AMPHITHÉÂTRES DE TERRE-SAINTE
Construction d'amphithéâtres sur le campus de Terre-Sainte

INTERVENANTS

Architecte mandataire
TAND'M RÉUNION

BET Structure
EMCI

BET VRD
ISOFLU

BET Fluides
AIR DARWIN CONCEPT

BETs QE
RÉSILIENS
SOLENER

Paysage
AWE

Économiste
CIEA

Scénographie
AGENCE CLAIR OBSCUR

Acoustique
MARSHALL DAY ACOUSTICS



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Lot n°16 - Photovoltaïque

AIR DARWIN CONCEPT

SAINT-PIERRE	MARCHÉ PUBLIC	UNIVERSITÉ	TRAVAUX NEUFS
Numéro d'affaire	Date	Phase	Indice
A3-25-1681	Octobre 2026	DCE	1

0. REVISION DE DOCUMENTS 2

1. GENERALITES 3

1.1 OBJET DU MARCHE 3
1.2 CLASSEMENT DE L'OPERATION 3
1.3 OBJECTIF 3
1.4 PRESTATIONS A LA CHARGE DU PRESENT LOT 4
1.5 PIECES GRAPHIQUES 4
1.6 ORDRE DE PRIORITAIRE DES DOCUMENTS 5
1.7 COORDINATION AVEC LES AUTRES CORPS D'ETAT 5
1.8 LIMITE DE PRESTATIONS 5
1.9 REGLEMENTS – PRESCRIPTIONS – TEXTE SPECIAUX 8
1.10 DOCUMENTS A REMETTRE EN PHASE CONSULTATION 8
1.11 DOCUMENTS A REMETTRE EN PHASE D'EXECUTION 9
1.12 DOCUMENT A REMETTRE A LA FIN DES TRAVAUX 10
1.13 PROVENANCE DES FOURNITURES 11
1.14 PROTECTION CONTRE LA CORROSION 12
1.15 TENUE AUX VENTS 12
1.16 ETIQUETAGE – REPERAGE 12
1.17 VERIFICATIONS 12
1.18 ESSAIS ET VERIFICATIONS 13
1.19 RECEPTION DES INSTALLATIONS 14
1.20 GARANTIE 14
1.21 NOTE PARTICULIERE 15

2. BASE DE CALCULS 16

2.1 PHOTOVOLTAÏQUE 16

3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES PHOTOVOLTAÏQUES 17

3.1 GENERALITES 17
3.2 CANALISATIONS ELECTRIQUES 17
3.3 PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS 17
3.4 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUES 18
3.5 ONDULEURS 19

4. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES PHOTOVOLTAÏQUES 20

4.1 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 20
4.2 ONDULEURS 23
4.3 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES 24

5. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES ENTRETIEN ET MAINTENANCE 29

5.1 NOTE LIMINAIRE 29
5.2 OBJECTIFS 29
5.3 CONTRAT D'ENTRETIEN 29

0. REVISION DE DOCUMENTS

Le tableau de révision ci-dessous présente les modifications apportées au dossier pour le lot considéré.

Indice de révision	Date	Rédacteur	Données d'entrée	Descriptif des modifications
0	27/08/2026	ZP	Premier envoi	
1	01/10/2026	ZP	Deuxième envoi	Ajustement du nombre de panneau PV par rapport à l'ECS
2				
3				

1. GENERALITES

1.1 OBJET DU MARCHE

Le présent CCTP a pour objet de définir l'ensemble des travaux de **Photovoltaïque** dans le cadre de la **Construction d'amphithéâtres sur le campus de terre sainte** sur la commune de **Saint-Pierre** pour le compte de l'**Université de la Réunion.**

Le présent CCTP a pour objectif de répondre aux obligations légales françaises imposant l'intégration d'un procédé de production d'énergies renouvelables (dont le photovoltaïque) sur une partie des toitures des bâtiments neufs ou faisant l'objet d'une rénovation lourde.

Les textes réglementaires en vigueur imposent :

- Une couverture minimale de 30% de la surface de toiture, entrée en vigueur en 2024-2025 pour les bâtiments neufs et rénovations lourdes de plus de 500m².

Cette obligation provient :

- de la Loi Climat et Résilience (2021) et ses décrets d'application successifs, renforcée par la loi APER (2023), imposant 30 % de toitures équipées en ENR ou végétalisées depuis 2023/2024 pour les bâtiments commerciaux, industriels, artisanaux, entrepôts, bureaux > 500 m², etc.
- du décret portant obligation de solarisation/végétalisation des toitures, consolidé dans la réglementation nationale publiée sur Service Public, confirmant l'obligation de 30 %, portée à 40 % en 2026 puis 50 % en 2027.

1.2 CLASSEMENT DE L'OPERATION

Voir notice de sécurité pour plus d'information.

1.3 OBJECTIF

Le présent CCTP a pour objet la réalisation d'une centrale photovoltaïque couvrant **au minimum 30% de la surface totale de la toiture du bâtiment**, conformément aux dispositions réglementaires en vigueur relatives à l'obligation d'intégration d'énergies renouvelables sur les bâtiments neufs et rénovés.

Le titulaire du présent lot devra :

- Etudier, dimensionner et proposer une installation photovoltaïque permettant d'atteindre **un taux de couverture minimal de 30%** de la surface de toiture disponible (hors zones non exploitables : ombrages, équipements techniques, sécurités, reculs réglementaires).
- Vérifier la compatibilité structurelle de la toiture avec la solution retenue.
- Fournir un plan de calepinage détaillé mettant en évidence la surface totale de toiture, les surfaces exploitables, et la zone couverture par les panneaux.
- Adapter la solution technique (présence de garde-corps, protections) afin d'assurer le respect de ce seuil minimal.

1.4 PRESTATIONS A LA CHARGE DU PRESENT LOT

Les prestations comprendront de manière non-exhaustive, la fourniture, la pose et le raccordement des installations suivantes conformément au présent descriptif, aux plans et aux schémas/synoptiques joints au présent dossier (y compris toutes sujétions) :

Le présent lot doit, de façon générale :

Champs de modules en toiture

- La fourniture et pose des modules photovoltaïques
- La fourniture et pose d'une ossature métallique conçue pour la fixation des modules (profilés aluminium)
- La fourniture et pose des interconnexions des modules et leurs mises en terre
- Les câblages CC vers les onduleurs, en câble solaires, y compris connecteurs
- Tous accessoires et sujétions de pose et fixation des câbles (chemins de câbles, pièces de pénétration en toitures, repérages, …)

Onduleurs

- La fourniture et pose des onduleurs
- Leur mise en service

Tableaux électriques

- La fourniture et pose du coffret DC de protection et de sectionnement si besoin
- La fourniture et pose d'un TD AC PV, comprenant les protections des onduleurs, un interrupteur sectionneur général PV, les compteurs et accessoires

Raccordement au TGBT du site

- Le raccordement de la centrale sur le TGBT du site (le disjoncteur général PV sera fourni et posé dans le TGBT du site par le lot Electricité)

Cellule de synthèse

- Participation aux cellules de synthèses animées par le lot Plomberie Sanitaire.

1.5 PIECES GRAPHIQUES

L'entrepreneur devra soigneusement vérifier :

- Les côtes portées sur les plans
- La concordance des plans techniques avec les plans architectes
- La cohérence dans les différents documents graphiques.

En outre, l'entrepreneur s'assurera de la faisabilité de mise en œuvre de son matériel. Si tel n'est pas le cas, il devra clairement exprimer ses réserves avant signature du marché.

Sont joints au présent dossier de consultation, les plans que le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage reconnaissent suffisants pour la complète compréhension des travaux à réaliser.

NB : Les pré-dimensionnements ne sont données qu'à titre indicatif et ne peuvent donc pas être considéré comme étant des plans d'exécutions.

1.6 ORDRE DE PRIORITAIRE DES DOCUMENTS

En cas de différend entre les divers documents, l'ordre prioritaire est celui défini au CCAP. En cas d'absence de pièces administratives précisant l'ordre prioritaire des documents, celui-ci sera le suivant:

1. Le présent CCTP
2. Les plans
3. Les schémas de principe
4. Le CDPGF

Cette clause de priorité n'a pas pour but d'annuler la réalisation d'un ouvrage quelconque figurant sur l'une des pièces et non sur l'autre. Cette priorité ne joue qu'en cas de contradiction. Si tel est le cas, il devra clairement exprimer ses réserves avant signature du marché.

Tout ouvrage figurant sur l'un **ou** l'autre des documents techniques est formellement dû. En conséquence, tout ouvrage figurant aux plans et non décrit au CCTP est formellement dû et vice versa.

1.7 COORDINATION AVEC LES AUTRES CORPS D'ETAT

L'entrepreneur est censé avoir pris connaissance, de façon approfondie, de l'ensemble du dossier de consultation des entreprises (DCE) et en particulier le CCTP concernant les autres corps d'état.

Nul entrepreneur ne pourra se prévaloir de les ignorer pour éluder ses obligations en matière de prestations et de liaisons avec les autres corps d'état.

Avant réalisation de ses travaux, l'entrepreneur du présent lot devra prendre contact avec tous les adjudicataires des autres lots, afin d'arrêter avec eux les détails, les dispositions communes à adopter en ce qui concerne la réalisation de leurs ouvrages respectifs.

Le titulaire du présent lot réalisera la synthèse des cheminements de ces canalisations avec les autres corps d'état.

L'entrepreneur titulaire du présent lot doit intervenir sur le chantier ou en atelier de préfabrication en liaison avec les entrepreneurs des autres corps d'état intéressés pour effectuer ses travaux sans porter atteinte au planning d'avancement de travaux des autres corps d'état.

1.8 LIMITE DE PRESTATIONS

1.8.1 DISPOSITIONS GENERALES

L'entreprise titulaire du présent lot devra s'assurer que les travaux non-prévus au présent lot soient bien prévus par les autres lots. Auquel cas, il devra le prévoir en option.

Il est réputé avoir pris connaissance de la totalité des C.C.T.P et des plans définissant les prescriptions de chaque corps d'état et notamment des prescriptions générales tous corps d'état concernant toutes les entreprises dans lequel sont précisées les obligations dues par ces dernières.

En cas de litige ou d'imprécision, l'entrepreneur devra se reporter au DTU relatif aux équipements concernés. Ces limites de prestations et leurs conséquences seront appliquées sans que l'entrepreneur ne puisse se prévaloir d'aucun dédommagement.

En cas d'impossibilité pour l'entrepreneur de s'adapter à la configuration existante, l'entrepreneur prendra alors à sa charge tous les travaux supplémentaires. Pour ce faire l'entrepreneur se mettra en relation directe avec les entreprises titulaires des lots concernés.
Ayant pris conscience des contraintes techniques, l'entrepreneur ne pourra se prévaloir d'aucun dédommagement.

1.8.1.1 CONNAISSANCE DES LIEUX PAR L'ENTREPRENEUR

L'entrepreneur est réputé avoir parfaitement connaissance de toutes les sujétions imposées par l'exécution des travaux et toutes les conditions locales susceptibles d'influencer le prix des ouvrages et notamment :

- De la nature et la qualité du terrain
- Des conditions de transport et d'accès au chantier
- De toutes sujétions découlant de l'exécution des travaux dans sa région
- De l'existence de constructions à proximité

1.8.1.2 COORDINATION

L'entrepreneur devra coordonner ses travaux avec les autres intervenants, en particulier ceux des entreprises de construction, ainsi qu'avec les représentations des différents services concernés (EDF, France Télécom, Service des Eaux, Services Techniques Municipaux, etc. …).

1.8.2 DISPOSITIONS PARTICULIERES

1.8.2.1 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT GROS ŒUVRE

Travaux à la charge du lot Gros Œuvre :

- La réalisation des réservations sur demande du présent lot
- Les rebouchages et calfeutrements

Travaux à la charge du présent lot :

- La fourniture des plans de réservations et plans de détails des édicules, socles et dès à réaliser par le lot Gros Œuvre
- Les dispositifs et équipements de protection commune et individuelle prévus pour assurer la sécurité de son personnel lors des travaux en hauteurs (harnais stoppe-chute, filets …), ainsi que tous les panneaux de signalisations de dangers ou de recommandations de sécurité, en accord avec la réglementation et les prescriptions CSPS.

1.8.2.2 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT VRD

Sans Objet

1.8.2.3 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT ETANCHEITE

Travaux à la charge du présent lot :

- Reprise de l'étanchéité en cas de détérioration par le présent lot.

1.8.2.4 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT PEINTURE

Sans Objet

1.8.2.5 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT PLATRERIE

Travaux à la charge du lot Plâtrerie :

- La réalisation des encoffrements et soffites dans le bâtiment sur demande du présent lot
- Les encoffrements coupe-feu sur indication du présent lot
- Les trappes d'accès nécessaires à la maintenance de l'installation seront fournies et posées par le lot plâtrerie.

Travaux à la charge du présent lot :

- Les découpes de faux-plafond pour implantations sont à la charge du présent lot
- La fourniture des plans de réalisation des encoffrements et soffites au lot Plâtrerie.

1.8.2.6 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT CLIMATISATION

Sans Objet

1.8.2.7 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT PLOMBLERIE

Sans Objet

1.8.2.8 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT ELECTRICITE

Travaux à la charge du lot Electricité :

- La fourniture et pose dans le TGBT du site d'un disjoncteur général PV

Travaux à la charge du présent lot :

- Le raccordement de la centrale PV sur le disjoncteur général PV du TGBT
- L'interconnexion des réseaux de terre de l'installation PV sur le TGBT du site

1.8.2.9 LIMITES DE PRESTATION AVEC LE LOT CHARPENTE/COUVERTURE

Travaux à la charge du lot Charpente/Couverture :

- La fourniture et pose de crochets de sécurité ou lignes de vies, ainsi que de dispositifs d'accès en toiture
- La fourniture et pose de la charpente métallique et de la couverture, dimensionnement intégrant les contraintes des modules PV, à fournir en phase de préparation de chantier
- La pose des ossatures primaires alu y compris les fixations sur la charpente suivant le plan calepinage fournis par le présent lot (fourniture des ossatures au présent lot)
- La pose des dispositifs de sortie des câbles en toiture tôle (dispositifs fournis par le présent lot)

Travaux à la charge du présent lot :

- La fourniture d'un plan de calepinage des rails alu au lot charpente
- La fourniture d'un plan de positionnement des dispositifs d'étanchéité et des dispositifs de sortie en toiture tôle
- La fourniture et pose des panneaux photovoltaïques
- La fourniture des rails alu et fixation au lot charpente
- La fourniture de dispositifs de pénétration des câbles en toiture
- Le calfeutrement

NOTE IMPORTANTE :

En aucun cas, l'entrepreneur ne pourra arguer de l'imprécision des pièces fournies ou d'omissions, s'il y a lieu, pour refuser d'exécuter, dans le cadre de son marché, tout ou partie des ouvrages nécessaires au complet achèvement de ses installations, il lui appartient donc d'apprécier l'importance et la nature des travaux, et de suppléer par ses connaissances professionnelles, aux ouvrages qui seraient normalement prévus dans une réalisation correcte des travaux.

1.9 REGLEMENTS – PRESCRIPTIONS – TEXTE SPECIAUX

Tous les travaux seront réalisés conformément aux spécifications et règlements techniques en vigueur à la date de signature des marchés de travaux (DTU, Normes, Règles de calcul, Règles professionnelles, Règle de l'art, etc.).

L'entrepreneur se référera aux normes, stipulations, prescriptions, règlements et documents de référence applicables aux travaux objets du présent lot, notamment (liste non limitative) :

UTE C15-712
Arrêté du 5 Février 2020 pris en application de l'article L.111-18-1 du code de l'urbanisme
Guides Techniques et rapports RAGE (RAGE – PACTE – PROFEEL)
Cahiers des Prescriptions Techniques (CPT) y compris les Documents généraux d'Avis Technique du CSTB référant
Normes
Autres textes de référence (circulaires, arrêtes, décret, etc.)

La liste donnée ci-dessus est non-exhaustive.

1.10 DOCUMENTS A REMETTRE EN PHASE CONSULTATION

1.10.1 A LA REMISE DE SON OFFRE

L'entrepreneur remettra avec sa proposition :

- Un mémoire technique et méthodologique.
- L'état des marques et sélections du matériel qu'il propose.
- Les documents techniques complémentaires nécessaires à la parfaite définition des installations qu'il aurait à réaliser.
- Les notes de calcul demandées par le maître d'œuvre
- L'exposé de variantes éventuelles
- La justification des réserves qu'il aurait à formuler
- Un contrat d'entretien des installations chiffré et détaillé que le maître d'ouvrage pourra accepter ou non.

Si l'entrepreneur estimait que les appareils ou certaines de leurs caractéristiques n'étaient pas en rapport avec les besoins à assurer, il devrait exprimer ses réserves dans une note annexe en exposant clairement les raisons et proposer en variante chiffrée le matériel ou les caractéristiques qu'il préconise.

Le soumissionnaire devra obligatoirement chiffrer les variantes et options demandés.

1.10.2 CONTENU DES PRIX

L'entrepreneur doit de manière générale :

- La fourniture, le transport sur site y compris manutention et engin de levage, la pose, le raccordement et la mise en service de tous les équipements nécessaires au bon fonctionnement de ces installations.
- Prendre connaissances des travaux à réaliser par les autres corps d'état.
- Le stockage, le gardiennage et la protection des équipements jusqu'à la réception des travaux sont à la charge du maître d'ouvrage.
- La fourniture des accessoires de fixation tels que plots anti-vibratiles, colliers anti-vibratiles, etc.
- Le nettoyage résultant des travaux qu'il a réalisé avant réception par le maître d'œuvre.
- La fourniture du personnel, des instruments de mesure et équipements divers à titre de prêt demandé par le maître d'œuvre afin de contrôler ou réceptionner les ouvrages.

Sauf avis contraire d'une pièce prioritaire au présent CCTP, Le marché est à prix global et forfaitaire.

1.11 DOCUMENTS A REMETTRE EN PHASE D'EXECUTION

1.11.1 CONCEPTION DU PROJET – ETUDES

L'entrepreneur doit aux conditions du marché réaliser une installation complète répondant parfaitement au service qu'on doit en attendre dans des conditions de sécurité de confort et de durabilité convenable. L'entrepreneur est tenu en conséquence de vérifier le projet figurant à l'appel d'offres, de le compléter dans toute la mesure nécessaire et de fournir tous les équipements au bon fonctionnement, même si ces accessoires ne figurent pas explicitement dans les descriptions des ouvrages.

Deux mois après la signature du marché, l'entrepreneur devra soumettre au maître d'œuvre en complément des documents fournis dans son offre, une note justificative et descriptive, les plans de détails concernant les ouvrages dont il a la charge qui seront conçus dans l'esprit ci-dessus.
Son dossier devra contenir les éléments suivants :

- Les notes de dimensionnement et hypothèses prises,
- Les fiches techniques des appareils sélectionnés,
- Le calepinage de l'installation indiquant la localisation des circuits électriques alimentées en courant continu et alternatif,
- La localisation du local technique et des équipements,
- Les plans de l'installation Photovoltaïque,
- Planning d'acheminement du matériel

L'entrepreneur soumettra au bureau d'études pour approbation, tous les plans et détails d'exécution consécutifs à des solutions variantes proposées par l'entreprise et acceptées par le maître d'ouvrage.
L'entrepreneur sera également tenu de remettre pendant la période de préparation au titulaire du lot GROS OEUVRE, tous les plans de réservations nécessaires aux passages de ses canalisations ou à la fixation de ses ouvrages.

1.11.2 PLANS D'ATELIER ET DE CHANTIER

Il appartient à l'entreprise titulaire du présent lot l'exécution des plans d'exécution et d'atelier et de chantier "PAC" comprenant en particulier :

- Définition du choix des matériels et équipements (caractéristiques techniques et acoustiques, marque, besoins particuliers, avis techniques).
- Plans de détail des supports et accrochages, massifs, repérages et étiquetages.

- Plans des fouilles et remblais.
- Besoins en fluides divers (électricité, air comprimé, etc.…)
- Plans de réservations, percements secondaires, maçonnerie
- Notes de calcul complémentaires liées au choix des matériels.
- Plans et notices de montage chantier liés au choix des matériels et procédés de mise en œuvre.
- Plans d'adaptation des installations en locaux techniques en fonction des choix de matériels
- Schémas d'armoires électriques, tableaux, synoptiques
- Schémas et notices de fonctionnement
- Exécution des plans de détails et coupes nécessaires à la compréhension et définissant les passages difficiles
- Plans définitifs constituant en partie les documents des ouvrages exécutés (implantation définitive des canalisations et appareillage)
- Détails de mise en œuvre, diamètres, sections, etc...
- Fourniture des schémas et notices d'exploitation des différents équipements et mise au courant du personnel d'entretien ou de gestion.
- Réglage des différentes installations et réseaux.

De plus les plans d'exécution, d'atelier et de chantier feront l'objet d'une approbation par la maîtrise d'œuvre et devront être remis impérativement au bureau d'études fluides pendant la phase de préparation de chantier ou un mois avant l'intervention de l'entreprise sur le chantier sauf pour les plans de réservations qui seront obligatoirement remis pendant la phase de préparation du chantier.

1.11.3 PLANS D'EXECUTION

Le titulaire du présent lot aura à sa charge la réalisation des plans d'exécution des ouvrages. Ces plans devront être remis avant tout commencement des travaux et feront l'objet d'une approbation préalable du BET. Il en sera remis 5 exemplaires à la maîtrise d'œuvre.

Ces plans comprennent :

- Plans de niveaux au 1/50°
- Plans de détails d'exécution au 1/20° si nécessaire
- Maquette numérique **(voir la charte et convention BIM pour plus d'information)**
- Schémas de principes
- Schémas électriques des installations
- Notes de calcul de dimensionnement
- Note de calcul acoustique faisant apparaître le niveau de pression acoustique généré dans les locaux par les équipements du présent lot.

1.12 DOCUMENT A REMETTRE A LA FIN DES TRAVAUX

L'entrepreneur remettra au conseil technique, les notices techniques de tous les matériaux particuliers ainsi que toutes les instructions précises et détaillées pour la conduite des installations.
Ces documents seront remis en 3 exemplaires avant la réception des travaux.

1.12.1 PLANS DE RECOLLEMENT

En cours d'exécution, l'entrepreneur établira en collaboration avec le bureau d'études techniques :

- Les dessins côtés des ouvrages non visibles, dont la réalisation peut être différente des essais primitifs et tels que ces ouvrages ont été réellement exécutés.
- Dessins des conduits canalisations visibles ou non visibles, tels qu'ils ont été posés, repérés par des symboles et teintes conventionnelles avec indication des sections ou autres caractéristiques.
- Les plans de récolement seront remis en fin de chantier au maître d'ouvrage, juste avant la réception sous forme de 3 jeux de tirages et 1 jeu sur support numérique (format DWG).

1.13 PROVENANCE DES FOURNITURES

Les installations devront être complètes, en ordre de marche, prêtes à être réceptionnées par le maître d'œuvre, toutes sujétions de fourniture et de pose comprises et conformes aux règles de l'art, aux règlements et normes en vigueur et ce, sans que l'entrepreneur ne puisse prétendre à aucune majoration pour raison d'omissions aux plans ou devis, ce dernier s'étant rendu compte des travaux à effectuer, de leur importance et nature et ayant suppléé par ses connaissances professionnelles aux détails qui pourraient être omis sur les plans et devis.

La description des éléments et fournitures nécessaires à l'équipement des installations faisant l'objet des différents articles du présent CCTP n'est donné qu'à titre indicatif et ne comporte aucune limitation. L'entrepreneur est tenu de fournir tout ce qui est indispensable à la complète réalisation et au bon fonctionnement des installations demandées dans le cadre des prévisions du CCTP.
De plus il devra se soumettre en cours de travaux à toutes vérifications sur la qualité du matériel et appareillage, sur l'emploi en conformité aux normes et au cahier des charges.
Sauf avis contraire formulé dans la suite de ce document, le matériel et ses accessoires seront conformes aux normes, avis techniques, homologations et labels les concernant.

L'entrepreneur devra fournir tous les procès-verbaux, certificats et références du matériel qu'il propose à l'acceptation du maître d'ouvrage.

Les soumissionnaires devront établir leurs offres avec le matériel prévu au CCTP ou présentant des caractéristiques identiques.

Tout matériel faisant l'objet des normes UTE doit être conforme à celles-ci et lorsque pour un matériel déterminé, les normes UTE prévoient l'attribution de la marque, il ne doit être utilisé que du matériel revêtu de la marque nationale de conformité aux normes NF USE ou de la marque USE.

S'il n'existe aucune norme ou publication concernant un matériel, celui-ci doit posséder toutes les qualités nécessaires pour son emploi.

L'entrepreneur doit remettre au maître d'œuvre ou à son représentant qualifié tous procès-verbaux d'essais et de référence que celui-ci demandera.

Le maître d'œuvre ou son représentant qualifié peut prescrire s'il le juge utile de nouveaux essais et reste seul juge de l'acceptation de ce matériel sans que pour autant la responsabilité de l'entrepreneur en soit atténuée.
Dans le cas où les composants installés ne proviendraient pas du même constructeur, l'entrepreneur sera tenu pour responsable du mauvais fonctionnement qui résulterait d'un assemblage de matériaux mal adaptés.

1.14 PROTECTION CONTRE LA CORROSION

Toutes les parties métalliques susceptibles d'être corrodées, y compris la visserie et la boulonnerie, doivent être efficacement protégées par un traitement en usine ou par une peinture sur le chantier.

Tout l'appareillage de la prestation sera du type "TROPICALISE", c'est-à-dire qu'il aura subi un traitement le rendant insensible à l'action du climat tropical.

Le traitement anticorrosion devra être adapté aux conditions de corrosivité du site (lot 00 s'il existe ou lot charpente-couverture)

Nota : ici la corrosivité C5 : la galvanisation à chaud ne suffit pas pour une durabilité moyenne.

Les éléments métalliques seront traités contre la corrosion pour obtenir une durabilité moyenne selon la corrosivité du site (C5), suivant la norme NF EN ISO 12944-1.

Les éléments plastiques devront être garantis résistance aux UV (RUV5) ou recevoir une protection par peinture complémentaire.

1.15 TENUE AUX VENTS

Les équipements techniques situés à l'extérieur devront résister aux vents cycloniques. L'entrepreneur devra intégrer dans son offre toutes les suggestions de mise en œuvre pour assurer cette tenue (fixations, haubanage, etc.). Une note de calcul de tenue aux vents devra être fournie.

A défaut d'information, il conviendra de se référer aux hypothèses générales (lot 00 s'il existe ou lot charpente-couverture) définissant la rugosité, l'orographie du site et la vitesse de référence selon la norme EC1-4.

1.16 ETIQUETAGE – REPERAGE

1.16.1 MATERIELS

Chaque matériel en local technique sera repéré par étiquette gravée blanc sur fond noir fixée par rivet. Le repérage reprendra le nom porté sur les pans de recollement et sur synoptique.

1.16.2 SCHEMAS SYNOPTIQUE

Un schéma général de l'installation sera affiché dans le local technique ou en terrasse reprenant l'ensemble des réseaux. Il sera fixé sur un support rigide et plastifié, et comportera entre autres :

- La dénomination des circuits
- La nomenclature du matériel
- Les dimensions des liaisons

1.17 VERIFICATIONS

Tout au long de la réalisation de ses travaux, l'entrepreneur effectuera des autocontrôles de ses prestations.
Il établira des fiches d'autocontrôle qu'il diffusera au Maître d'œuvre et au Contrôleur Technique de l'opération.

Ces vérifications auront pour but de s'assurer de la bonne exécution de chacun des ouvrages réalisés.

Ces autocontrôles porteront notamment sur :

- Le rendement des installations
- Les contrôles de l'étanchéité
- L'absence de bruit et de vibrations
- Mesure des échauffements et chutes de tension en charge.
- Mesure de l'énergie réactive
- La vérification des mises à la terre
- Etc.

1.18 ESSAIS ET VERIFICATIONS

Les attestations d'essais de fonctionnement (AQC) se substituent aux anciens PV COPREC. Elles ne sont pas considérées comme un processus d'autocontrôle.

Il s'agit de la vérification finale avant la réception réalisée par l'entreprise sur ses équipements mais qui ne dispense pas :

- De réaliser ses autocontrôles pendant la réalisation du chantier
- Des contrôles réglementaires (ex : gaz, électricité, etc.) dus au présent lot (conformément au décret 73.1007 du 31/10/73).
- De participer aux essais coordonnés

Les vérifications ont pour but de s'assurer du bon fonctionnement des installations, dans les conditions normales d'utilisation mais ne sont pas :

- Une vérification de la conception, du dimensionnement des ouvrages.
- Une preuve de réglage, l'équilibrage nécessaire pour optimiser les installations,
- Une vérification des performances des équipements

Ces vérifications et essais sont réalisés sur le chantier, par les opérateurs présents sur chantier, avec l'outillage habituel disponible, utilisé pour l'exécution des travaux.

Ces essais de fonctionnements ont lieu à la fin des travaux : durant les OPR (Opérations Préalables à la Réception…).

Ces attestations visent des ouvrages de construction classiques. Pour certains bâtiments tertiaires complexe, ces fiches peuvent être complétées.

Les fluides médicaux, ainsi que les trottoirs roulants et escaliers mécaniques ne font pas couverts par ces présentes attestations.

Ces essais doivent être effectués à l'aide des plans des ouvrages réalisés pour définir les équipements sujets des essais, et figureront dans le DOE et des notices des matériaux mis en œuvre.

NB : Ces essais sont à distinguer des essais spécifiques visant à vérifier le bon fonctionnement des équipements vis-à-vis de la sécurité des personnes.

A la fin de chaque essai, il sera établi un procès-verbal en trois exemplaires signés par les représentants des parties contractantes.

CONSUEL :

Les installations électriques réalisées par le présent lot devront satisfaire aux conditions d'apposition du visa CONSUEL sur les attestations de conformité.
L'ensemble des frais générés, attestation et organisme vérificateur sera intégré dans l'offre de l'entreprise.

1.19 RECEPTION DES INSTALLATIONS

Avant la réception, l'entrepreneur devra la révision complète de son installation, la réparation ou le changement des pièces abîmées en cours de chantier.

Les conditions suivantes devront être réunies pour prononcer la réception :

- Essais satisfaisants,
- Levée de toutes les réserves consécutives aux opérations préalables à la réception,
- Levée des réserves des contrôleurs techniques,
- Achèvement complet des ouvrages.

Durant la période de garantie, l'entrepreneur sera tenu de remplacer à ses frais toutes les parties de matériel reconnues défectueuses liées à un défaut de fabrication (sauf toutes les pièces électronique et électrique ayant subi une surcharge électrique de la source d'alimentation) et d'exécuter gratuitement toutes modifications, mises au point et réglages nécessaires au bon fonctionnement de l'installation en conformité avec le cahier des charges et les divers règlements en vigueur.

Le délai de garantie sera prolongé d'un nombre de jours égal à la durée pendant laquelle l'installation a été indisponible.

La réception technique sera prononcée après une année de fonctionnement pendant laquelle l'installation n'aura fait l'objet d'aucune réclamation.

Indépendamment des corrections d'ordre technique que pourrait exiger le bureau d'études, l'architecte (ou le maître d'œuvre) se réserve le droit de faire mettre au point sans modification du prix global du marché toutes les dispositions relatives aux gaines ou canalisations apparentes ou gaines techniques qui pourraient être préjudiciables à l'esthétique des ouvrages. Ces adaptations pourront être demandées si les plans d'exécutions n'ont pas été respectés ou les dispositions modificatives indiquées dans les PV de chantier respectées.

1.20 GARANTIE

L'entrepreneur sera tenu d'assurer la protection de ses installations entre l'achèvement des travaux et la réception. Pendant ce délai il remplacera à ses frais, toutes les pièces mécaniques et électriques et accessoires qui viendraient à manquer au moment de la réception.

Il demeure responsable de tous les accidents qui pourraient résulter de la fabrication ou de la combinaison de ses appareils, ainsi que les dommages et intérêts qui pourraient être demandés par voie de conséquence.

1.21 NOTE PARTICULIERE

Lorsque que dans le présent document, il est fait mention d'une marque de fabrique ou d'un type de matériel ou de matériau, il reste entendu que cette désignation n'est donnée, sans spécification contraire, qu'à titre d'archétype, et pour préciser les choix du concepteur.

Les entrepreneurs pourront donc proposer des articles similaires, correspondant à l'archétype, mais dans ce cas tous les documents démontrant la similitude ou la correspondance devront être produits par l'entreprise et acceptés par le Maître d'œuvre et le Maître d'Ouvrage. Afin d'éviter des répétitions fastidieuses, le mot "similaire" ne sera pas reproduit chaque fois qu'un matériau ou un matériel sera proposé. La présente note devra suffire et remplacera l'ensemble de ces indications.

Le présent CCTP comporte des photographies permettant au Maître d'ouvrage, à l'équipe de maîtrise d'œuvre et à l'entreprise de visualiser les différents types d'équipements décrits dans le présent document. Les photographies ne sont données qu'à titre indicatif. L'entreprise titulaire du présent lot ne sera pas tenue de présenter exactement le même produit sous réserve que celui-ci soit techniquement équivalent et que l'esthétisme de l'appareil soit validé par le maître d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre lors des réunions de chantier.

1.21.1 PARTICIPATION A LA CELLULE DE SYNTHESE

Le présent lot devra participer à la cellule de synthèse animé par le lot Plomberie Sanitaire. Le présent lot devra intégrer à son offre, tous les frais nécessaires au bon fonctionnement de cette prestation.

Voir lot Plomberie Sanitaire pour plus de précisions concernant le déroulement de la cellule de synthèse.

2. BASE DE CALCULS

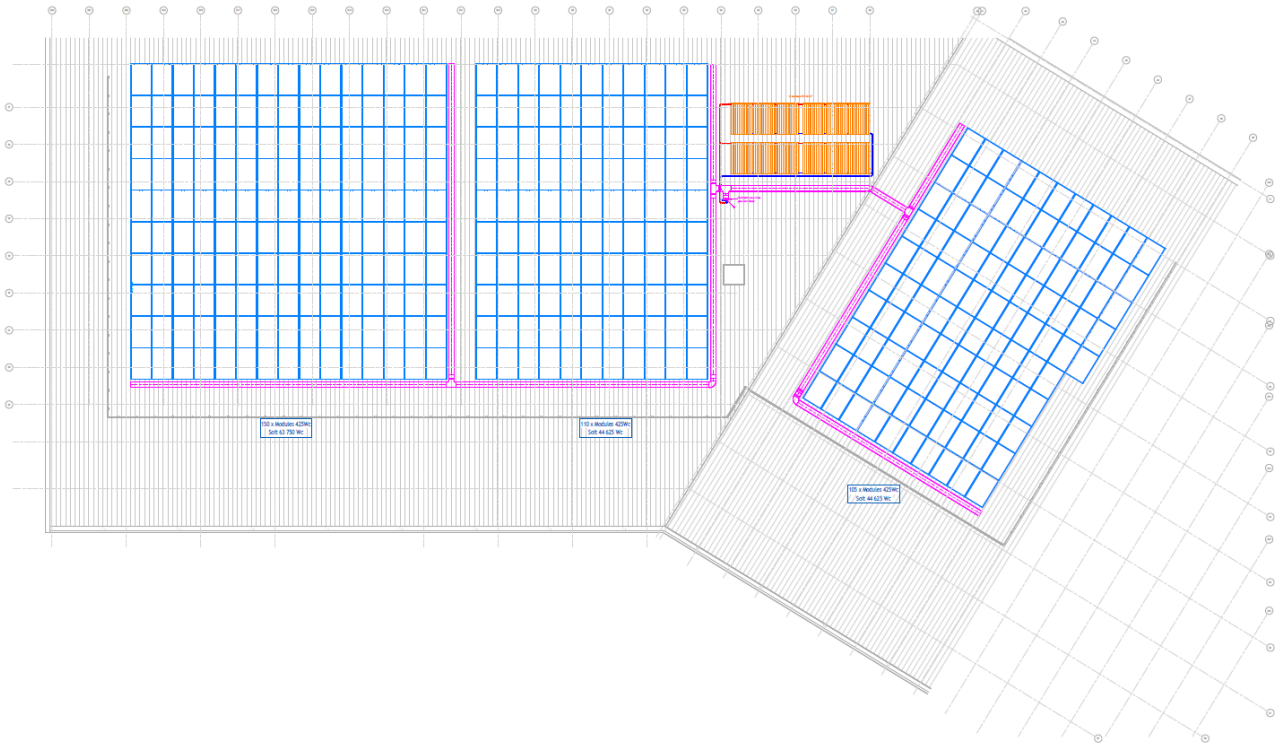
2.1 PHOTOVOLTAÏQUE

2.1.1 BASE DU PROJET

Commune : 97410 Saint Pierre, Réunion

Altitude : 80m

Station météo : Chemin de la croix Jubilé, Réunion



2.1.2 CARACTERISTIQUE DE L'INSTALLATION

L'installation photovoltaïque consistera en générateur PV de caractéristique suivantes :

- Localisation : toiture mono pent 10° – Orientation : 110° Nord-Est
  toiture mono pent 8,5° - Orientation : 141° Nord-Est
- Nombre de module photovoltaïque : 365
- Puissance unitaire du module photovoltaïque : 425 Wc
- Puissance P crête installée : 155 125 Wc
- Puissance onduleurs : 150 kVA
- Type d'installation : **Autoconsommation avec revente de surplus.**

Le centre photovoltaïque assurera une couverture minimale de 30% de la surface totale de toiture, et couvrira au moins 50% des besoins énergétiques du bâtiment.

L'installation sera raccordée sur le TGBT du bâtiment.

3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES PHOTOVOLTAÏQUES

3.1 GENERALITES

L'entrepreneur indiquera dans son offre la provenance, les caractéristiques et les qualités de tous les matériaux, appareils et produits qu'il compte utiliser.

Ceux-ci resteront soumis à l'agrément de maître d'œuvre. Ils devront répondre aux prescriptions du marché, provenir de fabricants reconnus présentant toutes les garanties et avoir obtenu des agréments, avis techniques, et labels de qualité voulus.

A défaut, ces fournitures devront avoir fait ou devront faire l'objet aux frais de l'entrepreneur d'essais montrant qu'elles rentrent dans les normes et figurer sur des certificats d'au moins les cinq dernières années prouvant qu'elles ont été satisfait à des conditions de service analogues à celles du présent marché.

Tout le matériel mis en œuvre devra être de première qualité et neuf.

3.2 CANALISATIONS ELECTRIQUES

Les dimensionnements des canalisations électriques et le choix des protections (fusibles) seront effectués conformément aux prescriptions de l'UTE 15-712-1 et de la NFC 15-100.
Pour la définition des modes de pose et des coefficients de calcul de câbles, on prend les hypothèses suivantes en référence à la NFC 15-100 :

- Modes de pose (tableau 52C) :
  - Circulation en toiture sur chemins de câbles type fil capotés : 14, méthode de réf. F
  - Descente de toiture : sous gaine ou dalle marine capotée : 32, méthode de réf. B
- Température ambiante dans l'air (Tableau 52K) : conduits en toiture → 70°C.

Les chutes de tension seront limitées aux valeurs indiquées dans les chapitres spécifiques pour les câblages CC et CA.

3.3 PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS

L'attention est attirée sur les risques liés à la foudre pour les matériels. Pour les circuits photovoltaïques, les prescriptions de l'UTE C15-712-1 s'appliquent.
Toutes les précautions seront prises au niveau de l'alimentation et des liaisons vers les capteurs pour prévenir les détériorations pouvant en résulter.
Les protections seront étagées de l'alimentation en puissance aux circuits de mesure.
Des parafoudres seront installés systématiquement sur les entrées et sorties analogiques des automates reliés à des capteurs situés à l'extérieur des bâtiments.
Les installations mettant en œuvre des appareillages électroniques ou électriques devront pouvoir supporter, sans détérioration des appareillages, une surtension au moins égale à 5 kV (onde de choc normalisée), en mode commun ou différentiel, apparaissant sur le réseau d'alimentation ou le support de télétransmission.

Les matériels qui ne pourront supporter, sans dommage, une telle surtension, devront être protégés par des dispositifs appropriés capables d'atténuer l'onde incidente jusqu'à un niveau compatible avec les

caractéristiques des matériels protégés. Il sera admis que le fonctionnement de la protection mette hors service les matériels protégés.
La capacité d'écoulement à la terre de telles protections ne devra pas être inférieure à 15 kA.

3.4 CHAMP PHOTOVOLTAÏQUES

3.4.1 STRUCTURE PORTEUSE

L'installation sera mise en œuvre sur la toiture tôle, avec une structure et supportage en aluminium.
L'entrepreneur du présent lot devra adapter son ossature primaire en fonction du type de couverture prévue par le lot Charpente y compris les accessoires assujettis.

L'entrepreneur devra réaliser les installations suivantes :

- Fourniture de profilés aluminium de fixation des modules en surimposition, titulaire d'un ETN, y compris l'ensemble des accessoires et mises en œuvre permettant la fixation des modules et la fixation sur la couverture de la toiture (pose au lot Charpente)
- Liaison équipotentielle principale et supplémentaire (mise à la terre des profilés).

Nota : A la remise de son offre, l'entreprise justifiera d'un ETN.

3.4.2 CAS PARTICULIER DES TOITURES ONDULIT

Pour les zones de couvertures réalisées en plaques métalliques nervurées de type Ondulit, la fixation des modules photovoltaïques sera assurée au moyen d'un système de supportage spécifiquement compatible avec ce type de couverture.

Le système retenu reposera sur le procédé breveté **Easyfix** (ou équivalent techniquement validé), conçu pour l'installation des modules photovoltaïques sur couvertures métalliques nervurées sans perforation des plaques de couverture.
La fixation sera réalisée par serrage sur les nervures de la couverture, garantissant le maintien de l'étanchéité existantes, l'absence de percement des éléments de couverture et le respect des prescriptions du fabricant.

L'ensemble du dispositif comprendra les brides, rails, profilés aluminium, pièces de liaison, accessoires de fixation et tous éléments nécessaires à la parfaite tenue mécanique de l'installation sous les effets du vent, et des dilatations thermiques, conformément aux règlementations et normes en vigueur.

L'entreprise devra fournir, dans le cadre de son offre, les avis techniques, ETN, notes de calcul et documents de validation du fabricant attestant de la compatibilité du système de fixation avec la couverture Ondulit mise en œuvre ainsi qu'avec les charges appliquées par l'installation photovoltaïque.

Nota : A la remise de son offre, l'entreprise justifiera d'un ETN.

3.4.3 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Suivant la norme NF EN 61215 (août 2005), chaque module doit indiquer les informations suivantes :

- Nom, monogramme ou symbole du constructeur ;
- Type ou numéro du modèle ;
- Numéro de série ;

- Polarité des bornes de sorties ou des conducteurs (un code de couleur est autorisé) ;
- Tension maximale de système pour laquelle le module est adéquat.

La date et le lieu de fabrication doivent être marqués sur le module ou déductibles à partir du numéro de série.
Les modules photovoltaïques possèderont la technologie polycristallin avec un rendement supérieur à 15% dans les Conditions de Tests Standard (STC).

3.5 ONDULEURS

L'onduleur proposé à la suite du dimensionnement devra :

- Être compatible à une installation en extérieure, IP 65 au minimum
- Faible émission sonore
- Rendement supérieur à 98%
- Affichage numérique des données
- Garantie de 10 ans minimum

4. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES PHOTOVOLTAÏQUES

4.1 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Les modules devront être conformes aux normes suivantes :

- NF EN 61730 « Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)
- NF EN 50380 « Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques »
- CEI 61215 « Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation »

Le module doit avoir un Avis Technique émis par un organisme de contrôle valable à la date de mise en œuvre de celui-ci.

Les modules misent en œuvre devront avoir **au minimum** les caractéristiques suivantes :

- Garantie 25 ans
- Garantie 90% de la puissance pendant 30 ans
- Rendement module : supérieur à 21% aux Conditions Standard de Test (STC) - irradiation (1000 W/m²),
- Voltage maximum admissible : 1500 V
- Classe II – IP 67
- Classement au feu : classe C
- Plage de fonctionnement et de stockage : -40°C à + 80 °C
- Puissance nominale Pmpp : 425 Wc
- Tension circuit ouvert Voc : 38,58V
- Tension à puissance nominale Vmpp : 32,21 V
- Intensité de court-circuit (Isc) : 13,83 A
- Intensité à puissance nominale Impp : 13,20 A
- Nombre de cellule : 108
- Type de cellule : Monocristalli
- Dimensions : 1722 x 1134 x 30 mm



Localisation : En toiture – puissance : 155 125 kWc (Voir plan)

Quantité : 365 modules – 711 m² de champ photovoltaïque

4.1.1 CHEMINEMENT DES CABLES DC

Afin de minimiser les surfaces de boucles induites conformément au guide UTE C15-712-1, les polarités continues circuleront suivant le principe présenté ci-dessous :

Les câbles DC devront cheminer sous protection mécanique (gaine ou équivalent). Ils circuleront sous les modules et rejoindront les coffrets de protection électriques DC (le cas échéant).

Cheminements extérieurs
Lorsqu'ils cheminent en extérieur, les câbles seront protégés sous conduit assurant une protection mécanique vis-à-vis des chocs et impacts, et prévus pour un usage extérieur.
Les câbles seront posés et fixés sur des chemins de câbles. Les chemins de câbles respecteront au minimum les caractéristiques suivantes :

- Pas de corrosion
- Très bonne résistance aux agents chimiques
- Résistance aux chocs (IK10)
- Ininflammable, auto-extinguible
- Non propagateur de la flamme (M1, I2, F4)
- Résistance aux U.V.
- Matériau 100% recyclable

Montage sans outil, sans vis.

Cheminements intérieurs
Les câbles DC qui transitent dans le dégagement des sanitaires au rez-de-chaussée devront être placés sous des cheminements techniquement protégés de degrés CF égal au degré de stabilité du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes (EI 30), conformément au guide de la CCS du 7 février 2013.

4.1.2 CABLES DE RACCORDEMENT CC

Le titulaire du présent lot doit la fourniture et la pose des liaisons CC entre les modules et l'onduleur PV. Les câbles solaires 6mm², seront posés sur chemins de câbles, avec fixation régulière par colliers plastiques anti-UV.
Le repérage de chaque string au tenant et aboutissant devra être réalisés par étiquettes indélébile anti-UV.
La fourniture et la pose des connecteurs MC4 côté modules doit être compatibles avec les connecteurs des onduleurs.

Les **connecteurs** rapides mis en œuvre sur ces liaisons auront les caractéristiques suivantes :

- Compatible avec la connectique des modules photovoltaïques et de même marque
- Conformité à la norme EN 50-521
- Tension assignée : 1000 V CC
- Tension d'essai : 6 kV (50Hz, 1 min)
- Résistance de contact : < 0,5 mOhm
- Degré de protection : IP2X déconnecté, IP 67 connecté
- Classe de protection : II
- Plage de température : -10°C - 90°C
- Température max : 120°C
- Certification TÜV pour VDE 0126-3

Les **câbles « solaires »** mis en œuvre sur ces liaisons auront les caractéristiques suivantes :

- Conformes à la norme IEC 60228 de classe 5
- Conformes aux normes ASTM B-33 et EN 60228
- De couleur noire et avec une âme **cuivre étamé**
- **Section de 6mm² minimum**
- Résistant aux intempéries : Conforme à l'EN 50396
- Certification TÜV 2 pour VDE 0282
- Résistant aux UV en extérieur (classe AN3, essai SEPAP 500h à 60°C), à l'ozone et à l'immersion (AD7)
- Tension assignée : 1000 V courant-continu (CC)
- Tension d'essai : 6 kV (50Hz, 1 min)
- Classe de protection : II
- Plage de température : -10°C à 90°C / 120°C
- Conforme à la directive RoHS

4.1.3 TRAVERSEE DE TOITURES



Les traversées de toitures tôles se feront au travers de crosse en acier galvanisé ou techniquement équivalent (fourniture à la charge du présent lot, et pose à la charge du lot Charpente).
Ils satisferont toutes les normes en vigueur et devront impérativement être préalablement approuvés par la maîtrise d'œuvre.
Le calfeutrement et l'étanchéité des passages sont à la charge du présent lot.

4.1.4 MISE A LA TERRE ET LIAISON EQUIPOTENTIELLE

Les systèmes préconisés ainsi que les modules cadrés nécessitent une mise à la terre.

Tous les éléments métalliques constituant l'installation (onduleurs, parafoudres, chemin de câbles, etc.) en local techniques seront interconnectés à la terre au moyen d'un fil en cuivre, isolé par une protection vert-jaune isolé ; soit par un câble multibrin gainé section 6mm² avec cosses étamées serties, soit par dispositif de mise à la terre fourni par le fabriquant.

L'ensemble de l'installation solaire sera relié à la prise de terre du bâtiment par de la câblette cuivre de 10mm² minimum.

Si le système de support de modules le permet, la mise à la terre pourra se faire depuis l'aile du cadre du module sur le rail support de module à l'aide de griffes spécifiques de type TerraGrif ou équivalent conforme aux guides d'installation de la NF C 15-100 et à l'UTE 15-712-1.

L'entreprise fournira un schéma de principe avec les liaisons équipotentielles, pour approbation du maître d'œuvre et du bureau de contrôle.

4.2 ONDULEURS

Le titulaire du présent lot doit la fourniture et la pose des onduleurs. Ils devront respecter **au minimum** les caractéristiques suivantes :

Onduleur 40 kVA :



- Puissance nominale : 40 kW
- Puissance apparente : 44 kVA
- Tension de démarrage : 200 V
- Tension d'entrée max : 1000 V
- Protection : IP 66
- Dimensions (LxHxP) : 640 x 530 x 270 mm

Onduleur 50 kVA :

- Puissance nominale : 50 kW
- Puissance apparente : 55 kVA
- Tension de démarrage : 200 V
- Tension d'entrée max : 1000 V
- Protection : IP 66
- Dimensions (LxHxP) : 640 x 530 x 270 mm



Onduleur 60 kVA :

- Puissance nominale : 60 kW
- Puissance apparente : 66 kVA
- Tension de démarrage : 200 V
- Tension d'entrée max : 1000 V
- Protection : IP 65
- Dimensions (LxHxP) : 1,075 x 555 x 300 mm

Les onduleurs seront fixés sur le voile béton dans le local PV au niveau RDC.
Ils devront être à une hauteur suffisante pour respecter le rayon de courbure des câbles et faciliter l'accessibilité lors de la maintenance.

Le titulaire du présent lot devra :

- Justifier la tenue des ouvrages complets vis-à-vis des contraintes environnementales
- La pose, la fixation et le raccordement complet des onduleurs avec :
  - La fourniture & raccordement des câbles de chaînes sur les onduleurs, y compris fournitures des connecteurs MC4 et onduleurs
  - La fourniture & raccordement des câbles de puissance AC
  - La fourniture & raccordement des câblettes de mise à la terre des onduleurs
- Les essais et mesures, au niveau des onduleurs, ainsi que la mise en service

Localisation : Local PV RDC.

4.3 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

4.3.1 COFFRET DE PROTECTION DC



La prestation comprendra la fourniture, la pose et le raccordement du coffret DC.
Le coffret DC permettra la protection et le raccordement des modules photovoltaïques pour un départ vers les onduleurs photovoltaïques.
La conception détaillée et le dimensionnement des protections sont sous la responsabilité du titulaire et devra respecter le guide UTE C15 712-1, la NFC 15-100 et les spécifications suivantes :

- Enveloppe plastique ABS (anti-UV) avec porte transparente
- IP65
- Dispositif de sectionnement par branche
- Parafoudres bipolaires de type 2
- Etiquetage
- Compris toutes sujétions de pose et accessoires de fixation et de montage du coffret (visserie, joints, profilés…)

Le dimensionnement de l'ensemble du coffret et des éléments le composant est à la charge du présent lot.

Localisation : Local PV RDC.

4.3.2 COFFRET DE PROTECTION AC

Le titulaire du présent lot doit la fourniture et la pose du coffret AC PV qui permettra la protection et le raccordement des onduleurs photovoltaïques pour un départ commun vers le raccordement au compteur.
La conception détaillée et le dimensionnement des protections sont sous la responsabilité du titulaire et devra respecter le guide UTE C15 712-1, la NFC 15-100 et les spécifications suivantes :

- Enveloppe métallique à porte pleine
- IP65
- 1 disjoncteur par branche d'onduleur + bloc différentiel 300mA (disjoncteur 3P+N, calibre à définir en fonction de la puissance de l'onduleur),
- Parafoudre 3P+N débrochable pour photovoltaïque,
- Séparateur physique de la partie de puissance, de la partie communication et de la partie arrêt d'urgence,
- Etiquetage,
- Compris toutes sujétions de pose et accessoires de fixation et de montage du coffret (visserie, joints, profilés…)

Le dimensionnement de l'ensemble du coffret et des éléments le composant est à la charge du présent lot.

Localisation : Local PV RDC.
NOTA ; *Les disjoncteurs seront compatibles avec les équipements du TGBT Général.*

4.3.3 CABLES DE RACCORDEMENT AC

Les canalisations électriques de la partie courant alternatif de l'installation photovoltaïque seront conformes aux exigences du Règlement Produits de Construction (RPC/CPR) et présenteront au minimum une classification de réaction au feu **Cca, s2, d2, a2 minimum**.
Les câbles utilisés devront être adaptés aux conditions d'exploitation et d'environnement du site, ainsi qu'aux contraintes électriques de l'installation.
Le dimensionnement des conducteurs sera réalisé par l'entreprise de manière à respecter les intensités admissibles, la tenue au court-circuit et les critères de chute de tension définis au présent CCTP.
Les câbles seront mis en œuvre conformément aux normes en vigueur et aux prescriptions des fabricants.
Ils seront protégés contre les agressions mécaniques et les influences extérieures susceptibles d'altérer leurs performances. L'ensemble des conducteurs et câbles fera l'objet d'un repérage permanent à chaque extrémité.
L'entreprise fournira, pour validation, les fiches techniques des câbles proposés ainsi que les notes de calcul justifiant leur dimensionnement.

Une variante de câble pourra être proposé par le titulaire, s'il juge que ces caractéristiques ne sont pas compatibles avec les conditions de pose.
Si une variante est proposée, le choix devra être validé par la maîtrise d'œuvre et le Bureau de Contrôle.

Il est prévu la fourniture, la pose et le raccordement des cosses associés.
Le régime de neutre est de type TT, par conséquent, les liaisons CA comprendront des câbles mono ou multipolaires pour chaque phase et le neutre, ainsi qu'un câble cuivre pour le conducteur de terre.

Ils chemineront sur les chemins de câbles en acier galvanisé à la charge du présent lot.

L'injection de l'énergie sera réalisée sur le TGBT du site, raccordé sur le disjoncteur général fourni et posé dans le TGBT Général par le lot Electricité.
Le départ ainsi que le câble d'alimentation de l'armoire photovoltaïque seront à la charge du présent lot.

4.3.4 DISPOSITIF D'ARRET D'URGENCE

Un dispositif d'arrêt d'urgence photovoltaïque sera installé.

L'actionnement de cet arrêt d'urgence devra provoquer l'arrêt immédiat de la production photovoltaïque et agir simultanément sur l'ensemble des équipements de conversion et de distribution associés à la centrale.
Le dispositif devra notamment :

- Assurer l'arrêt des onduleurs photovoltaïques ;
- Provoquer la coupure de la partie courant continu (DC) de l'installation photovoltaïque, afin de supprimer ou limiter au maximum la présence de tensions continues dans les canalisations du bâtiment ;
- Assurer la coupure de la partie courant alternatif (AC) en aval des onduleurs par ouverture des organes de coupure dédiés ;
- Permettre la mise en sécurité complète de l'installation en cas d'incendie, d'intervention des secours ou d'opération de maintenance.

L'actionnement de l'arrêt d'urgence devra permettre la mise hors tension des liaisons DC situées en aval des modules photovoltaïques, conformément aux prescriptions de la NF C 15-100, de l'UTE C15-712-1 et aux exigences des services de secours.
Le dispositif devra assurer une séparation électrique rapide et sécurisée du champ photovoltaïque afin de limiter la présence de tensions continues dans le bâtiment lors d'une intervention d'urgence, d'un sinistre ou d'opérations de maintenance.

L'ensemble des équipements nécessaires à cette fonction sera fourni et installé par le titulaire du lot, comprenant notamment les dispositifs de commande, les équipements de sectionnement DC, les contacts de report, les interfaces de pilotage des onduleurs, les organes de coupure AC, ainsi que la signalétique réglementaire associée.

L'arrêt d'urgence sera accessible aux services de secours, clairement repéré par une signalétique réglementaire et reporté sur les schémas synoptiques de l'installation.
L'ensemble des équipements nécessaires à cette fonction (boîtiers de coupure, interfaces de commande, câblage de sécurité, accessoires de signalisation et de repérage) est réputé compris dans la prestation du présent lot.

Coffret de coupure d'urgence possédant les caractéristiques techniques suivantes :

- Mise en sécurité de l'installation PV lors de l'intervention des services de pompiers
- Conforme au guide UTE C15-712-1
- Réenclenchement manuel direct sur coffret
- Coffret polycarbonate précâblé 600 V, 25 A, classe II
- Une entrée/sortie par connecteur MC4
- Embout pour passage câble de terre

Manette rouge pour action par gaffe à distance des pompiers



Localisation : Accueil RDC – suivant plans.

4.3.5 SYSTEME DE SUPERVISION / MONITORING

Le titulaire du présent devra la fourniture, la pose et le raccordement des différents équipements du système de monitoring (SCADA) ainsi que le paramétrage de l'ensemble des équipements et la formation de l'exploitant au système installé.
Les liaisons de communication entre les différents équipements composant le système de monitoring sont incluses.
La prestation couvre la mise à disposition d'une plateforme de supervision ainsi que la transmission des données vers un serveur pour traitement.
Des sondes de température et d'ensoleillement seront posées afin de contrôler les performances du système.
Le monitoring permettra l'accès aux données de l'installation photovoltaïque (puissance, tension, courant, énergie produite, sonde de température, sonde d'ensoleillement, etc.).

Les fonctionnalités du système monitoring sont les suivants :

- Information du disjoncteur général,
- Information onduleurs (puissance, tension, intensité, état, alarmes, …),
- Information de production photovoltaïque,
- Accès à distance aux commandes de la centrale PV

La prestation comprend la mise en place d'un système de transmission à distance GSM.

Les démarches administratives de demande d'une connexion internet seront effectuées par le maître d'ouvrage.
L'opérateur télécom ou l'exploitant du magasin réalisera les travaux de desserte et fournira le modem permettant de transmettre les données de monitoring (onduleurs et météo).
Le présent lot doit le raccordement des équipements (switch ou module PV pour monitoring des onduleurs), et raccordement au réseau internet.

Localisation : Local PV RDC.

4.3.6 REPERAGE

Toutes les canalisations électriques seront repérées à leurs tenants et aboutissants par des **bagues ou étiquettes de repérage** adaptées aux influences externes et conditions d'environnement. Les solutions d'écriture avec encre seront refusées.

Au niveau de chaque connecteur (connecteurs rapides MC4) dans les chemins de câbles capotés en toiture, une plaque de couleur résistante aux UV sera fixée sur l'aile du chemin câble pour repérer l'emplacement des connecteurs.

Une solution pérenne sera proposée par l'Entreprise avant exécution.

Tous les chemins de câbles seront par ailleurs munis de signalétiques réglementaires signalant la présence de câbles courant continu sous tension :



Au niveau de chaque onduleur, l'entreprise mettra en place une signalisation réglementaire d'avertissement du danger de présence de 2 sources de tension :



4.3.6.1 PREVENTION INCENDIE ET SIGNALETIQUE

En plus des équipements cités ci-dessus, il est prévu au titre du présent lot :

- La fourniture, pose et la fixation d'un extincteur à poudre ABC 6kg avec housse de protection à proximité de l'accès en toiture et des onduleurs et modules (1 unités). L'Entreprise devra également la fourniture et la pose des supports de fixation sur la maçonnerie environnante.
- La fourniture et pose d'un extincteur de type CO2 dans le local PV
- Chaque extincteur devra être posé avec un logo de signalisation au niveau des entrées principales. La fourniture et la mise en place d'une affichette plastifiée précisant la présence de modules photovoltaïques est également à prévoir. Le modèle de cette affichette sera défini en cours de chantier
- Dans le local PV, la fourniture et la mise en place d'une affiche « Consigne à tenir en cas d'incendie »
- A chaque accès en toiture, la fourniture et la mise en place d'une affichette plastifiée « Attention – Risque Photovoltaïque »
- La fourniture et mise en place des étiquettes d'identification de l'arrêt d'urgence et signalant la présence de 2 sources de tension, dans le PC sécurité et local PV au format A5 :



- Toute autre signalétique exigée par le guide C15-712-1

4.3.6.2 TESTS ET MISE EN SERVICE

La prestation inclut tous les essais prévus par les normes et toutes les vérifications et essais complémentaires demandées par la maîtrise d'œuvre et le Bureau de Contrôle, de façon à pouvoir juger de la qualité des ouvrages. La prestation inclut la recherche de panne et dysfonctionnement pendant les phases d'essai à vide, de mise en service, d'essais en charges et de tests de performance.

Les moyens humains et matériels adaptés seront prévus pour assurer ces contrôles et mesures correctives.

Les essais seront effectués par l'Entreprise et le matériel nécessaire aux essais (y compris alimentation électrique temporaire) sera à sa charge. Tout l'appareillage et le personnel outillé nécessaire aux essais seront mis à disposition par l'Entreprise pour les réaliser. Ceci jusqu'à ce que les essais soient concluants.

D'une façon générale, l'ensemble des frais d'essais, de contrôle, de paramétrage, jusqu'à l'obtention des objectifs et performances fixés sont inclus dans le forfait de l'entreprise.
Tous les travaux seront réalisés conformément aux spécifications et règlements techniques en vigueur à la date de signature des marchés de travaux (DTU, Normes, Règles de calcul, Règles professionnelles, Règle de l'art, etc.).

5. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES ENTRETIEN ET MAINTENANCE

5.1 NOTE LIMINAIRE

La norme européenne NF EN 13306 X 60-319 cadre la définition de la **maintenance** par un « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. »

Le présent marché prévoira donc de mettre en place toutes les actions qui auront pour objectif de garder ou de remettre les installations en état de remplir la fonction qu'on exige d'elles. Ces actions regrouperont toutes les actions techniques et toutes les actions d'administration correspondantes.

Le présent CCTP a pour but de définir les **prestations minimums** attendues par le Maître d'ouvrage **durant l'année de GPA**. L'entreprise attributaire du présent lot sera responsable des détails d'exécutions de ses prestations.

Les prestations comprendront de manière non-exhaustive, les éléments nécessaires à la maintenance préventive et corrective des installations pendant l'année de garantie de parfait achèvement.

Chaque vérification sera réalisée selon une périodicité définie par l'entreprise. Lors de son passage sur site, il vérifiera le bon fonctionnement de l'installation et de l'ensemble des équipements qui la compose. Il appartient au titulaire de réaliser les opérations lui permettant de respecter les objectifs ci-dessous.

Les conclusions des visites de maintenance serviront à mettre à jour le registre d'exploitation. Le prestataire proposera immédiatement les travaux de remise en état pour les points les plus critiques.

5.2 OBJECTIFS

L'entreprise en charge du contrat de maintenance sera tenue de respecter les objectifs suivants :

- Augmenter la durée de vie des équipements.
- Limiter le phénomène de corrosion
- Augmenter la fiabilité des équipements en diminuant le nombre et la durée des pannes
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de consommables, etc.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions
- Améliorer l'ordonnancement des travaux.
- Diminuer le budget de maintenance.
- Améliorer les conditions de travail du personnel

5.3 CONTRAT D'ENTRETIEN

L'entreprise devra l'entretien complet durant l'année de GPA.

Les soumissionnaires devront obligatoirement joindre à leur proposition un projet de contrat d'entretien pour les années hors GPA qui précisera au minimum :

- Le nom, l'adresse et les qualités de la société qui assurera l'entretien.
- La fréquence des visites normales d'entretien (gamme de maintenance)
- Le délai d'intervention en cas de panne intempestive

- Le coût annuel de contrat, le prix de vacations occasionnelles, la formule de révision de prix proposée.

NOTA : Les exploitants de l'établissement ne seront pas tenus de souscrire le contrat proposé pour l'année après la GPA.

--- FIN DU DOCUMENT ---