les travaux, en présence d'un représentant de l'Entreprise et du Maître d'Ouvrage. Toute reprise rendue nécessaire par l'intervention de l'Entreprise, co-traitants, sous-traitants ou fournisseurs reste à la charge de l'Entreprise.

3.2.1. P.2 – Modules photovoltaïques

L'Entreprise doit la fourniture et la mise en œuvre de modules photovoltaïques sur leurs supports de fixation conformément aux notices et plans de montage du procédé de fixation fourni par le fabricant de modules.

Une attention particulière sera portée sur la nature des matériaux en contact entre les modules et leurs supports. Dans le cas où des matériaux de noblesse différente seraient mis en contact, un isolant devra systématiquement être mis en œuvre pour éviter la création de couples électrolytiques.

Le module retenu fera partie de la liste des modules compatibles et cité dans le document de certification du système de fixation choisi.

Les spécifications minimales des modules sont les suivantes :

Caractéristique	Spécification
Puissance crête unitaire	460 Wc minimum
Dimensions indicatives	1762 mm × 1134 mm
Technologie	Monocristallin
Epaisseur minimale verre	3,2 mm si module verre/composite – 2 mm si module bi-verre
Boîte de jonction	IP68 minimum
Diodes by-pass	3 minimum
Connecteurs	MC4 ou équivalent
Longueur des câbles	1100 mm minimum
Cadre	Aluminium anodisé noir
Efficacité module	> 20 %
Plage de température de fonctionnement	-40 °C à +90 °C
Résistance mécanique	5400 Pa en pression / 2400 Pa en dépression
Garantie produit	20 ans minimum
Garantie de performance	25 ans, ≥ 80 % de la performance initiale

Exemple de module pris en compte pour la solution particulière : DM460G12RT-B48HBT de chez DMEGC Solar.

Tous les modules du générateur seront de même marque, de même référence et feront partie d'une même série de fabrication. Ils devront être interchangeables et disposer d'une homogénéité des couleurs au niveau de leur teinte de façon à donner un aspect uniforme aux champs.

Chaque module sera muni d'une étiquette durable et indélébile conforme à la norme CEI 61212, précisant l'identification du fabricant, la référence et le numéro de série du module, sa puissance crête, ainsi que le lieu et la date de fabrication.

Le nombre de modules photovoltaïques proposé est de 36 unités de puissance 460 Wc (dimensions approximatives 1134 x 1762 mm). L'Entreprise pourra proposer dans son offre des modules de puissance supérieure sous réserve de respecter la surface disponible sur la toiture. L'Entreprise doit respecter l'obligation de résultat attendue par le Maître d'Ouvrage.

3.2.2. P.3 – Structure de fixation des modules PV

Les supports de modules doivent permettre une pose avec une double-orientation Est/Ouest des modules (38° et -142° avec 0° Sud).

La structure support sera de type système lesté (ISB) sans percement ni fixation par collage ou soudure de la toiture, adaptée à une mise en œuvre sur toiture technique. La solution particulière retenue est le système K2 systems D-DOME 6 et S-DOME 6 ou techniquement équivalent, bénéficiant impérativement d'une certification type Enquête Technique Nouvelle (ETN) (ou Avis Technique) en cours de validité.

Caractéristique	Spécification
Domaine d'emploi	Toiture plate de pente < 5°
Structure et serreurs	Aluminium ou acier avec traitement anti-corrosion (durée de vie > 20 ans)
Pièces de montage	Aluminium et acier inoxydable
Angle d'inclinaison	10°
Orientation	Double orientation Est-Ouest
Mode de fixation	Lestage (note de calcul Eurocodes à fournir par l'installateur)
Certification	Enquête Technique Nouvelle (ETN)
Garantie produit	10 ans minimum

Le calepinage des modules photovoltaïques et leur structure doit permettre l'implantation du nombre de modules nécessaires pour obtenir la puissance exigée en respectant les critères dimensionnels suivants :

- Laisser un cheminement pour la circulation autour de la périphérie de la toiture de 0,90 m,
- Laisser une distance de 0,90 m tout autour des dispositifs de désenfumage, des ventilations hautes (V.H.), des groupes extérieurs de climatisation et des puits de lumière
- Eviter les ombres portées dues à la surélévation des toitures entre elles et aux autres dispositifs présents sur les toitures
- Respecter les conditions de mise en œuvre des ouvrages en toiture selon le DTU 43.1 (Étanchéité des toitures-terrasses) et le DTU 20.12 (Maçonnerie des toitures et étanchéité).
- Positionnement des modules sur la structure en mode Paysage avec 2 orientations est/ouest
- Respecter une séparation thermique conformément à la notice de pose du fabricant

Les modules seront implantés conformément au plan de calepinage n° 25_141_41_003. L'implantation devra permettre une circulation autour de tous les champs PV. Une attention particulière sera effectuée lors de la pose afin d'éviter toute entrave à l'écoulement des eaux de pluie.

Une attention particulière sera portée si des matériaux ou des fixations de noblesse différente sont utilisés pour qu'ils soient compatibles chimiquement entre eux. Si nécessaire, des interfaces isolantes adaptées seront mises en œuvre afin d'éviter la création de couple galvanique.

Une note de calcul de lestage sera établie selon les Eurocodes (NF EN 1991-1-3/NA – charges de neige et NF EN 1991-1-4/NA – actions du vent), avec les hypothèses suivantes propres au site (cf. [1.4](#)) L'installateur précisera la charge de lest (kg/m^2) et le type de lest envisagé. L'Entreprise précisera la charge de lest rapportée (kg/m^2) et s'assurera de sa compatibilité avec la capacité portante de la toiture-terrasse. La descente de charge globale du système (structure, lest, modules, chemins de câbles et leurs supports) sera transmise à la Maîtrise d'Œuvre et devra rester compatible avec la charge permanente de la dalle.

L'interface avec les dalles béton se fera au travers d'un résilient de type tapis de protection EPDM (selon recommandation du document de certification).



Figure 4 : Photographie système de fixation lesté

3.2.3. P.4 – Micro-onduleurs

L'Entreprise doit la fourniture, la mise en œuvre et le câblage des micro-onduleurs y compris leurs accessoires de protection et de fixation.

Pour optimiser la production d'énergie électrique, le convertisseur statique doit disposer d'une fonction MPPT (Max Power Point Tracking).

Les onduleurs proposés sont issus d'un fabricant et d'une gamme de produits dont le retour d'expérience permet d'attester de leur haut niveau de fiabilité en milieu extérieur ouvert. Dans l'objectif de minimiser les conséquences des ombrages partiels induits par les émergences voisines, il est imposé de travailler avec des gammes d'onduleur couramment nommées 'micro-onduleurs' de puissance adaptée à la puissance crête des modules.

L'Entreprise doit la mise en œuvre de 36 micro-onduleurs ATMOCE MI-400 (avec M-Relay et M-Gateway pour protection de découplage) ou techniquement équivalent. Les micro-onduleurs seront fixés sous les panneaux grâce à des systèmes de fixations adaptés.

Caractéristique	Spécification
Puissance nominale unitaire	Adaptée à la puissance des modules
Protection de découplage	Conforme DIN VDE 0126-1-1 / VFR2019
Réenclenchement	Automatique après disparition du défaut (si autorisé)
Fréquence nominale	50 Hz
Régulation du facteur de puissance	+0,8 à -0,8 (si requis par le GRD)
Rendement européen	> 95 %
Indice de protection	IP67 ou équivalent (pose extérieure sous modules)
Tension de sortie	AC conforme au schéma de raccordement retenu
Communication / supervision	Passerelle + plateforme de supervision vers GTC
Garantie	25 ans

L'Entreprise organisera l'architecture AC répartie en toiture de manière à maîtriser le nombre de départs et de protections AC, et à garantir la résilience de l'installation en cas de défaut localisé.

3.2.4. Câbles et connectique DC

Les liaisons DC se limitent aux liaisons entre chaque module et son micro-onduleur. Les câbles DC présenteront au minimum les caractéristiques suivantes : catégorie C2 non propagateur de la flamme, classe II, température d'âme 90 °C, plage d'utilisation -35 °C à +120 °C, résistance aux UV et à l'ozone, sans halogène, tension assignée 1000 V DC, intensité admissible selon NF C15-100.

Les connecteurs DC seront de même marque et de même type aux deux extrémités, conformes à la norme NF EN 50521, de classe II, IP67 minimum, et assemblés avec l'outillage imposé par le fabricant. Tous les câbles seront repérés à leurs tenants et aboutissants, et tout câble exposé au rayonnement sera protégé par une gaine anti-UV. Les certificats de compatibilité de connecteurs (par exemple au connecteur MC4 ou autres) ne seront pas acceptés.

3.2.5. P.5 – Adaptateur de jonction triphasé AC

L'Entreprise doit la fourniture et la pose d'adaptateurs de jonction AC triphasé. Le but de ces derniers est de passer de 3 circuits monophasés à un circuit triphasé.

Ils doivent être mis en place en limite de champs PV conformément au plan d'implantation joint au présent CCTP (25_141_41_003).

Dans le cas de la solution particulière, il a été retenu un adaptateur de jonction triphasé MT-03205-A.



Figure 5 : Adaptateur de jonction triphasé ATMOCE

3.2.6. P.6 – Câblage des liaisons AC et chemins de câbles AC

Les sections des câbles AC seront dimensionnées pour une chute de tension maximale de **1,5 % de U(AC)** entre les micro-onduleurs et le point de raccordement, conformément aux règles de conception de l'UTE C15-712-1 et de la NF C15-100 (3 % maximum). Les câbles AC présenteront au minimum les caractéristiques suivantes :

- Référence / type : **FR-N1X1G1** (Câble U1000 AR2V interdit)
- Isolant : polyéthylène réticulé (XLPE).
- Nombre de conducteurs : multipolaire. Âme cuivre.
- Température sur l'âme : 90 °C. tension de service : 0,6/1 kV.
- Classement de réaction au feu : C2 selon IEC 60332-1-2. Tenue environnementale AN2.

Les chemins de câbles AC seront en acier galvanisé à chaud (EZ1000 en extérieur, électrozingué en intérieur), de type dalle marine ou chemin de câbles en fils fermés et cerclés. Une réserve minimale de 30 %, une seule couche de câbles, classe au feu M0 et mise à la terre par câblette de cuivre nu de section minimale 16 mm² sont à prévoir. Les chemins de câbles AC ne pourront en aucun cas contenir de câbles DC ou de courants faibles. Les canalisations DC et AC seront obligatoirement séparées. En toiture, ils chemineront sur plots lestés (type RubberFoot ou équivalent).



Figure 6 : Exemple de support de chemin de câbles – Rubberfoot

3.2.7. P.7 – Armoire électrique TGAC PV

Les départs AC issus des micro-onduleurs seront raccordés grâce à des adaptateurs de jonction (ou équivalent) puis acheminés vers l'armoire TGAC PV. Les coffrets et protections AC seront dimensionnés sous logiciel métier, conformément au guide UTE C15-712-1 et à la norme NF C15-100, avec note de calcul justificative validée par le Bureau de Contrôle et la Maîtrise d'Œuvre. Les caractéristiques à respecter sont les suivantes :

- Protection contre les contacts directs : appareils de classe de protection minimale IP4x.
- Protection contre les contacts indirects : utilisation maximale d'appareils de classe II.
- Protection contre les surintensités conformément au guide UTE C15-712-1 et à la NF C15-100.
- Séparation physique des circuits AC et des courants faibles.

- Repérage clair des arrivées et départs (étiquetage durable).

L'Entreprise doit la fourniture, la mise en œuvre et le câblage d'une armoire TGAC PV dans la zone technique en toiture. Elle regroupera l'ensemble des matériels de protection, de commande, de sécurité et de contrôle nécessaires au bon fonctionnement de la centrale, et comprendra notamment :

- Les protections d'entrées et de sorties des liaisons AC et des appareillages intérieurs.
- Un interrupteur-sectionneur général de coupure AC.
- Une alimentation secourue permettant de maintenir le système de monitoring opérationnel pendant au moins 4 heures.
- Un dispositif de déclenchement de l'interrupteur général depuis les arrêts d'urgence à sécurité positive (bobine MN).
- Un compteur d'énergie triphasé numérique communicant (Modbus, TCP/IP, etc.).
- Les dispositifs de protection foudre obligatoire parafoudre AC Type 2.
- Le dispositif de découplage externe (relais), solution particulière : MRelay.
- Les borniers d'arrivée et de départ courants forts et faibles, clairement repérés.
- Un répartiteur de terre.
- Un porte-document avec les schémas électriques de l'installation.
- Une prise de courant 2P+T 16 A.
- Un bouton d'arrêt d'urgence de type « coup de poing » en façade.
- Tous les accessoires nécessaires.

Les spécifications techniques des enveloppes des armoires AC PV seront :

- Les enveloppes sont choisies en matériaux non corrosifs ou avec traitement anticorrosion, non propagateurs de la flamme, et résistants aux UV
- Matière : Polyester renforcé fibre de verre ou métallique
- Indice de protection : Minimum IP54
- Tenue en Température : -35 / +150°
- Dimensions extérieures approximatives : Larg : 800 x Haut : 600 x Prof : 300
- Couleur RAL : standard 7032
- Fermeture : A clé
- Dispositif de ventilation : Deux ouïes d'aération de dimensions à définir en partie basse et en partie haute pour assurer une ventilation naturelle si l'étude thermique de l'armoire le nécessite.
- Les entrées de câbles se feront par presse-étoupe stabilisé UV.
- Signalétiques conformément aux chapitres 15 du guide UTE C15-712-1.

3.2.8. P.8 – Liaison équipotentielle et mise à la terre de la centrale

L'Entreprise réalise l'ensemble des liaisons équipotentielles de la centrale (modules, structures, coffrets, micro-onduleurs, chemins de câbles). Toutes les masses métalliques du générateur seront interconnectées à la terre existante du site, selon les règles de la NF C15-100 et du guide UTE C15-712-1.

Les liaisons de mise à la terre des modules sont réalisées par l'Entreprise. Elle devra fournir le plan de mise à la terre des modules pour validation avant le montage des matériels. Etant donné le grand nombre de liaisons de mise à la terre des modules à réaliser sur ce type d'installation, l'Entrepreneur doit proposer dans son offre une solution la plus optimisée possible tout en respectant les règles de mise à la terre décrites ci-dessous.

- Au minimum un point de liaison entre le cadre du module et la liaison équipotentielle,
- Le mode de fixation à la liaison équipotentielle doit être validé par le fabricant de module,
- Le point de fixation de la liaison équipotentielle doit permettre d'assurer la continuité électrique, y compris en présence d'anodisation,

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

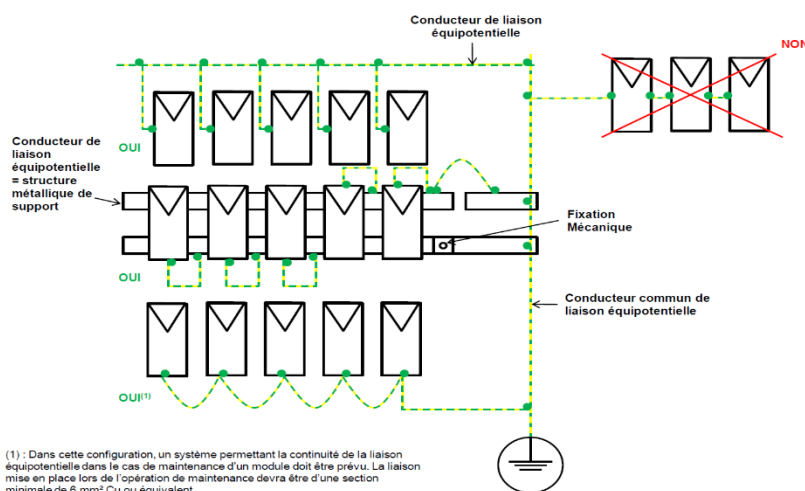


Figure 7 : Mise à la terre de la centrale

La liaison équipotentielle filante sur les chemins de câble est réalisée avec de la câblette de cuivre Nu de section 16 ou 25 mm². La fixation des liaisons équipotentielles le long des chemins de câbles se fait à l'aide de bornes à visser adaptées équipées de rondelles bimétal pour éviter tout contact entre deux matériaux de noblesse différente.

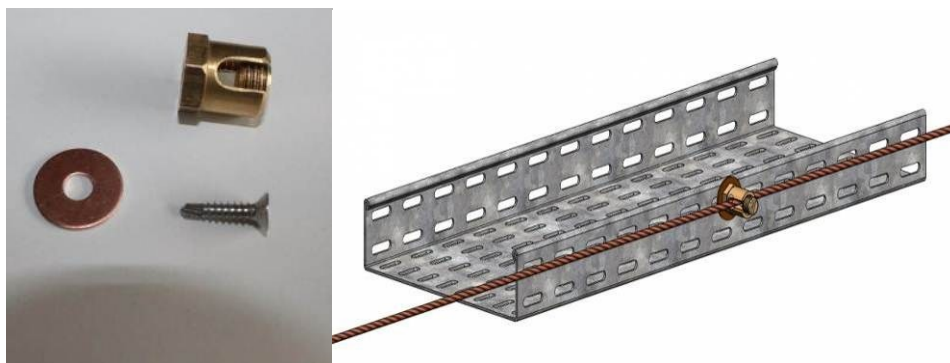


Figure 8 : Mise à la terre des chemins de câbles

3.2.9. P.8 – Protection foudre

L'installation sera conçue conformément au guide de protection contre les effets de la foudre dans les installations recourant aux énergies renouvelables (ADEME) et au guide UTE C15-712-1 de juillet 2013. Ces documents prévoient notamment la réalisation d'une liaison équipotentielle des masses de tous les équipements et la réduction des surfaces de boucle au niveau des champs PV.

La mise en œuvre d'un parafoudre AC est requise au titre du guide UTE C61-740-52, compte tenu de la densité de foudroiement du département de l'Hérault.

3.2.10. P.9 – Dispositifs de coupure d’urgence & signalétique

L’Entreprise doit la mise en place de dispositifs de coupure d’urgence du fonctionnement de la centrale photovoltaïque. Ils se composent :

- D’un bouton poussoir à accrochage avec réarmement manuel en façade de l’armoire TGAC PV, et d’un boîtier déporté au niveau du local SSI (ou à l’entrée du bâtiment où sont regroupés les arrêts d’urgence existants).
- D’un voyant blanc de signalisation (allumé = installation sous tension. Éteint = installation hors tension).
- D’un circuit de commande en câble de sécurité de type CR1.
- D’une bobine MN actionnant l’interrupteur-sectionneur du TGAC PV (ou le disjoncteur du tableau de raccordement), alimentée par une Alimentation Électrique de Sécurité (AES).



Figure 9 : Arrêt d’urgence de la centrale

L’Entreprise doit les signalétiques sur tous les organes électriques des installations photovoltaïques conformément à la norme NF C 15-712-1.

Pictogrammes

Le pictogramme dédié au risque photovoltaïque est apposé :

- A l’entrée du site avec en complément une étiquette où sera gravée la mention « Installation photovoltaïque en toiture »
- Accès en toiture
- Sur les chemins de câbles DC et AC tous les 5 mètres

Armoires électriques

Les faces avant seront équipés des pictogrammes suivants :



Onduleurs

L’Entreprise doit équiper tous les onduleurs d’une étiquette d’identification gravée en façade et de la signalétique suivante :



Chemins de câbles

Les chemins de câbles abritant les câbles DC sont capotés et étiquetés « Courant Continu » en respectant les prescriptions du guide UTE 15 712-1. Ils sont étiquetés tous les 5m de la signalétique suivante :



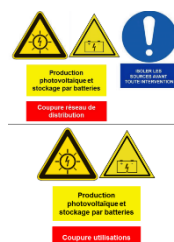
Au niveau des points d'injection

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



En partie AC

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



Consigne

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



3.2.11. P.10 – Raccordement – Régime de neutre

Conformément à la norme NF C15-100 applicable depuis septembre 2025, le générateur PV sera raccordé en aval d'un circuit de distribution et en amont de tous les dispositifs de protection du tableau divisionnaire auquel il est raccordé. Le régime de neutre sera identique à celui de la distribution interne du bâtiment.

Dans le cadre du fonctionnement en autoconsommation totale, le raccordement s'effectue par l'ajout d'une protection dédiée permettant d'injecter l'énergie produite dans les usages internes du site. Compte tenu de l'éloignement du TGBT, le raccordement sera réalisé dans le tableau divisionnaire du R+4 (TD5.2) ou dans une armoire dédiée à proximité immédiate selon le cas Consuel choisi (cas 1 ou 3). La section du câble entre le TGBT et le TD5.2 sera vérifiée pour accepter le transit de la puissance du générateur, et le jeu de barres du TGBT devra supporter la somme des courants $I_{AGCP} + I_{générateur}$. (Cf. figures 9 & 10).

Une protection de découplage conforme à la DIN VDE V 0126-1-1 et à la VFR2019 sera assurée, intégrée ou non aux micro-onduleurs, surveillant en permanence la tension, la fréquence et la stabilité du réseau public et commandant l'isolement de l'installation en cas de défaut. Un dispositif de zéro injection garantira l'absence d'injection sur le réseau public de distribution.

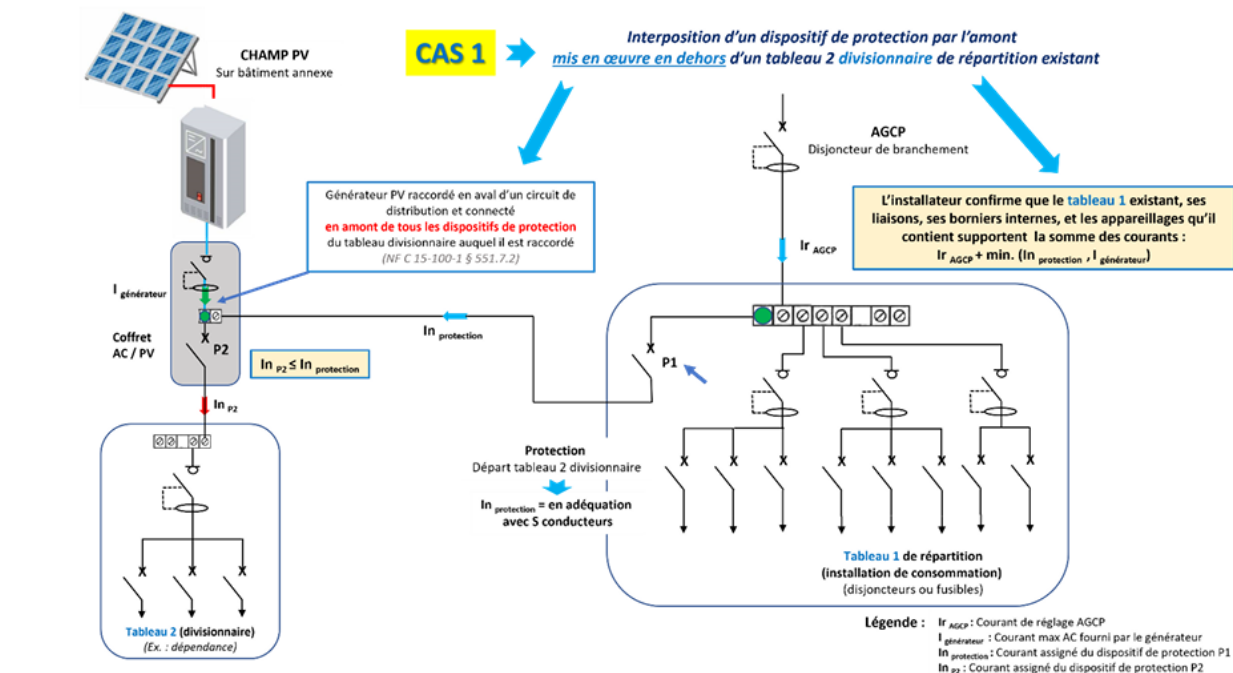


Figure 10 : Schéma du raccordement du générateur PV sur un tableau divisionnaire CAS 1

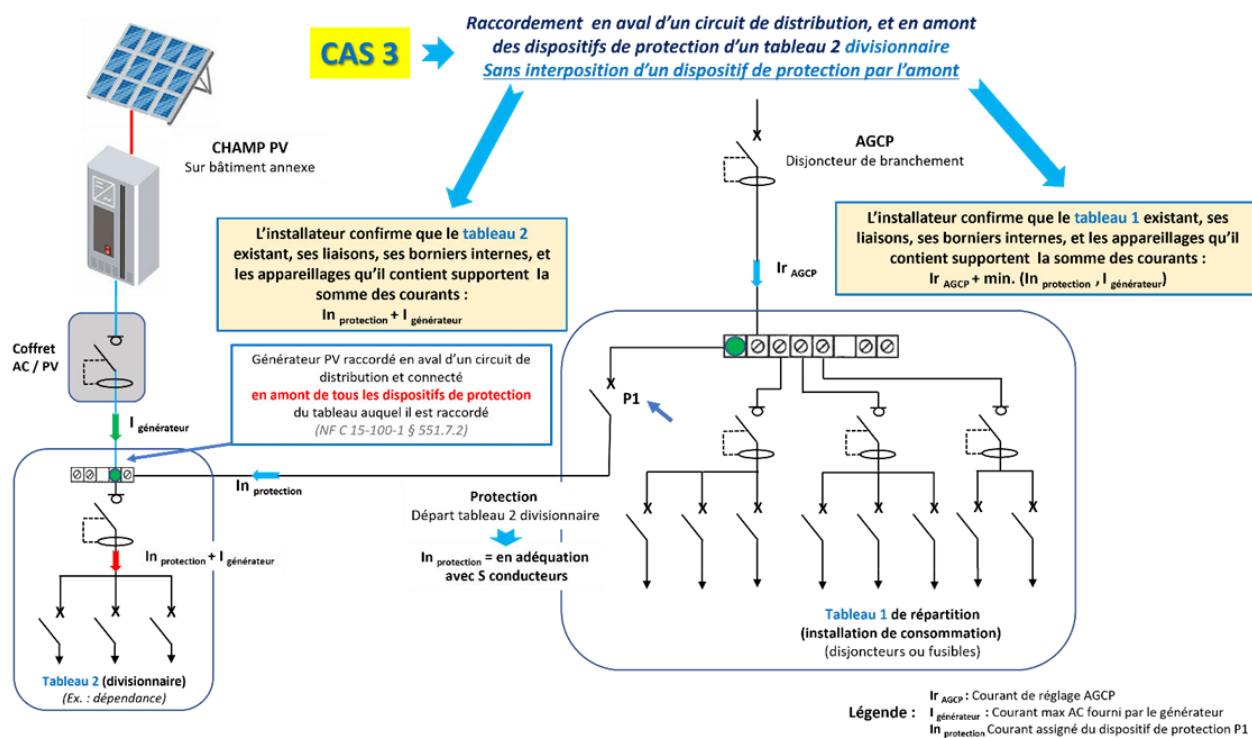


Figure 11 : Schéma du raccordement du générateur PV sur un tableau divisionnaire CAS 3

3.2.12. P.11 – Monitoring

L'Entreprise doit la fourniture, l'installation et la configuration d'un dispositif de suivi de fonctionnement (monitoring) pour assurer le suivi à distance de la centrale solaire photovoltaïque par le prestataire de maintenance.

Il doit permettre la collecte et le stockage des grandeurs physiques minimales listées ci-dessous :

- Puissance (W),
- Tension DC (V),

- Intensité DC (A),
- Fréquence AC (Hz),
- Tension AC (V),
- Température interne de l'onduleur (°C)

Le dispositif de monitoring devra permettre de mesurer et de calculer des valeurs moyennes selon un pas de mesure inférieur ou égal à 5 minutes et d'obtenir l'affichage de données moyennes horaires.

Une cellule de mesure de l'ensoleillement de type « cellule cristalline », identique à la technologie des modules proposés, sera mise en place. Elle présentera une plage de mesure de 0 à 1200 W/m², un indice de protection IP67, un boîtier en matériau non corrosif et un signal de sortie 0/10 V ou 4-20 mA selon la distance. Elle sera solidement fixée sur un support non corrosif, dans le même plan que les modules et dans une zone sans ombrage. Un capteur de température ambiante (plage -20 °C à +50 °C) sera positionné à proximité de l'armoire TGAC PV, au nord et à l'ombre. Ces grandeurs (ensoleillement et température) seront remontées au dispositif de monitoring.

Un dispositif de zéro injection doit être mis en œuvre afin de ne pas injecter d'électricité photovoltaïque dans le réseau, et de garantir l'autoconsommation totale. Le dispositif de zéro injection doit donc pouvoir mesurer les données de consommation en aval du compteur de soutirage du site afin de limiter la puissance active produite par les onduleurs en cas d'équilibre avec la consommation.

Le dispositif de suivi de fonctionnement doit pouvoir bénéficier d'une alimentation secourue.

Toutes ces données sont stockées localement et transmises via Internet sur un portail en ligne du fabricant d'onduleur permettant la visualisation et l'analyse de ces données depuis le site d'exploitation du Maître d'ouvrage. La communication à distance se fera en utilisant un routeur 3G / 4G de communication sans fil fourni et installé par l'Entreprise. Dans ce cas, le ou les contrats d'abonnement de communication (Carte M2M) pour l'envoi des données sont souscrits par la Maîtrise d'ouvrage selon les préconisations de l'Entreprise (type d'abonnement, données disponibles, etc...).

Le portail d'interface proposée en ligne permettra notamment :

- De visualiser toutes les données de production de manière claire et conviviale (affichage et superposition de courbes, affichage lisible, etc.).
- D'informer en direct sur le statut de l'installation (Etats des alarmes, valeurs d'ensoleillement, de température extérieure, valeurs de courant et de tensions des onduleurs côtés DC et AC, etc.).
- D'envoyer des alarmes par SMS ou mail en cas de dysfonctionnements ou de pannes.
- De donner des informations relatives au flux énergétique actuel.
- La surveillance de la communication avec le portail.
- La surveillance de la performance des onduleurs photovoltaïques (disponibilité) et la performance des différentes centrales (PR)
- La génération d'un journal des alarmes.
- D'obtenir les informations météorologiques sur le site au travers de la sonde d'ensoleillement et du capteur de température extérieure
- De télécharger les données sous un format exploitable par des logiciels conventionnels (Excel, etc.).

Le système choisi doit pouvoir envoyer les données mesurées à un système tiers, i.e. la GTC de la CPAM de l'Hérault.

Remarque : La réception ne peut être réalisée sans que le système soit opérationnel.

4. ESSAI – MISE EN SERVICE – RECEPTION

4.1 CONTROLES ET ESSAIS DE L'ETANCHEITE

Avant la pose de la centrale photovoltaïque, le titulaire procédera à un contrôle contradictoire complet des travaux d'étanchéité, en présence de la Maîtrise d'Œuvre et, le cas échéant, du Bureau de Contrôle.

Les vérifications porteront notamment sur :

- La conformité et la continuité de la membrane d'étanchéité.
- La qualité des soudures, recouvrements, relevés, rives, solins et points singuliers.
- Le traitement des pénétrations et des évacuations d'eaux pluviales.
- L'absence de dégradation, de perforation ou de défaut apparent.
- Le libre écoulement des eaux et l'accessibilité des évacuations.
- La conformité de la couche de désolidarisation.
- La planéité, la stabilité et l'implantation des dalles.
- La remise en place de la protection gravillonnée sur les zones concernées.

En cas de doute ou à la demande de la Maîtrise d'Œuvre ou du Bureau de Contrôle, L'Entreprise réalisera, à ses frais, un essai d'étanchéité adapté au procédé mis en œuvre.

Toute anomalie devra être corrigée avant la pose des structures et des équipements photovoltaïques.

La validation intermédiaire de l'étanchéité autorise l'intervention photovoltaïque, sans se substituer à la réception globale des ouvrages.

4.2 P.12 – CONTROLES ET ESSAIS DU GENERATEUR PV

Avant la mise en service, l'Entreprise procède à des essais fonctionnels et vérifie que l'ensemble des générateurs fonctionnent à leur puissance nominale attendue.

En cas de problème et/ou de dysfonctionnement, elle procède à ses frais à la remise en état et/ou en conformité de l'ouvrage par rapport aux normes en vigueur et aux spécifications du présent CCTP.

Lors de ces essais, les résultats de mesures sont consignés dans un document de test dont la trame sera proposée par l'Entreprise.

L'Entreprise vérifie également le bon fonctionnement :

- Du dispositif 0 injection.
- Du monitoring et notamment de la remontée d'information sur la GTC du Maître d'ouvrage.
- De la protection de découplage.
- Des arrêts d'urgence.

L'Entreprise se chargera de transmettre l'ensemble des éléments afin de réaliser les démarches pour l'obtention du certificat de Consuel et permettre la mise sous tension des centrales.

4.3 P.12 – RECEPTION DES TRAVAUX

Les Opérations Préalables à la Réception (OPR) donnent lieu à l'établissement d'un procès-verbal et, le cas échéant, d'une liste de réserves que l'Entreprise lève dans les délais impartis. La réception est prononcée par le Maître d'Ouvrage après levée des réserves et constatation du parfait fonctionnement de l'installation.

Un procès-verbal de réception définitive est signé si aucune remarque défavorable n'a été émise et si l'Entreprise a remis tous les documents précisés dans ce présent CCTP.

Une attestation de bon montage doit être réalisée par l'Entreprise pour être transmise à la Commission de Sécurité du SDIS 34.

4.4 GARANTIE DE PARFAIT ACHEVEMENT

L'Entreprise restera engagée durant un an à compter de la réception.

L'Entreprise doit durant cette période la mise au point des installations techniques afin d'assurer la performance énergétique et fonctionnelle attendue des équipements mis en place.

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

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

5. MAINTENANCE ET ENGAGEMENTS DE PERFORMANCE

L'Entreprise doit fournir un contrat de maintenance ne concernant que le générateur photovoltaïque pour une durée de 3 ans fermes à compter de la réception des travaux, reconductible tacitement deux fois par période d'un an, dans les conditions fixées au CCAP et au RC. L'étanchéité de la toiture relève, quant à elle, des garanties applicables (garantie de parfait achèvement et garantie décennale) et non du présent contrat de maintenance. Les paragraphes suivants détaillent ce que l'Entreprise doit par ce contrat.

L'Entreprise joint obligatoirement à son offre le projet de contrat de maintenance correspondant, précisant le périmètre des prestations, la fréquence des visites, les délais d'intervention, les moyens humains et matériels mobilisés ainsi que les modalités de reporting au Maître d'Ouvrage.

5.1 M.1 – MAINTENANCE PREVENTIVE

La maintenance préventive comprend a minima, à raison d'au moins une visite annuelle :

- Le contrôle visuel général du champ photovoltaïque (modules, fixations, lestage, absence de point chaud, de salissure ou d'ombrage nouveau).
- La vérification du serrage et de l'état des connexions DC et AC, de la connectique, des liaisons équipotentielles et de mise à la terre.
- Le contrôle de l'état des chemins de câbles, capotages, presse-étoupes et étanchéités de pénétration.
- La vérification du bon fonctionnement des micro-onduleurs, du dispositif de découplage et du dispositif de zéro injection.
- L'essai du ou des dispositifs de coupure d'urgence et le contrôle de la signalétique réglementaire.
- Le contrôle du système de monitoring, des sondes (ensoleillement, température), des remontées d'alarmes et de la transmission des données vers la GTC.
- Le nettoyage des modules conformément aux prescriptions des fabricants.
- Les mesures des courbes I-V sur échantillon représentatif.

- Une thermographie infrarouge du champ PV.
- Le contrôle des tensions et intensités DC/AC.

La visite annuelle préventive comprend, au titre du forfait, la fourniture et le remplacement des consommables et menues fournitures d'entretien courant (visserie, colliers, presse-étoupes, connecteurs, fusibles, produits de nettoyage) nécessaires au maintien en bon état de l'installation. Sont exclus les équipements (modules, micro-onduleurs, structure, armoire, câbles), qui relèvent des garanties constructeur ou de la maintenance curative.

5.2 M.2 – MAINTENANCE CURATIVE

Les interventions curatives — diagnostic sur site et réparation des pannes ou dysfonctionnements non résolus à distance — font l'objet d'une tarification distincte, détaillée par l'Entreprise dans son offre dans le DPGF.

L'Entreprise précise notamment :

- Le coût horaire de main-d'œuvre et le seuil minimum facturable par intervention.
- Les frais de déplacement (forfait).
- Le délai d'intervention garanti après signalement, conforme à la garantie de temps d'intervention définie à l'article 5.4, ce délai couvrant le déplacement et le démarrage du diagnostic.
- Le délai prévisionnel de remise en service, donné à titre indicatif, lequel peut dépendre de la disponibilité des pièces et des délais propres aux garanties constructeur applicables.
- Les conditions de fourniture et de facturation des pièces de remplacement, ainsi que tout coefficient appliqué aux pièces facturées au réel.

Le diagnostic réalisé sur site au titre d'une intervention curative correspond à la première heure d'intervention. Le déplacement donnant lieu à un simple constat, sans réparation ni remise en service immédiate, fait l'objet d'une ligne distincte au bordereau.

Les interventions relevant des garanties constructeur ou contractuelles en vigueur (modules, micro-onduleurs, structure) ne donnent lieu à aucune facturation au titre de la maintenance curative.

5.3 M.3 – SUPERVISION ET REPORTING

L'Entreprise assure, pendant toute la durée du contrat, une supervision continue de l'installation au moyen du système de monitoring, avec acquisition et archivage des données de production et des alarmes vingt-quatre heures sur vingt-quatre.

La supervision donne lieu à une qualification des alarmes : pour chaque anomalie détectée, l'Entreprise identifie l'équipement concerné (micro-onduleur, string, passerelle de communication), caractérise la cause probable et précise l'action corrective recommandée. La simple remontée d'un défaut non qualifié ne constitue pas un livrable au sens du présent article.

Les anomalies résolues à distance (réinitialisation, reparamétrage, mise à jour applicative) sont couvertes au titre de la supervision et ne donnent lieu à aucune facturation au titre de la maintenance curative.

La détection d'une anomalie par le système de supervision (alarme horodatée) constitue l'un des faits générateurs de la garantie de temps d'intervention définie à l'article 5.4. La perte de remontée des données de supervision est elle-même assimilée à une anomalie déclenchant cette garantie.

L'Entreprise consigne l'ensemble des interventions préventives et curatives, ainsi que les délais d'intervention associés, dans un rapport semestriel de performance remis au Maître d'Ouvrage. Le relevé horodaté de ces délais d'intervention constitue la base de vérification du respect de la garantie de temps d'intervention, seul

engagement de performance du marché, selon les modalités financières définies au CCAP. Le rapport reprend par ailleurs l'analyse de production et du ratio de performance (PR) sur la période, à titre d'indicateur de suivi de la production, sans incidence sur les modalités financières.

5.4 OBJECTIF DE PERFORMANCE – GARANTIE TEMPS D'INTERVENTION

Le présent marché étant un marché global de performance, l'objectif de performance porte sur la qualité de service de l'exploitation-maintenance, mesurée par une garantie de temps d'intervention (GTI).

Le titulaire, représenté par son mandataire, s'engage, pour toute la durée du contrat de maintenance, à intervenir — à distance ou sur site selon la nature du défaut — dans un délai maximal de 72 heures calendaires à compter du fait générateur, à savoir la détection d'une anomalie par le système de supervision (alarme horodatée), son signalement par le Maître d'Ouvrage ou la Maîtrise d'Œuvre, ou son constat lors d'une visite de maintenance préventive.

La GTI couvre le déplacement et le démarrage du diagnostic. Elle ne préjuge pas du délai de remise en service, lequel peut dépendre de la disponibilité des pièces et des délais propres aux garanties constructeur applicables aux équipements concernés (modules, micro-onduleurs, structure). Les interventions relevant des garanties constructeur ou contractuelles en vigueur ne donnent lieu à aucune facturation au titre de la maintenance curative.

Les contraintes d'accès au site (modalités d'accès au bâtiment, plages horaires d'ouverture, badges et autorisations) sont précisées par le Maître d'Ouvrage. Les périodes d'indisponibilité d'accès imputables au Maître d'Ouvrage suspendent le décompte de la GTI.

Le système de supervision installé doit horodater les alarmes et les interventions et permettre l'export des données dans un format exploitable (tableur) justifiant le respect de la GTI. La charge de l'établissement et de la preuve du respect de la GTI incombe au titulaire, qui consigne l'ensemble des interventions et leurs délais dans le rapport semestriel de performance remis au Maître d'Ouvrage.

Les modalités financières attachées au respect de cet engagement (lien rémunération/performance et abattements) sont définies au CCAP.

5.5 EXCLUSIONS ET LIMITES DE LA MAINTENANCE

Sont exclus du présent contrat de maintenance, qu'elle soit préventive ou curative :

- Les dommages résultant de sinistres ou d'événements extérieurs — notamment grêle, tempête, foudre, inondation, incendie — ainsi que les actes de vandalisme, de malveillance ou le fait d'un tiers. Leur réparation relève de l'assurance dommages aux biens du Maître d'Ouvrage.
- Les dommages résultant d'un cas de force majeure.
- Les interventions rendues nécessaires par une modification, une intervention ou une utilisation de l'installation par le Maître d'Ouvrage ou par un tiers non habilité.
- Les travaux relevant de la garantie de parfait achèvement ou de la garantie décennale, notamment ceux affectant l'étanchéité de la toiture.
- La fourniture des pièces couvertes par les garanties constructeur (modules, micro-onduleurs, structure), assurée au titre desdites garanties.

La survenance de l'un des événements mentionnés aux deux premiers alinéas suspend la garantie de temps d'intervention définie à l'article 5.4 pour les équipements concernés.

Le Maître d'Ouvrage conserve la faculté de confier au titulaire, par voie d'avenant ou de bon de commande distinct, la remise en état consécutive à un sinistre, sur la base du bordereau de prix unitaires ou d'un devis spécifique.

6. NORMES ET TEXTES REGLEMENTAIRES

L'installation est conçue et réalisée conformément aux normes et textes réglementaires en vigueur, et notamment :

- Génie électrique :
 - NF C15-100 – Installations électriques à basse tension (édition en vigueur, intégrant les évolutions de septembre 2025).
 - Guide UTE C15-712-1 (juillet 2013) – Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution.
 - NF EN 50521 – Connecteurs pour systèmes photovoltaïques.
 - DIN VDE V 0126-1-1 et VFR2019 – Protection de découplage.
- Bâtiment et construction :
 - DTU 43.1
 - Eurocodes – NF EN 1991-1-3/NA (charges de neige) et NF EN 1991-1-4/NA (actions du vent) et leurs amendements.
 - Enquête Technique Nouvelle (ETN) du système de fixation retenu.
 - Règles applicables aux Établissements Recevant du Public (ERP) et avis de la Commission Centrale de Sécurité (février 2013). Doctrine du SDIS 34.
- CEM et protection contre la foudre :
 - Guide UTE C61-740-52 – Choix et installation des parafoudres.
 - Guide de protection contre les effets de la foudre dans les installations recourant aux énergies renouvelables (ADEME).
- Technologie photovoltaïque :
 - IEC 61215 – Qualification de la conception et homologation des modules.
 - IEC 61730-1 & 2 – Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules.
 - CEI 61212 – Étiquetage des modules.
- Code du travail, urbanisme et environnement :
 - Code du travail – prescriptions relatives aux travaux en hauteur et aux installations électriques.
 - Code de l'énergie – Chapitre V (articles L315-1 à L315-8) relatif à l'autoconsommation.
 - Code de l'urbanisme – autorisation d'urbanisme et avis de l'Architecte des Bâtiments de France (périmètre Monuments Historiques).
 - Normes de signalisation et plans d'évacuation : NF S60-302/303, NF X08-003, ISO 6790.

Cette liste n'est pas limitative : l'Entreprise applique l'ensemble des textes, normes et règlements en vigueur à la date d'exécution des travaux.

7. LIMITES DE PRESTATION

Le présent chapitre précise les interfaces entre le marché de l'Entreprise titulaire et les prestations relevant d'autres lots ou directement du Maître d'Ouvrage.

Prestations NON comprises dans le présent marché (réalisées par d'autres lots ou par le Maître d'Ouvrage), et dont la réalisation conditionne l'intervention de l'Entreprise :

- L'attestation de solidité de la toiture vis-à-vis des charges apportées par le générateur.
- La mission du Bureau de Contrôle.
- La mission de Coordination Sécurité et Protection de la Santé (SPS).
- La mission de Maîtrise d'Œuvre.

- Le dépôt de l'autorisation d'urbanisme et la consultation de l'Architecte des Bâtiments de France (l'Entreprise fournissant les éléments techniques nécessaires).

Prestations comprises dans le présent marché (à la charge de l'Entreprise) : l'ensemble des études d'exécution, fournitures et poses de la membrane d'étanchéité, dalles, garde-corps, fournitures, poses, raccordements, essais et mise en service du générateur photovoltaïque tels que détaillés aux chapitres précédents, y compris la mise à la terre de la centrale, le dispositif de zéro injection, le monitoring, la coupure d'urgence, le CONSUEL, le DOE et le DIUO.

Interfaces particulières : l'Entreprise coordonne l'intervention PV avec l'intervention étanchéité afin de garantir le respect du domaine d'emploi de l'ETN (complexe d'étanchéité et dalles conformes). Elle ne met en œuvre la structure lestée et les modules qu'après réception de la toiture technique. Toute reprise d'étanchéité rendue nécessaire par son intervention reste à sa charge.

8. LISTE DES DOCUMENTS ET PLANS ANNEXES AU CCTP

Sont annexés au présent CCTP les documents suivants, qui en font partie intégrante :

- Plan d'implantation des dalles en toiture 25_141_41_001 (format A3).
- Plan d'implantation des garde-corps en toiture 25_141_41_002 (format A3).
- Plan d'implantation du générateur en toiture 25_141_41_003 (format A3).
- Schéma électrique unifilaire de principe (DC / AC) de l'installation (cas 1 ou 3) 25_141_31_001 & 25_141_31_002.
- DPGF
- Planning prévisionnel

En cas de contradiction entre les pièces, les prescriptions du présent CCTP prévalent, sauf disposition plus contraignante des normes et règlements en vigueur.