

Marché Public Global de Performance

Procédure adaptée Soumise aux dispositions des articles L2123-1, R2123-1 et R2123-4 du Code de la Commande Publique

Marché public global de performance pour la conception, réalisation, exploitation et maintenance d'ombrières photovoltaïques en autoconsommation individuelle sur le site du Groupe Hospitalier de Haute Saône

PROGRAMME FONCTIONNEL DETAILLE (PFD) / CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Mandat n°18603

À l'attention du GH70,
2 Rue René Heymes,
70000 VESOUL

© **Copyright PLANAIR SA**. Le contenu du présent document appartient exclusivement à PLANAIR SA et ne peut être utilisé sans rémunération ni transmis à des tiers sans autorisation écrite de PLANAIR SA.

Sommaire

1. PRESENTATION DU PROJET PHOTOVOLTAÏQUE	8
1.1 PREAMBULE	8
1.2 SITUATION DU PROJET	10
1.3 PARTIES CONTRACTANTES	11
1.4 PERIMETRE DU MARCHE – DESCRIPTION DES MISSIONS	11
1.4.1 Missions d'ingénierie	11
1.4.2 Validation du projet	12
1.4.3 Communication	12
1.4.4 Connaissance des lieux	12
1.4.5 Environnement de travail	13
2. OBJECTIFS DE PERFORMANCE	14
2.1 ENGAGEMENT SUR LA PUISSANCE INSTALLEE	14
2.2 ENGAGEMENT SUR LA NATURE ET LA QUALITE DES MATERIELS	14
2.3 OBJECTIFS DE PRODUCTION ENERGETIQUE GLOBALE	14
2.4 DIMENSIONNEMENT ET IMPLANTATION	15
2.5 BASES DE CALCUL ET DONNEES A PRODUIRE PAR LE TITULAIRE	15
2.6 PROTOCOLE DE MESURES ET DE VERIFICATION	16
2.6.1 Principe	16
2.6.2 Variables d'ajustement périodiques	17
2.6.3 Dégradation des performances	18
2.6.4 Comptage pour le suivi de la performance	18
2.6.5 Contrôle des compteurs	18
2.7 MODALITES DE CALCUL DE LA PERFORMANCE	18
3. SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES DE L'INSTALLATION PV	19
3.1 RESUME TECHNIQUE DU PROJET	19
3.2 SPECIFICITES TECHNIQUES DE L'INSTALLATION	20
3.2.1 Préparation du chantier	20
3.2.2 Travaux de VRD, Gros œuvre, structure	20
3.2.3 Système d'intégration des modules photovoltaïques	20
3.2.4 Modules PV	20
3.2.5 Raccordement électrique BT	21
3.2.6 Raccordement HT	22
3.2.7 Signalisation et équipements réglementaires	23
3.2.8 Système de télé-suivi	23
3.2.9 Travaux annexes	23
3.2.10 Démarches GRD	25
3.2.11 Remise en état du site	25
3.2.12 Exploitations - maintenance	25
4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES - VRD	26
4.1 FORMALITES ADMINISTRATIVES ET ETUDES D'EXECUTION	26
4.2 TRAVAUX A PROXIMITE DE RESEAUX	26
4.2.1 DT et DICT	26
4.2.2 Marquage, piquetage	27

4.2.3	Repérage / marquage des réseaux existants	28
4.2.4	Utilisation d'engins de chantier	28
4.2.5	Domage sur un réseau	28
4.2.6	Plan de récolement	29
4.3	SCIAGE DE REVETEMENT EXISTANT	29
4.4	ARRACHAGE DE REVETEMENT EXISTANT	29
4.5	DEPOSE ET REPOSE DE BORDURES	29
4.6	FOUILLES EN TRANCHEE	30
4.7	FOURNITURE ET POSE DE FOURREAUX TPC	30
4.8	REMBLAIEMENT DE TRANCHEE AVEC DES MATERIAUX D'APPORT	30
4.9	FOURNITURE ET POSE DE REGARD DE TIRAGE	31
4.10	ENROBES	31
4.11	REMISE EN ETAT DES LIEUX APRES TRAVAUX	31
5.	SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES – STRUCTURE	32
5.1	ENSEMBLE DES PRESTATIONS	32
5.2	ETUDES TECHNIQUES	33
5.3	PREPARATION DU CHANTIER	34
5.3.1	Mise en œuvre	34
5.3.2	Sécurité sur chantier	35
5.3.3	Protections provisoires	35
5.4	MATERIELS ET MATERIAUX	35
5.4.1	Référencement	35
5.4.2	Protection anti-corrosion	36
5.5	RECONNAISSANCE DES SOLS	36
5.6	STRUCTURE PORTEUSE DES MODULES ET FONDATIONS	36
5.6.1	Dimensionnement des structures et des fondations	36
5.6.2	Structure primaire des ombrières	37
5.6.3	Compatibilité - Structure secondaire	37
5.7	MISE A LA TERRE	38
5.8	LOCAUX TECHNIQUES MAÇONNES	38
5.9	RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES	39
5.10	ECLAIRAGE EXTERIEUR - OMBRIERES	39
5.11	ARCEAUX DE PROTECTION	39
5.12	GARANTIES	40
5.13	AUTOCONTROLES	40
5.14	REPLI DE CHANTIER	41
6.	SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES DE L'INSTALLATION PV	42
6.1	ENSEMBLE DES PRESTATIONS	42
6.2	ETUDES TECHNIQUES	43
6.3	PRECONISATIONS CCS	44
6.4	DOMAINE D'APPLICATION	45
6.5	MATERIELS ET MATERIAUX	45
6.5.1	Utilisation de matériaux en plastique	45
6.6	SYSTEME D'INTEGRATION DES MODULES	45
6.6.1	Fixation des modules	46
6.7	MODULES PV	46
6.8	CABLAGE DC	47
6.8.1	Branches de modules	47
6.8.2	Protections, câblages et raccordements de l'installation	48

6.8.3	Câbles de Branches et de Groupes DC.....	50
6.9	MISE A LA TERRE ET LIAISON EQUIPOTENTIELLE.....	50
6.10	COFFRETS DE SECTIONNEMENT ET RACCORDEMENT.....	51
6.10.1	Coffret DC (le cas échéant) en toiture.....	51
6.10.2	Raccordement branches de modules et coffrets DC	53
6.11	ONDULEURS	53
6.11.1	Raccordement câbles DC et Onduleurs	53
6.11.2	Emplacement des onduleurs.....	54
6.12	COFFRET AC (TDGS).....	54
6.13	RACCORDEMENT.....	56
6.13.1	Cheminement AC	56
6.13.2	Réservations - Percements - Scellements	56
6.13.3	Autoconsommation	57
6.13.4	Travaux de raccordement à prévoir avec ENEDIS	57
6.14	SYSTEME DE TELESUIVI	58
6.14.1	Passerelle de télé-suivi.....	58
6.14.2	Abonnement de télé-suivi – 3 ans.....	58
6.15	ECRAN D’AFFICHAGE.....	59
6.16	SIGNALISATION ET SECURITE.....	59
6.17	ARRET D'URGENCE (AU).....	60
6.18	LIAISON AVEC LE GROUPE ELECTROGENE	61
6.19	RECEPTION.....	61
6.20	GARANTIES	62
7.	OBLIGATION DES ENTREPRISES	63
7.1	AVERTISSEMENT AUX ENTREPRISES	63
7.2	CONNAISSANCE DES LIEUX	64
7.3	QUALIFICATION DE L'ENTREPRISE.....	64
7.4	COMPETENCE HTA SITE SENSIBLE.	65
7.5	RESPONSABLE DE L'EXECUTION.....	65
7.6	COMITE DE PILOTAGE.....	66
7.7	PRESTATIONS GLOBALES	66
7.8	PLANNING DE L'OPERATION.....	66
7.9	PREPARATION DU CHANTIER	66
7.9.1	Services instructeurs	67
7.9.2	Démarches administratives.....	67
7.9.3	Accompagnement du maître d'ouvrage dans les procédures administratives	67
7.9.4	Démarche entre le Titulaire et l'acheteur obligé	67
7.10	DOCUMENTATIONS TECHNIQUES A FOURNIR.....	68
7.10.1	A la remise de l'offre.....	68
7.10.2	Avant Travaux	68
7.10.3	Avant Réception	69
7.11	SECURITE SUR CHANTIER	70
7.11.1	Mission Sécurité et Protection de la Santé.....	71
7.11.2	Plan d'installation de chantier.....	72
7.11.3	Dispositifs de sécurité et d'accès en toiture.....	72
7.12	MODIFICATION DES PRESTATIONS EN COURS D'EXECUTION.....	72
7.13	BRANCHEMENTS	72
7.14	PROTECTION DES OUVRAGES ET DES PERSONNES	73
7.15	ATTENDUS GENERAUX DE LA PHASE TRAVAUX	73
7.16	PLANNING ET DELAIS DE REALISATION	73

7.17	ORGANISATION GENERALE DU CHANTIER	74
7.17.1	Horaires de travail.....	74
7.17.2	Coactivité.....	74
7.17.3	Astreintes et surveillance de chantier.....	74
7.17.4	Animations – Manifestations - Evènements.....	75
7.17.5	Travaux en milieu urbain.....	75
7.17.6	Prise en compte des servitudes et des concessionnaires	75
7.17.7	Installations de chantier	75
7.17.8	Nettoyage sur chantier	75
7.17.9	Limitation des nuisances.....	76
7.17.10	Protection des ouvrages	77
7.17.11	Evacuation des eaux	77
7.17.12	Visites préalables.....	77
7.17.13	Etat des lieux mise à disposition de la zone de travaux (constat d'huissier)	78
7.17.14	Etat des lieux de « restitution d'usage » de la zone de travaux	78
7.18	CLOTURES SEPARATIVES DE CHANTIER ET DE CHEMINEMENT	78
7.18.1	Principes généraux	78
7.18.2	Mise en place de barrières et clôtures	79
7.18.3	Passerelles	79
7.18.4	Ponts routiers provisoires.....	79
7.19	SIGNALISATION DE CHANTIER.....	79
7.19.1	Dispositions générales applicables.....	80
7.19.2	Informations aux usagers	81
7.20	CONDITIONS D'ACCESSIBILITE AU CHANTIER	81
7.20.1	Travaux en domaine public	81
7.20.2	Signalisation	81
7.20.3	Contrôle des accès, gardiennage.....	82
7.21	LIMITES DE PRESTATIONS ET TRAVAUX ANNEXES.....	82
7.22	PLANS ET NOTICES	82
7.23	ASSURANCES	83
7.24	ESSAIS, GARANTIES ET RECEPTION DES INSTALLATIONS	83
7.24.1	Autocontrôle	83
7.24.2	Garanties de bonne construction.....	83
7.24.3	Modalités des essais.....	84
7.24.4	Attestation CONSUEL	84
7.24.5	Réception.....	84
8.	MAINTENANCE EN PHASE EXPLOITATION	86
8.1	MAINTENANCE PREVENTIVE	86
8.2	MAINTENANCE CURATIVE	87
8.3	REMUNERATION DES PRESTATIONS DE MAINTENANCE	87
8.4	ATTENDUS GENERAUX DE LA PRESTATION D'EXPLOITATION	88
8.5	BPU POUR LES PRESTATIONS DE RENOUVELLEMENT	88
8.6	SOUS-TRAITANCE	89
8.7	PRISE EN MAIN ET CONNAISSANCE DU SITE	89
8.8	TELESURVEILLANCE ET SUPERVISION DU FONCTIONNEMENT	89
8.9	INTERVENTION SUR DEFAUTS ET DEPANNAGES, MAINTENANCE CURATIVE	90
8.10	MAINTIEN EN FONCTIONNEMENT DU SERVICE DE SUPERVISION	90
8.11	DISPONIBILITE DES PIECES ET COMPOSANTS DE RECHANGE	91
8.12	RAPPORTS D'EXPLOITATION, DE MAINTENANCE ET D'INTERVENTION, CARNET DE SANTE	91
8.12.1	Rapport d'exploitation mensuel.....	91

8.12.2	<i>Rapport annuel</i>	92
8.12.3	<i>Carnet de santé et suivi de l'entretien et des opérations de maintenance</i>	92
8.13	CONTROLES REGLEMENTAIRES	92
8.14	MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE PROTECTION DES TRAVAILLEURS ET DE SECURITE	93
8.15	DOCUMENTS DE PREVENTION	93
9.	ANNEXES	94
9.1	ANNEXE 1 – INSTALLATION PV : TEXTES REGLEMENTAIRES - NORMES - TEXTES DE REFERENCE	94
9.2	ANNEXE 2 – STRUCTURES : TEXTES REGLEMENTAIRES - NORMES - TEXTES DE REFERENCE	98

Directeur délégué Solaire et Innovation :

M. Daniel Mugnier, 06 67 52 41 06, daniel.mugnier@planair.fr



Planair France SAS - info@planair.fr www.planair.fr

SIRET 522 850 155- RCS Besançon - SAS au capital de 15'000 euros

APE 7112B – TVA 465 228 0501 55

N° version	Rédacteurs	Relecteur	Date
01	DQL	EGT	06/06/2025

TERMES UTILISES

AGCP	Appareil Général de Coupure et de Protection
ASCV	Appareil de Sectionnement à Coupure Visible
ATec	Avis Technique
AU	Arrêt d'urgence
BT	Basse Tension
CA ou AC	Courant Alternatif
CC ou DC	Courant Continu
CCP	Coupe Circuit Principal
CCTP	Cahier des Clauses Techniques et Particulières
ETN	Enquête Technique Nouvelle
HTA	Haute Tension A (20 kV)
MOA	Maîtrise d'ouvrage
PSE	Prestation Supplémentaire Eventuelle
PV	Photovoltaïque
TDGS	Tableau Divisionnaire Général Solaire
TGBT	Tableau Général BT

1. Présentation du projet photovoltaïque

1.1 Préambule

Le présent document porte sur la mise en place d'une ombrière photovoltaïque raccordée en autoconsommation individuelle totale sur le site du GHHS à Vesoul (70). Il comprend :

- La présentation du projet, de son contexte
- Les objectifs et conditions d'exécution du marché
- Le détail des spécificités techniques à suivre pour la mise en œuvre

Il est complété par une série de pièces annexes :

- Annexe n°1 : Etude de faisabilité du bureau d'études PLANAIR
- Annexe n°2 : Courbes de charge de consommation du site
- Annexe n°3 : Planning
- Annexe n°4 : Schéma électrique HT existant
- Annexe n°5 : Caractéristiques de la GTE gestion des TGBT par le logiciel Autoview de chez AMIP (gestion délestage de la BT sur les TGBT)
- Annexe n°6 : Schéma et caractérisés technique de la centrale de gestion des deux groupes électrogènes de secours (API SIEMENS)
- Annexe n°7 : Système GTB SIEMENS DESIGO CC
 - (GTB de marque SIEMENS Désigo CC permettant de suivre les installations thermiques, électriques et électrique du site (défaut sur TD + remontées compteurs électriques des utilités essentiellement). Une passerelle ou un système tiers sera à prévoir pour le PV.

Le marché comprend :

- Le développement et la conception du projet, y compris la réalisation et l'obtention des autorisations administratives d'urbanisme
- La réalisation des travaux
- L'exploitation et la maintenance de l'installation à compter de la réception des travaux et jusqu'à la date de notification + 10 ans renouvelable 3 fois par période de 1 an.
- Les échanges et rapports à fournir au maître d'ouvrage.

AVERTISSEMENT : Le titulaire est considéré connaître toutes les particularités du site et son offre est supposée tenir compte de toutes les difficultés inhérentes à son marché.

Le titulaire s'engage à respecter l'intégralité du présent CCTP :

- Les **Spécifications techniques générales - VRD** (cf section 4)
- Les **Spécifications techniques générales – structure** (cf section 5)
- Les **Spécifications techniques générales de l'installation PV** (cf section 6)
- Les **Obligation des entreprises** (cf section 7)
- La **Maintenance en phase Exploitation** (cf section 8)

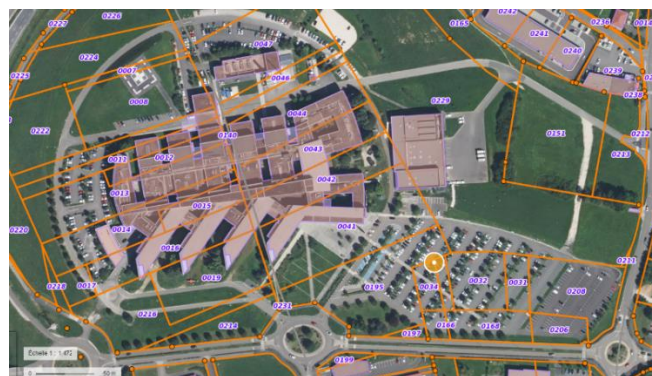
Les sections **4.Spécifications techniques générales - VRD** , **5.Spécifications techniques générales – structure** , **6.Spécifications techniques générales de l'installation PV**, **7.Obligation des entreprises** et la **Maintenance en phase Exploitation** ont pour but de lister l'ensemble des prestations générales dues par les entreprises, **sauf mention contraire dans la section 3.Spécifications techniques particulières de l'installation PV**.

1.2 Situation du projet

Nom du site	GHHS
Adresse	2 Rue René Heymes, 70000 VESOUL
Coordonnées	Latitude : 47.63586998779518, Longitude : 6.140319461039684

Plan de situation (Source : Géoportail)

Parcelle cadastrale (Source : Géoportail)



Aperçu du parking existant :



Aperçu du bâtiment parking existant :



Parking

Le surface du parking considéré est de 14 000 m². Le parking est composé de 9 rangées doubles de places de parking, rangées de 60m de long minimum. Des arbres sont situés au centre de ces rangées et au Sud de ce parking.

La circulation dans ce parking se fait par une voie périphérique qui entoure ces 9 allées.

Le présent marché consiste à mettre en place des ombrières photovoltaïques qui seront raccordées en autoconsommation individuelle totale, sans injection du surplus sur le réseau. Les ombrières seront implantées sur le parking visiteurs situé au sud-est de l'hôpital.

Les pré-études menées par le bureau d'études PLANAIR ont conduit à considérer que l'installation pouvait se faire en autoconsommation totale, différents scénarios de puissance sont néanmoins

possibles. Le titulaire proposera son propre dimensionnement et projet, au regard des objectifs et engagements demandés dans le marché.

1.3 Parties contractantes

Les parties du marché sont :

- Le pouvoir adjudicateur
Groupe Hospitalier de la Haute Saône
Services logistiques – 2 rue de Heymes, 70014 Vesoul Cedex

Désignée par la suite comme le « Maître d'ouvrage »

Et

- L'entrepreneur ou le groupement conjoint d'entrepreneurs tel que désigné dans l'acte d'engagement

Désigné par la suite comme le « Titulaire ».

Note : Dans le cas d'un groupement conjoint d'entrepreneurs, l'ensemble des membres du groupement devront être connus avant l'attribution du marché, notamment l'intervenant lot CFO et ses capacités sur les travaux en HTA.

1.4 Périmètre du marché – Description des missions

1.4.1 Missions d'ingénierie

Le Titulaire devra être en mesure de réaliser (ou reprendre/valider si elles ont déjà été menées en amont) l'ensemble des missions d'ingénierie pour la mise en œuvre du projet photovoltaïque, notamment les missions :

- Etude de dimensionnement,
- Etude technique détaillée,
- Définition du nombre de panneaux photovoltaïques et technologie retenue, calcul de la puissance électrique et de la production électrique associée,
- Etude d'implantation des équipements photovoltaïques,
- Etudes architecturales et paysagères intégrant plans, coupes, insertions paysagères et architecturales et tous les documents nécessaires notamment à l'appréciation du projet par le maître d'ouvrage et aux démarches d'urbanisme
- Etudes électriques : nombre d'onduleurs, réseau courant continu, réseau basse tension, réseau haute tension, transformation HT/BT, etc...
- Démarches administratives et suivi de la programmation des travaux de raccordement ENEDIS,
- Etude géotechnique (G3EXE),
- Suivi de chantier complet,
- Assistance et suivi des démarches administratives.
- Réalisation pour le compte du maître d'ouvrage (mandat) de l'ensemble des procédures nécessaires à la passation des contrats d'obligation d'achat au titre de l'arrêté « S21 ».

1.4.2 Validation du projet

Les caractéristiques du projet devront être fournies au Maître d'Ouvrage pour validation :

- A la fin de la phase Conception
- A la fin des études d'exécution de la phase Travaux, avant commande des matériels.

Le Maître d'Ouvrage sera en plus préalablement consulté au cours de la mise au point du projet lors des réunions intermédiaires qui seront organisées à son initiative ou celles du Titulaire.

Une analyse du projet sera réalisée par le Maître d'Ouvrage ou son représentant qui pourra formuler des remarques qui seront classifiées selon les dénominations suivantes :

- Bloquante : La remarque doit être levée par le Titulaire par la modification de son projet – sans passage possible à la phase suivante.
- A Prendre en compte : La remarque devra être levée par le Titulaire au cours de la phase suivante et ne devra plus apparaître dans le DOE du projet.

Les remarques dites « Bloquantes » porteront par exemple sur :

- Insuffisance de performance,
- Dispositions générant des coûts annexes portés directement par la collectivité,
- Sécurité des biens ou des personnes,
- Etudes réglementaires et autorisations administratives incomplètes et ou absentes,
- Ecart entre le projet paysager et sa réalisation.

1.4.3 Communication

Le Titulaire accompagnera le Maître d'Ouvrage dans les aspects de communication sur le projet.

Il pourra notamment être sollicité pour la fourniture de tout support participant à la communication sur le projet, pour participer aux réunions publiques, etc...

1.4.4 Connaissance des lieux

Le Titulaire intégrera à son offre le caractère complexe de l'opération ainsi que l'ensemble des contraintes principales listées ci-dessous. Cette liste n'est pas exhaustive.

Les entreprises seront engagées dans leur marché en toute connaissance de cause selon :

- Le terrain et ses sujétions propres
- Les contraintes relatives aux constructions voisines
- Les réseaux divers existants
- Les modalités d'accès par la voirie, les possibilités et difficultés de circulation et de stationnement notamment pour les véhicules de secours
- Les sujétions des règlements administratifs en vigueur se rapportant à la sécurité sur le domaine public

Elles ne pourront jamais arguer que des erreurs ou omissions puissent les dispenser d'exécuter tous les travaux de leur profession ou fassent l'objet d'une demande de supplément sur ses prix.

En phase travaux, les entrepreneurs doivent faire, le cas échéant, par écrit, toutes remarques sur les directives qu'ils reçoivent du Maître d'ouvrage étant entendu qu'ils supportent l'entière responsabilité des travaux exécutés par eux à partir de directives qui n'avaient pas fait d'observations de leur part.

A titre d'exemple, les entreprises tiendront compte des contraintes suivantes :

- Les contraintes d'emprises pour le stockage des matériaux et matériels ainsi que les coûts de transport à pied d'œuvre des matériaux et des matériels sur le chantier
- Les contraintes concernant l'environnement urbain, comme l'utilisation de certains traitements, le choix des aires de stockage, l'empoussièrement, le bruit
- Les contraintes concernant le bruit (réglementation ou spécifications particulières)
- La présence des réseaux enterrés ou aérien pouvant présenter des problèmes d'exploitation ou de sécurité (localisation, protection, balisage, phasage et méthodes d'exécution)
- L'évacuation des eaux de chantier
- Les contraintes d'organisation du chantier et gestion de la circulation, les interventions éventuelles de nuit, etc.

1.4.5 Environnement de travail

Le Titulaire laissera une zone suffisamment large pour les flux piétons et vélos. Ces dispositifs pourront être complétés par des cheminements provisoires carrossables et accessibles. Les cheminements seront correctement balisés, confortables et entretenus. Les emprises de chantier seront optimisées en permanence et un maximum d'espace sera rendu aux usagers dès que cela sera possible.

En conséquence, Le Titulaire devra impérativement :

- Protéger tous les équipements et végétaux (arbres) conservés
- Mettre à disposition des accès incontournables pour les services de maintenance, secours et défense incendie
- Assurer la présence d'un homme trafic à chaque extrémité et accès de chantier, lors de l'approvisionnement du chantier, lors des manœuvres ...
- Libérer toutes les places de stationnement à proximité du chantier : engins, véhicules des intervenants ne seront pas admis en dehors de l'emprise chantier et seront limités à leur strict minimum
- Prendre toutes les mesures possibles contre les nuisances sonores, contre la poussière, pour la protection de l'environnement, pour la gestion des déchets, ...

Par dérogation au CCAG le prestataire aura en charge à ses frais la remise en état de tout équipement dégradé lors de la réalisation de ses travaux.

2. Objectifs de performance

2.1 Engagement sur la puissance installée

Le Titulaire devra proposer une puissance photovoltaïque en cohérence avec les éléments de pré-étude fournis en Annexe. La puissance minimale à installer par le Titulaire est de 1000 kWc au titre du présent marché.

Le Titulaire définira en conséquence ses propres objectifs de production d'électricité photovoltaïque.

2.2 Engagement sur la nature et la qualité des matériels

Le Titulaire devra mettre les panneaux photovoltaïques de nature et de qualité minimum suivante : Technologie conventionnelle et panneaux haute performance, certifiés RG4 à la grêle.

Le Titulaire veillera en outre à prévoir des matériels conformes au cahier des charges AO CRE notamment en termes de bilan CO2 simplifié et ce même si l'installation ne bénéficie pas des compléments de rémunération.

2.3 Objectifs de production énergétique globale

Le Titulaire définit au travers son offre, la Production Énergétique prévisionnelle de l'installation. Il propose un engagement sur cette production totale, pour chaque année du contrat (cf. Cadre de réponse).

Le Titulaire devra utiliser le logiciel PVSYST ou équivalent pour le dimensionnement de l'ensemble du système PV et de ses composants.

Ce logiciel devra pouvoir prendre en compte les paramètres suivants : modèle d'irradiation, calcul d'ombrage, encrassement, température du champ, perte électrique par ombrage, pertes effet joule (AC, DC, HTA), pertes onduleurs (rendements et pertes à l'arrêt), perte du transformateur, etc....

Le logiciel devra pouvoir calculer les principaux indicateurs de performance des installations photovoltaïques en injection et/ou autoconsommation.

Cette Production Énergétique est entendue comme l'ensemble des kWh produits par l'installation photovoltaïque. Le Titulaire aura la charge de mettre en place tous les équipements permettant la justification de ces productions (comptage).

La production totale photovoltaïque pour l'ensemble des installations est estimée à 1 148 011 kWh/an (sur la base d'une puissance de 1064,8 kWc) pour une irradiation moyenne annuelle de 1406 kWh/m².an.

Les données d'ensoleillement utilisées dans les calculs de productible indiqués dans le cadre de réponse seront celles de la ville de Vesoul et seront représentatives des 20 dernières années au plus loin.

Les Candidats fourniront dans leur réponse l'origine des données et les valeurs annuelles d'irradiation :

- Dans le plan des modules (valeur moyenne pour chaque site s'il y a plusieurs orientations)
- A l'horizontal ;

La méthode utilisée pour calculer les masques sera présentée dans le dossier des pièces techniques à annexer au contrat.

Le Titulaire proposera à l'appui de son offre un protocole de Mesure et de Vérification de la production énergétique et la méthode permettant le recalcul des objectifs annuels.

La garantie de performance, que constitue la garantie de production des MWh, et la mise en œuvre du mécanisme d'intéressement / pénalité s'appuiera sur ce protocole.

2.4 Dimensionnement et implantation

Le dimensionnement des moyens nécessaires à l'obtention des objectifs est à la charge du Titulaire. Il est néanmoins rappelé qu'il est tenu de respecter la puissance minimale à installer de 1000 kWc.

Lors de la phase étude, le maître d'ouvrage avait prévu des zones d'implantations préférentielles qui ont été présentées dans l'étude fournie en Annexe.

Toutefois le Titulaire peut proposer des alternatives si les avantages technico-économiques sont pertinents d'une part et si cela s'intègre dans le projet urbain d'autre part.

2.5 Bases de calcul et données à produire par le Titulaire

La production énergétique prévisionnelle initiale sera calculée pour chaque installation sur la base :

- De l'irradiation solaire issue d'un logiciel standard (METEONORM 8 ou équivalent) pour la ville de VESOUL sur la période 2000-2024;
- Les contraintes d'ombrages et de masques ;
- Des performances des matériels prévus au marché par le Titulaire ;
- Des ratios et pertes correspondant aux installations prévues ;
- Avec un logiciel professionnel type PVSYST ou équivalent

Remarque à l'attention des candidats :

Les titulaires préciseront dans leur offre l'irradiation globale horizontale utilisée pour élaborer leur proposition ainsi que l'origine des données, le logiciel de calcul utilisé et les hypothèses.

Les candidats devront, dans leur réponse, présenter les grandeurs et indicateurs suivants :

- *Caractéristiques de l'installation PV (puissance crête totale)*
- *Ensoleillement reçu par l'installation en MWh/an*
- *Prévisionnel de production en MWh/an*
- *Rendement de production en %*

Les bilans seront à présenter pour la 1ère année et sur 25 ans.

2.6 Protocole de mesures et de vérification

2.6.1 Principe

Le Titulaire propose un « Plan de Mesures et de Vérifications ».

Ce plan décrit la méthode, les moyens qui seront déployés pour mesurer et vérifier l'atteinte de l'Objectif de valorisation Énergétique contractuellement garanti par le Titulaire.

Aucun changement de fréquence ou de méthode de comptabilisation ne pourra être accepté en cours de Marché, sauf évolution des conditions des bâtiments et de leur utilisation indépendante du Titulaire.

Le plan M&V comporte notamment les points suivants :

1. Décrire l'Objectif de valorisation Énergétique, les procédures employées pour en vérifier l'atteinte, les risques susceptibles d'affecter l'atteinte de cet objectif et les dispositions prises pour les gérer,
2. Décrire le périmètre des mesures pour la détermination des valorisations. Décrire la nature des effets interactifs et de leurs impacts possibles au-delà de ceux-ci,
3. Documenter la situation du site vis-à-vis de son utilisation, à l'intérieur du périmètre des mesures
4. Identifier les différentes Périodes de Suivi de l'Objectif de la Performance Énergétique. La périodicité du suivi ne peut être supérieure à un an. Le cas échéant, le Plan de Mesures et de Vérifications distingue les Périodes de Suivi servant à l'application de la Garantie de Performance Énergétique de la période « probatoire ».
5. Définir les Causes d'Ajustement de la valorisation.
6. Spécifier la procédure exacte d'analyse des données, les algorithmes et les hypothèses à formuler pour chaque rapport de suivi de la valorisation,
7. Choix des modalités de valorisation financière des économies
8. Spécifier les points de mesure et les procédures garantissant leur fiabilité, la cohérence de l'instrumentation aux grandeurs à mesurer et au niveau de précision à obtenir, la/les période(s) si la mesure n'est pas effectuée en continu,
9. Assigner les responsabilités du suivi et de l'enregistrement des données d'énergies, des variables indépendantes, à l'intérieur du périmètre des mesures, pendant la Période de Suivi. Indiquer les habilitations et compétences des personnels en charge de ces mesures.
10. Évaluer la précision attendue dans l'expression de la performance énergétique, en intégrant les erreurs relatives aux mesures, aux échantillonnages et à la modélisation,
11. Décrire, à titre indicatif, le budget et les ressources engagées par le Titulaire pour la mesure et la vérification,
12. Fournir un/des modèle(s) de rapports pour documenter et rendre compte des résultats des mesures et vérifications,
13. Indiquer les procédures d'assurance qualité utilisées dans la démarche mesures et vérifications.

En ce qui concerne l'option à retenir, le Maître d'ouvrage souhaite l'équivalent d'une option C selon la norme de l'IPMVP soit une mesure a minima de la consommation totale du site et de la quantité d'énergie produite sur une période de référence (une année par exemple) en adaptant les mesures aux variables extérieures (météorologique, fermeture exceptionnelle par exemple).

2.6.2 Variables d'ajustement périodiques

Les variables périodiques sont celles qui peuvent être amenées à évoluer chaque année.

Le Plan de Mesure et Vérification (Plan de M&V) devra prévoir les conditions de relevé de ces variables afin d'adapter l'objectif aux conditions effectives constatées chaque année.

L'engagement du Titulaire au titre de chaque année est « Ajusté » par application de la formule cadre suivante :

$$CR_i = CR_0 \times (A + B \times Var\ 1_i / Var\ 1_0 + C \times Var\ 2_i / Var\ 2_0 + D \times Var\ 3_i / Var\ 3_0)$$

- CR₀ = Engagement de production selon cadre de réponse du titulaire (référence)
- CR_i = Engagement de production de l'année i corrigé des variables d'ajustement périodique
- Les variables périodiques définies, telles que :

N° variable	Nom Variable	Valeur de référence	Coefficient
Var 1	...	Var 1 ₀ = ...	B = ...
Var 2	...	Var 2 ₀ = ...	C = ...
Var 3	...	Var 3 ₀ = ...	D = ...
-	-	-	A (par fixe) = ...

Note à l'attention des Candidats

Le candidat se limitera dans la mesure du possible, à trois variables périodiques, en sélectionnant les variables périodiques les plus influentes sur les productions (impliquant un coefficient $t > 2$ et un coefficient de détermination R^2 le plus élevé).

Les valeurs A, B, et C respecteront la condition $A + B + C = 1$. Les types de variables proposées sont les suivantes :

- *Les conditions météorologiques (irradiation solaire du site) ;*
- *Le nombre de jours d'arrêts exceptionnels d'utilisation des sites (malveillance, fermeture pour raison externe, etc.)*

Le candidat précisera dans son offre les 3 variables périodiques retenues, valeurs de référence de ces variables, ainsi que les valeurs des coefficients A, B, C de la formule d'ajustement ci-dessus.

Lorsque les éléments d'analyse le permettent, une formule d'ajustement peut prendre en compte les variables à caractère plus exceptionnel ayant un impact significatif sur la production d'énergie.

Le Candidat aura décrit dans son plan de mesure et vérification les variables récurrentes et exceptionnelles et les formules d'ajustement qu'il utilisera.

Par exemple, de façon simplifiée, le Titulaire pourrait choisir de corriger la production annuelle théorique du site par le ratio de l'irradiation globale horizontale mesurée sur l'irradiation globale horizontale indiquée dans le cadre de réponse.

2.6.3 Dégradation des performances

Il est entendu que le plan de mesure et de vérification prend en compte la dégradation de performance dans le temps de la production solaire, ainsi que les modalités d'ajustements récurrents.

La dégradation des performances sera de -0,4% par an à appliquer chaque année sur la production énergétique engageante initiale dite de référence.

L'engagement sur la production énergétique prendra en compte cet abattement.

2.6.4 Comptage pour le suivi de la performance

Toutes les productions énergétiques seront comptées séparément pour faire l'objet d'une mesure au réel, et il devra être possible d'établir la part autoconsommée individuelle.

2.6.5 Contrôle des compteurs

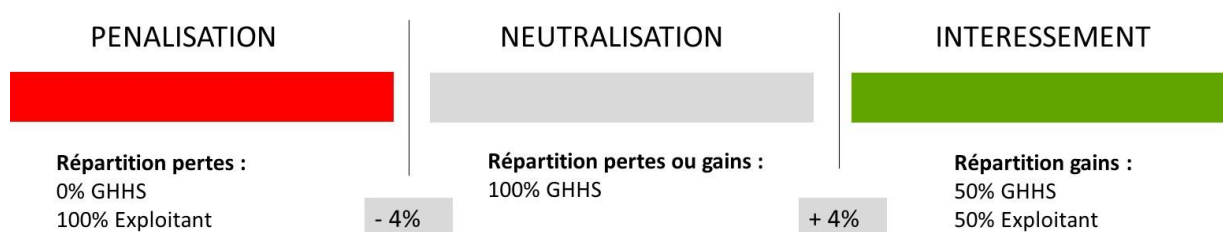
La gamme opératoire pour le contrôle des compteurs est définie dans le PMV.

En cas de défaillance ou de dérèglement manifeste d'un compteur, le titulaire est tenu de le signaler d'urgence au MOA.

Le PMV détaille la méthodologie appliquée (données recréées par interpolation, etc.) dans le cas où des données sont perdues ou incorrectes.

2.7 Modalités de calcul de la performance

Le schéma ci-dessous présente le comparatif entre la production réelle et l'engagement de production ajusté aux conditions de la saison, suivant le protocole de Mesure et de Vérification.



3. Spécifications techniques particulières de l'installation PV

3.1 Résumé technique du projet

Les spécifications techniques précisées par la suite pour le dimensionnement servent à définir un niveau minimum de qualité. Toute solution remplissant le cahier des charges, et de qualité équivalente, sera étudiée.

L'installation de panneaux photovoltaïque sera réalisée sur des ombrières de parking, avec un raccordement en autoconsommation individuelle totale. Il s'agira d'une installation PV sans batterie, connectée en HTA au réseau interne HTA du site. L'électricité produite sera autoconsommée au niveau de l'ensemble des bâtiments du site.

PHOTOVOLTAÏQUE	Ombrières photovoltaïques
Puissance PV	1000 kWc (+20% /-5% selon le modèle de module)
Nombre de modules	2220 (puissance unitaire du module utilisée lors des simulations : 450 Wc)
Energie produite annuelle	1 148 MWh/an
Valorisation	Autoconsommation totale

L'installation photovoltaïque sera conçue selon les exigences du guide UTE C-15-712, et toutes les autres normes en vigueur listées dans les parties « **4.Spécifications techniques générales - VRD** », « **5.Spécifications techniques générales – structure** », « **6.Spécifications techniques générales de l'installation PV** » du présent CCTP.

La liste des prestations à la charge du prestataire PV se trouve aux paragraphes **5.1** et **6.1**.

Du fait du caractère ERP du site, le dimensionnement de l'installation PV devra respecter les préconisations de la CCS du 07 février 2013, listées dans le paragraphe **6.3**.

3.2 Spécificités techniques de l'installation

3.2.1 Préparation du chantier

Descriptif	cf. a minima paragraphe 7.9
<p>Il est rappelé que les travaux s'effectueront dans un site occupé, par conséquent le titulaire devra prendre l'ensemble des mesures nécessaires lors des travaux pour minimiser les perturbations de l'activité du site.</p> <p>L'entreprise devra la mise en place d'une base-vie, ainsi que son raccordement aux réseaux d'électricité, d'eau potable et d'eaux usées.</p> <p>Les travaux seront organisés en phases, afin de ne pas immobiliser l'entièreté du parking. Les phasages des travaux devront permettre, autant que faire se peut, de maintenir une partie du parking utilisable par les visiteurs de l'hôpital en apportant une attention particulière aux accès PMR.</p> <p>Le titulaire devra en conséquent assurer des cheminements piétons adaptés à la circulation PMR permettant aux visiteurs l'accès à l'hôpital.</p>	

3.2.2 Travaux de VRD, Gros œuvre, structure

Descriptif	cf. a minima les sections 4 et 5
<p>Le titulaire devra présenter le type de structure (bois, métalliques...)</p> <p>Le titulaire devra se charger des travaux annexes suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La dépose et déplacement des arbres • La dépose des candélabres, des projecteurs Led ainsi que les câbles rendus hors services : ils seront remis au GHHS. • Le raccordement au réseau d'eau pluviale, y compris toute adaptation nécessaire. <p>L'entrepreneur devra spécifier la hauteur basse de l'ombrière.</p> <p>Local maçonné pour le poste transformateur dédié à l'installation PV.</p> <p>L'Entrepreneur devra garantir la durée du système de protection sans opération importante d'entretien.</p>	

3.2.3 Système d'intégration des modules photovoltaïques

Descriptif	cf. a minima paragraphe 6.6
------------	-----------------------------

3.2.4 Modules PV

Type	Module photovoltaïque
<p>Module répondant a minima aux critères énoncés au 6.7</p>	

Module monocristallin **compatible avec le système d'intégration**. Bilan carbone de l'installation inférieur à 550 kg eqCO₂/kWc.

Le titulaire est libre de proposer un module PV monofacial ou bifacial.

Branches de modules	cf. <u>a minima</u> paragraphes 6.8.1
Câbles de branches/groupe DC	cf. <u>a minima</u> paragraphes 6.10.2
Coffrets DC	cf. <u>a minima</u> paragraphe 6.10.1

3.2.5 Raccordement électrique BT

Câbles de branches/groupe DC	cf. <u>a minima</u> paragraphe 6.10.2
Les câbles DC chemineront sous les modules PV et ne pénétreront pas dans le bâtiment.	
Onduleurs	cf. <u>a minima</u> paragraphe 6.11
Qualification-Garanties-Certificats	cf. <u>a minima</u> paragraphe 7.3.
Emplacement onduleur	Voir <u>a minima</u> paragraphe 6.11.2
TDGS (coffret AC)	cf. <u>a minima</u> paragraphe 6.12
Raccordement AC BT	cf. <u>a minima</u> paragraphe 6.13.

La sélectivité totale est demandée entre l'installation PV et l'installation électrique existante, ceci afin d'éviter tout déclenchement intempestif causé par la centrale photovoltaïque à l'installation électrique du bâtiment.

L'installation PV sera adaptée à l'appareillage électrique existant, de marque ABB. Sauf demande expresse, l'ensemble des disjoncteurs, inter-sectionneurs et appareillage de protection électrique seront de la marque ABB.

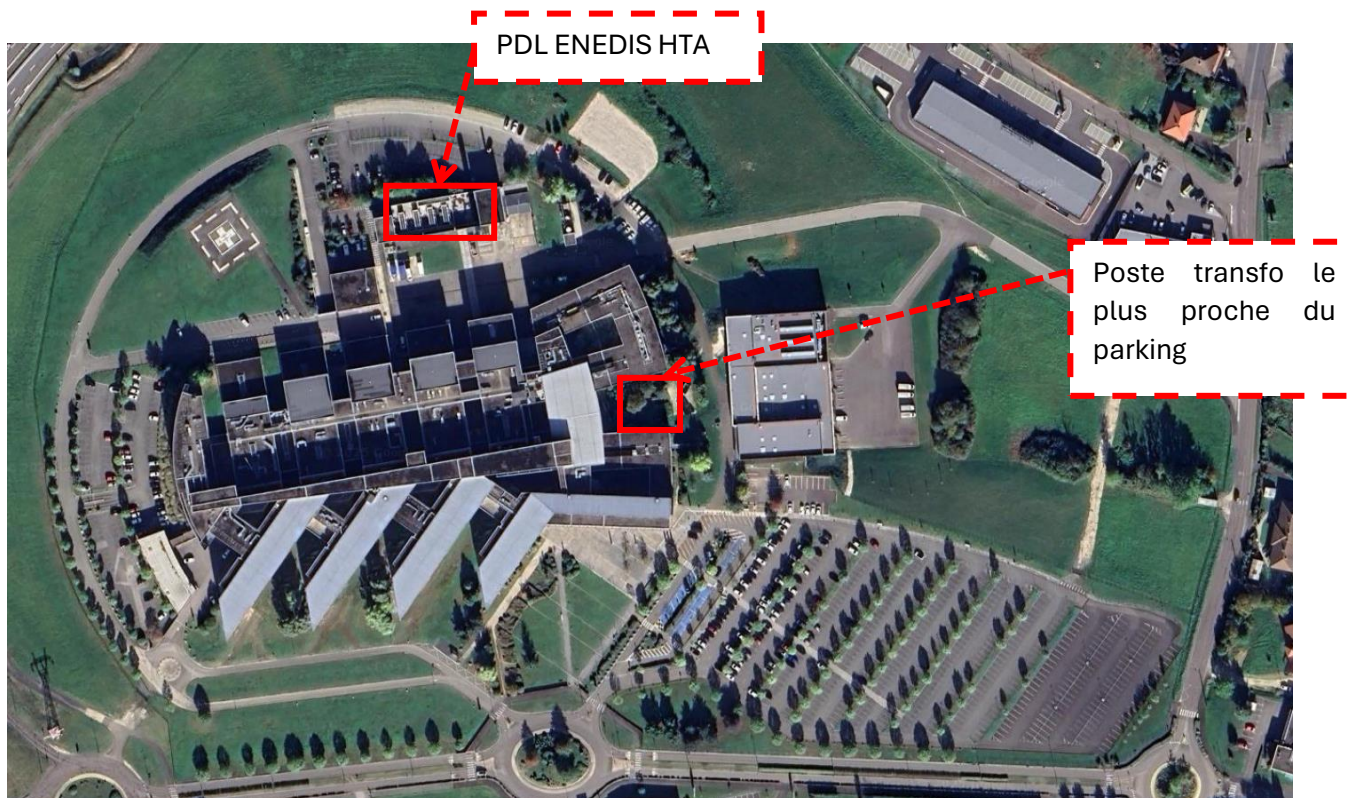
Chaque onduleur sera protégé par un disjoncteur différentiel 300mA au minimum.

En cas de besoin, l'installation PV devra être isolée rapidement du reste de l'installation électrique du site.

Liaisons à prévoir	Tension	Description
Modules → Onduleurs	DC	Section adaptée permettant de respecter la chute de tension totale de 1,5%.
Onduleurs → TDGS	AC	
TDGS → TGBT du poste de transformation PV	AC	Section adaptée permettant de respecter la chute de tension totale de 1,5% entre les onduleurs et le PDL du site.
Ensemble des liaisons de communication		

3.2.6 Raccordement HT

Poste de transformation BT/HT		
<p>Fourniture et pose d'un poste de transformation BT/HTA dédié à l'installation PV.</p> <p>Ce poste se trouvera à proximité immédiate du parking.</p> <p>Ce poste de transformation sera raccordé en HTA sur la boucle HTA du site.</p>		
Raccordement AC HT		
<p>La sélectivité totale est demandée entre l'installation PV et l'installation électrique existante, ceci afin d'éviter tout déclenchement intempestif causé par la centrale photovoltaïque à l'installation électrique du bâtiment.</p> <p>L'installation PV sera adaptée à l'appareillage électrique existant, de marque ABB.</p> <p>Présence sur le site de 2 groupes électrogènes. Une liaison filaire devra être tirée entre l'installation PV et le groupe, afin que l'installation PV soit coupée dans un délai suffisant avant tout démarrage du groupe.</p> <p>Lors des tests et autocontrôles, l'entreprise PV planifiera un test de black-out, afin d'étudier la coupure de l'installation PV et le démarrage de groupe électrogène. Ce test devra être planifié en concertation avec le gestionnaire de maintenance électrique du site. Le titulaire PV devra détailler la méthodologie mise en œuvre.</p> <p>Le titulaire prendra en charge la gestion du raccordement avec le GRD notamment la protection de découplage externe, le DEIE... y compris toute adaptation nécessaire.</p> <p>Le titulaire fournira un synoptique de l'installation avec identification des liaisons BT / HT, AC / DC entre les différents équipements et installations ainsi qu'une note descriptive succincte de fonctionnement.</p>		
Liaisons à prévoir	Tension	Description
Poste de transformation PV → Réseau HTA interne	AC	Section adaptée permettant de respecter la chute de tension totale de 1,5% entre les onduleurs et le PDL du site.



Emplacement du PDL HTA du site

3.2.7 Signalisation et équipements réglementaires

Descriptif	cf. a minima paragraphe 6.16
-------------------	------------------------------

3.2.8 Système de télé-suivi

Descriptif	cf. a minima paragraphe 6.14
Système de télé-suivi de la production solaire.	
Supervision existante : GTE AMIP. Le titulaire se chargera de réaliser une liaison annexe sur ce système en place.	

3.2.9 Travaux annexes

Groupe électrogène	Cf a minima paragraphe 6.18.
La centrale de commande des deux groupes électrogènes du site est assurée par un automate programmable industriel de marque SIEMENS.	

Un report d'information sera à prévoir sur cet automate depuis l'installation PV pour s'assurer que le démarrage des groupes électrogènes se fasse dans les bonnes conditions en cas de coupure du réseau.	
Système de télésuivi	Cf a minima paragraphe 6.14.
<p>L'entreprise devra mettre en place un système de télésuivi qui permettra de suivre les performances des onduleurs à distance.</p> <p>L'entreprise devra la fourniture et pose d'une liaison Ethernet entre la baie de brassage du site et le datalogger de l'installation PV. Le datalogger devra également être compatible avec une carte SIM 4G.</p>	
Ecran d'affichage	Cf a minima paragraphe 6.15.
Un écran d'affichage sera positionné au niveau du hall d'accueil du GHHS pour information auprès du public.	
Arrêt d'urgence	Cf a minima paragraphe 6.17.
<p>La commande (Report AU) actionnant le dispositif de coupure de la centrale PV, sera disposée à l'accueil du site.</p> <p>Du fait du caractère ERP du site, l'arrêt d'urgence commandera une bobine MX, alimentée par une AES.</p>	
Eclairage du parking	Cf a minima paragraphe 5.10.
L'entreprise aura à sa charge la mise en place d'un système d'éclairage (type LED) sous ombrière, alimenté depuis le poste de transformation dédié à l'installation PV. Cet éclairage devra pouvoir suivre une programmation horaire, ainsi qu'être pilotable par télécommande.	
Vidéo-surveillance	
Le titulaire PV aura à sa charge la fourniture et pose d'un système de vidéo-surveillance sur le parking.	
CONSUEL	Cf a minima paragraphe 7.24.4.
Les démarches liées à l'obtention du certificat CONSUEL sont à la charge du présent lot.	
Réception	Cf a minima paragraphe 6.19.
Avant réception de l'installation PV, l'entreprise PV réalisera l'ensemble des contrôles listés au paragraphe 6.19 , ainsi qu'un contrôle Q18 et Q19 .	

3.2.10 Démarches GRD

Gestionnaire de réseau	ENEDIS
Descriptif technique/montage	Le raccordement se fera au niveau du TGBT.
Puissance souscrite	1750 kVA en basse saison, 1400 kVA en haute saison
Abonnement électrique	Haut tension, longue utilisation Pointe fixe, segment C2
Présence d'un paratonnerre	Non
Schéma de liaison à la terre	TN-C
Travaux à la charge d'ENEDIS	Travaux à la charge de l'entreprise PV
Aucun	Création d'un départ (disjoncteur) dans le TGBT existant. Cf a minima paragraphe 0.
OPTION	AO CRE
Le titulaire proposera en option de préparer la réponse à l'AO CRE AUTOCONSOMMATION	

3.2.11 Remise en état du site

Descriptif	cf. a minima paragraphe 7.17.14
Le marquage au sol des places de parking n'est pas à la charge du présent lot. Le MOA s'en chargera une fois les travaux terminés.	

3.2.12 Exploitations - maintenance

Maintenance	Cf a minima section 8.
<p>L'entreprise PV se chargera de l'entretien et de la maintenance de l'installation PV. Le contrat de maintenance doit être chiffré en PSE pour une durée de 10 ans, renouvelable 3x 1 an.</p> <p>Lors des opérations de maintenance, l'entreprise PV réalisera l'ensemble des contrôles listés au paragraphe 8.1, ainsi que les contrôles Q18 et Q19 (tous les 2 ans).</p>	

En supplément des spécifications techniques particulières listées ci-dessus, l'entreprise PV devra respecter les préconisations listées en section **6 Spécifications techniques générales de l'installation PV**.

En supplément des obligations, l'entreprise PV devra respecter les préconisations listées en section **7 Obligation des entreprises**.

4. Spécifications techniques générales - VRD

Le prestataire aura à sa charge l'ensemble des prestations en lien avec la création de tranchées.

4.1 Formalités administratives et études d'exécution

Le prestataire aura à sa charge :

- Les installations propres au matériel de l'entreprise,
- L'amenée du matériel et le repli,
- Toutes les sujétions résultant des formalités administratives, des relations et de la disponibilité vis à vis de toutes les autorités compétentes et principalement du Coordonnateur SPS, le cas échéant,
- L'adhésion et le respect du Plan Général de Coordination (PGC) et de ses avenants éventuels, en cours de chantier,
- L'élaboration et la fourniture du Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS), au regard de la loi N°93-1418 du 31 Décembre 1993 et conformément à l'article R.238.26 du Code du Travail,
- Toutes les interventions, dépôt de dossier et demandes d'autorisation auprès des concessionnaires, demandes d'arrêté départemental ou municipal, pour les travaux sur les voies publiques ou pour assurer une meilleure sécurité des usagers en cas de mouvement important d'engins ou de camions (arrêtés pour voie ponctuellement hors circulation, trafic alterné, limitation de vitesse, etc.), y compris remise de double de correspondances et de dossiers au MOA,
- Toutes les DICT et, pour les raccordements sur les réseaux existants faits par l'entreprise, toutes les demandes d'autorisation, dépôt de dossier, visites sur le terrain avec les personnes compétentes (ou concessionnaires) concernées, plus remise des doubles de correspondances au MOA,
- L'élaboration du dossier d'exécution complet (agrément matériaux, plans et études d'exécution, croquis de détails, protocole compactage, notice et détail techniques, notes de calcul BA...), pour validation par le MOA,
- Toutes les sujétions relatives au respect du tri des déchets,
- Le respect, pour l'exécution des travaux définis ci-après, de toutes les prescriptions du CCAG (Arrêté du 08 septembre 2009, J.O. Du 1^{er} octobre 2009, Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi), des CCAP, CCTG et CCTP

4.2 Travaux à proximité de réseaux

4.2.1 DT et DICT

Suite à la mise en place du guichet unique créé en application de l'article L. 554-2 du code de l'environnement et à la parution du décret n°2011-1241 du 5 octobre 2011 mis en application par l'arrêté du 15 février 2012 relatif à l'exécution des travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution :

Le titulaire a la charge si nécessaire de réaliser toutes les DICT, sondages et Investigations Complémentaires en vue d'identifier le positionnement des réseaux enterrés, souterrains ou aériens existants.

L'entreprise exécutant le présent marché est réputée avoir intégré dans son offre les éléments fournis dans le DCE et notamment les éléments fournis avec la DT et avoir prévu des prestations qui prennent en compte les contraintes éventuelles de proximité des réseaux existants sur le projet avec les incertitudes de localisation indiquées.

L'entreprise titulaire du présent marché a à sa charge les DICT. Ces DICT seront impérativement réalisées au moyen du Guichet Unique et dans les conditions fixées par la réglementation. Elles sont obligatoires avant tout démarrage du chantier. Les OS de chantier seront signés seulement suite aux réponses aux DICT.

L'apparition, en période de préparation et préalablement au compte rendu de marquage-piquetage, d'écarts entre les récépissés de DICT et les éléments de la consultation, peut constituer un point d'arrêt. Les parties évaluent l'impact de ces écarts sur le projet, et leurs conséquences contractuelles, techniques et financières, notamment par l'application de prix unitaires tels que ceux définis dans la norme NF S 70-003-1 article 7.6.7.

Après analyse des écarts, le responsable de projet ou son représentant informera l'entreprise exécutant le marché avant le démarrage des travaux des conditions nouvelles de réalisation et notamment des éventuelles adaptations du projet assurant sa compatibilité avec la configuration la plus récente des réseaux tiers existants. Le responsable de projet prendra en compte ces éléments pour les opérations de marquage-piquetage.

4.2.2 Marquage, piquetage

Le marquage-piquetage devra être réalisé pour tout élément souterrain situé dans la zone d'intervention ou à moins de 2 mètres en planimétrie de l'emprise de travaux. Il est effectué en tenant compte de l'incertitude de positionnement des ouvrages concernés.

A partir des récépissés des DT et des DICT, ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, l'entreprise exécutant le marché réalisera le marquage-piquetage pour le compte du maître d'ouvrage pendant la période de préparation des travaux.

Ce marquage-piquetage des réseaux sera réalisé conformément aux prescriptions de la norme NF S 70-003-1 (article 7.8 et annexe G) notamment en matière de codes couleur et de dispositifs de marquage.

L'entreprise exécutant le marché veillera au maintien du marquage-piquetage pendant toute la durée des travaux, conformément à l'article R. 554-27 du Code de l'Environnement.

L'entreprise exécutant le marché rédige un compte rendu du marquage-piquetage contradictoirement avec le maître d'ouvrage qui spécifie la liste des réseaux faisant l'objet de ce marquage-piquetage et réalise un reportage photographique de ce marquage-piquetage. À cette occasion les éventuels marquage-piquetage réalisés par les exploitants seront intégrés et maintenus par l'entreprise exécutant le présent marché.

La prestation comprend :

- Le marquage-piquetage conformément au code couleur de la norme NF S70-003-1 (Annexe G) ;
- Le compte rendu de marquage-piquetage et le reportage photographique ;
- La maintenance pendant la durée des travaux.

4.2.3 Repérage / marquage des réseaux existants

Le prestataire aura à sa charge le marquage ou le piquetage au sol permettant de signaler les réseaux existants (réseau principal et branchement) et le cas échéant, la localisation des points singuliers, tels que les affleurants, les changements de direction et les organes volumineux ou présentant une sensibilité particulière. Le marquage ou piquetage devra être réalisé pour tout élément souterrain situé dans la zone d'intervention (parking et accès) ou à moins de 2 mètres en planimétrie de la zone des travaux. Il est effectué en tenant compte de l'incertitude de positionnement des ouvrages concernés.

La prestation comprend :

- Les demandes de DICT réglementaires, y compris synthèse et report numérique sur l'emprise des travaux,
- L'implantation sur le terrain des éléments définis précédemment,
- Le marquage conformément au code couleur décrit dans la norme NFP 98-332,
- Le constat contradictoire et le reportage photographique,
- La maintenance pendant la durée des travaux.

4.2.4 Utilisation d'engins de chantier

Dans le cas de travaux réalisés à proximité de réseau(x), les distances réglementaires seront prises en compte lors de l'usage des engins de chantier (distance prévue par la classe de précision du réseau tel que fournie par l'exploitant dans le récépissé de la DICT additionné de la distance relative au fuseau de la technique).

Tous les conducteurs d'engin devront être titulaires de CACES en cours de validité.

4.2.5 Dommage sur un réseau

En cas de dommage sur un réseau tiers, de déplacement de plus de 10 cm d'un réseau flexible, ou pour toute anomalie constatée l'entreprise titulaire du présent marché devra impérativement et rapidement informer l'exploitant du réseau concerné. Ils devront conjointement réaliser un constat contradictoire de dommage (CERFA N°14766*02).

En cas d'endommagement d'un réseau sensible, l'entreprise devra suspendre les travaux. De plus elle est tenue d'appliquer les modalités d'information immédiate des services de secours et des gestionnaires de réseaux.

L'entreprise devra également en informer le maître d'ouvrage, qui décidera des modalités de reprise des travaux.

En cas de dégradation d'un réseau identifié, le Titulaire devra procéder ou faire procéder à sa réparation à ses frais. Il en sera de même des installations provisoires à mettre en œuvre le temps de la réparation.

En cas de dégradation d'un réseau non identifié par le fait du concessionnaire dudit réseau, le Titulaire devra procéder ou faire procéder à sa réparation aux frais du concessionnaire ou du maître d'ouvrage. Il en sera de même des installations provisoires à mettre en œuvre le temps de la réparation.

4.2.6 Plan de récolement

Le prestataire aura à sa charge :

- La constitution d'un dossier de récolement complet, géoréférencé classe A, conforme à la réglementation en vigueur,
- L'intervention terrain pour le relevé des réseaux,
- La détection et le repérage des réseaux existants
- L'établissement du plan de récolement complet, y compris rattachement planimétrique au RGF93 et altimétrique (IGN 69),
- L'indication de la position de tous les ouvrages du réseau (Chambres et regards de tirage, tabourets de branchement.....), y compris cotes de repérage par rapport à des éléments fixes sur le terrain,
- L'indication de la position, la nature et le diamètre des canalisations posées,
- La fourniture et la confection de cinq tirages sur support papier et d'un fichier informatique au format DWG de tous les éléments précédemment cités
- Un plan de récolement des réseaux nouvellement réalisés, à réception d l'ouvrage

4.3 Sciage de revêtement existant

Le prestataire aura à sa charge :

- Le sciage soigné des revêtements existants, quelle que soit l'épaisseur et la nature des revêtements, à la scie ou à la bêche pneumatique,
- La fourniture de l'eau nécessaire (en cas de sciage),
- L'implantation et traçage précis avant sciage,
- Le nettoyage éventuel des éléments à proximité,
- Y compris toutes sujétions pour une parfaite réalisation.

4.4 Arrachage de revêtement existant

Le prestataire aura à sa charge :

- L'arrachage de tous les revêtements existants, sur toute l'emprise de l'aménagement et quelle que soit leur épaisseur,
- Les sujétions de morcellement des plaques d'enrobés et de chargement,
- L'évacuation dans un site de recyclage ou, le cas échéant, d'une décharge agréée pour recevoir ces produits,
- La remise des bons de suivi de déchets, au MOA.

4.5 Dépose et repose de bordures

Le prestataire aura à sa charge :

- Tous les terrassements nécessaires, y compris l'évacuation des matériaux extraits,
- La dépose soignée des bordures existantes, quel que soit le type, y compris nettoyage complet pour réutilisation,
- La pose des bordures préalablement déposées, y compris implantation et semelle de fondation,

- Toutes sujétion pour une parfaite réalisation

4.6 Fouilles en tranchée

Le prestataire aura à sa charge :

- Le piquetage et le nivellement,
- Tous les travaux préalables de nettoyage où cela n'a pas été fait, ainsi que l'enlèvement des bordures, clôtures, etc.... et remise en place après travaux,
- L'exécution de fouilles en tranchée pour réseaux secs en terrain de toute nature y compris le rocher dur nécessitant l'emploi du brise-roche ou tout autre moyen, à l'exclusion des explosifs,
- Les épaissements nécessaires,
- Le réglage et le compactage du fond de fouille
- La fourniture et la mise en œuvre de sable, lit de pose et, après pose des câbles ou fourreaux, enrobage de part et d'autre des génératrices supérieures et latérales,
- La fourniture et la pose à distance réglementaire, de grillage avertisseur de couleur appropriée, haute résistance, détectable,
- La protection du personnel en fouille,
- La suppression de tout point dur,
- La création de niches éventuelles,
- L'évacuation des matériaux excédentaires, dans une décharge, hors du chantier, au choix et à la charge de l'entreprise, et toutes sujétions,
- Les sujétions de travail manuel dues aux croisements et aux longements de canalisations ou réseaux existants,

Nota : Il sera compté un mètre de fouille en tranchée pour un mètre de réseau concerné, quel que soit le nombre de fourreaux ou de câbles de ce réseau dans ce mètre de fouilles.

4.7 Fourniture et pose de fourreaux TPC

Le prestataire aura à sa charge :

- La fourniture et la pose de fourreaux TPC annelés, lisses à l'intérieur, de couleur rouge,
- L'aiguillage des fourreaux pour le tirage des câbles,
- Les sujétions de passage du fourreau dans les socles et réservations, ainsi que les manchons et toutes les pièces de raccord nécessaires.

4.8 Remblaiement de tranchée avec des matériaux d'apport

Le prestataire aura à sa charge :

- L'établissement et la fourniture pour validation du protocole de compactage adapté, y compris classification GTR du matériau d'apport,
- La fourniture, le chargement et le transport des matériaux d'apport (granulométrie adaptée suivant objectif recherché),
- Le remblaiement et le compactage de ces matériaux (suivant le protocole de compactage validé), à refus par couches successives,
- L'évacuation des excédents en site de recyclage ou en décharge pouvant recevoir de tels matériaux et, la remise de bons de suivi de déchets, au maître d'ouvrage.

4.9 Fourniture et pose de regard de tirage

Le prestataire aura à sa charge :

- La fourniture et la pose de regard de tirage préfabriqué en béton, avec tampon fonte et justification de la classe de résistance,
- L'implantation et le nivellement,
- Les terrassements nécessaires, y compris évacuation en décharge des matériaux excédentaires,
- Le compactage du fond de forme,
- La mise au niveau du revêtement définitif,
- L'épaulement de protection autour du tampon,
- Toutes sujétions de réalisation telles que raccordement des fourreaux, pièces et accessoires.

4.10 Enrobés

Le prestataire aura à sa charge :

- La fourniture et la mise en œuvre de sable,
- La fourniture et mise en œuvre d'enrobés à froid en réfection de tranchée,
- Le décaissement et l'enlèvement des enrobés à froid (y compris évacuation des excédents),
- La fourniture et la mise en place d'une couche d'accrochage
- La fourniture et la mise en œuvre d'enrobés à chaud en réfection de tranchée,
- Toutes les sujétions pour une réfection parfaite des tranchées.
- La mise en œuvre d'un joint de dilatation entre le bitume du parking existant et celui de la tranchée nouvellement créée.

Nota : les prestations d'enlèvement des enrobés à froid et de mise en œuvre des enrobés à chaud seront décalées dans le temps

4.11 Remise en état des lieux après travaux

Le prestataire aura à sa charge la remise en état complète des lieux, sur l'emprise des travaux, de façon à rendre ceux-ci dans le même état général qu'avant travaux, ainsi que toutes les prestations nécessaires, autres que celles prévues dans le bordereau de prix.

5. Spécifications techniques générales – structure

5.1 Ensemble des prestations

Sont à la charge du prestataire PV titulaire du marché :

Les études d'exécution :

- Les études d'exécution y compris la note de calcul des effets de la neige et du vent, note de calcul des ancrages au sol, note de calcul de structure métallique.
- Toutes les études, plans d'ensemble et de détails nécessaires à la complète définition et exécution des travaux.

Terrassements et préparation du terrain :

- Dépose des candélabres existants éventuels qui seront remis au MOA.
- Déplacement des arbres existants.
- Dépose des bordure existantes éventuelles
- Pose de fourreaux pour le passage des câbles de vidéosurveillance

Ouvrages en béton armé/ancrages :

- Fonds de fouille
- Semelles en béton armé
- Ancrages des batteries de modules
- Fondations (principes à adapter suivant études géotechniques)

Structure métallique primaire :

- Structure métallique porteuse principale
- Traitement des ouvrages métalliques – galvanisation
- Gouttière / Descente EP / Evacuation EP
- Evacuation des EP vers le réseau d'EP existant / Reprise du réseau d'EP le cas échéant
- La fourniture et la pose des équipements, et de tous les matériels et accessoires nécessaires à la mise en œuvre à la parfaite finition de la prestation.

Ainsi que :

- La déclaration de travaux et la DICT
- Le repérage durable de toutes les liaisons CC, CA, télécom installées,
- Tous moyens de mise en œuvre et de levage (grues, nacelles, ...),
- Equipements pour intervention ultérieure sur les ouvrages suivant préconisation (SPS)
- Fourniture, pose et dépose de l'ensemble des équipements de sécurité nécessaires au chantier (filets de protection, garde-corps...),
- L'établissement des aires de travail convenablement aménagées,
- Nettoyage du chantier et évacuation des déchets,
- Les essais et contrôles des installations,
- La mise en service de l'installation et les garanties,
- Les affichages réglementaires durables, intérieurs et extérieurs,

- La réalisation et la diffusion des Dossiers d’Ouvrages Exécutés et des Dossiers d’Interventions Ultérieurs sur l’Ouvrage.

Selon contrat de maintenance proposé :

- Visites annuelles sur site,
- Visites curatives sur site (le cas échéant).

Remise en état :

- Remise en état des terre-pleins
- Remise en état des bordures béton
- Remise en état du bitume de roulement au droit de la chaussée, du bitume au droit du terre-plein
- Remise en état des peintures des places effacées par les travaux

Cette liste n'est pas limitative et l'entrepreneur devra l'achèvement complet des travaux de sa profession. S'il découvrirait une ou plusieurs omissions ou erreurs dans les pièces écrites, il devrait le signaler au MOA pour que ce dernier le renseigne avant la mise au point définitive du marché.

Le titulaire ne pourra donc pas se prévaloir de cette ou de ces omissions ou erreurs pour demander un supplément au prix global et forfaitaire.

5.2 Etudes techniques

Le Titulaire devra réaliser à ses frais et par les entreprises compétentes toutes les études nécessaires à la réalisation des ouvrages.

Le dossier technique général de définition du projet sera de niveau EXE, il sera rédigé en français, comprenant notamment :

- Les structures d’ombrière et le principe de leurs fondations,
- Les matériaux utilisés et leur aspect,
- Plan de calepinage des structures
- Etudes de structure (normes Eurocode)
- Etablissement des descentes de charges, prenant en compte les conditions de neige, vent et sismicité du site, ainsi que les charges permanentes et charges d’exploitation.
- Etudes géotechniques (G3 EXE) et levés topographiques
- Plan d’altimétrie.
- Les notices de sécurité associées, précisant notamment les accès et équipements pompier,
- Les infrastructures d’éclairage public intégrés,
- Les infrastructures de surveillance,
- Les plans des emprises de fouilles prévus et tracés de réseau,
- Des fiches d’analyse des impacts des travaux sur les usages de l’espace public ainsi que les dispositions envisagées pour chaque cas
- Tout document ou note de calcul demandé par le MOA.

Les plans devront être complets et devront y figurer notamment :

- Toutes les cotes, toutes les élévations, ainsi que toutes les coupes verticales et horizontales, les fixations, les cotes de réservations et toutes données utiles à la compréhension des ouvrages,
- Le plan de calepinage avec la notice de montage et les plans de détails et coupes de précisions de montage

Les entreprises peuvent être tenues de fournir également toutes les notes de calcul particulières, nécessaires à l'installation. L'installateur devra notamment fournir toutes garanties exigées par le MOA concernant la structure et la solidité des ouvrages.

Le Titulaire devra définir techniquement l'ensemble des éléments de l'installation conformément aux contraintes décrites au présent marché et aux contraintes environnementales, techniques et réglementaires du site.

5.3 Préparation du chantier

5.3.1 Mise en œuvre

L'entreprise devra prévoir pour ses travaux toutes les sujétions de chantier pour l'exécution et le parfait achèvement de ses prestations et tous les moyens de déplacement du chantier notamment :

- Tout moyen de levage et d'accès
- Le transport compris frais de douanes, taxes spéciales, etc. ; et la livraison, la manutention, le stockage et le levage sur le chantier des différents matériels.
- Le transport à pied d'œuvre de toutes ses fournitures, ainsi que le déchargement et stockage sur site. Le transport en vrac sera proscrit pour éviter la détérioration des matériaux.
- La mise en œuvre d'un coffret électrique de chantier si nécessaire
- Le nettoyage de toutes les zones en travaux en fin de journée
- De n'occasionner aucune gêne pour le personnel, les passagers et utilisateurs du site durant les travaux
- De confiner les zones de travail de son personnel dans les différentes zones de chantier mises à disposition
- L'évacuation de ses déchets, avec si nécessaire l'évacuation par benne
- Le maintien des accès chantier fermés, y compris durant la journée
- De définir précisément avec le maître d'ouvrage les modalités de livraison de matériaux et de matériel
- Assurer la sécurité et gardiennage du site contre toute dégradation et vol jusqu'à la réception définitive des structures.
- Le repli des installations de chantier et nettoyage général en fin d'intervention

L'entrepreneur devra prendre des précautions contre les nuisances pendant la durée du chantier, pour la santé des utilisateurs, des personnels du site et des personnels de chantier, pour la protection des ouvrages existants, déjà réalisés ou en cours de réalisation.

5.3.2 Sécurité sur chantier

Le Titulaire a la charge de fournir et poser les moyens d'accès et de protection des personnes en toiture, et de manière générale à l'ensemble des équipements objets de son marché.

Les contrôles réglementaires éventuels de ces moyens de protection d'accès seront supportés par le Maître d'Ouvrage, sous réserve que le Titulaire ait signalé lors de la phase de Conception les démarches à réaliser.

L'entreprise est responsable de la sécurité de ses personnels et de celle de ses sous-traitants, quelles que soient les protections collectives communes existantes. Il est à la charge de l'entreprise de sécuriser le périmètre dans lequel elle intervient, avec un effort particulier sur la sécurité anti-chutes : l'entreprise se charge de recourir à tout moyen de levage ou d'accès aux ombrières (nacelles...).

5.3.3 Protections provisoires

La protection provisoire contre les chocs des ouvrages et l'enlèvement des protections provisoires lorsque l'entreprise a terminé son travail sur le chantier. L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'il doit une protection efficace de ses ouvrages pendant toute la durée du chantier. Les protections jugées insuffisantes par le MOA seront remplacées aux seuls frais de l'Entreprise par un dispositif défini par le MOA.

5.4 Matériels et matériaux

5.4.1 Référencement

L'ensemble du matériel doit être prévu pour les conditions ambiantes extérieures qui sont celles du site. Tous les produits utilisés devront recevoir l'agrément du MOA.

Les produits et peintures seront désignés par :

- le nom du fabricant
- la marque et l'appellation commerciale de chacun d'eux ainsi que ses références
- les fiches d'identification technique
- leur famille d'appartenance.

Les produits de marque seront livrés sur le chantier dans leur conditionnement d'origine avec toutes les garanties de fermeture nécessaires (cerclage, plombage...)

L'ouverture des emballages devra être en principe effectuée en présence d'un représentant du maître d'ouvrage. Dans le cas contraire, des prélèvements pourront être effectués afin de vérifier que le produit livré correspond à celui retenu.

Le constructeur remettra à l'appui de son offre une description des systèmes retenus par lui et les fiches d'homologation des garanties de peinture industrielle homologuées.

Un Plan d'Assurance Qualité décrira avec précision l'ensemble des conditions d'exécution, des opérations de préparation de surface et d'application des produits, les opérations de contrôle effectués ainsi que les résultats de ces contrôles et tous autres éléments ou événements...

5.4.2 Protection anti-corrosion

Le titulaire justifiera d'une protection anticorrosion et traitement de surface sur l'ensemble des éléments métalliques installés. L'ensemble devra être adapté à la classe de corrosivité du site.

Le titulaire justifiera la classe de durabilité de l'ensemble.

Dans le cas de structures acier, l'entreprise exécutera les opérations :

- Sur des aciers répondant à la norme NFA 35503 classe 1 et 2.
- Un traitement anti-corrosion de l'acier par galvanisation à chaud, conformément à la norme EN ISO 1461.
- Un parachèvement soigné des défauts d'aspect.
- Les fixations et la boulonnerie correspondantes seront également galvanisées EN15048 ou EN14399 cl8.8/10.9.

Aucun percement ni soudure ne seront tolérés sur les ouvrages métalliques galvanisés après pose de la charpente.

Les percements et soudures seront réalisés en atelier avant la protection par galvanisation à chaud par trempage au bain.

Tous les passages de câbles devront être prévus en amont de la conception de la structure en usine.

Tout contact intempestif entre des produits métalliques différents, par exemple entre aciers inoxydables et aluminium ou acier de construction, doit être évité.

5.5 Reconnaissance des sols

Une campagne de reconnaissance des sols doit être effectuée par le titulaire, afin qu'il puisse établir son offre, forfaitairement et sous son entière responsabilité. Il ne pourra se prévaloir d'une quelconque imprécision ou omission pour remettre en cause le caractère forfaitaire de son offre.

5.6 Structure porteuse des modules et fondations

Le Titulaire fournit et pose les structures porteuses des modules. Il doit aussi mettre en place les systèmes de fondations selon la technologie qu'il aura arrêtée.

5.6.1 Dimensionnement des structures et des fondations

Le Titulaire assurera :

- La vérification de la tenue des structures de bâtiment existants en intégrant la surcharge des équipements photovoltaïques ;
- Le dimensionnement des fondations et des structures des équipements neufs, y compris les superstructures éventuelles.

Les notes de calcul devront attester que la consistance, le dimensionnement et les fondations des structures répondent aux exigences et contraintes du site (charge statique, charge de vent et de neige, tenue du sol et absence de poinçonnement).

L'entreprise fournira les PV d'essais sur matériaux béton. Les sables, pierrailles et graviers pour béton armé et non armé, ainsi que les mortiers seront conformes aux normes N.F. P 18301 et 18304.

5.6.2 Structure primaire des ombrières

Le candidat indiquera dans son offre, la technologie qu'il envisage de mettre en place et notamment le type d'ombrières envisagées (bois, métalliques...).

Le candidat est réputé avoir pris parfaite connaissance des sols en place, des ouvrages d'infrastructures, des usages et plan de circulation des zones concernées par les installations en ombrières. Pour cela il devra avoir pris connaissance des études déjà réalisées et prévoir la réalisation des études complémentaires éventuellement nécessaires.

Les ombrières mises en place par le Titulaire devront respecter une hauteur minimale fixée par le Maître d'Ouvrage et permettant à tous les véhicules de circuler.

L'implantation des ombrières devra permettre la circulation d'un véhicule pompier sur l'ensemble des parkings ou voies d'accès empruntées.

L'ensemble des boulons seront serrés à la clé dynamométrique.

5.6.3 Compatibilité - Structure secondaire

Le titulaire justifiera de la compatibilité entre la structure primaire et la structure secondaire porteuse des modules (système d'intégration). Les modules PV devront être installés et fixés par le dessous de l'ombrière.

Important : Les câbles de jonction inter-modules devront obligatoirement être fixés et cheminer le long des rails du système d'intégration, dans des chemins de câble ou le long des pannes ou chevrons des ombrières. Ces câbles ne devront en aucun cas être portés uniquement par leur attache aux boîtiers de jonction des modules, pour des raisons de durabilité mais aussi pour ne pas dégrader la qualité esthétique des ombrières.

Le système d'intégration des modules sur ombrière, pour être conforme à l'article 1 de l'annexe 2 de l'arrêté du 6 octobre 2021, doit respecter les points énoncés dans le paragraphe **6.5. Matériels et matériaux**. Notamment, l'entreprise devra fournir une certification ETN/ATec/ATEX (ou équivalente) en cours de validité. Ces certifications doivent assurer la stabilité et assurabilité de l'ensemble de la couverture / centrale PV. L'entreprise veillera également à valider avec soin, la compatibilité entre le domaine d'emploi de la certification du système de montage proposé et celle du présent projet.

Dans le cas où les onduleurs seraient fixés sur un poteau de la structure, ils devront être installés à une hauteur minimale de 150 cm du sol. Le poids additionnel des onduleurs doit être prévu pour leur fixation sur la structure qui le supporte. **Ils seront protégés des conditions extérieures tels que le soleil et la pluie directe.** Cette protection doit respecter les distances minimales à l'onduleur et permettre la ventilation naturelle tel que décrit dans le manuel de l'onduleur.

Le système de fixation des onduleurs sur portiques devra être validé par le MOA. En effet le système de fixation devra préserver les caractéristiques physiques de la structure primaire et éviter tout percement pour ne pas impacter le traitement des portiques (galvanisation à chaud et/ou thermolaquage). Les systèmes de serrage par crapaud sont conseillés.

5.7 Mise à la terre

Toutes les masses métalliques entrant dans la composition de l'ouvrage, les structures métalliques des ombrières, de support des modules, les châssis des modules ainsi que les chemins de câbles métalliques, seront connectées entre elles pour assurer une liaison équipotentielle et sont reliées à la terre suivant les normes françaises en vigueur (Norme NF C15-100 concernant la protection des ouvrages par mise à la terre et autres normes de sécurité), en vue d'assurer l'écoulement des charges statiques et des courants induits ou ceux dus à des connexions accidentelles.

Afin d'effectuer la mise à la terre de l'ensemble des charpentes et l'équipotentialité de tous les constituants, il sera prévu des **barrettes de mise à la terre sur tous les appuis des poteaux**.

Le titulaire devra la fixation des barrettes sur la structure métallique ainsi que la protection de ces barrettes contre la corrosion après raccordement.

En conséquence, au droit des jonctions entre les éléments de l'ossature, les surfaces en contact ne seront pas peintes et devront être dégagées de toutes calamines et salissures éventuelles (terre, ciment, graisses, etc.).

Le titulaire devra également prévoir la mise à la terre de la charpente de toutes les ombrières en réalisant une **distribution de terre en fond de fouille**, via une câblette de terre en cuivre nu en tranchées. La câblette remontera en boucle au niveau des poteaux des ombrières.

5.8 Locaux techniques maçonnés

Le Maître d'Ouvrage mettra à disposition du Titulaire les espaces nécessaires à la création ou à l'aménagement de locaux techniques.

La construction, l'aménagement et la mise en conformité des locaux techniques est à la charge du Titulaire.

Note à l'attention des candidats :

Les candidats signaleront dans leur offre les contraintes et besoins en matière de locaux techniques.

Les locaux techniques sont destinés à abriter le matériel électrique nécessaire au fonctionnement et à l'exploitation des installations photovoltaïques.

Les matériels électriques (onduleurs, armoires, etc...) seront implantés dans des zones techniques non accessibles au public.

- Les travaux d'aménagement à réaliser le cas échéant permettront :
- L'accessibilité des locaux pour les phases travaux et exploitation
- La mise en conformité des locaux (ventilation, éclairage, signalétique, etc...) conformément à la réglementation
- Leur adaptation pour recevoir les matériels de l'installation.

Dans le cadre d'un raccordement haute tension, les locaux techniques abriteront un plusieurs postes de transformation, ainsi que les cellules dédiées, et tout équipement électrique nécessaire.

Les locaux techniques neufs seront créés conformément à la réglementation et intégreront l'ensemble des dispositifs de sécurité et de ventilation nécessaire. Ils feront l'objet d'une validation du Maître d'Ouvrage en phase Conception.

5.9 Récupération des eaux pluviales

Le titulaire doit, au titre du présent marché, la récupération des eaux pluviales (EP) au niveau de l'ensemble des ombrières.

Le titulaire aura à charge :

- La mise en place d'une gouttière
- Les descentes d'eau pluviales jusqu'en pied de poteau
- La réalisation d'un raccordement au réseau d'eau pluviales existant
- Le dimensionnement de l'ensemble des canalisations et réseaux, y compris adaptation de l'existant en cas de non-conformité

Les cheneaux et descentes d'EP seront dimensionnés selon les règles de l'art. Les normes suivantes seront respectées :

- NF EN 12056-3 « Systèmes d'évacuation des eaux pluviales, conception et calculs »
- NF DTU 60.11 P3 « Travaux de bâtiment - Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales - Partie 3 : évacuation des eaux pluviales »

La récupération des EP sera raccordée directement à la descente la plus proche existante. La connexion sera réalisée avec le réseau d'EP du parking, y compris toute adaptation nécessaire.

Dans le cas où le réseau d'EP existant ne conviendrait pas aux volumes d'EP conduits par la descente de l'ombrière, le titulaire aura à charge de le reprendre et de raccorder les descentes d'EP des ombrières à ce nouveau réseau d'EP enterré.

5.10 Eclairage extérieur - Ombrières

L'entreprise aura à sa charge la mise en place d'un système d'éclairage (type LED) sous ombrière respectant les normes d'éclairage en extérieur actuelles en vigueur (20 lux minimum mesuré au sol) alimenté depuis les câbles d'alimentation existant.

L'entreprise devra vérifier le dimensionnement de cette alimentation et proposer les renforcements éventuels dans son offre.

5.11 Arceaux de protection

Des arceaux de protection seront installés en pied de chaque poteau, de chaque côté, afin de protéger les structures de tout impact avec les véhicules.

5.12 Garanties

Les structures seront garanties durant 25 années par le prestataire : elles devront sur cette période remplir intégralement leur fonction de supportage mécanique des modules PV.

Les structures, visseries et l'ensemble des accessoires seront garanties 12 ans contre la corrosion.

L'Entrepreneur devra préciser les durées de garanties du système de protection sans opération importante d'entretien. Les durées suivantes sont conseillées :

- Garantie d'anticorrosion : 12 ans.
- Garantie d'aspect contre les décollements, pelages et cloquages : 5 ans
- Garantie couleur : 3 ans

A réception, l'entreprise devra présenter des certificats de garanties et justifier que ces garanties sont couvertes, nominativement pour le présent chantier et pour le matériel installé, par l'assurance du (ou des) fabricants, y compris en cas de dépôt de bilan du (ou des) fabricants.

Les garanties devront obligatoirement être portées (ou relayées) par une compagnie d'assurance représentée en France.

Au titre de la garantie, l'entreprise devra la réparation, et éventuellement le remplacement (pose), gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie serait reconnu défectueux hors incident (vol, foudre, vandalisme...).

Les déplacements engendrés par la réparation ou le remplacement seront à la charge de l'entreprise.

Les défauts constatés survenus seront notifiés à l'entreprise pour qu'elle puisse entreprendre les réparations dans un délai de 4 jours maximum. Passé ce délai, le Maître d'Ouvrage pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entreprise, aux réparations nécessaires sans préjudice des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice.

5.13 Autocontrôles

L'entreprise est tenue de faire son propre autocontrôle. Dans le dossier avant travaux, l'entreprise devra donner une liste des tests qu'elle souhaite faire en autocontrôle pour vérifier son travail. Sont obligatoires, et doivent faire l'objet d'un rapport les autocontrôles suivants :

- Propreté des trous après réalisation de la fouille
- Compacité du béton, classe de résistance
- Dans le cas de structures acier : épaisseurs de galvanisation
- Serrage des différents éléments de la structure

Selon les modules choisis, le MOA pourra demander la vérification systématique du serrage des connectiques sur les boîtiers des modules PV.

5.14 Repli de chantier

L'entrepreneur devra assurer le nettoyage soigné de ses ouvrages en fin de travaux ainsi que la vérification d'aspect.

Un nettoyage complet de l'ensemble des modules PV sera à la charge de l'entreprise avant les opérations de réception.

Les sols et murs seront laissés parfaitement propres après achèvement des travaux.

Les éléments endommagés seront remplacés avant montage aux frais de l'entrepreneur. Le MOA se réserve le droit de refuser toute pièce qu'il jugerait défectueuse, et d'en exiger le remplacement dans le cadre de son marché forfaitaire.

6. Spécifications techniques générales de l'installation PV

L'offre devra respecter les contraintes minimales définies dans le présent CCTP, tenant compte des conditions liées au contexte dans lequel devront s'insérer les installations et leurs performances.

Dans ce cadre, le devis descriptif du titulaire devra préciser les valeurs ou dispositions qu'il aura retenues pour établir sa proposition ; toute disposition n'entrant pas dans le cadre minimal des contraintes imposées sera réputée hors programme de base.

Les quantités indiquées dans la DPGF sont fixes. Elles devront faire l'objet de vérification de la part des entreprises titulaires lors de la remise des offres. **L'ensemble des postes de la DPGF devront être chiffrés, sous peine d'irrégularité de l'offre.**

L'énoncé ci-dessous n'est pas exhaustif, ni limitatif mais il peut être complété ou allégé en fonction des conditions réelles d'exécution du chantier et des modalités d'exécution des travaux adoptées par le titulaire.

6.1 Ensemble des prestations

Sont à la charge du prestataire PV titulaire du marché :

- L'établissement d'un **dossier d'études techniques EXE (Note de calcul électriques réalisées par un logiciel certifié ELIE BT, mesure de la terre existante** du bâtiment).
- L'établissement des aires de travail convenablement aménagées ;
- Tous moyens de mise en œuvre et de levage répondant aux normes de sécurité en vigueur (Nacelles, protection collective de chantier ...) ;
- La fourniture et gestion de toutes les installations de chantier (barrières, balisage, bungalow, panneau de chantier, assainissement, accès sécurisé ...) ,
- L'installation de protections collectives provisoires durant toute la durée du chantier
- Le nettoyage du chantier et évacuation des déchets ; remise en état initial du site.
- Les **modules PV** de type verre-Tedlar (ou bi-verre), cadrés, au silicium monocristallin, associés à un **système d'intégration au bâti** ;
- Les éléments entrant dans la composition des ouvrages, y compris tout accessoire de fixation, liteaux, visserie, joints, profilés, ... y compris les pièces spéciales diverses nécessaires au montage et celles nécessaires pour les raccords avec les ouvrages existants ;
- Le **raccordement électrique des modules PV** par branches jusqu'aux coffrets DC / boîtes de jonction, y compris câbles et chemins de câbles ;
- Les **onduleurs**, installés suivant description de la section dédiée du CCTP. Y compris les abris et protections décrites dans ce point.
- Les **chemins de câbles**, protégés, pour cheminement des réseaux DC en intérieur (gaine coupe-feu) ou en extérieur, jusqu'aux coffrets DC / boîtes de jonction ;
- Un conducteur d'équipotentialité, relié à la barrette générale terre, et reliant toutes les structures métalliques des modules et des supports de l'installation, y compris les chemins de câbles métalliques ;
- Une mise à la terre quand celle-ci n'existe pas dans le bâtiment et d'une barrette de terre spécifique PV à amener proche du TDGS ;

- Assurer l'**interconnexion de toutes les terres du site**, notamment quand l'alimentation du TDGS est réalisé d'un autre bâtiment ;
- La **fourniture, la pose et le raccordement de toutes les liaisons électriques et de télécommunications**, y compris gaines, goulottes pour les courants faibles, chemins de câbles, câbles, percements et rebouchages (effectués avec un mortier),
- VRD (tranchées), nécessaires au bon fonctionnement de l'installation ;
- La **fourniture, la pose et le raccordement de la liaison triphasée**, le PE (si nécessaire) et la terre entre le TDGS et le TGBT. Y compris l'installation d'un départ (disjoncteur + protections nécessaires) dans le TGBT ;
- Le coffret AC ou **TDGS (Tableau Divisionnaire Général Solaire)**. Ainsi que d'autres sous-tableaux nécessaires en aval du TDGS.
- Le **système de coupure générale simultanée** des disjoncteurs alimentant les onduleurs. L'intégration de ce système dans les systèmes d'arrêt d'urgence présents sur le site.
- Le **repérage durable** (étiquettes gravées, pas d'étiquette imprimées, pas d'étiquette « Dymo ») de toutes les liaisons DC, AC, télécom installées ;
- Les affichages réglementaires durables, intérieurs et extérieurs ;
- La mise en place d'un écran afficheur de production sur le site.
- Les **essais et contrôles** des installations ;
- L'assistance (présence sur site) lors de la mise en service du raccordement par ENEDIS ;
- La gestion et l'obtention de la certification **CONSUEL**
- L'assistance (présence sur site) lors de la mise en service du raccordement par ENEDIS ;
- La **mise en service** des installations, et garanties ;
- La mise en place d'un **système de télé suivi** avec passerelle de télésuivi permettant d'extraire les données de production et de consommation
- La **réalisation et la diffusion des Dossiers d'Ouvrages Exécutés (DOE)** et des Dossiers d'Interventions Ultérieurs sur l'Ouvrage (DIUO) ;

Nota : L'entreprise pourra proposer toute adaptation qu'elle jugera utile. Les adaptations seront soumises à l'approbation du MOA.

6.2 Etudes techniques

Le Titulaire devra réaliser à ses frais et par les entreprises compétentes toutes les études nécessaires à la réalisation des ouvrages.

Le dossier technique général de définition du projet sera de niveau EXE, il sera rédigé en français, comprenant notamment :

- L'implantation de l'installation PV (panneaux et locaux techniques électriques),
- Les types de module, leurs dimensions et leur puissance,
- Le nombre de modules et la puissance totale de l'installation photovoltaïque,
- La puissance et nombre d'onduleurs,
- L'emplacement des équipements de sécurité notamment à l'attention des services instructeurs concernés (positionnement des arrêts d'urgence par exemple),
- Le mode de pose et passage des câbles principaux DC et des câbles AC,
- Les bilans énergétiques reprenant à un pas de temps mensuel au minimum : l'irradiation, la production électrique, la consommation électrique du site, la part injectée sur le réseau public,

Etudes de raccordement électrique : en particulier l'entreprise devra faire une inspection du poste de livraison du site pour vérifier si des travaux HTA sont nécessaires (cellule de découplage, adaptation du poste, etc.).

- Etudes d'estimation du productible solaire
- Etudes de dimensionnement des composants électriques

6.3 Préconisations CCS

En plus du respect des normes usuelles applicables aux travaux de bâtiments, des normes de l'industrie PV et des normes relatives aux installations électriques BT, l'installation PV, dans le cadre d'un **établissement recevant du Public (ERP)**, devra respecter **les préconisations particulières de la Commission Centrale de Sécurité (CCS)**, synthétisées dans son rapport du 07 février 2013 et relatives à la protection incendie. Ceci s'applique également dans le cas d'une augmentation de la puissance installée.

Rappel des principales préconisations ci-dessous :

- Laisser en toiture un cheminement libre d'au moins 90 cm autour du champ PV ;
- Mettre en place une coupure générale simultanée des onduleurs, visible, positionnée à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment ;
- Equiper, lorsqu'il existe, le local technique onduleur de parois coupes feu de degré égal au degré de stabilité du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes ;
- Puis par ordre de préférence décroissant :
 - Mettre en place un système de coupure du circuit DC au plus près des modules, piloté à distance depuis une commande regroupée avec le dispositif de mise hors tension du bâtiment.
 - Cheminement du DC en extérieur avec arrivée des câbles DC directement dans le local technique onduleur du bâtiment. Les câbles en extérieur chemineront sous protection mécanique s'ils sont accessibles.
 - Si possible, les onduleurs seront positionnés à l'extérieur, protégés de toute agression extérieure (chocs, intempéries...), au plus près des modules et sans pénétration de câbles DC dans la construction.
 - Le cas échéant, les câbles DC chemineront à l'intérieur du bâtiment jusqu'au local technique onduleur dans un cheminement technique protégé, situé hors dégagements et locaux à risques particuliers, de degré CF égal au degré de stabilité du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes.
- Procéder aux contrôles et vérifications techniques relatives à la solidité conformément aux textes en vigueur.

L'ensemble de ces préconisations devra être pris en compte par le titulaire PV lors de la conception de l'installation PV.

6.4 Domaine d'application

Dans le cas où le MOA souhaite bénéficier du s21, les champs de modules doivent respecter les conditions du tarif d'achat défini par **l'arrêté du 6 octobre 2021**. Le choix fait du module PV et du mode de fixation doit être directement compatible avec cette exigence suivant le schéma de raccordement / type de vente de l'énergie spécifié pour le projet.

6.5 Matériels et matériaux

Tous les matériaux devront être soumis à l'agrément du MOA et en provenance de fournisseurs agréés, avec ETN ou ATec .

Les matériels employés seront neufs, de bonne qualité et agréés aux normes françaises. Ils seront au minimum équivalent en qualité et aptitude d'emploi qu'aux marques et références énoncées dans le présent document.

La qualité du matériel et des matériaux résultera des normes en vigueur et des spécifications du présent CCTP et du descriptif détaillé.

Il appartient à l'entrepreneur de présenter avec sa remise de prix toutes les documentations ou suggestions qu'il jugera utiles quant aux prescriptions techniques et aux prévisions du CCTP.

Il ne pourra par conséquent pas se prévaloir de ne pas connaître la nature et l'importance des travaux à exécuter pour une parfaite finition et ne pourra donc réclamer de supplément à son offre.

6.5.1 Utilisation de matériaux en plastique

Afin de limiter l'usage des équipement plastiques, il est imposé dans le cadre du marché :

- Interdiction explicite des chemins de câble en plastique (ceux-ci seront en acier),
- Interdiction explicite des systèmes d'intégration des modules en plastique, y compris pour les solutions lestées
- Limitation au strict minimum de l'usage de mousse expansive. A remplacer de préférence par un mortier minéral.

6.6 Système d'intégration des modules

L'entreprise adjudicataire prendra un soin tout particulier au système de fixation en surimposition des modules PV sur le site. Toute solution proposée par l'entreprise devra faire l'objet d'un accord préalable du MOA avant exécution.

Le système d'intégration des modules en toiture, pour être conforme à l'article 1 de l'annexe 2 de l'arrêté du 6 octobre 2011, doit respecter les points énoncés dans le paragraphe 6.5.

L'entreprise devra fournir une certification ETN en cours de validité. Ces certifications doivent assurer la stabilité et assurabilité de l'ensemble de la couverture / centrale PV.

Selon le projet, d'autres certifications pourront être demandées dans le descriptif de l'installation.

Le système sera valide d'un point de vue statique selon les normes Neige et Vents pour la zone concernée selon la réglementation EUROCODE.

Les matériaux utilisés seront choisis de manière à éviter tout couple électrolytique. Ils seront résistants à la corrosion ambiante, aux dilatations thermiques et aux effets des rayons UV.

L'installateur est tenu de s'assurer la bonne compatibilité du système d'intégration avec le complexe d'étanchéité du site. Le système d'intégration devra répondre aux critères d'intégration au bâti et sera réalisé en fonction des conditions climatiques du site et du niveau de résistance nécessaire

Dans le cas d'un système en toiture inclinée, le système d'intégration et le nombre de rails nécessaire sera validé par une note de calcul fournie par le fabricant du système d'intégration.

Dans le cas d'un système en toiture terrasse, le système d'intégration et le poids et le nombre de lests nécessaires sera validé par une note de calcul fournie par le fabricant du système d'intégration.

6.6.1 Fixation des modules

Les modules seront fixés au système d'intégration par les moyens prévus par le fabricant de la structure et selon la certification ETN. L'emplacement des points de fixation de modules (étriers) et le choix portrait/paysage respecteront la certification de la structure et le manuel d'installation du fabricant du module. La visserie des étriers sera adaptée à la corrosion propre du site.

La distance des étriers de fixation par rapport au bord du module PV devra être en conformité avec les prescriptions :

- Du fabricant de système d'intégration
- Du fabricant de module PV

6.7 Modules PV

Il est rappelé que le fait de marcher sur les modules PV ne sera pas toléré. De la même manière, il n'est pas admis de faire reposer une partie de son poids ou de s'appuyer sur un module lors de sa pose. Dans le cas où un tel manquement serait constaté (traces de pas), **l'entreprise PV devra le remplacement du module** avant la réception de l'installation PV.

Les modules seront de type et marque à définir par l'entreprise conformément aux prescriptions du présent CCTP et devront être cités dans la liste de modules compatibles avec le système d'intégration (liste présente dans l'ETN du système). Les modules PV, en verre-Tedlar (ou bi-verre), cadrés, constitués de cellules au silicium cristallin, seront plans et devront satisfaire aux spécifications des normes CEI 61215, 61646, 61730-1 et 61730-2.

Afin de limiter l'échauffement des modules, l'aspect des modules sera de type « **classique** » (cadre aluminium brut et feuille arrière blanche) ou « bi-verre ». Toutefois, en cas de meilleur coût au Wc et/ou disponibilité, des cadres ou feuilles arrière noir sont autorisés.

Tous les modules proposés devront présenter un aspect et une couleur identique et être aisément interchangeables.

Les modules comprendront sur leur face arrière un boîtier de connexion étanche, d'épaisseur maximale 40 mm, et permettant le raccordement électrique du module au reste de l'installation en assurant une étanchéité parfaite.

Ces boîtiers de connexion seront positionnés afin de minimiser les longueurs de câblage. Les modules seront précâblés avec des câbles solaires à double isolation de section 4 mm². La polarité des bornes sera clairement identifiée.

Chaque boîte comprendra obligatoirement au minimum une diode parallèle de protection du module

Qualifications, garanties et certificats :

- Homologation du produit : DIN EN 61215 (IEC 61215)
- Classification électrique : Classe de protection II

L'installateur devra présenter les références (flash-test) de chaque module livré, en faisant parvenir, à la livraison, les résultats au MOA.

Les modules seront interconnectés entre eux de façon à obtenir plusieurs branches dont la tension globale sera la tension nominale de service tout en limitant les longueurs de câbles d'interconnexions.

L'entreprise respectera scrupuleusement les préconisations du fabricant (et l'ETN du système d'intégration le cas échéant) pour la pose et le raccordement des modules PV.

L'entreprise pourra respecter l'implantation des modules proposée par le MOA. Les variantes sont également acceptées, et feront partie intégrante de l'offre du prestataire. Les implantations proposées seront appréciées sur la base des critères suivants :

- Réduction au maximum de tous les ombrages proches,
- Regroupement optimal des modules de manière à limiter la surface occupée par le champ PV,
- Réduction maximale des longueurs de câbles DC
- Respect des règles de dimensionnement

Pour chaque système PV proposé, que ce soit une offre de base ou, le cas échéant, une variante, l'entreprise fournira un rapport de simulation énergétique (PVSyst ou équivalent) pour justifier sa proposition.

6.8 Câblage DC

6.8.1 Branches de modules

Le raccordement en série des modules se fera par câbles solaires extérieurs de type H1Z2Z2-K selon la norme EN 50618, de section minimale 4mm². Ces connexions sont réalisées entre les boîtiers de connexion intégrées aux modules. Les sorties de câbles sont étanchéifiées par presse-étoupe ou joint torique.

Des connecteurs débrochables seront utilisés au niveau des modules PV, coffrets intermédiaires et onduleurs.

Les connexions seront assurées par des connecteurs débrochables de classe II, spécifiés pour le DC, dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.

Une étiquette « ne pas déconnecter en charge » doit être fixée à proximité des connecteurs. Tous ces câbles devront cheminer dans des chemins de câbles d'indice de protection suffisant.

Les connecteurs doivent :

- assurer une protection contre les contacts directs et être de classe II
- résister aux conditions extérieures (UV, humidité, température, ...) (= IP68)

Ces connecteurs devront être conformes à la norme NF EN 50521. Pour garantir la qualité de la connexion et limiter les risques d'arc électrique pouvant créer des incendies, chaque couple de connecteur mâle femelle à assembler doit être de **même type et de même marque**.

Les connecteurs doivent être spécifiés pour le DC et doivent être dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.

Si les branches ainsi formées sont reliées en parallèle elles le seront par l'intermédiaire de boîtiers de jonction, qui doivent rester accessibles et être extérieures au bâtiment. La longueur des branches sera déterminée en respectant, le courant maximale, les tension maximales et minimales du matériel. La longueur de branches sera calculée afin de se rapprocher le plus possible de la tension nominale de l'onduleur (afin de maximiser la performance)

Dans le choix des combinaisons série-parallèle, on favorisera celle qui minimise **les surfaces de boucle** ou d'antenne et limite ainsi les risques d'apparition de tension par induction électromagnétique dû à la foudre. Pour cela, les polarités d'une branche devront cheminer côte à côte d'un bout à l'autre. Sauf autorisation expresse du MOA, l'utilisation de connecteur type « Y » n'est pas permise.

6.8.2 Protections, câblages et raccordements de l'installation

Tous les matériaux et appareillages entrant dans la constitution des installations devront obligatoirement avoir fait l'objet d'une norme établie par l'UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE (Norme NF série C) et être conforme à ces normes.

Il sera installé de préférence des matériaux et appareillages ayant fait l'attribution d'un label ou d'un certificat USE, NF-USE, NF - Electricité dans la mesure où une telle marque a été attribuée.

Dans le cas contraire, l'entreprise aura à sa charge toutes les incidences techniques et financières qui pourraient résulter d'une modification de matériel ou d'appareillage, demandée par l'architecte ou par le MOA.

Tous les câbles, mécanismes, fixations et assemblages électriques seront installés et connectés en application des normes NF, CEI et autres règles électriques appropriées.

Les assemblages des connecteurs débrochables des liaisons entre modules seront réalisés en usine, sauf cas particulier de réparation ponctuelle sous réserve acceptation de la MOA.

Les connecteurs seront de même type et marque lors de chaque connexion mâle/femelle tout le long de la branche DC.

Les connexions électriques seront réalisées de manière à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion par suite, par exemple, de traction exercée sur les câbles électriques.

Les câbles monopolaires DC respecteront le code normalisé des couleurs : **en DC, le fil noir sera la polarité négative et le fil rouge à polarité positive.**

En AC, on pourra opter pour un fil marron à polarité positive et un fil bleu à polarité négative.

Les câbles souterrains éventuels seront enterrés à une profondeur suffisante pour éviter leur endommagement ou bien protégés mécaniquement selon les normes. Si un conduit est utilisé, il devra être adapté à cet usage.

Les câbles seront adaptés à une utilisation extérieure.

Aucun câble ne devra cheminer directement sur une paroi ou sur le sol, mais devra être systématiquement fixé dans un fourreau/ goulotte / chemin de câble protégé par un capot avant et ventilé en face arrière.

Aucun câble ne devra être exposé au soleil. Tout câble exposé doit circuler dans une goulotte anti-UV.

Tous les chemins de câbles devront être capotés, et les capots protégés et résistants aux UV fixés mécaniquement aux chemins de câbles. Les chemins de câbles ou goulottes cheminant en extérieur devront être clos par des systèmes à clef ou à vis uniquement démontables à l'aide d'outils. **Le chemin de câble devra également permettre de camoufler les câbles.**

Le cheminement des câbles électriques ainsi que leur fixation et celle des autres éléments seront réalisés de manière à s'intégrer au mieux aux bâtiments concernés, pour minimiser l'impact visuelle de sa présence, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des câbles ou des conduits renforcés seront employés.

Tous les câbles doivent être protégés mécaniquement contre des angles tranchants qui pourraient les endommager. Notamment, ils doivent être protégés lors des sorties des chemins de câble.

Il faut dans tous les cas respecter le rayon de courbure minimum spécifié par le fabricant ainsi comme la température minimale de pose du câble. Dans le cas de la pose sur le système d'intégration (sous les modules), il est demandé d'utiliser le matériel préconisé par le fabricant de structure.

L'ensemble des câbles de liaison utilisés répondront aux normes en vigueur énoncées précédemment (isolement, résistance aux ultraviolets, résistance mécanique, etc.). Leur section individuelle sera déterminée suivant les règles de la NFC-15 100 et UTE C-15 712-1, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension. Les câbles PV des liaisons DC seront conformes à la norme UTE C-32-502 et seront de classe II.

La chute de tension maximale autorisée dans la partie DC de l'installation est de 1,5% à I_{mppSTC} .

La chute de tension maximale autorisée entre le point de raccordement au réseau interne du bâtiment et les bornes AC des onduleurs est de 1,5% à puissance nominale des onduleurs.

Ceci afin de limiter d'une part les pertes d'énergies, et d'autre part les découplages momentanés de l'onduleur en préservant une marge entre la tension moyenne de fonctionnement de l'onduleur, et le réglage de sa protection à maximum de tension.

6.8.3 Câbles de Branches et de Groupes DC

La chute de tension maximale autorisée dans la partie DC de l'installation est de 1,5% à I_{mppSTC} .

La somme des chutes de tension du circuit de génération doit être prise en compte dans le dimensionnement des branches de modules et les tensions optimales d'arrivée à l'onduleur.

Les câbles de branches (DC) devront circuler :

- En **extérieur** sous chemins de câbles protégés (fermée) et résistants aux UV ;
- En **intérieur** sous gaine résistante au feu du même niveau que le bâtiment et minimum 30 min. Le cheminement des câbles CC en intérieur est proscrit.

Les chemins de câble seront pourvus de plaques signalétiques fixées tous les 3 mètres linéaires.

- Le repérage DC proposé est le suivant : « N° onduleur-coffrets DC/ N° de la chaîne / Polarité ».
- Le repérage AC proposé est le suivant : « **N° onduleur / N° phase** ».

Dans le cas d'un site ERP, le cheminement des câbles DC en intérieur sera proscrit.

Si la configuration présentée dans le CCTP présente un câblage direct entre modules et coffrets de coupure DC, l'entreprise peut néanmoins proposer la mise en place de boîtes de jonction complémentaires. Dans ce cas, les branches de modules seront raccordées individuellement aux boîtiers de jonction (BJ), qui assurent la mise en parallèle de ces branches, le sectionnement par branche et la protection foudre par la mise en place d'un parafoudre bipolaire de type 2 avec sectionnement amont sur le câble de départ.

La séparation des branches entre elles est permise par un dispositif de sectionnement.

6.9 Mise à la terre et liaison équipotentielle

Les structures métalliques des ombrières, de support des modules, les châssis des modules ainsi que les chemins de câbles métalliques seront reliés à une liaison équipotentielle, elle-même reliée à la terre de l'installation. Suivant les normes en vigueur, en particulier la C15-100 et le guide UTE C15-712-1.

Les liaisons équipotentielles en toiture seront réalisées en cuivre isolé vert-jaune d'une section minimale de 6mm². Des dispositifs de connexion adaptés (bimétal, acier inox ou équivalent suivant préconisations du fabricant) seront utilisés pour relier les cadres des modules et la structure d'intégration à la liaison équipotentielle, afin d'éviter tout contact direct entre le cuivre et l'aluminium. En cas d'existence de plusieurs terres, elles devront toutes être reliées entre elles.

La mise en œuvre de la mise à la terre des modules PV sera réalisée conformément au guide UTE C15-712-1 et aux prescriptions du fabricant du module.

Il ne sera pas accepté une mise à la terre perforant le cadre du module ou autre altération du module non validée par le fabricant. Dans ce sens, l'entreprise proposera un plan de principe de mise

à la terre qui devra être validé par le MOA. Lorsque la mise à la terre n'est pas réalisée par le point de mise à la terre du module prévu à cet effet, il sera demandé une note de calcul du fabricant de la solution. Dans cette note de calcul il sera mesuré l'impédance de cette mise à la terre.

Le titulaire se charge de fournir un **PV de conductivité des rails du système de fixation des modules**.

Les câbles DC et liaisons d'équipotentialité devront cheminer côte à côte afin de limiter les surfaces de boucles.

Un conducteur général d'équipotentialité (en cuivre nu 25 mm²) qui cheminera le long des chemins de câble, reprendra les liaisons d'équipotentialité des structures et des modules. **Le conducteur d'équipotentialité devra être vissé dans les structures métalliques du système de fixation**, et non seulement griffé.

Le conducteur d'équipotentialité devra être protégé du soleil, et cheminera sous les modules, dans une goulotte anti-UV ou dans un chemin de câbles capotés.

L'entreprise devra assurer la continuité de ces conducteurs d'équipotentialité jusqu'à la barrette générale de terre du coffret AC, interconnectée à la terre existante sur le site. **Le conducteur d'équipotentialité devra être continu** : aucun chemin de câble n'est censé remplacer ce conducteur d'équipotentialité.

Dans le cas où un regroupement de conducteurs d'équipotentialité a lieu en-dehors du coffret AC, **les différents conducteurs devront être raccordés individuellement à une barrette de terre intermédiaire**, de manière indépendante. Cela signifie que plusieurs conducteurs ne peuvent être vissés ensemble dans le même raccord de terre.

Les terres et masses raccordées à la barrette de terre devront l'être par un dispositif individuel.

6.10 Coffrets de sectionnement et raccordement

6.10.1 Coffret DC (le cas échéant) en toiture

Dans la mesure du possible, une première série de coffrets DC sera installée à proximité des modules, afin d'assurer une coupure au plus près des modules et optimiser le nombre de câbles DC pénétrant dans le local onduleur ou vers le ou les onduleurs si la pose se situe en extérieur. Les protections électriques du coffret devront être spécifiques à une installation DC.

Tout coffret DC respectera les dispositions suivantes :

- Choix d'une enveloppe non-propagatrice de flamme,
- Protection minimale **IP 66** (selon IEC 60529), **IK10** (selon IEC 62262) avec l'intérieur du coffret protégé **IP3X** (protégé contre objets de plus de 2,5mm)
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil,
- Séparation des bornes positives et négatives avec une isolation appropriée,
- Disposition des bornes de telle sorte que les risques de courts circuits durant l'installation ou la maintenance soient improbables.

La séparation des branches entre elles est permise par un dispositif de sectionnement.

Un parafoudre avec dérivation à la terre devra assurer la protection contre les surtensions sur chaque branche. De plus, ces parasurtenseurs devront être équipés d'un dispositif de protection en fin de vie, assurant la déconnexion du parafoudre en cas de défaut (cf. UTE C15-712-1). Ces dispositifs peuvent être :

- Soit incorporés au parafoudre (déconnecteurs) ;
- Soit installés en série avec le parafoudre (disjoncteurs) ;
- Soit une combinaison des deux précédents systèmes.

L'entreprise devra démontrer la protection contre le risque de départ incendie en sélectionnant un des dispositifs proposés parmi ceux présentés ci-dessus.

Le système choisi devra être dimensionné pour fonctionner quel que soit le courant produit par les modules.

Ces coffrets seront ainsi équipés pour chaque branche des composants suivants :

- Un **Interrupteur sectionneur bipolaire** DC par branche, associé à une **bobine MX** pour coupure d'urgence (tous ces interrupteurs-sectionneurs seront activables à distance via la coupure d'urgence),
- Un **parafoudre** DC avec dispositif de déconnexion et de protection externe en fin de vie et dérivation à la terre ;
- Un **bornier** de mise à la terre.
- Dans le cas de plus de deux branches en parallèle, des disjoncteurs contre les surintensités par branche et par polarité (suivant le courant admissible par le module PV retenu),

Les coffrets DC seront implantés sur le parcours modules-onduleurs en extérieur (si possible).

Ce parcours devra être le plus direct et court possible et le boîtier devra être aisément accessible aux techniciens d'intervention.

Les fonctions de commande, de sectionnement et de protection des circuits électriques seront conformes aux règles de la NF C-15 100, et telles que précisées dans les Spécifications ERD rédigées sous la responsabilité conjointe de l'ADEME, d'EDF et des professionnels.

Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupe ou connecteur châssis situés en dessous des coffrets, avec câblage en « goutte d'eau ». Les coffrets devront être installés à une hauteur de 100 cm minimale du sol.

L'installateur veillera à ce que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité.

On veillera à ce que les différents passe-câbles respectent l'étanchéité des boîtiers vis à vis des conditions externes et des insectes.

Les liaisons coffrets DC à onduleurs seront du même type de câble que celles pour raccorder les modules, avec une section maximale de 10 mm². **Dans un souci d'exploitation et de maintenance, tous les câbles (hormis les conducteurs de terre) seront repérés par un dispositif durable – étiquette gravée tenue par collier (les systèmes à encre sont exclus).**

Le repérage proposé est le suivant : « **N° onduleur / N° de la chaîne / Polarité** ».

Un coffret de sectionnement est le siège de tensions et de courants élevés, raison pour laquelle des exigences particulières sont requises des composants mis en œuvre.

Par exemple, le parafoudre correspondant au pôle positif ne doit pas être au voisinage immédiat du parafoudre du pôle négatif.

6.10.2 Raccordement branches de modules et coffrets DC

Les branches de modules seront raccordées individuellement aux coffrets de sectionnement DC, qui assurent la mise en parallèle de ces branches (le cas échéant), le sectionnement par branche et la protection foudre.

Le détail des fixations sera proposé par l'entreprise et validé par le MOA.

Le chemin de câble, ou la goulotte devra être capoté et le capot fixé par un dispositif à clef ou à vis, uniquement démontable à l'aide d'un outil, ou d'une clef.

Les câbles reliant les appareillages aux modules seront dimensionnés en fonction de leur puissance et de la longueur du câble correspondant.

6.11 Onduleurs

Les onduleurs délivreront une onde sinusoïdale, seront destinés au raccordement au réseau et seront conformes aux normes et exigences du gestionnaire du réseau public de distribution. Ils seront pourvus d'une protection de découplage conformément la norme NF EN 50549-1 (anciennement DIN VDE 0126-1-1 VFR2019).

Les onduleurs de plus de 20kVA doivent être muni de parafoudre DC type II et interrupteurs DC qui leur permettent de respecter les préconisations du guide UTE C15-712-1 sans coffret DC additionnel (le coffret du site ayant une fonction principale de sectionnement proche au champ PV). Si certains onduleurs (de petite puissance) ne peuvent pas être équipés de cette manière, il faudra alors installer un deuxième coffret DC proche de l'onduleur afin de respecter la réglementation en vigueur. **Les onduleurs doivent être dimensionnés en adéquation avec la puissance crête du champ PV avec un ratio AC/DC entre 0.75 et 1.**

L'entreprise devra régler les paramètres de fourniture/absorption de puissance réactive selon les règlements techniques d'ENEDIS valable au moment de la demande de raccordement.

Ils doivent permettre la régulation active du facteur de puissance. Dans le cas de plusieurs onduleurs, ils devront être de la même marque. Il devra être privilégié des onduleurs similaires (si possible identiques) afin de faciliter la maintenance.

6.11.1 Raccordement câbles DC et Onduleurs

Les liaisons DC seront dimensionnées de sorte à réaliser l'objectif de **chute de tension inférieure à 1,5% à I_{mppSTC}** sur l'ensemble de la liaison module – onduleur.

Dans un souci d'exploitation et de maintenance, tous les câbles (hormis les conducteurs de terre) seront repérés par un dispositif durable du type étiquette gravée (les systèmes à encre sont à exclure, tout comme les dymo) **tenue par collier.**

- Le repérage DC proposé est le suivant : « N° onduleur-coffrets DC/ N° de la chaîne / Polarité ».
- Le repérage AC proposé est le suivant : « N° onduleur / N° phase ».

6.11.2 Emplacement des onduleurs

Les onduleurs seront installés en priorité sur la toiture. Ils seront installés dans un lieu sécurisé, non accessible au public. **Ils devront respecter les distances de sécurité séparant l'onduleur du sol ou d'éléments techniques au voisinage** indiquées sur les fiches techniques.

Ils pourront être installés dans un local technique ou la façade d'un bâtiment uniquement si spécifié dans le détail du projet. Auquel cas, l'entreprise titulaire devra justifier de la bonne ventilation de ce local. Le poids additionnel des onduleurs doit être prévu pour leur fixation sur la structure. **Ils devront être protégés des conditions extérieures tels que le soleil et la pluie directe. Ils peuvent également se placer sous une ombrière PV qui assurerait dans ce cas la protection mentionnée.** Cette protection doit respecter les distances minimales à l'onduleur et permettre la ventilation naturelle tel que décrit dans le manuel de l'onduleur. Les enveloppes métalliques devront être mises à la terre selon les normes et être résistantes à la corrosion.

La casquette de protection pour les onduleurs sera dimensionnée pour avoir une largeur environ égale à trois fois la profondeur de l'onduleur pour exercer correctement leur fonction à tout moment de la journée. Le matériau constituant la casquette devra être durable (acier galvanisé ou autre). Le plastique est proscrit pour ce projet.

6.12 Coffret AC (TDGS)

Le coffret AC comprend l'ensemble des composants assurant l'arrivée, le regroupement, la protection et le comptage de l'énergie AC. Ce coffret doit regrouper l'ensemble des onduleurs du site et respecter les spécifications suivantes :

- Enveloppe non-propagatrice de flamme ;
- Protection minimale **IP 66** (selon IEC 60529), **IK10** (selon IEC 62262) ;
- Intérieur du coffret protégé **IP3X** (protégé contre objets de plus de 2,5mm) ;
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ;
- Protections électriques :
 - o Un **interrupteur sectionneur** d'arrivée muni d'un déclenchement par bobine MX. Cette bobine n'est pas nécessaire si le déclenchement se réalise en amont (départ tableau TGBT en amont ou AGCP) ;
 - o Un **disjoncteur magnétothermique** « boîtier moulé » 400V Schneider Compact NSX ou équivalent, muni d'un **bloc différentiel réglable 300 mA-500mA-1A** et réglé en fonction du courant de fuite propre à l'onduleur. Un disjoncteur différentiel devra être installé en amont de **chaque départ onduleur**. Les calibres de ces protections seront en accord avec le guide C15-712-1, la norme C15-100 et l'ensemble des normes mentionnées ;
 - o **Parafoudres AC**, omnipolaires, avec dispositif de protection en fin de vie et dérivation à la terre, choisi et mis en œuvre conformément au guide UTE C 15 712-1.
- L'ensemble des protections électriques devront être de la même marque ;
- Un **dispositif de coupure d'urgence déporté** avec bouton poussoir apparent (de manière à être accessible de l'extérieur du coffret) et associé à une bobine MX pour coupure d'urgence. Dans le cas de l'existence de coffrets DC, il doit être prévu le déclenchement, de ce même bouton

d'arrêt d'urgence, d'une bobine MX pour la coupure DC. L'alimentation et protection de ce circuit doit être prévue dans le présent coffret ;

- Un bornier de mise à la terre suffisant pour l'ensemble des onduleurs et la prise de terre. Avec 4 emplacements pour des raccordements additionnels disponibles (en réserve) ;
- Un pupitre pour la présentation des documents. Avec les plans unifilaires et de câblage du coffret ;
- Une prise P+N+T 230V protégée par un différentiel 30mA et un disjoncteur C20 ;
- Un bornier 2,5mm² avec trois bornes (P+N+T) disponibles et alimentées par un disjoncteur C20. Situées à côté de ce bornier, il y aura 30 cm de rail DIN disponibles pour l'ajout d'équipement additionnel ;
- Il doit être prévu un **30% d'espace additionnel** disponible à l'intérieur des goulottes existantes dans le coffret ;
- Le dimensionnement correct pour la dissipation de la chaleur générée à l'intérieur du coffret.

Dans le cas d'un seul départ onduleur (un seul onduleur câblé au TDGS), le bloc différentiel peut être installé sur l'interrupteur-sectionneur de tête (au lieu du départ onduleur).

Les fonctions de commande, de sectionnement et de protection des circuits électriques seront conformes aux règles de la NF C-15 100, et telles que précisées dans les Spécifications ERD rédigées sous la responsabilité conjointe de l'ADEME, d'EDF et des professionnels.

Pour chaque onduleur, **le calibre du disjoncteur en amont de l'onduleur devra être surdimensionné en respectant une marge de 20%** sur le courant maximum attendu dans les câbles. Cette marge de 20% devra permettre **de compenser le déclassement à la température des disjoncteurs**.

Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupe situés en dessous du coffret TDGS, avec câblage en « goutte d'eau » pour limiter la pénétration d'eau. Le TDGS devra être installé à une hauteur minimale de 1m du sol.

L'installateur veillera à ce que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité. Pour empêcher la pénétration d'insectes, les différents passe-câbles ne comportent pas d'ouverture ou de trou supérieur à 1 mm de diamètre.

Le câblage du coffret AC devra respecter les spécifications suivantes :

- L'ensemble des câbles seront munis d'une cosse afin de ne pas laisser le cuivre apparent.
- L'ensemble des câbles seront serrés selon le couple de serrage approprié.
- Serrage des connectiques et des borniers : l'utilisation d'un tournevis/clé dynamométrique pour les connectiques avec des câbles de section supérieure à 16 mm² est **obligatoire**.
- L'ensemble des câbles ne devront pas être sous tension mécanique : une certaine marge de manœuvre devra être laissée dans leur longueur.
- Les cosses des câbles devront être compatibles avec le jeu de barre de tête du coffret AC.
- Le câblage de deux câbles de section différente sur la même entrée d'un disjoncteur n'est autorisé que si les deux câbles sont munis d'un embout et qu'ils sont de section identique.

Les câbles reliant les onduleurs au COFFRET AC seront en cuivre (éventuellement en aluminium sur justification) et dimensionnés en fonction de leur puissance et de la longueur du câble correspondant.

La chute de tension maximale autorisée entre le point de livraison du site et les bornes AC des onduleurs est de **1,5% à puissance nominale des onduleurs**.

6.13 Raccordement

Un câble 3P+N de capacité adaptée, en cuivre (éventuellement en aluminium sur justification), de section à déterminer en fonction de la puissance des onduleurs selon la règle de calcul de la NF C 15-100 – de manière à limiter la **chute de tension totale AC à 1,5%** en fonctionnement nominal – sera à fournir et à poser entre les bornes AC des onduleurs et le point de livraison du site.

Un conducteur PE cheminant dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs sera prévu (terre de section identique jusqu'à section active 25 mm²).

Il sera demandé une **note de calcul détaillée réalisée à l'aide d'un logiciel certifié ELIE BT** pour le dimensionnement de l'ensemble des liaisons AC.

6.13.1 Cheminement AC

Ces cheminements respecteront le schéma de raccordement et appliqueront la signalétique mentionnée dans ce document.

Les câbles de courant fort et de courant faible (terre, câble d'arrêt d'urgence) **seront séparés** afin d'éviter tout courant induit.

Le chemin de câble devra être capoté et le capot fixé par un dispositif à clef ou à vis, uniquement démontable à l'aide d'un outil, ou d'une clef.

Tous les câbles doivent être protégés mécaniquement contre des angles tranchants qui pourraient les endommager. Notamment, ils doivent être protégés lors des sorties des chemins de câble.

Il faut dans tous les cas respecter le rayon de courbure minimum spécifié par le fabricant ainsi comme la température minimale de pose du câble.

Pour les cheminements en façade, les distances minimales indiquées ci-dessous devront être respectées :

- À **4 mètres** au moins au-dessus du sol (sous réserve que cela ne gêne pas l'accès aux propriétés, notamment pour les véhicules)
- À **2 mètres** au moins au-dessus des terrasses ou des pans de toiture de pente inférieure à 20% (11°)
- À **0,20 mètre** au moins au-dessus des ouvertures, à **0,50 mètre** au moins en dessous, à **0,50 mètre** au moins de part et d'autre s'il n'y a pas de balcon et à **1 mètre** au moins de part et d'autre du balcon quand il y en a un
- À **0,05 mètre** au moins des parties métalliques extérieures des bâtiments (ossature, tuyaux de descente, canalisations apparentes d'eau, de gaz, etc.)

L'ensemble des chemins de câbles circulant en façade devront respecter la teinte RAL de la façade existante.

6.13.2 Réservations - Percements - Scelllements

L'entrepreneur est tenu d'obtenir du MOA toutes les prescriptions, descriptions et renseignements sur les ouvrages pouvant avoir une relation avec ceux du présent lot.

Il est rappelé que les réservations, percements et scellements effectués dans les parties porteuses existantes, dans les cloisons ou dans les parties non porteuses de la construction sont à la charge de l'entrepreneur du présent lot, pour les ouvrages le concernant.

Tous les percements pour la pénétration/sortie des câbles dans les bâtiments devront être rebouchés de telle sorte à ce que l'ensemble du bâtiment conserve son degré coupe-feu initial et que son aspect visuel soit le moins impacté possible. Le rebouchage des trous sera effectué avec un mortier et non une mousse.

Tout passage de câble dans un percement devra être effectué à l'aide d'un fourreau, afin d'éviter que le câble ne soit pris directement dans le mortier. En aval du percement, le chemin de câble devra remonter vers le percement, afin de ne pas faciliter le guidage des eaux de pluie dans le percement.

Il ne sera accepté aucun percement de l'étanchéité, des relevés d'étanchéité, des coubertines ou de tout autre ouvrage assurant une fonction d'étanchéité sur site.

Les percements supérieurs à 100 cm² devront être soumis à l'approbation du MOA.

6.13.3 Autoconsommation

Dans le cas de centrales en autoconsommation, le coffret AC devra être raccordé sur le réseau interne existant. **Une étude sera réalisée afin d'assurer la capacité des installations existantes et la sélectivité avec les protections existantes.** Le coffret AC sera adapté au régime de neutre existant ainsi qu'à l'appareillage électrique ABB présent sur le site afin de s'inscrire dans le plan de protection électrique. L'installation PV sera adaptée à l'appareillage électrique existant, de marque ABB. Sauf demande expresse, l'ensemble des disjoncteurs, inter-sectionneurs et appareillage de protection électrique seront de la marque ABB.

Le conducteur PE devra être raccordé de manière indépendante à la barrette de terre du TGBT du site. Cela signifie que plusieurs conducteurs ne peuvent être vissés ensemble dans le même raccord de terre.

6.13.4 Travaux de raccordement à prévoir avec ENEDIS

Le détail des travaux de raccordement envisagés par ENEDIS seront précisés une fois les demandes de raccordement réalisées. Ces demandes seront réalisées par le MOA et ne sont pas à la charge du présent lot.

D'une manière générique, les travaux à prévoir par l'entreprise PV seront :

- **Fourniture et pose de la liaison triphasée** entre l'installation PV et la boucle HTA du site, y compris câblage, et raccordement.
- **Fourniture et installation d'une protection dédiée à l'installation PV.**

6.14 Système de télésuivi

6.14.1 Passerelle de télésuivi

Dans le coffret AC, le titulaire devra fournir et poser un datalogger permettant l'accès à une plate-forme de télésuivi en ligne. Sont considérées inclus tous les raccordements et adaptations nécessaires pour la mise en place fonctionnelle de ces équipements.

Le datalogger sera placée dans le coffret AC, sur un rail DIN, avec une alimentation adaptée et une ventouse magnétique pour le signal GSM.

Ce datalogger devra être compatible avec un grand nombre d'onduleurs disponible sur le marché français. Il sera raccordé aux onduleurs pour assurer la supervision à distance. Il collectera à minima les données de valeurs de tension, de courant, d'énergie... pour chaque onduleur et compteurs de mesure. Il devra aussi, pour un besoin d'évolutivité, pouvoir recevoir des données de compteurs électriques concessionnaire (format TIC ou autre), de sous compteurs communiquant (Modbus, Mbus, ou autre) et des capteurs environnementaux (intensité d'ensoleillement, température, vitesse du vent, etc.).

Il devra formater les données en CSV pour les envoyer périodiquement via les réseaux mobiles, Ethernet ou le réseau téléphonique (RTC) vers un serveur de télé suivi.

Il fournira les possibilités suivantes :

- Communication externe GSM en 2G, 3G et 4G,
- Communication RS485 et RS422,
- Entrées analogique et numérique.

L'entreprise devra **la fourniture et pose d'une liaison Ethernet** entre la baie de brassage de chaque site et le datalogger de chaque installation PV. Le datalogger devra également être compatible avec une carte SIM 4G.

L'entreprise devra le paramétrage de la passerelle de télésuivi, aidée, au moment de la mise en service, par la société de télésuivi (contractualisation en cours). Le paramétrage devra être simple et convivial et pourra se faire à distance.

6.14.2 Abonnement de télésuivi – 3 ans

Un outil de télésuivi évolué, devra être installé **dans le cas où le fabricant de l'onduleur ne le propose pas nativement**, pour suivre le fonctionnement du générateur solaire PV.

Cette solution de supervision devra permettre l'exploitation optimisée de la centrale solaire PV, afin de détecter au plus tôt les dysfonctionnements de l'installation et défauts des onduleurs et de faire corriger les problèmes via une société de maintenance ou directement par le MOA.

Le titulaire devra proposer la souscription à un abonnement de télésuivi sur une durée de 3 ans. Un outil de télésuivi évolué, devra être installé pour suivre le fonctionnement du générateur solaire PV. La plate-forme devra être en mesure de :

- Comparer la production électrique des onduleurs avec l'ensoleillement moyen du site (données météorologiques).
- Dans le cas d'un projet en autoconsommation, afficher le taux d'autoconsommation de chaque site, à l'aide des remontées de données de consommation ENEDIS.

6.15 Ecran d'affichage

Dans le cas où le MOA souhaiterait un écran d'affichage, l'entreprise PV se chargera de la fourniture, pose et raccordement d'un afficheur de grande taille. Cet écran d'affichage sera positionné à l'accueil du site.

Il sera raccordé en puissance AC 230V (ou DC selon type d'alim) avec protection nécessaire et en signal. L'écran affichera en permanence l'interface de la plate-forme de télésuivi.

6.16 Signalisation et sécurité

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenances, contrôleurs, exploitant du réseau public de distribution, services de secours), il est impératif de signaler le danger lié à la présence de deux sources de tension (PV et réseau public de distribution) sur le site. Pour cela :

Pour cela, une étiquette portant les mentions :

- « **Attention : présence de deux sources de tension - PV et Réseau privé de distribution** »
- **Isoler les deux sources avant toute intervention » doit être installée à proximité des onduleurs.**



Les étiquettes réglementaires suivantes devront également être présentes à différents niveaux de l'installation PV :

- Le pictogramme dédié au risque photovoltaïque sera apposé de façon visible sans ambiguïté à l'extérieur du bâtiment pour l'accès des secours
- Sur le plan du bâtiment destiné à faciliter l'intervention des secours
- Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession **en soutirage** : AGCP (puissance limitée) ou interrupteur-sectionneur à coupure visible (puissance surveillée)
- Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession **en injection** : AGCP (puissance limitée) ou l'interrupteur-sectionneur (puissance surveillée)



- Une étiquette portant la mention « Attention, câbles DC sous tension » :

- Sur la face avant des boîtes de jonction ;
- Sur la face avant des coffrets DC
- Sur les extrémités des canalisations DC
- **Sur les canalisations DC tous les 5m**



- Une étiquette portant la mention « Attention, câbles AC sous tension » :

- **Sur les canalisations AC tous les 5m**

- Une étiquette portant la mention « **Ne pas manœuvrer en charge** » :

- À l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets DC
- À proximité des sectionneurs, parafoudres débrochables



L'ensemble des étiquettes devront être gravées. Les dispositifs à encre sont exclus.

Les documents sous pochette étanche (schéma électrique et d'implantation des composants de l'installation PV avec coordonnées de l'exploitant) seront disposés sur la porte de l'armoire électrique.

Nota : En cas d'intervention du personnel de secours du bâtiment, il est important que celui-ci soit informé de :

- L'emplacement des disjoncteurs de branchement (injection et soutirage) permettant la coupure générale des circuits AC,
- La présence de tension dangereuses en journée sur les circuits de l'installation électrique à DC, même après avoir manœuvré le disjoncteur de branchement d'injection ou le sectionneur ou interrupteur/sectionneur du ou des onduleurs coté installation AC.

6.17 Arrêt d'urgence (AU)

La commande (Report AU) actionnant les interrupteurs-sectionneurs bipolaires de chaque coffret de coupure DC en toiture, ainsi que le dispositif de coupure du COFFRET AC sera disposée au niveau de l'accueil du site.

Un arrêt d'urgence sera prévu sur les coffrets COFFRET AC, avec un report au niveau de l'accueil du site. Au niveau de l'accueil (ou du lieu où se trouvent les autres reports AU du site), le report d'AU de l'installation PV se matérialisera par un bouton-poussoir coup de poing rouge, déverrouillable par clé, sous vitrage, résistant au feu, avec plaque signalétique gravée indiquant « Arrêt d'urgence – installation photovoltaïque ».

Cet arrêt d'urgence, utile aux services du SDIS en cas d'incendie, pilotera la coupure générale AC de l'installation, avec :

- D'une part, le circuit AC de la production PV (coupure simultanée des onduleurs),
- D'autre part, les interrupteurs sectionneurs présents dans les coffrets DC en toiture.

Le dispositif de coupure d'urgence devra être à coupure omnipolaire et simultanée.

Un câble de liaison cheminera sur le chemin de câble courant faible. Ces câbles devront circuler dans une goulotte dédiée, résistante aux UV, si passage en extérieur.

L'ensemble du circuit d'arrêt d'urgence sera câblé en **câbles CR1-C1**, sans halogènes, NFC 32-310, isolation en élastomère résistant au feu et gaine thermoplastique résistant au feu.

Dans le cas d'un ERP, la bobine MX du circuit d'arrêt d'urgence sera **alimentée par une AES (Alimentation Externe de Sécurité)**. L'ensemble des bobines MX devront être câblées en parallèle.

Dans le cas d'un ERP, le report d'arrêt d'urgence devra indiquer la **présence de courant par un voyant blanc**.

6.18 Liaison avec le groupe électrogène

La centrale de commande des deux groupes électrogènes du site est assurée par un automate programmable industriel de marque SIEMENS.

Un report d'information sera à prévoir sur cet automate depuis l'installation PV pour s'assurer que le démarrage des groupes électrogènes se fasse dans les bonnes conditions en cas de coupure du réseau.

Un câble de liaison cheminera sur le chemin de câble courant faible. Ces câbles devront circuler dans une goulotte dédiée, résistante aux UV, si passage en extérieur.

L'ensemble du circuit de liaison lié au groupe électrogène sera câblé en câbles CR1-C1, sans halogènes, NFC 32-310, isolation en élastomère résistant au feu et gaine thermoplastique résistant au feu.

6.19 Réception

La réception sur site en fonction des prestations retenues comportera :

- Vérification du fonctionnement et des performances de l'installation,
- Vérification des automatismes de couplage - découplage au réseau,
- Vérification du respect des règles de l'art dans l'installation du matériel (protections et sécurité),
- Conformité avec les règles de raccordement au réseau,
- Acceptation par ENEDIS et mise en place du double comptage (le cas échéant)

La réception des travaux sera prononcée si aucune observation défavorable n'a été formulée et si la totalité de la documentation a été remise. Elle sera réalisée en présence, au minimum, du MOA ou de son représentant et d'un représentant de l'entreprise adjudicataire.

Un procès-verbal de réception sera signé par l'ensemble des parties à l'issue de cette livraison.

Il n'y aura pas de réception sans mise en service.

6.20 Garanties

Les durées de garantie minimales pour les matériels seront de :

- Modules PV :
 - Garantie matérielle et tenue mécanique : 10 ans minimum,
 - Garantie de 20 ans sur 80% de la puissance nominale,
 - Garantie de 10 ans sur 90% de la puissance nominale,
- Onduleurs :
 - Garantie gratuite en base de 5 ans
 - Extension de garantie sur 10 ans minimum, 20 ans si disponible
- Tout autre composant : 2 ans minimum.

L'entreprise devra présenter des certificats de garanties et justifier que ces garanties sont couvertes, nominativement pour le présent chantier et pour la puissance installée, par l'assurance du (ou des) fabricants, y compris en cas de dépôt de bilan du (ou des) fabricants.

Les garanties devront obligatoirement être portées (ou relayées) par une compagnie d'assurance représentée en France.

Au titre de la garantie, l'entreprise devra la réparation, et éventuellement le remplacement (pose), gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie serait reconnu défectueux hors incident (vol, foudre, vandalisme...).

Les déplacements engendrés par la réparation ou le remplacement seront à la charge de l'entreprise.

Les défauts constatés survenus seront notifiés à l'entreprise pour qu'elle puisse entreprendre les réparations dans un délai de 4 jours maximum. Passé ce délai, le MOA pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entreprise, aux réparations nécessaires sans préjudice des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice.

7. Obligation des entreprises

7.1 Avertissement aux entreprises

L'entrepreneur s'engage à mettre à la disposition du chantier la main d'œuvre qualifiée et tout l'outillage nécessaire à la réalisation de ses travaux dans les délais prescrits au planning général.

Pour les travaux qui ne seraient pas de sa spécialité, l'entreprise devra les sous-traiter à une autre entreprise sous sa seule responsabilité.

D'une façon générale, l'entrepreneur ne pourra invoquer une omission non signalée, ni aucune mauvaise interprétation des documents pour refuser de fournir ou de monter un dispositif assurant le bon fonctionnement de l'installation. **Toute anomalie constatée devra être aussitôt signalée au MOA.**

Il appartient à l'entreprise d'établir son étude pour que les prix unitaires et le prix global qu'elle indiquera soient calculés en tenant compte des dispositifs caractéristiques des matériels, des difficultés d'exécution et des impératifs du MOA.

Les erreurs ou omissions signalées après remise des offres ne pourront donner lieu à des travaux supplémentaires. L'entreprise pourra toutefois, en annexe de son offre de base, proposer au MOA des solutions visant à apporter des améliorations techniques et financières. L'entreprise est tenue de remettre une offre complète pour l'ensemble des travaux visés dans le présent document.

L'entreprise est tenue de s'assurer du parfait achèvement de ses ouvrages sachant que le présent CCTP n'est en rien limitatif et ne peut déroger d'aucune manière aux règles de l'Art et que l'entreprise est, étant donné sa qualification, apte à pallier tous les défauts d'énonciation. De ce fait, elle ne pourra se dérober devant l'obligation de conformité et du respect des réglementations en vigueur régissant les travaux de sa spécialité.



Les travaux auront lieux en site occupé. Le titulaire devra donc prendre toutes dispositions pour assurer le minimum de gêne aux occupants et prévenir tout risque d'accidents corporels et matériels.

Une attention particulière sera portée sur la diminution des nuisances sonores occasionnées durant le chantier.

Toute interruption de fourniture électrique se fera en concertation avec le MOA. Elle ne pourra avoir lieu seulement qu'avec l'accord des services occupants.

L'entreprise devra signaler, éclairer, protéger ses installations, nettoyer et évacuer ses déchets et maintenir les abords du bâtiment en parfait état de propreté. Dans le cas où plusieurs entreprises interviendraient sur chantier un CSPS (Coordinateur sécurité et prévention) sera désigné pour faire respecter les principes généraux de prévention, coordonner et planifier les interventions simultanées ou successives afin d'éviter tout potentiel risque liés à la coactivité.

En cas d'avis défavorable porté par un organisme de contrôle, quel que soit sa mission, le Titulaire s'engage à faire lever ces réserves jusqu'à l'obtention d'un avis vierge de toute réserve.

En toutes circonstances, l'entrepreneur demeure seul responsable de tous dommages ou accidents causés à des tiers lors ou par la suite de l'exécution des travaux résultant, soit de son propre fait, soit de son personnel. L'entreprise devra, pendant toute la durée de son intervention, les protections nécessaires à la bonne conservation du bâtiment et sera responsable de tout sinistre pendant cette période si cette disposition n'est pas respectée. L'entrepreneur devra assurer la sécurité du personnel intervenant sur chantier (sous-traitant compris). Les protections collectives devront être favorisées devant les systèmes de protections individuelles.

7.2 Connaissance des lieux

Tant vis à vis des travaux à réaliser, que vis à vis des tiers, l'entrepreneur est réputé s'être rendu sur place et s'être renseigné sur possibilités d'accès, les conditions d'exécution des travaux de sa compétence, étant entendu que ceux-ci doivent comporter tout ce qui nécessaire à leur achèvement complet.

En tout état de cause, l'entrepreneur est réputé avoir une parfaite connaissance :

- des accès, des largeurs et de l'état des voies de desserte,
- des possibilités de stationnement,
- des itinéraires obligatoires qu'il doit emprunter,
- des périodicités d'interdiction de circulation et d'accès sur le site,
- des interdictions de nuisance vis à vis des tiers, des bâtiments voisins, etc...
- de la localisation des fourreaux, gaines, câbles, conduites, tuyauteries, etc...
- de la localisation des réseaux enterrés ou aériens à conserver.

Il devra être à même de juger des moyens techniques à employer. L'entrepreneur prendra possession des lieux dans l'état où ils se trouvent. En conséquence, ses prix devront tenir compte de toutes les contraintes particulières en découlant, et l'entrepreneur ne pourra, en aucun cas, prétendre à des indemnités compensatoires.

7.3 Qualification de l'entreprise

Le prestataire doit présenter les qualifications de son entreprise, évaluées par le respect des critères suivants :

- L'entreprise est qualifiée ou certifiée par un organisme accrédité par le Cofrac (Qualibat, Qualit'EnR, Qualifelec...),

Pour la partie PV, elle sera au minimum QualiPV 500 délivrée par Qualit'EnR (modules « Elec » pour la partie électricité et module « Bât » pour la partie intégration au bâtiment). Il est aussi possible de présenter les qualifications suivantes : Qualifelec SPV2 délivrée par Qualifelec.

- Si elle fait appel à des sous-traitants, elle recourt à des entreprises elles-mêmes qualifiées ou certifiées pour l'activité sous-traitée

- Les intervenants ont suivi une formation sur les spécificités des installations PV raccordées au réseau, notamment en termes de sécurité électrique
- Si le fabricant du système d'intégration propose des formations spécifiques à ses produits, les intervenants auront suivi la formation dédiée au système mis en œuvre, celle-ci pouvant être effectuée directement sur le chantier
- Les intervenants disposent des formations et habilitations adaptées aux types de travaux à réaliser
- Le personnel intervenant devra être formé et habilité pour les travaux réalisés
- Le personnel concerné devra être formé au travail en hauteur. Le cas échéant, les intervenants devront être formés au port du harnais ainsi qu'au montage, à l'utilisation et à la réception des échafaudages
- L'utilisation d'une nacelle ou d'un chariot télescopique nécessite une formation, une évaluation (CACES) et une autorisation de conduite de l'employeur

En application de la réglementation, les intervenants effectuant le raccordement des modules et la mise en œuvre des équipements électriques devront disposer de l'habilitation électrique concernée, selon la norme NF C 18-510 (habilitation symbole BP ou habilitation symbole BR « PV »).

Une dispense d'habilitation électrique n'est autorisée que pour certaines opérations spécifiquement décrites dans la norme NF C 18-510 (notamment l'interconnexion de modules à l'aide de connecteurs débrochables conformes à la norme NF EN 50521 sur une chaîne de tension à vide inférieure ou égale à 60 V en DC).

7.4 Compétence HTA site sensible.

Le réseau électrique du site est basé sur une double boucle 20kV et le titulaire devra justifier de la compétence de conception de projet PV sur des sites similaires ou bien il devra associer l'entité en charge de la conception du raccordement de la partie PV sur le réseau électrique du site à sa candidature.

Ce raccordement devra faire l'objet d'une attention particulière pour que l'installation PV n'exerce aucune influence sur le fonctionnement normal et de secours du GHHS.

La sélectivité totale est demandée entre l'installation PV et le réseau du site existant.

Le titulaire fournira un synoptique de l'installation avec identification des liaisons BT / HT, AC / DC entre les différents équipements et installations ainsi qu'une note descriptive succincte de fonctionnement.

7.5 Responsable de l'exécution

L'entreprise désignera, dès la passation du marché, un responsable de l'exécution, qui devra être l'unique interlocuteur face aux représentants des MOA. Cette personne devra avoir toutes les compétences requises pour répondre à toutes les questions concernant les installations et ceci pendant la durée intégrale d'étude et d'exécution des travaux.

7.6 Comité de pilotage

Est créé à partir de la notification du marché et pour toute la durée de celui-ci un comité de pilotage composé des agents du Groupe Hospitalier, de sa direction et du ou des responsables désignés par le Titulaire. Ce comité se réunira :

- Mensuellement pendant toute la phase Conception – Réalisation jusqu’à Réception de la dernière installation
- Semestriellement pendant la phase Exploitation – Maintenance. Son objet est d’assurer :
 - Une bonne communication entre le maître d’ouvrage et le titulaire du marché
 - Le déroulement des opérations conformément au planning,
 - Le respect des engagements pris par le titulaire et des règles du marché.

Le titulaire s’engage à participer une fois par an à une séance extraordinaire annuelle du Comité de pilotage et à préparer en amont de celui-ci les rapports et supports de présentation qui lui sont nécessaires.

7.7 Prestations globales

L’énumération des matériels et fournitures nécessaires à la bonne exécution des travaux n’est pas limitative.

L’entreprise devra répondre aux besoins exprimés pour assurer un bon fonctionnement des installations sans qu’elle puisse se prévaloir d’une omission dans les présents documents.

Les quantités indiquées dans le D.P.G.F. (Décomposition du Prix Global et Forfaitaire) sont indicatives, l’entrepreneur a la responsabilité de vérifier ces quantités (Offre globale, forfaitaire et définitive).

7.8 Planning de l’opération

Le Titulaire s’engage à respecter le planning de l’opération, détaillé en annexe. Les délais n’intègrent pas les arrêts de chantier pour congés annuels. Cela implique le repliement impératif de tout matériel de stockage, barrière, etc.

7.9 Préparation du chantier

L’entreprise prévoit dans son offre les dispositifs nécessaires pour stocker le matériel pendant toute la durée du chantier et approvisionner le matériel sur site.

En cas de stockage en toiture, la charge devra être régulièrement répartie sur l’ensemble de la toiture et ne devra pas altérer le complexe d’étanchéité en place.

L’entreprise prendra toutes dispositions utiles pour sécuriser le stockage du matériel, pour ne pas altérer la circulation et pour assurer la sécurité des personnes (balisage préalable des zones d’occupation).

Toute occupation du domaine public pour la réalisation des travaux devra faire l'objet d'une demande écrite adressée à Madame/Monsieur le Maire, service Voirie, afin d'obtenir une autorisation de stationnement ou de dépôt.

Les délais inhérents devront être intégrés au planning de l'entrepreneur (délais pouvant atteindre 8 à 12 semaines).

7.9.1 Services instructeurs

Le Titulaire s'engage à rencontrer les services instructeurs, notamment les pompiers, transport, enlèvement d'ordure, vidéo-surveillance, etc. pour faciliter la prise en compte des différentes contraintes et impératifs de l'opération.

Ces rencontres devront être organisées pendant la phase de conception et d'établissement du PRO et en amont de toute instruction de démarche administrative.

Le Maître d'Ouvrage organisera les réunions préalables aux instructions et sera accompagné du TITULAIRE.

7.9.2 Démarches administratives

Le titulaire effectuera toutes les démarches nécessaires à l'obtention des autorisations et démarches préalables à la réalisation du projet, son raccordement et à sa mise en service. Si les démarches doivent être faites par le maître d'ouvrage, le Titulaire assistera ce dernier pour leur réalisation.

Par dérogation au CCAG Travaux, le titulaire aura la responsabilité de la demande des arrêtés de voirie nécessaire à ses travaux.

7.9.3 Accompagnement du maître d'ouvrage dans les procédures administratives

Le Titulaire réalisera pour le compte du maître d'ouvrage (mandat) l'ensemble des procédures nécessaires au raccordement de l'installation au réseau électrique de distribution.

Le Titulaire informera le Maître d'Ouvrage de l'avancement de la procédure.

Le Titulaire a à sa charge l'ensemble des travaux et prestations nécessaires au raccordement électrique. En particulier le Titulaire procédera aux démarches nécessaires à l'obtention

- De la convention d'exploitation en autoconsommation
- Des démarches auprès d'Enedis vis-à-vis de l'installation de la protection de découplage

7.9.4 Démarche entre le Titulaire et l'acheteur obligé

Le Titulaire pourra proposer une solution prenant en considération l'appel d'offres CRE Autoconsommation

Dans le cas où le maître d'ouvrage choisi une solution ayant recours à l'appel d'offres CRE Autoconsommation, le Titulaire assurera l'ensemble des démarches administratives auprès de la CRE pour le compte du maître d'ouvrage (mandat).

7.10 Documentations techniques à fournir

Les documents administratifs et techniques à fournir sont :

7.10.1 A la remise de l'offre

- La DPGF remplie (**l'ensemble des postes de la DPGF** devront être chiffrés sous peine d'irrégularité de l'offre).
- Les moyens humains et logiciels prévus pour le chantier.
- Une liste de références récentes de projets équivalents.
- Un synoptique complet de l'installation avec identification des liaisons BT / HT, AC / DC. La gestion du fonctionnement PV – groupes électrogènes devra être précisée.
- Le planning prévisionnel des travaux pour le ou les lots, y compris phasage entre les lots si l'entreprise souhaite répondre à plusieurs lots.
- Les documentations techniques des matériels, dont notamment la fiche technique des modules et onduleurs proposés avec mention des conditions d'exploitation admissibles certifiées ;
- Le bilan carbone du modules PV délivré par Certisolis (ou tout organisme indépendant européen reconnu) quel que soit la puissance du projet. Ce document devra obligatoirement indiquer le pays d'assemblage final.
- L'attestation la plus récente de l'appellation QualiPV module bâtiment et module Electricité ;
- L'attestation d'assurance décennale.
- Tout autre document administratif demandé dans le règlement de consultation.
- Préciser les disposition prises pour réduire les nuisances de chantier (perçement seulement durant une plage horaire, utilisation de matériel pour réduire le bruit)

7.10.2 Avant Travaux

L'entrepreneur devra soumettre à l'agrément du MOA et du Bureau de Contrôle, les documents suivants, conformément au planning d'exécution :

L'ensemble des plans et schéma de l'installation PV :

- **Un plan de calepinage des modules PV**, où il figure : toutes les cotes, toutes les élévations, ainsi que toutes les coupes verticales et horizontales, les fixations, les joints d'étanchéité, les cotes de réservations et toutes données utiles à la compréhension des ouvrages
- **Un schéma unifilaire général de l'installation**, où il figure : configuration des chaînes de modules, gamme et puissance des onduleurs, sections des câbles DC et AC, calibre des disjoncteurs, protections électriques, système de supervision, arrêts d'urgences, mise à la terre de l'ensemble de l'installation PV.
- **Un plan de câblage des modules**, avec répartition des modules par branche, et par onduleur.
- Un plan de principe de mise à la terre des modules.
- Un plan d'implantation des chemins de câbles.
- Les plans de **détails d'exécution** des installations projetées avec indication des caractéristiques dimensionnelles. Notamment, les **plans d'implantation des onduleurs** et des **coffrets AC et DC** projetés avec leurs dimensions;

L'ensemble des notes de calculs :

- **Une note de calcul DC, réalisée par un logiciel certifié ELIE BT**, où figurent le nombre de modules par chaînes, les chutes de tension ;
- **Une note de calcul AC, réalisée par un logiciel certifié ELIE BT**, où figurent les protections électriques et les câbles choisis, le détail des chutes de tension et des courants calculés. Pour la note de calcul AC, il sera exigé la **sélectivité complète avec l'existant** ;
- **Une note de calcul réalisée par le fabricant du système d'intégration**, justifiant le calcul de charge du système d'intégration (selon Eurocode) avec la descente de charge et la pression maximale exercée sur la toiture ;
- Les **notes de dimensionnement** des onduleurs avec le détail de chaînes DC raccordées et des plages de fonctionnement de l'onduleur ;
- **L'ETN** ou l'**ATec** du système d'intégration proposé ;
- **Une simulation de production électrique PV** réalisée à l'aide d'un logiciel de type PVSyst ou équivalent.

L'ensemble des fiches techniques :

- Les **fiches techniques** précisant les caractéristiques exactes du matériel et leur agréments (ETN ou ATec pour modules photovoltaïques, PV d'essais, ...) ;
- Les références (**Flash-test**) de chaque module livré, avec copie de ces résultats au MOA ;
- Les **certificats de garantie** des onduleurs et des modules ;

Le titulaire devra également fournir :

- Le planning prévisionnel des travaux, éventuellement mis à jour ;
- Toutes autres plans ou notes de calcul demandés par la MOA.

La liste des documents demandés avant travaux est fournie en annexe du présent CCTP.

Le titulaire peut être tenu de fournir également toutes les notes de calcul particulières, nécessaires à l'installation. **L'entreprise PV devra notamment fournir toutes garanties exigées par le bureau de contrôle concernant la structure et la solidité des ouvrages.**

Tous ces documents devront être communiqués en temps utile pour information par l'entreprise adjudicataire au bénéficiaire, afin de **recevoir l'accord de ce dernier avant toute exécution et avoir été validé au préalable par l'organisme de contrôle de l'opération**. Faute par lui de remplir cette obligation dans les délais nécessaires (acceptation, plans, approvisionnements, fabrications, etc....), l'entrepreneur ne pourra se prévaloir d'un refus de la part du MOA des matériaux mis en œuvre et de leurs implantations.

Chaque ouvrage à construire et à mettre en œuvre fera l'objet d'un plan particulier, aucun élément ne pourra être réalisé s'il n'a pas fait l'objet d'un plan approuvé.

7.10.3 Avant Réception

Avant la réception des travaux, l'installateur devra remettre :

- Le Dossier d'Ouvrages Exécutés (DOE)
- Le Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage (DIUO)
- La version finale des plans de câblages électriques, les synoptiques électriques des coffrets DC et AC. En 1 exemplaire papier, laissé sous pochette étanche dans l'armoire électrique + 1 exemplaire informatique
- Une **notice d'utilisation et de maintenance** comprenant des fiches simples et claires sur le principe de fonctionnement, la signification des différents indicateurs, les consignes de sécurité, de maintenance et d'utilisation. Cette notice fera l'objet d'une explication détaillée sur site, avec démonstration des différents états des régulations et sécurités

Le DOE devra impérativement comprendre :

- L'ensemble des plans mis à jour :
- L'ensemble des notes de calcul mise à jour :
- L'ensemble des fiches techniques des produits utilisés :
 - o La liste de tout le matériel utilisé avec les références et la provenance des divers matériaux
-
- L'ensemble des certifications :
 - o Une attestation de bon montage établie par l'installateur, visant la bonne fixation et la résistance à l'arrachement des panneaux photovoltaïques sur les éléments de construction supportant les panneaux
 - o Une attestation établie par l'installateur certifiant que l'installation respecte le guide UTE C15-712-1
 - o Une attestation de conformité s21

Nota : tous ces documents doivent être transmis avant réception technique, afin de pouvoir préparer le PV de réception. La visite de réception technique ne pourra donc être programmée qu'après obtention par le MOA de l'ensemble des documents.

Sur la version informatique, les plans seront disponibles sous le format .DWG et .PDF.

Un schéma plastifié en format A3 de l'installation, avec repérage et nomenclature des matériels, pourra être fixé à l'intérieur du bâtiment, dans le local TGBT.

7.11 Sécurité sur chantier

Dans le cas d'une installation mise en œuvre en couverture, la sécurité est assurée dans le respect des préconisations du guide RAGE 2013 « Conception, mise en œuvre et maintenance des systèmes PV par modules rigides en toitures inclinées ».

La mise en œuvre d'une installation solaire en hauteur impose de se conformer au décret n° 2004-924 du 1er septembre 2004 relatif à l'utilisation des équipements de travail mis à disposition pour des travaux temporaires en hauteur et toutes autres dispositions du Code du travail.

L'entreprise devra prévoir, dans l'établissement de son projet, le matériel nécessaire à la bonne marche des installations et de leurs équipements, à leur conduite aisée, à leur contrôle et à leur sécurité.

L'entreprise rédigera un protocole d'intervention dans lequel elle indiquera l'ensemble des mesures destinées à prévenir les risques découlant de l'interférence entre le prestataire et les utilisateurs du site.

Les dispositions de sécurité seront conformes aux recommandations de la CNAM « Pose, maintenance et dépose des panneaux solaires thermiques et PV en sécurité ».

Les équipements de protection collective sont à privilégier systématiquement vis-à-vis des équipements de protection individuelle.

L'entreprise pourra notamment utiliser les matériels suivants :

- Protections collectives (exemples : garde-corps, filets, échafaudage) ;
- Protections individuelles (exemples : ligne de vie, harnais de sécurité, longe, casque, chaussures de sécurité, gants isolants, écran facial) ;
- Moyens d'accès temporaires ou permanents (exemples : échelle mobile, échelle à crinoline, échafaudage) ;
- Matériel de manutention (exemples : palan, grue, nacelle, échelle élévatrice) ;
- Outils appropriés (exemples : outils isolants, outillage portatif, vérificateur de tension) ;
- Barrières de signalisation.

Les intervenants non habilités à effectuer les raccordements électriques ou à travailler à proximité de pièces nues sous tension ne devront pas être amenés à effectuer des opérations de raccordement ou à pénétrer dans les zones de travail pouvant présenter un danger.

En cours de chantier, des signalisations mises en place par le personnel électricien indiqueront à tout intervenant extérieur le danger lié à la zone de travail. Le personnel intervenant devra être prémuni contre tout risque d'électrocution ou autre risque d'origine accidentelle, notamment grâce à des équipements de protection individuelle décrits ci-dessus.

L'entreprise sera chargée d'établir tous les contacts avec les services publics ou privés, afin d'assurer une parfaite réalisation des installations.

Les demandes s'effectueront sous le contrôle et en accord avec le MOA.

7.11.1 Mission Sécurité et Protection de la Santé

Le chantier est soumis, en matière de sécurité et de protection de la santé, aux dispositions législatives en vigueur à ce sujet. Le maître d'ouvrage s'adjoindra d'une mission SPS pour l'analyse du projet en vue de sa préparation technique, de son exécution et des interventions ultérieures sur l'ouvrage.

L'entreprise sera contractuellement tenue de prendre toutes dispositions qui s'imposent et de répondre à toutes les demandes du coordinateur, concernant l'intégration de la sécurité et l'organisation de la coordination en matière de sécurité et de protection de la santé sur les chantiers. Tous les frais en découlant pour l'entreprise sont contractuellement réputés compris dans le montant de leurs marchés (base vie, etc...).

7.11.2 Plan d'installation de chantier

Avant le début des travaux, le titulaire du présent lot devra remettre au MOA un plan de l'installation de chantier, sur lequel figureront les accès, les zones de stockage, les cheminements, les protections prises pour assurer la sauvegarde des personnes et des biens.

7.11.3 Dispositifs de sécurité et d'accès en toiture

7.11.3.1.1.1.1 Protections provisoires

L'entreprise est responsable de la sécurité de ses personnels et de celle de ses sous-traitants, quelles que soient les protections collectives communes existantes. Il est à la charge de l'entreprise de sécuriser le périmètre dans lequel elle intervient, avec un effort particulier sur la sécurité anti-chutes :

- **Garde-corps périphériques** et système d'accroche en toiture sur chaque pan de toiture pour les travaux en extérieur ;
- Échafaudage pour accès à la toiture ;
- **Filet de protection** en sous-face de toiture, lors qu'il existe un risque de chute à travers la toiture.

A prévoir conformément à la réglementation en vigueur concernant la protection des travailleurs.

7.11.3.1.1.1.2 Protections permanentes

L'entreprise PV sera en charge d'installer des protections collectives ou individuelles sur le pourtour des toitures concernées par les travaux. Ces protections seront de type :

- Garde-corps
- Ligne de vie

L'entreprise PV se charge de fournir la **vérification de ces protections par un bureau de contrôle agréé**.

Dans le cas de garde-corps, les butées des pieds système proposé ne devront pas endommager les relevés d'étanchéité de l'acrotère. Une protection de type joint EPDM est demandée pour chaque pied.

7.12 Modification des prestations en cours d'exécution

Aucun changement au projet retenu ne pourra être apporté en cours d'exécution sans l'autorisation expresse du MOA. Les frais résultants de changement non autorisés et toutes leurs conséquences, ainsi que tous travaux supplémentaires exécutés sans écrits, seront la charge de l'entreprise.

7.13 Branchements

L'entreprise devra, pour ses besoins électriques, faire établir un branchement de chantier ou posséder son propre générateur ou disposer d'outillage autonome (batterie ou moteur thermique).

Il pourra éventuellement effectuer ses branchements directement sur site **si cela a été convenu au préalable avec le gestionnaire du site**.

7.14 Protection des ouvrages et des personnes

L'entreprise sera responsable de ses ouvrages jusqu'à la réception des travaux. Elle prendra toutes dispositions nécessaires pour assurer leur protection de manière efficace et durable.

Jusqu'à la réception de l'installation PV par le MOA, l'entreprise titulaire sera responsable notamment du vol ou dégradation du matériel stocké sur le site.

En toutes circonstances, l'entrepreneur demeure seul responsable de tous dommages ou accidents causés à des tiers lors ou par la suite de l'exécution des travaux résultant, soit de son propre fait, soit de son personnel.

7.15 Attendus généraux de la phase travaux

La phase travaux doit permettre :

- La construction d'installations photovoltaïques ayant les performances attendues et prévues en phase conception,
- La mise en œuvre de tous les composants des installations, nécessaires à leur bon fonctionnement et à leur bonne exploitation,
- Une zone chantier respectant le milieu d'implantation, sur le site et aux abords immédiats,
- Le test prolongé, dès les premières semaines de production, du bon fonctionnement des installations, et les modifications nécessaires pour un fonctionnement conforme aux objectifs et à justifier pour la Réception dynamique.

Le Titulaire s'engage à mettre en place des produits conformes aux exigences initiales de l'offre remise.

7.16 Planning et délais de réalisation

Le Titulaire s'engagera sur un planning de travaux à fournir dans son offre, conformément au présent document. Les conséquences de leur non-respect sont fixées par le CCAP.

Le Titulaire fournira un planning d'exécution prévisionnel lors de la phase de préparation du chantier. En cas de difficulté extérieure qui entraînerait un retard dans le démarrage des études ou du chantier, et qui ne serait pas le fait du Titulaire, ce dernier :

- Ne pourra renoncer à exécuter le présent marché,
- Devra continuer à accompagner le maître d'ouvrage sur les volets qui le concerne et objet du présent marché.

Cette continuité est limitée par la durée contractuelle du marché : durée initiale, éventuellement modifiée par avenant acceptée par les deux parties.

7.17 Organisation générale du chantier

7.17.1 Horaires de travail

Les horaires de travail à respecter sont :

- En général, journée élargie de 8h à 19h00 hors samedi et dimanche

Le Titulaire garde la responsabilité de l'obtention selon le code du travail des autorisations administratives nécessaires, selon la durée ou la période de travail de ses équipes de personnel.

Le Titulaire est tenu d'intégrer à son offre le surcoût éventuel lié à la réalisation de travaux de nuit. Ainsi, les travaux de nuits ne pourront justifier aucune majoration des rémunérations lors des attachements ou règlements.

7.17.2 Coactivité

Les travaux définis au présent marché peuvent être exécutés concurremment avec d'autres travaux. Dans ce cas, le Maître d'Ouvrage ou le Coordonnateur sont habilités pour prendre ou faire prendre, en tant que de besoins et aux frais de Le Titulaire, les mesures nécessaires à la coordination de l'ensemble des travaux, au bon ordre du chantier et à la sécurité de travailleurs.

Le Titulaire devra faire son affaire personnelle, sans que la responsabilité du Maître d'Ouvrage puisse être recherchée à cet égard, des dégâts qui pourraient être occasionnés à ses installations ou à ses travaux.

Si les responsables de ces dégâts ne peuvent être connus, les frais de réfection ou réparation seront, sur proposition du Maître d'ouvrage, répartis entre les divers Entrepreneurs au prorata des montant respectifs de travaux.

Le Titulaire devra prendre les mesures nécessaires à l'avancement normal du chantier. Les engins de chantier, dispositif de balisage utilisés devront être adaptés à la configuration du site et à la coactivité.

7.17.3 Astreintes et surveillance de chantier

Le Titulaire est responsable de ses installations de chantier 24 h / 24 h y compris les week-ends. Ainsi, en cas d'intrusion d'un tiers dans l'emprise du chantier générant des dommages, défauts ou malfaçons, l'entreprise ne pourra réclamer aucun dédommagement pour la réfection des ouvrages.

Le Titulaire doit l'exploitation, la surveillance et le remplacement s'il y a lieu, de jour comme de nuit, 7 jours sur 7, des panneaux et des dispositifs de signalisation temporaire et de déviation. En outre, le Titulaire devra assurer un passage de contrôle sur l'ensemble de la signalisation mise en place.

En fonction des circonstances, le Titulaire s'assurera de façon spécifique et préventive de la mise en sécurité des chantiers à l'annonce de manifestations, de perturbations météorologiques ou autres.

Le Titulaire fournira au Maître d'Ouvrage les coordonnées de la personne responsable à joindre 24h/24h en cas de désordre à signaler. Une intervention sous 2 heures maxi est exigée.

7.17.4 Animations – Manifestations - Evènements

Si différentes manifestations et animations peuvent perturber le chantier, le Titulaire est tenu d'adapter son chantier (libération anticipée d'emprise, modification/compléments de balisage, suspension temporaire d'activité, ...) pour leur bon déroulement.

7.17.5 Travaux en milieu urbain

Les travaux se déroulant dans l'espace urbain le Titulaire devra se conformer au règlement de voirie ainsi qu'aux dispositions complémentaires figurant au Cahier des Spécifications Techniques.

7.17.6 Prise en compte des servitudes et des concessionnaires

Le titulaire devra prendre en compte dans sa conception ainsi que lors de la réalisation du chantier, toute servitude vis-à-vis des concessionnaires et de services publics du quartier (transports, enlèvement d'ordures, livraisons, accès pompiers, etc.).

7.17.7 Installations de chantier

Le Titulaire devra prévoir à sa charge l'ensemble des composantes de l'installation de chantier : pour les besoins techniques du chantier et pour les éléments régis par le code du travail (sur validation du coordinateur SPS). Ceci comprend notamment :

- Les aménagements de type plateformes et chemins,
- Des moyens de stockage et le barriérage,
- La signalétique,
- Les branchements en eau, électricité et évacuation et/ou traitement des eaux,
- La base vie pour les ouvriers et le personnel (toilettes, salle de pause/réfectoire, etc.).

Les emplacements nécessaires pour les installations de chantier et dépôts provisoires de matériels et matériaux, seront déterminés par le Titulaire sur le plan masse fourni en Annexe.

Le projet des installations de chantier à fournir par le Titulaire indiquera le nombre, la surface, l'objet de tous les locaux de ce présent marché et leurs dates de réalisation ; ces dates doivent être telles que les conditions d'hygiène sur le chantier soient toujours adaptées aux effectifs.

7.17.8 Nettoyage sur chantier

L'entreprise sera respectueuse de l'environnement et des locaux qu'elle utilise. Le chantier sera propre et aucun débordement ne sera toléré (l'abandon ou enfouissement de mégots, de queues de colsons, de petits emballages plastiques, de bombes de peinture vide, etc.). Une prestation de nettoyage – à la charge de l'entrepreneur – des sites sera commandée en cas de faits avérés.

L'entreprise devra chaque jour le nettoyage et l'évacuation de ses déchets pour le maintien en parfait état de propreté des abords du bâtiment.

7.17.9 Limitation des nuisances

Chaque entreprise intervenant sur le site s'attachera à limiter les nuisances induites par ses activités.

Un chantier respectueux de l'environnement est le prolongement naturel des efforts de qualité environnementale mis en place lors de la conception d'un ouvrage. Si l'on considère le cycle de vie complet, la phase de chantier est de courte durée mais, constituée, avec la démolition, une source importante d'atteintes à l'environnement qu'il convient de prendre en compte. L'enjeu de la démarche est de limiter ces nuisances au bénéfice des riverains, des ouvriers et de l'environnement.

Tout en restant compatibles avec les exigences liées aux pratiques professionnelles du BTP, les objectifs sont de :

- Limiter les risques et les nuisances causés aux riverains du chantier
- Limiter les risques sur la santé des ouvriers
- Sensibiliser les acteurs au respect de l'environnement
- Limiter les pollutions de proximité lors du chantier
- Limiter les consommations énergétiques
- Limiter la quantité de déchets de chantier, et la mise en CET (Centre d'Enfouissement Technique).

La prise en compte de l'environnement doit inclure :

- Le respect de la législation en vigueur,
- Les démarches relatives à l'obtention des autorisations administratives nécessaires pour l'exécution de l'ouvrage,
- Le respect des exigences spécifiques du marché,
- La maîtrise des dispositions relatives à l'environnement, particulièrement à l'exécution des travaux.

Le Titulaire garantit que les engins de chantier qu'il utilisera seront homologués, en matière d'émissions de bruits en particulier, lorsque cela est réglementaire.

Le Titulaire ne devra en aucun cas procéder à la vidange des engins sur la zone du chantier ou dans les installations de chantier sans avoir au préalable pris toutes les mesures pour éviter la pollution du sol.

Les huiles de décoffrage employées seront biodégradables.

L'entretien des engins dont la mobilité est réduite ne pourra se faire sur le chantier, que dans la mesure où un dispositif de récupération des produits usés est amené sur place, puis évacué.

L'entretien des engins mobiles se fera à l'atelier de l'entreprise, spécialement équipé à cet effet.

Les rejets dans les réseaux ou dans les ruisseaux ne se feront jamais de façon directe. Ils seront limités et selon leur nature, traités.

Les installations de chantier en général, mais surtout celles relatives à l'entretien des engins et à la distribution de carburants, devront être protégées contre tout risque d'infiltration, par des dispositifs de recueil, de stockage et de traitement, qui seront soumis à l'approbation des services compétents. La capacité de rétention en cas de déversement accidentel devra être au minimum égale à 1,2 fois le volume de la plus grosse cuve utilisée.

D'une manière générale, tous les produits polluants, tels qu'huiles de vidange, seront récupérés et évacués conformément aux règles édictées dans le cadre de la protection de l'environnement.

Aucun brûlage de déchets ne sera pratiqué sur les zones de travaux. Les déchets seront évacués régulièrement par les soins des entreprises. La gestion des déchets de chantier de toute nature sera strictement conforme à la réglementation.

Outre la législation et les normes en vigueur en matière de bruit des engins de chantiers de travaux publics, il sera tenu compte de la réglementation locale.

Les pistes principales de chantier seront réalisées afin de limiter les salissures de boue à l'extérieur du chantier.

Des arrosages réguliers du sol, en période sèche, seront pratiqués sur les zones non revêtues afin d'éviter la production de poussière.

Chaque entreprise est responsable de l'application de ces consignes pour la réalisation de ces propres travaux.

7.17.10 Protection des ouvrages

Le Titulaire est responsable de ses ouvrages jusqu'à la réception et doit en assurer la protection.

Ces protections sont à la charge du Titulaire.

7.17.11 Evacuation des eaux

Le Titulaire prendra toutes les mesures pour gérer et évacuer les eaux de chantier afin de réaliser les ouvrages à sec. Il devra prendre également toutes les dispositions pour que soit assuré en permanence l'écoulement des eaux superficielles sans entrave ou gêne et éviter les dégradations qui pourraient en résulter.

Le Titulaire aura notamment la charge de réaliser l'ensemble des dispositifs provisoires ou définitifs de collecte et d'évacuation, tels que banquettes, bourrelets, saignées, descentes d'eau, fossés, drains... Cette liste n'est ni limitative ou restrictive.

La réalisation de ces dispositifs ne donnera lieu à aucune rémunération particulière.

S'il envisage d'utiliser un réseau existant, il demandera au préalable l'autorisation au gestionnaire et appliquera scrupuleusement les consignes que ce dernier lui aura adressées. S'il envisage d'effectuer ces rejets hors réseau, l'entrepreneur devra se rapprocher des services compétents pour déterminer les possibilités de rejets et niveaux de qualité.

Cette contrainte est réputée intégrée dans les prix unitaires du Titulaire et ce dernier ne pourra présenter de réclamation à ce titre lors des travaux.

7.17.12 Visites préalables

Le Titulaire organisera les Visites préalables avec le coordonnateur SPS ainsi que des adaptations et modifications du Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé (PGCSPS), conformément aux dispositions suivantes du code du travail :

- Article R4532-47 : « Le plan général de coordination est complété et adapté en fonction de l'évolution du chantier et de la durée effective à consacrer aux différents types de travaux ou phases de travail. »
- Article R4532-48 : « Le plan général de coordination intègre, notamment, au fur et à mesure de leur élaboration et en les harmonisant, les plans particuliers de sécurité et de santé ainsi que, lorsqu'ils sont requis, les plans de prévention prévus par d'autres dispositions du code du travail ».

7.17.13 Etat des lieux mise à disposition de la zone de travaux (constat d'huissier)

Des états des lieux de chaque lieu d'implantation sont à réaliser lors de la « mise à disposition » des zones de travaux, y compris zones de stockage, de passage, etc... concernées par le chantier.

Ces états des lieux de « mise à disposition » seront effectués avant le démarrage des travaux, contradictoirement en présence du Titulaire et du Maître d'Ouvrage. Ces états des lieux peuvent être réalisés sous forme de vidéo.

La présence de la ou des entreprises en charge de la réalisation des travaux est indispensable.

Ils font l'objet d'un constat d'huissier.

Les ouvrages concernés, leur état, éventuelles conditions d'usage seront consignés dans un Procès-Verbal.

7.17.14 Etat des lieux de « restitution d'usage » de la zone de travaux

Le Titulaire est responsable de l'élimination des déchets générés par les travaux ; il devra produire un rapport préliminaire et une évaluation sur les modes d'élimination des dits déchets, conformément à la législation relative à la protection environnementale.

Le Titulaire est tenu de nettoyer le Site ou de faire procéder à son nettoyage une fois les Travaux terminés. A l'achèvement des travaux un état des lieux est à réaliser afin de procéder à la « restitution d'usage » de la zone de travaux. Cet état des lieux de « restitution d'usage » sera effectué le jour de l'achèvement des travaux, contradictoirement en présence du Titulaire et du Maître d'Ouvrage.

Les ouvrages concernés, leur état, éventuelles conditions d'usage seront consignées dans un Procès-Verbal.

7.18 Clôtures séparatives de chantier et de cheminement

7.18.1 Principes généraux

Quelle que soit leur durée, les chantiers doivent être isolés en permanence des espaces réservés à la circulation des personnes et des véhicules par des dispositifs d'un modèle agréé. Cette disposition s'applique également aux installations secondaires : abris, bungalows et dépôts de matériel accompagnant l'exécution du chantier, terres et produits divers.

La séparation entre les parties réservées aux travaux, à la circulation des piétons et à la circulation générale, sera réalisée par des barrières ou clôtures continues et jointives fixes. L'utilisation de bande type " Rubalise " ou similaire à cet effet est proscrite.

Cette disposition s'applique également aux installations annexes (dépôts de produits divers, ...).

D'une manière générale, ces clôtures seront placées en limite de l'emprise du chantier, c'est-à-dire y compris la voie de circulation réservée au chantier quand ceci est possible. Pendant les travaux, ces clôtures seront susceptibles d'être déplacées suivant les contraintes de phasages. Elles seront interrompues chaque fois qu'un passage de véhicules ou piétons sera nécessaire pour maintenir les accès aux propriétés riveraines et véhicules de secours.

7.18.2 Mise en place de barrières et clôtures

Le choix des barrières et clôtures devra être préalablement validé par le MOA. Elles auront pour fonction:

- la signalisation et la délimitation de chantier,
- la sécurité du chantier et de l'environnement (piétons notamment),
- le support pour la communication du projet.

Toute intervention d'une entreprise pour des travaux en dehors de ces emprises devra entraîner la mise en place préliminaire de clôtures et barrières adaptées, dont la fourniture et la mise en place sont à la charge de Le Titulaire concerné.

7.18.3 Passerelles

Elles doivent être utilisées pour tous types de chantiers dès lors que les piétons sont amenés à franchir des tranchées ouvertes. Elles ont pour fonction d'assurer la sécurité et le confort des piétons dans leur déplacement, notamment pour le franchissement des fouilles.

7.18.4 Ponts routiers provisoires

Ils peuvent être éventuellement utilisés pour rétablir les circulations VL, PL dans le cadre des travaux de terrassement et des constructions de chaussées. Ces ponts seront prévus de façon générale au droit des accès riverains (VL/PL) et des zones de travaux de courte durée (carrefours)

7.19 Signalisation de chantier

La signalisation routière temporaire sera conforme à la réglementation en vigueur.

Le Maître d'Ouvrage peut, lors des travaux, exiger aux frais exclusifs du Titulaire :

- La fourniture et la mise en place de panneaux supplémentaires ou complémentaires, dès lors qu'ils sont nécessaires à la sécurité du chantier et des usagers
- Le remplacement des panneaux initialement prévus, si ces derniers, vu leur état de vétusté ne sont pas compatibles avec les exigences de sécurité
- Le remplacement des feux, des piles ou des batteries ne présentant pas un fonctionnement normal.

7.19.1 Dispositions générales applicables

Le Titulaire réalisera la mise en place et la maintenance de toute la signalisation provisoire des déviations et des circulations nécessaires au respect du phasage et des contraintes fonctionnelles de chantier.

Le Titulaire devra mettre à disposition un responsable 7j/7 et 24h/24, joignable sur téléphone portable et assurera des astreintes nécessaires. Il fournira les noms et numéros de téléphone des différentes personnes réalisant ces astreintes. Le planning des personnels d'astreinte devra être diffusé suite à chacune de ses mises à jour.

L'ensemble de la signalisation et des travaux provisoires de chantier sera soumis préalablement à sa réalisation, à l'accord du Maître d'ouvrage, du coordonnateur S.P.S. et du gestionnaire des voies.

Le plan de signalisation doit être transmis aux autorités compétentes au moins 2 semaines avant le démarrage des travaux, ceux-ci ne pourront débuter qu'après de ces services et constat de mise en place. Le Titulaire doit prendre en compte, dans son offre toutes les demandes de modifications et/ou compléments, sans suppléments de prix.

Le Titulaire sera tenu d'implanter tous les panneaux ou barrières de protection au pourtour de l'opération, ainsi que l'ensemble des signalisations et protections nécessaires à la sécurisation des continuités piétonnes et des circulations de véhicules, conformément aux instructions interministérielles et aux guides en vigueur.

Le Titulaire sera tenu d'avoir en réserve le nombre d'éléments nécessaires au maintien de la signalisation de l'ensemble du chantier pendant toute la durée des travaux.

L'entretien, les modifications et le remplacement éventuel de la signalisation en cours de travaux sont à la charge du Titulaire. Le déplacement des panneaux en fonction des phasages de travaux est à la charge de l'entreprise.

Le Titulaire demeurera responsable vis-à-vis des tiers, des accidents de toute nature qui résulteront de mesures de signalisation insuffisantes.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit, en cas d'urgence, et à la suite d'une injonction du maître d'ouvrage ou du coordonnateur SPS, restée sans effet, de prendre d'office les mesures nécessaires, aux frais du Titulaire et sans que celui-ci soit fondé à en discuter l'opportunité.

Le Titulaire restera d'ailleurs responsable de tous les accidents survenant sur le chantier et notamment de ceux qui seraient dus à un défaut d'observation des prescriptions faisant l'objet du présent article. Il restera, en outre, seul responsable des dégâts susceptibles d'être provoqués aux propriétés privées ou publiques.

Les dépenses qui résulteront pour le Titulaire de l'exécution des prescriptions qui précèdent, font partie des faux frais de l'entreprise de même que celles qui pourraient résulter des sujétions imposées par la circulation sur la voie publique.

Le Titulaire ne pourra prétendre à aucune indemnité au cas où un retard serait apporté dans l'exécution des travaux par l'observation des prescriptions relatives à la réglementation de la circulation.

7.19.2 Informations aux usagers

Le Titulaire devra la réalisation, la distribution et le maintien des éléments d'information à destination des usagers. Le Maître d'Ouvrage pourra imposer en partie le contenu (logo, éléments graphiques, ...).

7.20 Conditions d'accessibilité au chantier

7.20.1 Travaux en domaine public

Le Titulaire devra soumettre au Maître d'ouvrage un programme détaillé d'exécution des travaux et un projet d'installation de ses chantiers dans un délai de 15 jours à dater de l'Ordre de Service qui prescrira de commencer les travaux et cela compte tenu des délais d'exécution définis dans l'Acte d'Engagement.

Avant l'ouverture du chantier sur le domaine public, le Titulaire devra en donner avis 3 semaines au moins à l'avance au représentant local du Service Gestionnaire de la Voirie et aux différents Services Publics ou Sociétés Concessionnaires intéressés par la réalisation des travaux.

Dans le cas où, en cours de travaux, il serait rencontré des ouvrages dont l'implantation n'aurait pas été précisée ou dont la position ne serait pas conforme aux indications fournies par les administrations et services, le Titulaire devra immédiatement en informer l'Administration ou le service compétant, et arrêter les travaux jusqu'à ce que les mesures conservatoires aient été prises et éventuellement, que les dégâts qui auraient pu résulter de ce manque d'information, soient réparés.

7.20.2 Signalisation

Le Titulaire prendra toutes mesures d'ordre, de sécurité et de police, étant entendues que les dépenses afférentes à l'installation des barrages, clôtures d'efficacité suffisante, signaux à établir ou à éclairer rentrent dans les faux frais du Titulaire et sont comprises implicitement dans les prix. La signalisation sera conforme aux prescriptions des textes officiels en vigueur lors de l'exécution des travaux.

Le Titulaire devra permettre le passage de la circulation générale ou locale, l'exécution des services publics (ramassage des ordures, nettoyage des rues, etc...).

L'attention du Titulaire est attirée sur le fait que la signalisation doit être maintenue pendant toute la durée du chantier, d'autre part elle devra notamment être :

- adaptée au chantier afin d'assurer la sécurité du personnel et des usagers,
- cohérente pour ne pas donner des instructions contradictoires avec la signalisation permanente,
- crédible, la nature et la position des panneaux doivent évoluer en fonction des risques et de l'avancement du chantier,
- lisible, éviter la concentration de panneaux et ne pas les situer trop près du sol,
- stable, les panneaux devront être calés afin de supporter les effets des conditions atmosphériques et circulation.

La signalisation devra être en conformité avec l'arrêté de circulation.

7.20.3 Contrôle des accès, gardiennage

A compter du démarrage de la mise en place des installations de chantier, le Titulaire sera responsable du contrôle des accès aux chantiers et réalisera un gardiennage du site en dehors des horaires de travaux sur les périodes le nécessitant.

Chaque site sera sécurisé par un système de détection, avec alarme sonore, dont la gestion sera entièrement organisée par le Titulaire.

Le maître d'ouvrage, ou son représentant, aura accès en permanence au chantier, mais devra se conformer aux prescriptions du Titulaire pour y accéder.

7.21 Limites de prestations et travaux annexes

- *Note à l'attention des Candidats :*

Le candidat est invité à prévoir un maximum de prestations pour éviter les coûts déportés hors opérations.

Néanmoins, le maître d'ouvrage admet qu'il peut y avoir des coûts difficiles à estimer en phase AVANT-PROJET (modification de la vidéo-surveillance, modification de la bouche HT du site, etc...).

- *Le candidat doit préciser la liste exhaustive des prestations non prévues dans le forfait, sachant que les prestations non listées sont réputées incluses au marché.*
- *Les travaux annexes pressentis à réaliser par le maître d'ouvrage doivent être indiqués à l'offre.*

Le Titulaire assure le pilotage des travaux annexes non compris dans l'offre ; il doit s'organiser pour permettre la commande de ces travaux 2 mois à l'avance minima.

Les travaux annexes ne pouvant être déterminés lors de la consultation pourront faire l'objet d'une rémunération sur la base d'un taux de peines et soins appliqué sur les prestations prises en charge par le maître d'ouvrage pour justifier d'un pilotage et de la coordination de la prestation.

7.22 Plans et Notices

Avant tout début des travaux, l'entrepreneur devra soumettre à l'agrément du MOA tous ses plans techniques de pose et d'ancrage des modules, de câblage électrique et tous les détails nécessaires pour une mise en œuvre parfaite.

L'installateur devra également présenter toutes les garanties de conformité de la solution qu'il propose (note de calculs notamment) par rapport aux contraintes exigées par le bureau de contrôle concernant la structure et la solidité des ouvrages.

A l'offre seront joints les documentations ainsi que les caractéristiques des matériels proposés (cf. paragraphe 7.10 du présent document).

Les matériels seront livrés sur le chantier avec leur emballage d'origine et avec toutes étiquettes justifiant de leur qualité et leur provenance.

Faute par lui de remplir cette obligation dans les délais nécessaires (acceptation, plans, approvisionnements, fabrications, etc....), l'entrepreneur ne pourra se prévaloir d'un refus de la part du MOA des matériaux mis en œuvre et de leurs implantations.

Chaque ouvrage à construire et à mettre en œuvre fera l'objet d'un plan particulier, aucun élément ne pourra être réalisé s'il n'a pas fait l'objet d'un plan approuvé. Les plans et notes de calcul devront être complets et devront y figurer notamment ceux définis dans la section Documentations techniques à fournir.

7.23 Assurances

Le titulaire devra justifier de la détention des assurances suivantes :

- **Une assurance de responsabilité civile** en cours de validité pour couvrir les dommages causés aux tiers, dont le propriétaire.
- **Une assurance de responsabilité décennale** en cours de validité. L'attestation devra bien spécifier les types d'intégration pour lesquels le prestataire est assuré. Si le procédé mis en œuvre n'est pas considéré comme « technique courante » au sens du contrat d'assurance ou n'apparaît pas dans les systèmes couverts, la garantie devra être étendue au procédé en question.
- **Une assurance tout risque « chantier ».**

Ces assurances doivent mentionner que l'activité PV est couverte.

7.24 Essais, garanties et réception des installations

Il est rappelé l'obligation des constructeurs de procéder pendant la période d'exécution des travaux aux vérifications techniques qui leur incombent aux termes de la loi du 4 janvier 1978.

7.24.1 Autocontrôle

L'entreprise est tenue de faire son propre autocontrôle. Dans le dossier avant travaux, l'entreprise devra donner une liste des tests qu'elle souhaite faire en autocontrôle pour vérifier son travail. Sont obligatoires, et doivent faire l'objet d'un rapport les autocontrôles suivants :

- Test de tension à vide des modules : remise d'un rapport à la MOA, qui le visera,
- Mesure de la résistance de chaînes (en kOhm) à partir une mesure sur place ou travers l'onduleur/système de surveillance
- Serrage des connectiques et des borniers : l'utilisation d'un tournevis/clé dynamométrique pour les connectiques avec des câbles de section supérieure à 16 mm² est **obligatoire**.

Selon les modules choisis, la MOA pourra demander la vérification systématique du serrage des connectiques sur les boîtiers des modules.

7.24.2 Garanties de bonne construction

L'entreprise devra fournir l'attestation de garantie et la police d'assurance du fabricant des matériels et matériaux utilisés.

Pour toutes les fournitures, l'entrepreneur titulaire du présent lot devra garantir la bonne qualité des appareils et leur conformité avec les normes et les règlements en vigueur.

7.24.3 Modalités des essais

Toutes les opérations de contrôle et les essais seront exécutés par l'entreprise titulaire du présent lot et conformément au D.T.U.

Frais afférents aux opérations de contrôle

Les frais afférents aux opérations de contrôle ou aux essais de performance et de conformité sont à la charge de l'entrepreneur titulaire du présent lot.

Si les résultats constatés ne sont pas satisfaisants, l'entrepreneur titulaire du présent lot sera tenu de réaliser toutes les modifications, réparations ou adjonctions nécessaires sans entraver le fonctionnement des installations.

Après exécution de ces travaux, il sera procédé, par l'entreprise titulaire du présent lot, à de nouveaux essais.

7.24.4 Attestation CONSUEL

Les démarches auprès du CONSUEL pour obtenir l'attestation nécessaire à la mise en service de l'installation solaire PV sont à la charge du présent lot. Elles devront être assurées par un bureau de contrôle habilité à cet effet.

Le Titulaire devra être en mesure de fournir l'ensemble des attestations et contrôles réglementaires nécessaires au raccordement des ouvrages sur le réseau public d'électricité, et à la mise en exploitation : Consuel, attestation de conformité au sens de l'arrêté du 2/11/2017 sur les installations de production.

7.24.5 Réception

L'entrepreneur devra la réception de ses ouvrages nécessaires au parfait fonctionnement des systèmes installés. Cette réception sera effectuée par le MOA.

La réception interviendra après réalisation des Opérations Préalables à la Réception, une fois tous les essais effectués et correction de l'entreprise des éventuels défauts constatés.

L'entrepreneur supportera les conséquences de tout défaut de ses ouvrages (travaux supplémentaires) identifiés après la réception évoquée.

La réception ne pourra avoir lieu avant que la procédure de raccordement de l'installation soit arrivée à son terme.

En outre, le procès-verbal de réception des travaux ne sera établi qu'après la remise du DOE.

Le DOE de l'installation électrique sera rangé dans le coffret AC, dans une pochette plastifiée. La partie document du DOE sera limitée au nécessaire et adaptée au matériel réellement mis en place.

Sauf spécification contraire, le délai de garantie est d'une durée définie par les termes de la loi du 4 janvier 1978, à compter de la date d'effet de la réception.

Pendant cette garantie, l'entrepreneur titulaire du présent lot est tenu du parfait achèvement des installations. En particulier, il exécute les derniers réglages de l'installation, remédie à tout défaut de fonctionnement constaté et procède au remplacement d'appareils anormalement usés.

Pour les matériels et partie d'installations qui auraient fait l'objet de modifications ou de remplacements, pendant cette période, le délai de garantie pourra être prolongé.

8. Maintenance en phase Exploitation

L'entreprise PV se chargera de l'entretien et de la maintenance de l'installation photovoltaïque qu'elle aura réalisée. Le contrat de maintenance doit être chiffré pour une durée de 10 ans renouvelable 3 fois par période de 1 an.

Ces opérations, par leur technicité et le danger inhérent à la manipulation de l'installation photovoltaïque, seront effectuées par des professionnels compétents. Les dispositions relatives à la sécurité sur chantier (cf paragraphes 7.11 du présent document) devront être respectées.

8.1 Maintenance Préventive

Il sera prévu une visite par an comprenant :

- Vérification visuelle en extérieur :
- État des modules photovoltaïques (éventuelles décolorations, bris de vitre, traces, salissures...),
- Absence de nouveaux masques et ombres portées (végétation, nouveaux bâtiments...),
- État du système d'intégration et des fixations,
- État des chemins d'évacuation d'eau de pluie, le cas échéant ;
- Vérification en sous-face des modules (si accessible) :
- État des chemins d'évacuation d'eau résiduelle ou de condensation, le cas échéant,
- Ventilation en sous-face des modules photovoltaïques,
- État visuel des câbles, des connexions (resserrage si besoin) et des boîtiers de raccordement,
- Vérification des liaisons équipotentielles.
- Vérification des équipements électriques (dans l'armoire électrique) :
- Vérification et dépoussiérage des tableaux électriques, resserrage des bornes ;
- Contrôle des fusibles, disjoncteurs, parafoudres, boîtes de jonction ;
- Vérification de l'état de l'onduleur ;
- Vérification de la bonne ventilation du local onduleur, le cas échéant,
- Vérification du fonctionnement de chaque onduleur avec consignation de la production instantanée et de la production cumulée ainsi que de la date et de l'heure du contrôle.
- Vérification des câblages DC,
- Contrôle des branches AC et DC de chaque onduleur,
- Vérification du couplage/découplage suivant C15-400 (VDE 0126-1-1 pour moins de 250kVA) au réseau,
- Vérification des boîtiers DC, et du TDGS : état des parafoudres, borniers, protections surintensités,
- Vérification de l'ensemble des appareillages électriques,
- Vérification des fixations des onduleurs, coffrets et armoires, chemins de câbles,
- Compteurs d'injection :
- Consignation de la valeur de la production.
- Rédaction d'un rapport de visite contenant les données suivantes :
- Les vérifications et contrôles effectués,
- Le relevé du cumul de la production pour chaque onduleur et le relevé du compteur de production (comptage ENEDIS),

- Toutes remarques utiles.

La maintenance annuelle inclut la fourniture du petit matériel (liaisons électriques de moins de 10 m, protections électriques, colliers de fixation...) en dehors de celui couvert par la garantie.

Un rapport d'intervention sera établi, sous un délai d'un mois, après chacune de ces visites. Un exemplaire de ce rapport ainsi qu'un extrait du cahier des opérations de maintenance seront remis au MOA. Il précisera l'ensemble des opérations effectuées lors de ces visites.

8.2 Maintenance Curative

Un système de télésuivi permettra au MOA de suivre à distance les performances de l'installation photovoltaïque. En cas de problème détecté une alarme sera envoyée à l'entreprise chargée de la maintenance de l'installation.

En cas de besoin, il sera demandé à l'entreprise de maintenance d'intervenir sur site en moins de 48h pour détecter la cause du problème. Si possible le défaut doit être corrigé pendant cette intervention. Le coût du matériel (hors garantie) nécessaire à cette correction de défaut sera facturé au MOA.

Dans tous les cas, à la suite de cette visite l'entreprise de maintenance doit écrire un rapport sur la cause du problème. Au cas où la panne n'a pas pu être corrigée lors de cette visite, l'entreprise devra proposer des solutions chiffrées pour la résoudre et remettre en marche l'installation photovoltaïque.

Le coût d'une telle intervention sur site doit être établi à l'avance dans la DPGF sous la forme d'un forfait.

L'entreprise de maintenance est aussi tenue de faire appliquer en cas de besoin les garanties données par les fournisseurs pour les différents équipements de l'installation photovoltaïque :

Un rapport d'intervention sera établi, sous un délai d'une semaine, après chacune de ces visites et un exemplaire sera remis au MOA. Il précisera notamment :

- les anomalies constatées,
- les causes probables,
- les actions de maintenance curatives réalisées.

8.3 Rémunération des prestations de maintenance

Les prestations de maintenance seront rémunérées sur les bases suivantes :

- Forfait annuel pour la surveillance des installations,
- Forfait annuel pour la maintenance annuelle,

Facturation après chaque intervention, sur la base de prix unitaires acceptés au préalable par le Client.

8.4 Attendus généraux de la prestation d'exploitation

Ce volet du marché porte sur une prestation de service d'exploitation et de maintenance technique des installations photovoltaïques fonctionnelles. Il a pour objet d'assurer un fonctionnement optimal de l'ensemble des composantes de chaque installation et un maintien dans un parfait état technique.

Le Titulaire doit assurer une mission globale de suivi et d'intervention technique sur toute la durée du contrat.

Le Titulaire devra assurer l'ensemble des prestations de maintenance et d'exploitation nécessaires :

- Au bon fonctionnement des équipements
- À l'atteinte des objectifs de production
- Au maintien du site en sécurité.

Afin d'assurer un productible pérenne et de garantir la sécurité des biens et des personnes, le présent contrat doit couvrir les actions génériques suivantes :

- Supervision (alerte/alarmes, suivi de la production, suivi des interventions)
- Maintenance périodique technique (voir paragraphes suivants)
- Fourniture et installation de tous les équipements techniques nécessaires à la réalisation de la mission
- Bilan de production mensuelle
- Bilan de maintenance et d'intervention et carnet de santé de la centrale
- Diagnostic sur défaut à distance
- Diagnostic sur défaut avec déplacement
- Intervention sur défaut mineur
- Intervention pour réparation
- Contrôle caméra thermique (rapport de contrôle type Q19)
- Intervention pluriannuelle de nettoyage panneaux
- Interventions curatives simples et complexes
- Contrôles règlementaires (équipements électriques, SDIS, etc...)

Le Titulaire est responsable de maintenir en conformité la sécurité de l'installation photovoltaïque. Il doit alerter le client de tous risques pour les biens et les personnes découlant de défaut technique.

Les opérations d'entretien seront réalisées lors des œuvres ouvrées des locaux, sous réserve de prise de rendez-vous auprès des opérateurs dans un délai de 5 jours avant intervention pour les opérations d'entretien, maintenance préventive et contrôle de conformité, sous 24 heures pour les opérations de maintenance curatives. Ce délai pourra être réduit sous réserve d'acceptation du département lors de la prise de rendez-vous.

8.5 BPU pour les prestations de renouvellement

Le Titulaire a la charge des opérations de remplacement des équipements suivants pour garantir le fonctionnement des installations sur le long terme :

- Le remplacement des onduleurs,
- Le remplacement des panneaux photovoltaïques.

Tous les travaux et prestations nécessaires au remplacement des matériels sont à la charge du Titulaire.

8.6 Sous-traitance

Le Titulaire pourra demander au maître d'ouvrage de sous-traiter la prestation de maintenance technique, qui après examen du sous-traitant proposé pourra l'accepter ou le refuser. Le Titulaire devra indiquer dès la remise de son offre le sous-traitant, ou la filiale le cas échéant, pressenti pour réaliser cette prestation.

8.7 Prise en main et connaissance du site

Les installations étant conçues et construites par le Titulaire, ce dernier reconnaît qu'il en aura une connaissance parfaite pour l'exécution du présent volet de maintenance pluriannuelle du marché, même si cette prestation est sous-traitée à une entité tierce.

8.8 Télésurveillance et supervision du fonctionnement

Le Titulaire devra assurer un suivi quotidien, jours ouvrés, du bon fonctionnement des installations via le système supervision, et notamment, pour chacune d'elle :

- S'assurer du bon démarrage des onduleurs par rapport à conditions d'ensoleillement
- S'assurer des retours de défauts des composants (onduleurs, automate...)
- S'assurer d'un ratio de performance cohérent avec la période et la capacité de l'installation
- S'assurer du bon fonctionnement des capteurs d'ensoleillement

Le contrôle quotidien peut être appuyé d'un paramétrage d'alertes dans l'outil de supervision.

Le Titulaire devra signaler au maître d'ouvrage :

- les défauts constatés amenant des pertes de production selon les meilleurs délais (voir paragraphe suivant)
- et dans les deux cas les actions prévues pour y remédier.

Le système de supervision devra permettre de distinguer les modes de valorisation de l'électricité : autoconsommation et injection du surplus, de façon à ce que le maître d'ouvrage ait connaissance de la part autoconsommée pour chacune des installations.

Le maître d'ouvrage aura un accès entier et complet au système de supervision, et aux données de fonctionnement et de contrôle du fonctionnement des installations, en temps réel, avec la possibilité effective d'y récupérer, ou d'y faire récupérer, automatiquement la totalité des données par différents protocoles.

Cet accès inclut un accès aux données en temps réel de tous les onduleurs de tous les sites (mise à disposition d'un port MODBUS TCP-IP et table d'échange sur les onduleurs à la charge du titulaire – raccordement et paramétrage de la réception à la charge du GHHS)

Les abonnements de communication des données sont à la charge du Titulaire.

8.9 Intervention sur défauts et dépannages, maintenance curative

Hors interventions programmées de maintenance périodique, dès qu'un défaut de fonctionnement, visible sur la supervision ou signalé par le maître d'ouvrage apparaît, le Titulaire s'engage à réaliser dans un délai de 48h un diagnostic à distance et à faire un rapport au maître d'ouvrage dans le même délai.

Le Candidat fournira dans son offre (voir « Cadre de réponse ») les délais d'intervention qu'il envisage de mettre en œuvre pour garantir sa production en fonction des seuils de perte de production.

Le Titulaire devra tout mettre en œuvre pour assurer le retour un fonctionnement normal des installations, effectuer les réparations et remplacement nécessaire, ou le cas échéant à réduire la perte de puissance. Il transmettra une synthèse sur son intervention au maître d'ouvrage par messagerie électronique dans les délais prévus au § ci-avant.

Les interventions sur défauts, les pannes et les dépannages n'ouvrent pas droit à la facturation des heures ou du matériels nécessaires aux diagnostics et réparations : la prestation demandée étant globale et forfaitaire.

Les exclusions suivantes sont toutefois prévues, et amèneront à une facturation, suivant le bordereau de prix unitaire du présent marché, des dépannages et déplacements éventuels :

- Vandalisme, vol ou détérioration par un tiers
- Détérioration par un tiers ou par des animaux
- Catastrophe naturelle et évènement météorologique extrême
- Pannes et défauts suite à des travaux refusés par le maître d'ouvrage
- Incendie sur cause extérieure aux installations photovoltaïques
- Défaut provoqué par un tiers hors du contrôle du Titulaire
- Manipulation inadéquate du maître d'ouvrage

Le Titulaire devra produire, pour les cas d'exclusions, un devis pour les réparations nécessaires, sous un délai de 10 jours. Ce devis devra être basé sur les prix prévus au bordereau de prix unitaire (BPU - Onglet 5 du Cadre de réponse).

En cas de danger grave imminent pour les biens ou les personnes, le Titulaire doit intervenir dans les meilleurs délais, au maximum suivant le délai le plus court indiqué dans le tableau ci-dessus.

Le Titulaire doit maintenir les installations dans un état technique conforme sécuritaire et conforme au norme et règlement en vigueur, quel que soit la nature des opérations de maintenance curative.

8.10 Maintien en fonctionnement du service de supervision

Le Titulaire aura une obligation de vérification et de contrôle du bon fonctionnement de la transmission des données des installations vers la plateforme de supervision, soit :

- Le contrôle de la compatibilité entre les matériels et logiciels (onduleurs, datalogger, routeur, réseau GSM ou internet, code, FTP, compteurs, SGE-tiers),
- Placement judicieux des équipements de transmission, notamment des antennes, qui seront déportées si nécessaire,

- Paramétrage des logiciels afin d'éviter les pertes de données (mise à jour perturbant le fonctionnement, robustesse des processus de transmission),
- Proposer toutes améliorations matériel nécessaire ou maître d'ouvrage sur la durée du présent contrat

Les différents déplacements pour défaut de communication seront inclus dans le forfait annuel de maintenance des installations. Les interventions pour des défauts de communication qui seraient dues à une défaillance du fournisseur d'accès (FAI, GSM ou internet) pourront être facturées conformément au prix bordereau du présent marché.

Au-delà de la période des deux ans de garantie, en cas de défaillance répétée de communication que le Titulaire ne pourrait pas résoudre sans remplacement de matériel, ou une modification de paramétrage importante, celui devra fournir au Maître d'ouvrage un rapport de diagnostic et un devis pour résolution du ou des défauts de communication. Après soumission du devis, et dans l'attente de la réalisation des travaux, le Titulaire ne sera pas tenu de se déplacer pour résoudre les défauts de communication. Le maître d'ouvrage est libre de faire appel à un tiers pour la réalisation des travaux préconisés par le Titulaire.

8.11 Disponibilité des pièces et composants de rechange

Le Titulaire devra assurer un stockage de pièces suffisants pour permettre une réparation rapide de tous types de pannes sur la durée du présent marché. Le Titulaire est responsable de sa stratégie de maintenance technique, afin de permettre le niveau de production attendue et la disponibilité cible.

Le Titulaire fournira la liste de pièces de rechanges effectivement disponibles, qui sera mise à jour régulièrement.

Pour le petit matériel, les pièces courantes (comme les fusibles, disjoncteurs, parafoudres, borniers, piles...), leur fourniture est incluse au forfait annuel, y compris au-delà de la période de garantie de 2 ans.

8.12 Rapports d'exploitation, de maintenance et d'intervention, carnet de santé

8.12.1 Rapport d'exploitation mensuel

Le Titulaire remettra chaque mois un rapport d'exploitation comprenant :

- Le cumul de la production totale, autoconsommée et réinjectée sur le réseau du mois
- Le cumul de l'ensoleillement sur le mois
- Le taux d'autoconsommation du mois
- Les index de production de chaque compteur
- Le ratio de performance (ratio du cumul d'irradiation et cumul de production)
- La disponibilité temporelle de chaque installation
- Le journal des événements et intervention
- La puissance maximale atteinte dans le mois

- Tableaux et courbes de suivi de la production et des indicateurs depuis le début de l'année en cours

Le Titulaire consignera dans le rapport d'exploitation mensuel les actions réalisées sur le site en cas d'intervention pour résolution d'un défaut. A la demande du maître d'ouvrage, pour les défauts occasionnant une perte de plus de 10% de production, un rapport détaillé à l'issue des interventions sera fourni par le Titulaire.

Le rapport d'exploitation sera remis avant le 15 du mois suivant.

8.12.2 Rapport annuel

Le Titulaire reprendra l'ensemble des éléments de l'année en cours dans un rapport remis au début de chaque année d'exploitation de l'année N – présentant le bilan de l'année N-1. Ce rapport annuel sera fourni chaque année, pour toutes les installations.

Afin de permettre au maître d'ouvrage le calcul de la disponibilité temporelle nette des installations, à compter de la date de Réception, le rapport annuel comprendra notamment un tableau de suivi du fonctionnement de chaque installation, mentionnant :

- Les dates et durée d'arrêt ou de défaut, qu'il soit programmé ou non prévu, de façon exhaustive
- Le nombre de panneaux et la puissance concernée par cet arrêt ou défaut
- L'identification des composants en défaut de production : chaînes PV, boîtes, onduleurs, poste transformation, etc. concernés
- La date de résolution du défaut ou la remise en fonctionnement en recouvrant la puissance concernée
- L'origine de l'arrêt ou du défaut

La non présentation de ce rapport fera l'objet de pénalités tel que défini au CCAP.

8.12.3 Carnet de santé et suivi de l'entretien et des opérations de maintenance

Le détail des opérations et interventions réalisées devront être consignées dans l'outil de supervision des installations. Sur demande du maître d'ouvrage, le Titulaire devra remplir un outil collaboratif numérique complémentaire de suivi des installations, si l'outil de supervision ne permet pas le renseignement de l'ensemble des données jugées nécessaires par le client et un accès et une visualisation facilitée.

La non-remise des rapports, et les retards de remise des rapports peuvent ouvrir droit à l'application des pénalités prévues au CCAP.

8.13 Contrôles réglementaires

Pendant toute la durée du contrat, des contrôles réglementaires de l'installation seront réalisés par le Titulaire. Il devra transmettre les rapports de conformité associés au sujet de sécurité des équipements et des locaux/surfaces mis à disposition.

Les PV de contrôle réglementaire seront fournis dans le rapport annuel.

Le Titulaire s'engage à lever les réserves associées à la sécurité dans un délai d'un (1) mois par la transmission d'un rapport de contre visite– sous peine de pénalités

8.14 Maintenance des équipements de protection des travailleurs et de sécurité

Le Titulaire devra maintenir, faire maintenir et remplacer le cas échéant, l'ensemble des équipements de sécurité, et notamment des moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs et citerne), équipement de sécurité des armoires électriques, transformateurs et du poste de livraison.

Le maître d'ouvrage pourra faire intervenir tout autre prestataire sur le site s'il le juge nécessaire.

Les interventions seront réalisées en respect des règlements de la commune et notamment en respect du règlement de voirie, en respect du code de la route.

8.15 Documents de prévention

Le coordonnateur SPS désigné par le Maître d'Ouvrage établira un plan de prévention commun et les DIUO à partir des documents fournis par l'entreprise. Le Titulaire devra fournir l'ensemble des contraintes techniques (au DOE et dans les rapports d'exploitation) pour l'élaboration de ces documents et tenir compte des risques engendrés par chaque installation.

9. Annexes

9.1 Annexe 1 – Installation PV : Textes réglementaires - Normes - Textes de référence

Les installations des matériels seront réalisées selon les règles de l'art, et contrôlés par l'organisme de contrôle.

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

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

L'installation des matériels sera soumise au respect des normes applicables aux travaux de bâtiments, notamment :

- La Norme NF P 03.001 - Cahier des Clauses générales applicables aux travaux de bâtiments : Cette norme rend obligatoire les D.T.U et Normes françaises pour les marchés privés dont la liste est publiée périodiquement dans les suppléments détachables des "Moniteur",
- Les produits non traditionnels (matériaux nouveaux) devront faire l'objet d'ATec acceptés par la Commission Technique de l'assurance. Dans le cas contraire, chaque cas fera l'objet d'un examen particulier,
- Règles NV révisées dernière édition pour le calcul neige et vent.
- DTU N° 43.3 - Cahier des clauses techniques - Cahier des clauses spéciales,
- DTU N° 20.12 - Maçonnerie des toitures et d'étanchéité - Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité
- DTU N° 43 et nouveau DTU N° 43.1 applicable depuis novembre 2004,
- DTU N° 60-11, 60-32, 60-33, 65-10,
- NF EN 1991-1-3/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige
- NF EN 1991-1-4/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent
- NF P 78-116 : Verre dans la construction/Modules PV incorporés au bâti/ Dimensionnement en toiture
- NF EN 1998-1 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments
- Recommandations professionnelles de la CSFE : Mise en œuvre traditionnelle de capteurs solaires rapportés sur revêtement d'étanchéité en toiture-terrasse (février 2011)

- Guide RAGE 2012 (Règles de l'art Grenelle de l'environnement 2012) : Conception, mise en œuvre et maintenance des systèmes PV par modules rigides sur toitures inclinées
- Normes Françaises : NFP 84.300 à NFP 84.316, NFP 30-301, 36 410, 16 352, 41 201 à 204, NFP 54 002 et 54 028,
- Normes AFNOR en vigueur,
- Les ATec,
- Les règlements, décrets, complétant ou modifiant les documents susvisés, ayant trait aux présents travaux et connus au jour de la soumission,

En cas de réédition, de modification ou de mise à jour, le document de référence est celui qui est en vigueur à la date de consultation des entrepreneurs.

L'installation des matériels sera soumise au respect des guides et normes de l'industrie PV, des normes relatives aux installations électriques BT, notamment :

- NF C 15-100 Installations électriques à BT
- NF C 14-100 Installations de branchement à BT
- NF C 18-510 Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique
- NF C 17-100 Protection contre la foudre - Protection des structures contre la foudre – Installation de paratonnerres
- NF C 17-102 Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
- NF EN 50521 (C 57-339) Connecteurs pour systèmes PV – Exigences de sécurité et essais
- NF EN 60947-1 (C 63-001) Appareillage à BT - Partie 1 : Règles générales
- NF EN 60947-2 (C 63-120) Appareillage à BT - Partie 2 : Disjoncteurs
- NF EN 60947-3 (C 63-130) Appareillage à BT - Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs sectionneurs et combinés-fusible
- NF EN 61215 (C 57-105) Modules PV (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation
- NF EN 61439 Ensembles d'appareillages à BT
- NF EN 61557-8 (C 42-198-8) Sécurité électrique dans les réseaux de distribution BT de 1000 V c.a. et 1 500 V c.c. Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection - Partie 8 : Contrôleurs d'isolement pour réseaux IT.
- NF EN 61643-11 (C 61-740) Parafoudres basse-tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes de distribution BT - Prescriptions et essai
- NF EN 62262 (C 20-015) Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)
- NF EN 62305-1 (C 17-100-1) Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux
- NF EN 62305-2 (C 17-100-2) Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation du risque
- NF EN 62305-3 (C 17-100-3) Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
- UTE C 15-105 Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques

- UTE C 15-400 Guide pratique - Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution
- UTE C 15-520 Guide pratique - Canalisations - Modes de pose – Connexions
- UTE C 32-502 Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes PV
- UTE C 61-740-51 Parafoudres BT – Partie 51 : Parafoudres connectés aux installations de générateurs PV - Exigences et essais
- UTE C 61-740-52 Parafoudres BT - Parafoudres pour applications spécifiques incluant le CC - Partie 52 : Principes de choix et d'application - Parafoudres connectés aux installations PV
- DIN VDE 0126-1-1 Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public BT
- NF EN 61558-2-4(C 52-558-2-4) Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues -Partie 2-4 : Règles particulières pour les transformateurs de séparation des circuits pour usage général
- UTE C 18-510 Recueil d'instructions générales d'ordre électrique
- NF C 57 1xx ou ISPRA Onduleurs (convertisseurs statiques)
- NF C 58 4xx et NF C 58 510 Appareillages d'installation
- CEI 60364-7-712 Installation électriques dans le bâtiment - Partie 7-712 Règles pour les installations et emplacements spéciaux - Alimentations PV solaires (PV) (mai 2002)
- CEI 61000-3-2 Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-2 : limites - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieurs ou égal à 16 A par phase).
- CEI 61723 Sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau et montés sur les bâtiments
- NF EN 60 439 Coffrets et armoires électriques
- NF EN 60529 Norme pour les boîtiers de connexion et de raccordement
- NF EN 61173 Protection contre les surtensions des systèmes PV (PV) de production d'énergie – Guide
- NF EN 61727 Systèmes PV (PV) - Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau,
- NF EN 61730-1 (C 57-111-1) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (PV)- Partie 1 : Exigences pour la construction.
- NF EN 61730-2 (C 57-111-2) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV- Partie 2 : Exigences pour les essais
- NF EN 62305-1 (C 17-100-1) Protection contre la foudre-Partie 1 : Principes généraux
- NF EN 62305-2 (C17-100-2) Protection contre la foudre-Partie 2 : Evaluation du risque
- NF EN 62305-3 (C17-100-3) Protection contre la foudre-Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
- NF C 12-100 relative aux branchements électriques de première catégorie
- NF C 13-100 Postes de livraison raccordés au réseau de distribution publique de 1 à 33 kV
- UTE C 15-400 Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution,
- UTE C 15-443 Guide pratique-Protection des installations électriques basses tension contre les surtensions d'origine atmosphériques ou dues à des manœuvres. Choix et installation des parafoudres
- UTE C 15-712 Installations de générateurs PV solaires.
- UTE C 18 510 Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique
- UTE C 18 530 Carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité
- UTE C 57-300 Paramètres descriptifs d'un système PV

- UTE C 57-310 Transformation direct de l'énergie solaire en énergie électrique
- NF EN 50380 (C 57-201) Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules PV
- NF EN 60904-3 (C 57-323) Dispositifs PV - Partie 3 : Principes de mesure des dispositifs solaires PV (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence
- NF EN 61730-1 (C 57-111-1) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (PV) - Partie 1 : Exigences pour la construction
- NF EN 61730-2 (C 57-111-2) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (PV) - Partie 2 : Exigences pour les essais
- NF EN 61723 Sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau et montés sur les bâtiments.
- NF EN 61724 Norme internationale donne des recommandations relatives aux procédures pour le suivi des caractéristiques énergétiques des systèmes PV

Et des textes réglementaires suivants :

- Décret n° 2007-1280 du 28 août 2007 relatif à la consistance des ouvrages de branchement et d'extension des raccordements aux réseaux publics d'électricité ;
- Décret n° 2006-555 du 17 mai 2006 relatif à l'accessibilité des établissements recevant du public, des installations ouvertes au public et des bâtiments d'habitation et modifiant le code de la construction et de l'habitation ;
- Décret n° 2003-229 du 13 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les installations en vue de leur raccordement aux réseaux publics de distribution ;
- Arrêté du 23 Avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de distribution d'une installation de production d'énergie électrique ;
- Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de distribution d'une installation de consommation d'énergie électrique ;
- Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 juin 1980 relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public ;
- Textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques ;
- Arrêté du 18 octobre 1977 relatif au règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique ;
- Décret n° 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques ;
- La circulaire DRT 89-2, 6 février 1989, Application du décret 88-1056,
- Arrêtés pris par les préfets et par les maires concernant l'urbanisme, la voirie et l'hygiène.

Ainsi qu'aux guides références suivants :

- Spécifications ERD : B6, C1, C2, C8 (ADEME-EDF).

- Mise en œuvre des capteurs PV dans le bâtiment (CSTB).
- Le Guide EDF/ARD (2003) : Accès au réseau basse-tension pour les installations PV - Conditions techniques et contractuelles de raccordement
- Le guide de l'ADEME (2008) : Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations PV – Guide pratique à l’usage des bureaux d’étude et installateurs,
- Le guide de l'ADEME (2004) : Systèmes PV raccordés au réseau - Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du MOA,
- Le guide de l'ADEME (2001) : Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables.

Ainsi qu'aux normes internationales CEI, ou européennes CEN et françaises UTE lorsqu'elles existent sur ce sujet.

Cette liste n’est pas exhaustive, mais un rappel des principaux textes officiels applicables à ce projet.

9.2 Annexe 2 – Structures : Textes réglementaires - Normes - Textes de référence

La conception, les calculs, la fabrication en usine, l'exécution sur chantier, la mise en œuvre et le réglage de l'ouvrage, la nature et la qualité des matériaux, la protection de l'ouvrage, la réception et les essais de tout ou partie des ouvrages sont, dans leur ensemble, conformes aux normes, règlements, prescriptions techniques et recommandations professionnelles en vigueur, dans leur édition la plus récente.

Les matériaux ou ensembles non traditionnels doivent faire l’objet d’un Avis Technique accepté par l’A.F.A.C., ou d’un avis favorable de la part d’un Contrôleur technique agréé.

Les principales règles appliquées pour la charpente métallique sont définies dans les paragraphes suivants (sans que cette liste ne soit exhaustive) :

Règles de calculs

- NF EN 1990 Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
- NF EN 1991 Eurocode 1 : Actions sur les structures – Charges d’exploitation et Charges climatiques
- NF EN 1992 Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- NF EN 1993 Eurocode 3 : Calcul des structures en acier
- NF EN 1994 Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton
- NF EN 1995 Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
- NF EN 1996 Eurocode 6 : Calcul des structures en maçonneries
- NF EN 1997 Eurocode 7 : Calcul géotechnique
- NF EN 1998 Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance au séisme
- NF EN 1999 Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium
- Annexes nationales en vigueur

Documents techniques unifiés

- D.T.U. 32.1 Construction métallique : Charpentes en acier
- DTU 21 Béton armé - Exécution des ouvrages en béton
- DTU 13.2 Travaux de fondations profondes pour le bâtiment

Normes pour l'exécution

- NF EN 1090-1 et NF 1090-2 Exécution des structures en acier et des structures en aluminium
- NF P 22-101-2/CN Exécution des structures en acier et des structures en aluminium : Annexe nationale à la NF EN 1090-2
- NF EN 1536 Exécution des travaux géotechniques spéciaux - pieux forés

Normes de produits

Nuances et qualités des aciers de construction :

- NF EN 10025-1 Produits laminés à chaud en aciers de construction non alliés
- NF EN 10210-1 Profils creux pour la construction finis à chaud en aciers de construction non alliés et à grains fins

Éléments de fixation :

- NF EN 15048-1 à 2 Boulonnerie de construction métallique non précontraint
- NF EN 14399-1 à 10 Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte

Toutes les normes sur les produits sidérurgiques, notamment celles relatives aux traitements des états de surface.

Outre les Normes et D.T.U. précités, la qualité des matériaux mis en œuvre et l'exécution des ouvrages devra répondre aux caractéristiques et conditions contenues dans les documents suivants :

- Recommandations du Centre Technique Industriel de la Construction Métallique
- Recommandations de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (OTUA)
- Règles de sécurité incendie (voir recommandations Effectif)
- Code du travail

L'entrepreneur du présent lot devra se tenir informé de toutes modifications pour lesquelles ces documents ont pu être sujet avant l'exécution des travaux.

Ainsi qu'aux normes internationales CEI, ou européennes CEN et françaises UTE lorsqu'elles existent sur ce sujet.

Cette liste n'est pas exhaustive, mais un rappel des principaux textes officiels applicables à ce projet.