



MARCHE N° M21-82-0022

**TRAVAUX D'INSTALLATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES EN
AUTOCONSOMMATION TOTALE EN TOITURE**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
(CCTP)**

Le présent CCTP comporte 35 pages numérotées de 1 à 35

BET Solaire :
TECSOL SA
74, cours de Vincennes
75012 PARIS
sebastien@tecsol.fr
06 50 38 71 85

Objet du marché	4
1.1.1.1 Présentation des offres :	4
Présentation du projet solaire photovoltaïque – Nature des travaux	4
1.1.1.2 Situation	8
1.1.1.3 Calculs de dimensionnement	8
Nature et limites des prestations	8
1.1.1.4 A la charge de la présente section technique :	8
COORDINATION / LIMITES DE PRESTATIONS	10
OBLIGATIONS DE L'ENTREPRISE	10
1.1 Avertissements aux entreprises	10
1.2 Prestations globales	10
1.3 Visite sur site	10
1.4 Plans et notices	10
SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DE L'INSTALLATION	11
1.5 Domaine d'application	11
1.6 Conditions de fonctionnement	11
1.7 Textes réglementaires, normes et textes de références	11
1.8 Travaux à proximité de réseaux	16
1.1.1.5 DT et DICT	16
1.1.1.6 Marquage, piquetage	16
1.1.1.7 Utilisation d'engins de chantier	16
1.1.1.8 Dommages sur un réseau	17
1.1.1.9 Interruptions de travaux	17
1.1.1.10 Plans d'exécutions	17
1.1.1.11 Plans de récolement	17
SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE	17
1.9 Domaine d'application	17
1.10 Conditions de fonctionnement	17
1.10.1 Capteurs solaires en toiture	17
1.10.2 Conditions ambiantes	17
1.11 Structure secondaire	18
1.12 Modules	18
1.13 Mise à la terre	19
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	20
1.14 Chaînes de modules (branches de modules)	20
1.15 Mise à la terre et liaison équipotentielle	20
1.16 Boîtes de jonction cc (BJs)	21
1.17 Coffrets cc	22
1.18 Onduleurs	22

1.19	<i>Raccordements ca onduleurs – coffrets ca</i>	22
1.20	<i>Coffrets ca</i>	23
1.21	<i>Raccordements coffrets ca – armoire générale solaire</i>	23
1.22	<i>Limitation de puissance</i>	23
1.23	<i>Mesures, stockage et affichage</i>	23
1.24	<i>Matériaux et appareillages</i>	23
1.25	<i>Câbles et cheminements</i>	23
1.25.1	<i>Généralités</i>	23
1.25.2	<i>Section des câbles</i>	24
1.25.3	<i>Connecteurs</i>	24
1.25.4	<i>Cheminements</i>	24
1.25.5	<i>Repérage</i>	24
PRESTATIONS DIVERSES		26
1.26	<i>Documentation techniques à fournir</i>	26
1.26.1	<i>À la remise de l'offre</i>	26
1.26.2	<i>Avant travaux</i>	26
1.26.3	<i>Avant réception</i>	26
1.27	<i>Réception</i>	27
1.28	<i>Contrat de maintenance de la centrale photovoltaïque</i>	27
1.29	<i>GARANTIES</i>	28
1.30	<i>Décennale</i>	29
1.31	<i>Matériel</i>	29
1.31.1	<i>Performances</i>	29
DÉLAI DE RÉALISATION		29

AVERTISSEMENT :

L'offre du soumissionnaire est supposée tenir compte de toutes les difficultés éventuelles inhérentes à son marché et devra assurer les éventuels renforcements de structures liés à son intervention.

Objet du marché

Le présent marché a pour objet la création d'installation photovoltaïque sur la toiture du bâtiment du CND à Pantin.

L'électricité produite sera autoconsommée par le bâtiment.

Le CCTP est complété par la DPGF et les plans et schémas de l'opération, et a pour buts essentiels de :

- Fixer les modalités d'exécution des ouvrages devant être réalisés par l'entrepreneur,
- Rappeler les spécifications générales auxquelles doivent répondre les équipements et matériels proposés par l'entrepreneur,
- Définir les conditions de mises en service et de livraison des ouvrages,
- Rappeler les garanties devant être données par l'entrepreneur quant au fonctionnement des installations qu'il a réalisées.

La description des ouvrages et équipements n'ayant pas un caractère limitatif, l'adjudicataire des travaux doit prévoir dans son offre tous les travaux nécessaires pour assurer l'achèvement complet des travaux qui concerne son corps d'état, sans qu'il puisse ne prétendre à aucune majoration du prix forfaitaire pour raison d'omission dans les plans, descriptifs ou annexes.

Si des incohérences entre les différentes pièces apparaissent, il appartient à l'entrepreneur d'en informer le maître d'ouvrage en lui demandant les instructions nécessaires quant aux modalités d'exécution de l'ouvrage concerné.

Il est précisé aux entreprises que leurs interventions pourront être fractionnées selon les instructions du maître d'œuvre en fonction de l'avancement général du chantier sans que le soumissionnaire puisse demander un supplément de prix.

Pendant la réalisation de ses travaux, l'entreprise veillera à ne pas détériorer les ouvrages existants, le remplacement ou la remise en état identique à l'existant seront à la charge de l'entreprise reconnue responsable de la dégradation.

L'entreprise devra la protection de ses équipements jusqu'à la réception et réparera à ses frais les ouvrages de son lot dégradé par des personnes non identifiées ou du fait qu'elle aurait omis de les protéger.

1.1.1.1 Présentation des offres :

La DPGF sera complétée scrupuleusement et intégralement. Cette pièce sera obligatoirement présentée sur le modèle original.

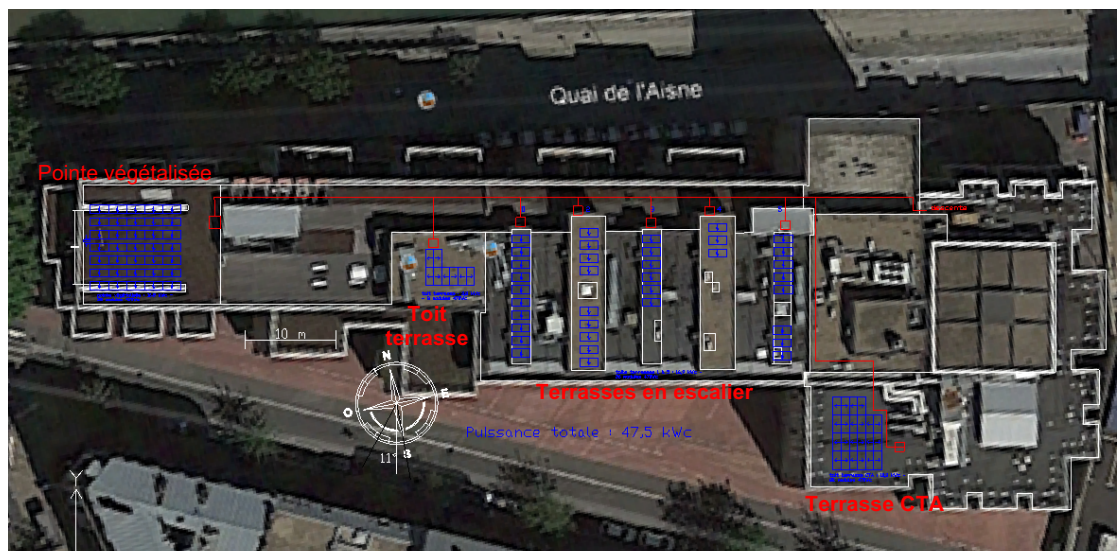
Présentation du projet solaire photovoltaïque – Nature des travaux

Le maître d'ouvrage souhaite équiper sa toiture d'un générateur photovoltaïque en autoconsommation, pour couvrir une partie des besoins énergétiques de ce site.

Il s'agit d'une **installation en autoconsommation non sécurisée** (sans batteries), connectée au réseau local d'électricité, sans vente de surplus de la production photovoltaïque au réseau public de distribution d'électricité.

Les modules, en verre-tedlar cadrés avec cellules au silicium cristallin, ainsi posés sur les structures auront les fonctions suivantes :

- produire de l'électricité à partir du rayonnement solaire,
- couvrir tout ou partie des besoins électriques du site et de ses équipements
- réduire l'impact CO₂ du Maître d'Ouvrage



Possibilités d'implantation

Les modules seront posés sur plusieurs zones :

		1	2	3						4	1 2 3 4
		Pointe végétalisée	toit terrasse	terrasses en escalier						Terrasse CTA	Total
				1	2	3	4	5	1 à 5		
Inclinaison	°	20	10	20	20	20	20	20	20	10	
Orientation	°	11° SO	101°SO / 79°SE	11° SO	11° SO	11° SO	11° SO	11° SO	11° SO	101°SO / 79°SE	
nombre modules	u	35	8	10	9	6	3	8	36	22	101
Puissance unitaire	Wc	470	470	470	470	470	470	470	470	470	
Onduleur	kVA	17	3						15	10	45
puissance	kWc	16,5	3,8	4,7	4,2	2,8	1,4	3,8	16,9	10,3	47,5

- **1 - Pointe végétalisée** : conservation des sedums dans barquettes, mise en place de plots support sur terrasse, avec relevés d'étanchéité, les modules reposeront sur une structure métallique galvanisée à chaud et plots solidaires de la toiture (marque ODCO ou équivalent) et reposant sur les murets.



Pointe végétalisée

- **2 - Toit terrasse** : Les modules photovoltaïques seront inclinés de 10° et lestés sur la toiture terrasses (protection étanchéité gravillonnaire).



Toit terrasse

- **3 - Terrasses en escalier** : 5 terrasses techniques seront équipées, il s'agira de mise en place de plots supports sur terrasse, avec relevés d'étanchéité, les modules reposeront sur une structure métallique galvanisée à chaud et plots solidaires de la toiture (marque ODCO ou équivalent)



Terrasses en escalier

- **4 - Terrasse CTA:** Les modules photovoltaïques seront inclinés de 10° et lestés sur la toiture terrasse.



Terrasse CTA

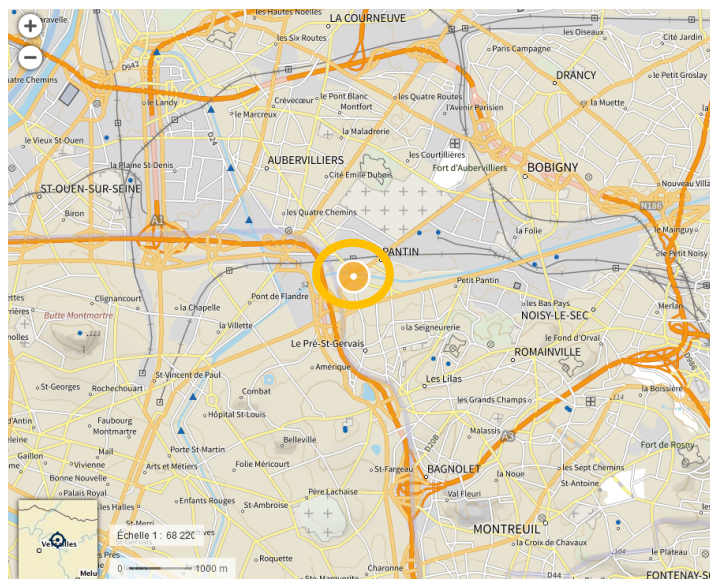
Enfin, un DIAG structure sera remis au cours de la consultation, il sera demandé de répondre au DPGF pour les éventuels renforcements éventuels selon les conclusions du DIAG structure (contact BET TEC.CO Monsieur NAFTAH – 06 09 04 20 32 - structure@tecco.fr).

TECSOL est en charge de la demande de raccordement du projet à ENEDIS, et de la dépose de la Déclaration Préalable de travaux à la mairie de Pantin.

1.1.1.2 **Situation**

Situation du chantier :

1 rue Victor Hugo, 93507 Pantin



Carte IGN (source : Géoportail)

1.1.1.3 **Calculs de dimensionnement**

La station météorologique de PANTIN sera à retenir et à utiliser pour tous les calculs énergétiques liés à ce projet. Les valeurs de rayonnement global et de température de l'air ambiant pour cette station, provenant des bases de données de *Météonorm 8.0*.

Le nombre de modules par ombrière et leur taille sont donnés à titre indicatif par le CCTP.

Les plans de calepinage pour l'implantation des modules sont joints dans le carnet de plans.

Les onduleurs seront placés au plus proche des modules.

Les modules photovoltaïques proposés auront une puissance unitaire minimale de 470 Wc et les dimensions suivantes 2067 x 1046 mm

Ils devront être de tolérance positive.

Les modules seront posés en mode paysage.

Le site est alimenté par un tarif vert d'abonnement HTA Pointe Fixe LU de puissance souscrite 240 kVA. Le numéro de PRM est le 30002251900876.

La consommation annuelle électrique est de 800MWh/an.

La centrale photovoltaïque viendra se raccorder au niveau du TGBT au R-1. Un dispositif de coupure sera également mis en place ainsi qu'un système de monitoring.

L'ensemble des câbles des liaisons CC et CA de l'installation chemineront sur chemins de câbles capotés.

Nature et limites des prestations

Le Maître d'Œuvre pour l'opération est mandaté dans le cadre de la loi MOP pour les missions AVP, PRO, ACT, VISA, DET, AOR ainsi que la mission OPC

1.1.1.4 **A la charge de la présente section technique :**

- Les études, notes de calcul, plans et nomenclatures nécessaires à l'établissement ou à la mise au point du projet, suivant les dispositions des règles de l'art et de calculs y compris les notes de calculs de tenue aux actions de la neige et du vent sur les modules et la structure

- La fourniture de l'ensemble des plans d'exécution avant réalisation sur la partie électrique BT, y compris les plans d'implantation de la structure secondaire, des modules et des plans de câblage des modules entre eux jusqu'au point de raccordement (y compris la mise à la terre),
- L'établissement des aires de travail convenablement aménagées,
- Fourniture, pose et dépose de l'ensemble des équipements de sécurité nécessaires au chantier (filets de protection, garde-corps...),
- Tous moyens de mise en œuvre et de levage (grues, nacelles, ...),
- Nettoyage du chantier et évacuation des déchets,
- La fourniture, la pose des modules photovoltaïques et de leur système de supportage.
- Le raccordement des modules entre eux jusqu'aux boîtes de jonction (BJs) et coffrets CC, y compris câbles et chemins de câbles,
- La fourniture, la pose et le raccordement des BJS et coffrets de protection CC et CA,
- La fourniture, la pose et le raccordement d'un conducteur d'équipotentialité, relié à la barrette générale de terre de l'installation, et reliant toutes les structures métalliques des modules, toutes les structures métalliques support, tous les chemins de câbles et armoires métalliques,
- La fourniture et la pose du câblage et des chemins de câble entre les coffrets CC et les onduleurs,
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs équipés de cartes de communication RS485 ou autre, du câblage et des chemins de câble entre les onduleurs et les coffrets CA,
- La fourniture, la pose et le raccordement des coffrets CA équipés des organes de sécurités électriques, des protections foudre
- La fourniture, la pose et le raccordement d'une armoire générale solaire en toiture équipée des organes de sécurités électriques, des protections foudre, des organes de coupure photovoltaïques CA, d'un compteur d'énergie, du système de monitoring Tecsol One Autoconso
- La fourniture, la pose et le raccordement des liaisons triphasées en chemin de câble et fourreaux enterrés, entre les coffrets CA et le TGBT du R-1,
- La fourniture, la pose, et le raccordement des sondes de mesures, des appareils d'acquisition, de stockage, d'affichage et de communication des données nécessaires au télé suivi, y compris relais de communication,
- La fourniture, la pose et le raccordement de toutes les liaisons électriques, de mesures et de télécommunications, y compris gaines, goulottes, chemins de câbles, câbles, percements et rebouchages, nécessaires au bon fonctionnement de l'installation,
- La fourniture, la pose et le raccordement d'un arrêt d'urgence (AU), y compris relayage pour coupure au niveau de l'armoire générale solaire,
- La fourniture, la pose et le raccordement d'un arrêt d'urgence (AU) à l'accueil du bâtiment, y compris relayage pour coupure au niveau de l'armoire générale solaire,
- La fourniture, la pose, le raccordement et la programmation d'un limiteur de puissance interdisant l'injection d'énergie sur le réseau de distribution publique, y compris prises de mesure et liaisons aux onduleurs
- La fourniture et la pose dans les coffrets photovoltaïques d'une barrette générale de terre, et le raccordement de l'installation à la prise générale de terre du bâtiment,
- La continuité du conducteur général d'équipotentialité du champ photovoltaïque jusqu'à la barrette générale de terre,
- La mise à la terre équipotentielle de l'ensemble des installations BT à partir de la barrette générale de terre,
- Le repérage durable de toutes les liaisons CC, CA, commandes, mesures et communications installées,
- Les affichages réglementaires durables, intérieurs et extérieurs,
- Les essais et contrôles des installations,
- La mise en service de l'installation et les garanties,
- L'élaboration du dossier et les démarches pour l'obtention du certificat CONSUEL
- La réalisation et la diffusion des Dossiers d'Ouvrages Exécutés et des pièces nécessaires à la réalisation du Dossiers d'Interventions Ultérieurs sur l'Ouvrage.

Qualification

L'Entrepreneur devra justifier d'une qualification en droit de validité. A cet effet, il joindra à sa soumission un certificat de qualification professionnelle de l'année en cours.

L'Entrepreneur devra justifier de certifications « QUALIF ELEC », « QualiPV » modules « électricité » ou de certifications équivalentes délivrées par un organisme reconnu par le COFRAC ou le Grenelle de l'Environnement.

COORDINATION / LIMITES DE PRESTATIONS

L'entreprise attributaire du présent lot doit l'ensemble des prestations afférentes à la réalisation des travaux suivant la liste non limitative des travaux dus ou exclus, énumérés ci-après, pour chaque corps d'état concerné.

OBLIGATIONS DE L'ENTREPRISE

1.1 Avertissements aux entreprises

Le soumissionnaire s'engage à mettre à la disposition du chantier la main d'œuvre qualifiée et tout l'outillage et fournitures nécessaires à la réalisation et au parfait achèvement de ses travaux dans les délais prescrits au planning général.

Le Maître d'Œuvre pour l'opération est mandaté pour la mission OPC, un planning décomposé en tâches sera fourni durant la période de préparation. Le calendrier d'exécution est à la charge du présent lot.

D'une façon générale, le soumissionnaire ne pourra invoquer une omission, ni aucune mauvaise interprétation des documents du C.C.T.P. pour refuser de fournir ou de monter un dispositif assurant le bon fonctionnement de l'installation. Toute anomalie constatée devra être aussitôt signalée au Maître d'Œuvre.

Le soumissionnaire est entièrement responsable de tout dommage occasionné au site ainsi qu'à des tiers par les travaux de sa section technique. Il sera responsable de la remise en état du site après travaux. Le matériel ou installations sur site, nécessitant d'être manipulé ou déplacé, devront être remis au Maître d'Ouvrage en état.

En toute hypothèse, pour l'établissement de son offre, le soumissionnaire tiendra compte des travaux décrits aux C.C.T.P. et de l'état de l'existant susceptible d'interférer avec ses propres prestations.

1.2 Prestations globales

L'énumération du matériel 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 la D.P.G.F. (Décomposition du Prix Global et Forfaitaire) sont indicatives, le soumissionnaire a la responsabilité de vérifier ces quantités (Offre globale, forfaitaire et définitive).

1.3 Visite sur site

L'attestation de visite sera complétée.

Le soumissionnaire reconnaît avoir contrôlé et reconnu les lieux, avoir estimé les difficultés qu'il pourrait rencontrer, l'importance des travaux à exécuter, et l'adéquation de son matériel ainsi que de sa proposition avec les contraintes particulières de ce projet avant la remise de son offre.

Il devra s'assurer des données transmises, de la possibilité de respecter les cotes données, et s'engage à signaler toutes les erreurs ou omissions au Maître d'Œuvre.

Il ne pourra donc se prévaloir d'un manque de connaissance des lieux et conditions d'exécution de son marché.

1.4 Plans et notices

Avant tout début des travaux, selon les dispositions générales, le soumissionnaire devra soumettre à l'agrément du Maître d'Œuvre et du Bureau de Contrôle tous les calculs et plans techniques d'exécution, et toutes les informations nécessaires pour une parfaite compréhension et une parfaite mise en œuvre de l'ensemble de ses ouvrages.

Faute par lui de remplir cette obligation dans les délais nécessaires (acceptation, plans, approvisionnements, fabrications, etc....), le soumissionnaire pourra se voir refuser l'implantation et le choix de ses matériaux.

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 fait l'objet d'un plan approuvé.

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 joints d'étanchéité, les cotes de réservations et toutes données utiles à la compréhension des ouvrages,
- le plan de calepinage des structures secondaires avec la notice de montage et les plans de détails et coupes de précisions de montage
- le plan de calepinage des modules, avec répartition des panneaux par branche, et par onduleur,
- l'ensemble des plans, schéma et synoptiques nécessaires à la réalisation de l'ensemble de ses prestations,
- les notes de calcul CA/CC

Avant toute mise en fabrication, le titulaire de la présente section technique devra vérifier sur place les cotes des réservations et le cas échéant, demander les rectifications qui s'imposent. En aucun cas, il ne pourra se prévaloir lors de la mise en œuvre, d'erreurs de dimensions ou de difficultés de mise en place.

Aucun perçage sur chantier ne sera accepté.

Les reconnaissances de supports devront être faites au moins une semaine avant la date prévue pour la pose, afin de permettre les reprises éventuelles.

Le titulaire de la présente section technique devra la réception de ses ouvrages nécessaires au parfait fonctionnement du générateur photovoltaïque. Cette réception sera effectuée conjointement avec le Maître d'Œuvre et le Maître d'Ouvrage.

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

Avant réception des travaux l'entreprise devra la réalisation et la diffusion :

- des Dossiers d'Ouvrages Exécutés
- des Dossiers d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage,
- de la liste de tout le matériel utilisé avec les références et la provenance des divers matériaux.
-

SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DE L'INSTALLATION

1.5 Domaine d'application

La centrale fonctionne en auto-consommation. L'excédent de production ne sera pas injecté sur le réseau – les onduleurs devront moduler leur puissance afin d'éviter toute réinjection sur le réseau public de distribution.

1.6 Conditions de fonctionnement

L'installation ayant une durée de vie prévue d'au moins 20 ans, du matériel résistant, fiable, bénéficiant de solides références est donc nécessaire, tant pour les composants principaux que pour les accessoires de montage, afin de requérir la maintenance la plus réduite possible et de résister à la corrosion et aux dégradations à long terme.

1.7 Textes réglementaires, normes et textes de références

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

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

- des biens et des personnes,
- 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 en marchés privés, 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'avis techniques acceptés par la Commission Technique de l'assurance. Dans le cas contraire chaque cas fera l'objet d'un examen particulier,
- règles N84 modifié février 2009 : actions de la neige sur les constructions,
- règles NV 65 modifié février 2009 : Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes,
- DTU n° 40.22 couverture en tuile cuite
- DTU N° 43.3 - Cahier des clauses techniques - Cahier des clauses spéciales,
- DTU N° 40.35 - Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues,
- 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,
- 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,
- le cahier vert édition de la Chambre Syndicale Nationale des Entrepreneurs d'étanchéité,
- les avis techniques,
- les règlements, décrets, complétant ou modifiant les documents susvisés, ayant trait aux présents travaux et connus au jour de la soumission,
- règles NV révisées dernière édition pour le calcul neige et vent.
- Mise en œuvre des capteurs PV dans le bâtiment (CSTB).
- NF EN 795 Équipement de protection individuelle contre les chutes - Dispositifs d'ancrage
- Code de l'environnement notamment article L554-1 à L554-5, R 554-1, R544-2, R 554-22 V, R 554-32 et article R 554-33
- Code du travail notamment Articles L4121-2, R 4321-4, R4323-55 et R4323-56
- Arrête du 13 juillet 2000 Réseaux de distribution gaz
- Arrêté du 15 février 2012 modifié relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution
- Arrêté du 19 février 2013 modifié portant sur la certification des prestataires en géoréférencement et en détection des réseaux
- Arrêté du 22 décembre 2015 Contrôle de compétences

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 normes de l'industrie photovoltaïque et des normes relatives aux installations électriques basse tension, notamment :

NF S 70-003	relative aux travaux à proximité de réseaux
NFC 18-510	Travaux à proximité des ouvrages électriques
NF EN 12889	Assainissement
NF P 98-331 et NF P 98-332	Chaussées et dépendances
NF EN 50380 (C 57-201)	Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques
NF EN 50521 (C 57-339)	Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais

NF EN 60269-1 (C 60-200-1)	Fusibles basse tension - Partie 1: Règles générales
NF EN 60904-3 (C 57-323)	Dispositifs photovoltaïques - Partie 3: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence
NF EN 60947-1 (C 63-001)	Appareillage à basse tension - Partie 1: Règles générales
NF EN 60947-2 (C 63-120)	Appareillage à basse tension - Partie 2: Disjoncteurs
NF EN 60947-3 (C 63-130)	Appareillage à basse tension - Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs sectionneurs et combinés-fusible
NF EN 61215 (C 57-105)	Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation
NF EN 61439	Ensembles d'appareillages à basse tension
NF EN 61557-8 (C 42-198-8)	Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension 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 basse tension - Prescriptions et essai
NF EN 61646 (C 57-109)	Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation
NF EN 61730-1 (C 57-111-1)	Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1: Exigences pour la construction
NF EN 61730-2 (C 57-111-2)	Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2: Exigences pour les essais
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: Évaluation du risque
NF EN 62305-3 (C 17-100-3)	Protection contre la foudre - Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF C 14-100	Installations de branchement à basse tension
NF C 15-100	Installations électriques à basse tension
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 photovoltaïques
NF C 17-100	Protection contre la foudre - Protection des structures contre la foudre –Installation de paratonnerres
UTE C 17-100-2	Guide pratique - Protection contre la foudre - Partie 2: Évaluation des risques
UTE C 17-108	Guide Pratique – Analyse simplifiée du risque foudre
UTE C 61-740-51	Parafoudres basse tension – Partie -51: Parafoudres connectés aux installations de générateurs photovoltaïques - Exigences et essais
UTE C 61-740-52	Parafoudres basse tension - Parafoudres pour applications spécifiques incluant le courant continu - Partie

	52: Principes de choix et d'application - Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques (en cours d'élaboration)
DIN VDE 0126-1-1	Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension
NF EN 50438 (C 11-101)	Prescriptions pour le raccordement de micro-générateurs en parallèle avec les réseaux publics de distribution à basse tension
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 15-401	Guide pratique - Groupes électrogènes - Règles d'installation
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
CEI 61000-3-2	Règles pour les installations et emplacements spéciaux - Alimentations photovoltaïques solaires (PV) (mai 2002)
CEI 61723	Comptabilité 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).
NF EN 60 439	Sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau et montés sur les bâtiments
NF EN 60529	Coffrets et armoires électriques
NF EN 61173	Norme pour les boîtiers de connexion et de raccordement
NF EN 61723	Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie – Guide
NF EN 61727	Sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau et montés sur les bâtiments.
NF EN 62305-1 (C 17-100-1)	Systèmes photovoltaïques (PV) - Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau,
NF EN 62305-2 (C17-100-2)	Protection contre la foudre-Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-3 (C17-100-3)	Protection contre la foudre-Partie 2 : Évaluation du risque
NF C 68 xxx	Protection contre la foudre-Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF C 12-100	Matériel de pose
NF C 13-100	relative aux branchements électriques de première catégorie
NF C 14-100	Postes de livraison raccordés au réseau de distribution publique de 1 à 33 kV
UTE C 15-400	Installations de branchement à basse tension
UTE C 15-443	Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution,
UTE C 15-712-1	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 18 510	Installations de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau
UTE C 18 530	Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique,
UTE C 57-300	Carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité
UTE C 57-310	Paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque
	Transformation direct de l'énergie solaire en énergie électrique

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 public¹ ;
- 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 panique² ;
- 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.
- 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 photovoltaïques - 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 photovoltaïques – Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs,
- le guide de l'ADEME (2004) : Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau - Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du Maître d'Ouvrage,
- le guide de l'ADEME (2001) : Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables,
- le document ENEDIS-PRO-RES_10E Étude de la protection de découplage pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA
- le document ENEDIS-NOI-RES_13E Protections des Installations de Production raccordées au Réseau Public de Distribution

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.

¹ UTE C 12-201 - Textes officiels relatifs à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public

² UTE C 12-061- Textes officiels relatifs à la sécurité contre l'incendie dans les immeubles de grande hauteur

1.8 Travaux à proximité de réseaux

1.1.1.5 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.

L'entreprise exécutant le présent marché de travaux 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 de travaux 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

1.1.1.6 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 de travaux 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 de travaux 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 de travaux rédige un compte rendu du marquage-piquetage contradictoirement avec le maître d'œuvre 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 de travaux.

La prestation comprend :

- le marquage-piquetage conformément au code couleur de la norme NF S 70-003-1 (Annexe G) ;
- le compte rendu de marquage-piquetage et le reportage photographique ;
- la maintenance pendant la durée des travaux.

1.1.1.7 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.

1.1.1.8 Domage 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'œuvre et le maître d'ouvrage, qui décidera des modalités de reprise des travaux.

1.1.1.9 Interruptions de travaux

En cas de nécessité, le maître d'œuvre ou l'entreprise pourra demander un arrêt de travaux. Celui-ci fera obligatoirement l'objet d'un constat contradictoire d'arrêt de travaux (CERFA N°14767*01).

Les conditions d'application des interruptions et arrêts de travaux sont fixées au CCAP.

1.1.1.10 Plans d'exécutions

Pendant toute la durée du chantier, l'entreprise titulaire du marché assurera la mise à jour des plans d'exécutions. Elle les mettra à disposition et les affichera dans le local de réunion prévu sur site à cet effet, pendant toute la durée des travaux.

1.1.1.11 Plans de récolement

Les plans de récolement seront réalisés par les entreprises, qui doivent tenir compte des contraintes légales en la matière dans leur offre.

Les plans de récolement seront réalisés conformément à la réglementation. En particulier, les plans des réseaux neufs, extension, les modernisations, les investigations et les réseaux non signalés seront établis selon les règles de classe A et géoréférencés. Ces plans devront être mis à disposition sur le site du Guichet Unique.

Le géoréférencement sera réalisé sur la base des coordonnées géodésiques légales : IGN 69 pour l'altimétrie et RGF 93 pour la planimétrie en France métropolitaine.

SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

1.9 Domaine d'application

Les modules photovoltaïques sont assimilables à des vitrages feuilletés et seront posés comme tels sur la structure primaire de l'ombrière. Ils doivent présenter, avec leur fixation, une résistance suffisante au vent, à la neige et à la foudre.

1.10 Conditions de fonctionnement

1.10.1 Capteurs solaires en toiture

L'installation sera exposée à des échauffements importants, tant de la structure que des joints, ou des vitrages et cadres des modules. Les dilatations différentielles entre le bâtiment existant et l'aluminium (structure secondaire, cadre des modules) devront être prises en compte dans la solution proposée.

On sera tout particulièrement attentif à la ventilation arrière des modules, notamment pour le choix du système de fixation.

1.10.2 Conditions ambiantes

L'ensemble du matériel doit être prévu pour les conditions ambiantes extérieures qui sont celles de ce projet, en particulier en ce qui concerne la corrosion et les couples galvaniques entre matériaux métalliques.

De fait, toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées dans un matériau résistant à la corrosion.

On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique.

Toute la visserie utilisée sera antocorrosion.

Il est nécessaire de vérifier l'adéquation des contraintes données par les Eurocodes pour la ville de PANTIN avec le système de fixation (structure secondaire) des modules photovoltaïques.

1.11 Structure secondaire

Le soumissionnaire sera en charge de dimensionner la structure porteuse des modules. Avant tout début des travaux l'entreprise devra soumettre à l'agrément du Maître d'Œuvre et du Bureau de Contrôle ses plans techniques de positionnement et de fixation des structures secondaires et tous les détails nécessaires pour une parfaite mise en œuvre. Elle devra donc :

- la fourniture d'une notice de montage,
- le plan de calepinage des structures secondaires,
- les plans de détails et coupes de précisions de montage,
- toutes notes de calcul demandées par la maîtrise d'œuvre.

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, etc... On veillera à ce que les cellules ne soient pas masquées, même partiellement par les serreurs type pare-closes.

L'entreprise devra spécifier au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre ses besoins ou préconisations, concernant notamment :

- la planéité de la structure primaire,
- la fixation de la structure secondaire,
- la mise à la terre des structures.

Ne seront examinées que les procédés ou produits faisant l'objet au jour de la passation du marché d'un Agrément Technique Européen (ATE) bénéficiant d'un Document Technique d'Application (DTA) ou d'un Avis Technique (ATec), valides et non mis en observation par la C2P de AQC, d'une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) avec avis favorable, d'un Pass'Innovation «vert » en cours de validité ou d'une Enquête de technique nouvelle (ETN) en cours de validité.

La zone photovoltaïque sera limitée aux zones exemptes d'ombre.

1.12 Modules

Les modules photovoltaïques en verre-tedlar cadrés, constitués de cellules au silicium cristallin, seront fournis, posés et raccordés par ce lot. Ils seront plans et devront satisfaire aux spécifications des essais de la norme NF EN 61 215 (IEC 61 215), NF EN 61730 (IEC 61730) et homologués en classe de sécurité électrique II (NF EN 61 140).

Les modules devront, au même titre que les autres éléments de la couverture, résister aux conditions climatiques extrêmes locales définies selon les normes Neige et Vents NV65 (DTU P 06-002, modifiée 2009) et N84 (DTU P 06-006, modifiée 2009), et répondre aux exigences des règles parasismiques pour la zone concernée.

Tous les modules proposés présenteront un aspect et une couleur identiques et sont aisément interchangeables. Leur puissance unitaire sera de 470 Wc minimum avec une tolérance de puissance positive.

Chaque livraison de modules sera accompagnée des certificats de flashage correspondants. Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de faire procéder à des mesures de « flashage » auprès du TÜV ou de CERTISOLIS (organismes indépendants) par échantillonnage des modules à la livraison sur chantier.

Ces modules sont plans et résistent aux conditions ambiantes climatiques décrites ci-après :

- Température : - 40° à + 85°C,
- Humidité relative : jusqu'à 100%,
- Vitesse du vent : jusqu'à 190 km/h (bourrasques),
- Précipitations : pluie battante continue ou grêle (grêlons < 25 mm),
- Charge supportée : au vent 2400 N/m² minimum, et à la neige 5400 N/m² minimum,

Ils répondent aux caractéristiques techniques suivantes :

- Puissance nominale minimale 470 Wc
- Tolérance de puissance : 0/+5W,
- Tension maximum (selon classe de protection II) : 1000 ou 1500 V,
- Boîtier de connexion étanche en face arrière :

- Épaisseur maxi 45mm,
- 2 diodes by-pass,
- Passage des câbles par 2 presse-étoupe,
- Pré-câblés avec du câble solaire double isolation de section 6 mm² ou 4 mm².
- Connecteurs débrochables de classe II, détrompeur, polarité clairement identifiée,

1.13 Mise à la terre

Les structures primaires et secondaires (système de fixation des modules) et les modules seront interconnectés à un conducteur de protection général.

Plus précisément, la structure secondaire sera mise à la terre. En effet les rails du système seront mis à la terre via un conducteur de protection général. Les modules, quant à eux, pourront être mis en contact avec le rail par le biais d'un « clip » ou connexions en lame métallique avec denture-ressort, ce qui permettra leur mise à la terre sans câbles.

Le conducteur de protection général, en cuivre rigide gainé vert/jaune (6 mm² minimum) reprendra les interconnexions des structures. La structure secondaire pourra intégrer une possibilité de mise à la terre via un système d'interconnexion aluminium-cuivre. Piquet de terre des ombrières à la charge de la présente section technique.

Depuis les boîtes de jonction, le conducteur général d'équipotentialité sera en 16 mm² Cu isolé vert-jaune.

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

1.14 Chaînes de modules (branches de modules)

Les modules seront connectés en série par des câbles solaires de section 6 mm² pour former des chaînes.

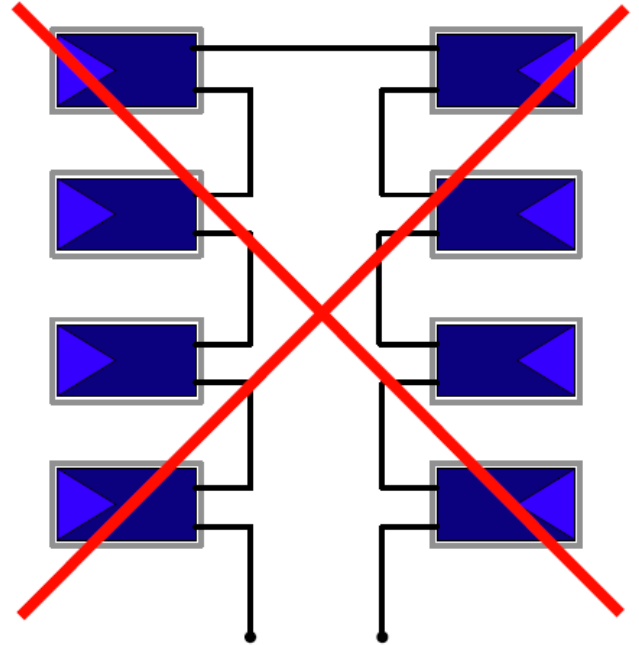
Les connexions seront assurées par des connecteurs débrochables de classe II, spécifiés pour le courant continu, dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés. Les câbles CC installés sous les modules seront de type PV1000F.

Les câbles des chaînes PV circuleront en partie sous les modules photovoltaïques dans un chemin de câble (ou par le biais de la structure de fixations, exemple sur les traverses). Les câbles devront être attachés et inaccessibles.

Ils circuleront jusqu'aux boîtes de jonction CC (BJs) (dans lesquelles seront placés les dispositifs de protection CC). Les BJ seront équipées de connecteurs (polarités + et -) pour recevoir les chaînes de modules.

L'ensemble des câbles et connecteurs nécessaires à la constitution des rallonges, les chemins de câbles et tout le matériel de fixation nécessaire sont à la charge du présent lot.

Afin de minimiser les tensions induites dues à la foudre, la surface de l'ensemble des boucles doit être aussi faible que possible. Pour cela, les polarités d'une chaîne devront cheminer côte à côte d'un bout à l'autre. À cette fin les modules seront positionnés tête-bêche pour former les chaînes.



Exemple de mauvais câblage :
boucle induite de polarité

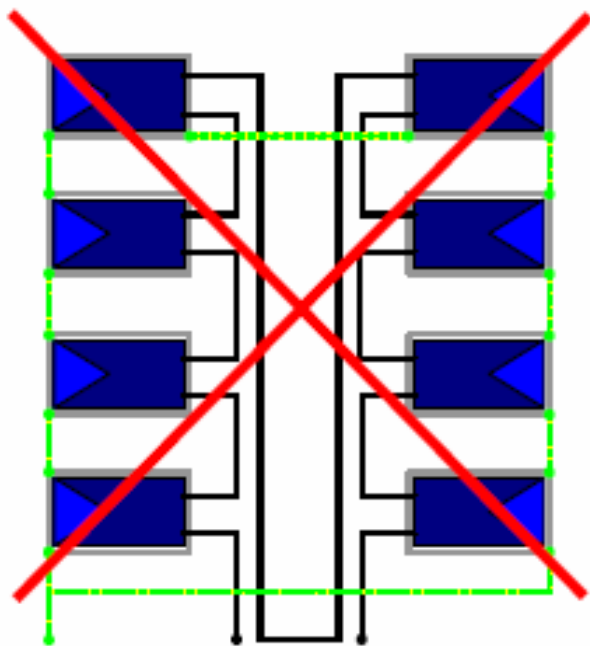
1.15 Mise à la terre et liaison équipotentielle

Les structures métalliques de support des modules, les cadres des modules ainsi que les chemins de câbles métalliques seront reliés à une liaison équipotentielle, elle-même reliée à la barrette générale de terre de l'installation. La fourniture du matériel nécessaire et la réalisation de cette liaison équipotentielle est à la charge de la présente section technique.

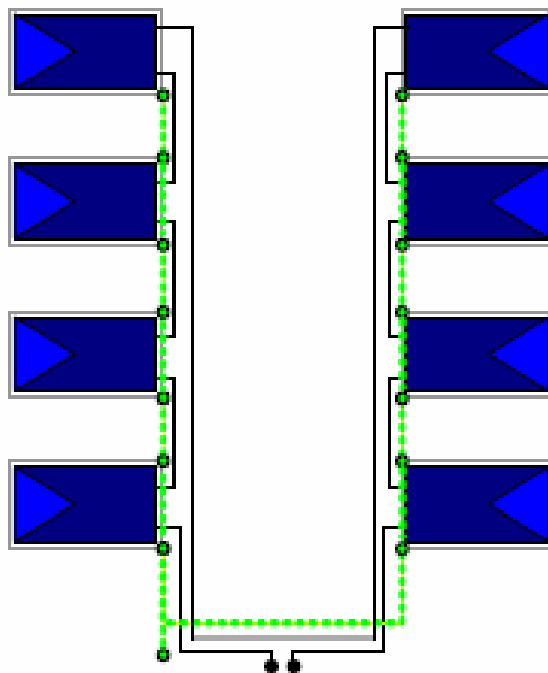
Les liaisons équipotentielles seront réalisées en cuivre isolé de 6mm² vert-jaune. Des dispositifs de connexion adaptés (bimétal ou équivalent suivant préconisations du fabricant) seront utilisés pour relier la structure d'intégration à la liaison équipotentielle, afin d'éviter tout contact direct entre le cuivre et l'aluminium.

Les cadres des modules seront mis en contact avec la structure secondaire à l'aide de connexions en lame métallique avec denture-ressort, ce qui réalisera la mise à la terre des modules sans câbles.

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



Exemple de mauvais câblage :
boucle induite entre une polarité et la masse



Exemple de bon câblage

Un conducteur général d'équipotentialité qui cheminera le long du chemin de câble jusqu'aux TGBT, suivant le même chemin que les câbles de chaînes, reprendra les liaisons d'équipotentialité des structures et des modules.

L'entreprise devra la continuité de ces conducteurs d'équipotentialité jusqu'aux barrettes de terre.

1.16 Boîtes de jonction cc (BJs)

A la charge du présent lot, la fourniture, la pose, le raccordement des chaînes de modules aux boîtes de jonction avec l'ensemble des pièces de fixation nécessaires.

Les chaînes de modules seront raccordées individuellement aux BJs, qui assurent la mise en parallèle de ces chaînes, le sectionnement par chaîne et la protection foudre par la mise en place d'un parafoudre bipolaire de type 2 avec sectionnement amont sur le câble principal CC PV de départ vers les onduleurs.

Une boîte de jonction est le siège de tensions et de courants élevés, raison pour laquelle des exigences particulières sont requises des composants mis en œuvre.

Chaque boîte de jonction regroupera en parallèle un certain nombre de chaînes.

Les boîtes de jonctions seront installées sur le parcours modules-onduleur en toiture. La boîte doit être aisément accessible aux techniciens d'intervention.

Chaque BJ comprend les équipements suivants :

- Un coffret IP20 minimum, classe II (ou IP65 si placé en extérieur)
- Un dispositif de sectionnement CC pour chaque chaîne, pouvant être assuré par les connecteurs,
- Un dispositif de protection (fusible) contre les surintensités par chaîne et par polarité (suivant courant admissible par le module photovoltaïque retenu),
- Un interrupteur-sectionneur bipolaire CC sur le départ général CC du « groupe PV »,
- Un parafoudre CC avec dispositif de déconnexion externe (suivant les recommandations du fabricant).

Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupe côté onduleur et connecteur côté modules situés en dessous des boîtes.

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) **tenue par colliers résistants au UV (type Unex 22 ou équivalent).**

Le repérage CC pour les strings proposé est le suivant : « **N° Onduleur – N° de la chaîne – polarité** »

1.17 Coffrets cc

A la charge de la présente section technique, la fourniture, la pose, le raccordement des boîtes de jonction aux coffrets avec l'ensemble des pièces de fixation nécessaires.

Les BJs seront raccordées individuellement aux coffrets CC, qui assurent la mise en parallèle de ces chaînes, le sectionnement par interrupteur-sectionneur et la protection foudre par la mise en place d'un parafoudre bipolaire de type 2 – en cas de distance importante entre les BJs et les onduleurs (cf. UTE C 15-712-1).

Les coffrets CC seront installés à proximité des onduleurs en haut de poteaux et devront être aisément accessibles aux techniciens d'intervention.

Chaque coffret comprend les équipements suivants :

- Un coffret IP65, classe II
- Un dispositif de protection (fusible) contre les surintensités par groupe et par polarité (suivant courant admissible par le module photovoltaïque retenu),
- Un interrupteur-sectionneur bipolaire CC sur le départ général CC du « groupe PV »,
- Un parafoudre CC avec dispositif de déconnexion externe (suivant les recommandations du fabricant).

Les entrées et sorties de câbles se feront par presse-étoupe.

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) **tenue par collier.**

Le repérage CC pour les strings proposé est le suivant : « **N° Onduleur – N° de la chaîne – polarité** »

1.18 Onduleurs

Les onduleurs délivreront une onde sinusoïdale, seront destinés et seront conformes, en matière de qualité de signal et de sécurité de découplage automatique, à la norme DIN VDE 0126-1-1/A1 VFR 2019.

Les onduleurs choisis pour réaliser le dimensionnement de la solution de base ont les caractéristiques suivantes :

onduleurs de puissance nominale CA de 45 kVA minimum, rendement européen minimum et compatible avec le système de télé-suivi,

Les onduleurs intégreront une fonction de **contrôle dynamique de puissance**. L'objectif est de pouvoir régler en temps réel le niveau de production des onduleurs (en déplaçant le point de travail du champ solaire) afin de suivre la consommation instantanée du site et empêcher toute réinjection de puissance sur le réseau ENEDIS.

Cette fonction sera soit interne aux onduleurs, soit externe (boîtier indépendant).

L'entreprise aura à sa charge la fourniture et la pose de l'ensemble des accessoires nécessaires au fonctionnement de cette fonction, dont les équipements de mesure de la consommation globale du site. Tous les espaces où seront implantés les onduleurs seront correctement ventilés. Un espace périphérique minimal autour de l'onduleur sera prévu afin de permettre une ventilation suffisante. (Suivant recommandations du fabricant).

Les onduleurs seront installés en toiture et seront protégés par une casquette.

1.19 Raccordements ca onduleurs – coffrets ca

Les liaisons, entre les bornes CA des onduleurs et les coffrets CA (en extérieur) seront réalisées sur chemin de câble avec des câbles de sections suffisantes

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) **tenue par collier**.

Le repérage CA proposé est le suivant : « **N° onduleur** ».

1.20 Coffrets ca

Un coffret CA regroupera les sorties CA des onduleurs et leurs dispositifs de protection. L'arrivée de chaque onduleur dans le coffret CA sera protégée par un disjoncteur différentiel 300mA.

Un parafoudre de type 2 et un interrupteur-sectionneur général CA seront installés sur le départ, après regroupement des sorties des onduleurs.

Les coffrets CC pourront également être intégrés aux coffrets CA, à condition de mettre en œuvre une paroi de séparation physique entre la partie CC et CA.

1.21 Raccordements coffrets ca – armoire générale solaire

La production électrique photovoltaïque CA cheminera, via une liaison 3P+N+T en cuivre ou aluminium, des coffrets CA jusqu'à TGBT au R-1.

1.22 Limitation de puissance

Charge à la présente section technique de prévoir la fourniture, la pose et d'un limiteur de puissance - ou contrôleur dynamique de puissance - interdisant l'injection d'énergie sur le réseau de distribution publique et agissant sur la commande de puissance de chaque onduleur via le réseau modbus de communication.

1.23 Mesures, stockage et affichage

Un outil de monitoring évolué, devra être installé pour suivre le fonctionnement du générateur solaire photovoltaïque. L'objectif est d'avoir une solution de supervision permettant l'exploitation optimisée de la centrale solaire photovoltaïque. Le but étant de détecter au plus tôt les dysfonctionnements de l'installation et défauts onduleurs afin de faire corriger les problèmes via une société de maintenance ou directement par le MOa.

Le système d'acquisition, situé au niveau de la toiture terrasse. Il comportera un compteur d'énergie triphasé et transmettra via un boîtier les données par GPRS (boîtier Tecsol One GPRS), contact commercial Bastien Chaussy, 04 68 68 16 52, bastien.chaussy@tecsol.fr

1.24 Matériaux et appareillages

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 - Électricité 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 Maître d'Œuvre.

Pour assurer un fonctionnement et une alimentation maximale du réseau, les températures ambiantes admissibles par les composants électriques varient entre -20 °C et +50 °C; le respect des valeurs nominales ne pouvant cependant être garanti que jusqu'à une température ambiante de +40 °C.

1.25 Câbles et cheminements

1.25.1 Généralités

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

L'objectif essentiel est de minimiser les dangers pour les personnes et les animaux, ainsi que les dommages pouvant intervenir sur le système électrique connecté pendant l'exploitation et la maintenance, dans toutes les conditions spécifiques de l'environnement du site.

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

Les fils électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu, le fil bleu sera la polarité négative). Les câbles souterrains éventuels seront enterrés à une profondeur suffisante pour éviter leur endommagement. Si un conduit est utilisé, il devra être adapté à cet usage.

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.

1.25.2 Section des câbles

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 NF C-15 100 et de l'UTE C-15 712 pour les câbles BT, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension. Les câbles PV des liaisons courant continu seront conformes à la norme UTE C-32-502 et seront de classe II.

La chute de tension maximale autorisée sur chaque liaison module-onduleur de l'installation est de 3% à I_{scSTC} . Elle sera de 1% à I_{scSTC} en moyenne.

La chute de tension maximale demandée sur chaque liaison entre l'armoire générale solaire et les bornes CA des onduleurs est de 3%. (objectif global 1%).

Les câbles de commande des organes de coupure CC dans les boîtes de jonction (BJ) seront dimensionnés en fonction des longueurs à parcourir suivant les prescriptions du fabricant des BJ.

1.25.3 Connecteurs

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

Les connecteurs seront de même type et marque lors de chaque connexion mâle/femelle tout le long de la chaîne courant continu.

1.25.4 Cheminements

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, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Aucun câble ne devra cheminer directement sur une paroi ou sur le sol, mais devra être systématiquement fixé dans un chemin de câble / goulotte.

Les chemins de câbles capotés doivent être métalliques ou bien isolants, en matériau thermoplastiques certifiés NF résistants aux U.V (Unex 66 ou équivalent).

Afin d'anticiper les futurs besoins et permettre l'évolution de l'installation électrique, la capacité de charge du chemin de câbles tiendra compte d'une réserve de 30 %.

1.25.5 Repérage

Dans un souci d'exploitation et de maintenance, chaque câble électrique de l'installation devra être repéré de manière visible mais sans nuire à l'esthétique. Il sera réalisé grâce à un dispositif durable, du type étiquette gravée tenue par deux colliers ou bagues enfilées sur support porte repère attaché par deux colliers. **Le repérage autocollant ou manuscrit est interdit.**

Le repérage a lieu, au minimum :

- aux deux extrémités ;
- à chaque entrée / sortie de fourreau ou traversée de paroi ;
- à chaque changement de dalle ou de chemin.

Repérage proposé : « **TENANT / NOM et N° DU CÂBLE / ABOUTISSANT** »

Chaque tenant et aboutissant sera repéré par 2 ou 3 lettres suivies d'un numéro d'ordre. La codification de ce repérage sera suffisamment parlante pour connaître l'équipement ou l'installation raccordée et sera à définir avec l'exploitant. Pour chaque repérage ainsi constitué, les tenants et aboutissants ainsi que les caractéristiques du câble (longueur, nature, section, ...) seront explicités dans le carnet de câble.

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 (photovoltaïque et réseau public de distribution) sur le site.

Pour cela :

Une étiquette portant les mentions :

- «Coupure photovoltaïque»

devra être installée à proximité :

- du disjoncteur de branchement d'injection sur le réseau public de distribution
- des 2 arrêts d'urgence (AU)



Coupure
photovoltaïque

Une étiquette portant les mentions :

- «Production photovoltaïque, Coupure réseau de distribution»

devra être installée à proximité :

- du disjoncteur de soutirage du réseau public de distribution



Production
photovoltaïque

Coupure réseau de
distribution

Une étiquette portant les mentions :

- « Ne pas manœuvrer en charge »

devra être installée à proximité :

à l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets CC.

- des sectionneurs
- des connecteurs,



Ne pas manœuvrer en
charge

Une étiquette portant les mentions :

- « Attention : Câbles courant continu sous-tension»

devra être installée à proximité :

- sur la face avant des boîtes de jonction
- sur la face avant des coffrets CC.
- sur les extrémités des canalisations CC. à minima



ATTENTION :
Câbles courant continu
sous tension

Une étiquette portant les mentions :

- « Attention présence de deux sources de tension
- Réseau de distribution
- Panneaux photovoltaïques»

« Isoler les deux sources avant toute intervention »

devra être installée à proximité :

- des onduleurs,



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

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 courant alternatif,
- La présence de tension dangereuses en journée sur les circuits de l'installation électrique à courant continu, même après avoir manœuvré le disjoncteur de branchement d'injection sur le réseau public de distribution ou le sectionneur ou interrupteur/sectionneur du ou des onduleurs coté installation à courant alternatif.

PRESTATIONS DIVERSES

1.26 Documentation techniques à fournir

1.26.1 À la remise de l'offre

- plan d'installation de chantier,
- documentation technique du matériel installé,
- schémas d'implantation des principaux composants,
- schémas électriques de principe de l'installation,
- attestations de garantie du matériel.

1.26.2 Avant travaux

- le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)
- les plans de détails d'exécution des installations projetées avec indication des caractéristiques dimensionnelles,
- les schémas électriques de l'installation et des équipements,
- toutes les notes de calcul particulières, nécessaires à l'installation.

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.

1.26.3 Avant réception

Avant la réception des travaux, l'installateur devra remettre un dossier conforme aux ouvrages exécutés en 3 exemplaires papiers + 1 sur support informatique, comportant les éléments suivants, destinés au Maître d'Ouvrage des équipements :

→ Un manuel (impérativement sous forme de classeur à feuillets amovibles) comprenant les rubriques ci-dessous, séparées par intercalaires cartonnés :

1. les limites de fonctionnement normal du système,
 - les spécifications techniques,
 - les procédures de mise en service,
2. les schémas de principe,
 - les plans de câblage de l'installation et des équipements fournis,
3. la nomenclature des composants et équipements avec les références,

- les numéros de série pour les principaux équipements (modules, mesures, onduleur...),
- la liste des pièces détachées de rechange nécessaires pour deux années de fonctionnement, au-delà de la première année de garantie.
- 4. les consignes d'entretien,
 - des instructions pour le diagnostic des pannes courantes,
 - la liste d'outils spéciaux ou de tout équipement nécessaire pour le montage, le réglage, le fonctionnement et l'entretien des matériels.
- 5. les documentations techniques des différents composants.

→ 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.

Nota : tous ces documents doivent être transmis avant réception technique, afin de pouvoir préparer le PV de réception. La visite de réception technique (voir ci-dessous) ne pourra donc être programmée qu'après obtention par le Maître d'Œuvre de l'ensemble des documents.

1.27 Réception

La réception sur site en fonction des prestations retenues comportera :

- vérification du fonctionnement et des performances de l'installation,
- mesures de contrôle :
 - de la production du champ solaire et de chaque sous-ensemble,
 - des chutes de tension dans les câblages,
 - du rendement des onduleurs,
- 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,

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 Maître d'Ouvrage 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 totale sans mise en service et suivi de la production pendant une période d'un mois à compte de la mise en production industrielle.

1.28 Contrat de maintenance de la centrale photovoltaïque

Le contrat de maintenance doit être chiffré pour une durée de 1 an.

L'entreprise devra fournir une proposition de contrat d'entretien et de maintenance de l'installation photovoltaïque. Il devra comporter les prestations suivantes :

- maintenance préventive,
- maintenance curative sur alarme.

Entretien des modules :

Afin d'optimiser le rendement des modules photovoltaïques, l'entreprise effectuera les opérations de nettoyage qu'elle jugera nécessaire sur présentation de devis au Maître d'Ouvrage. Leur fréquence sera adaptée à la saison, au climat local et à la disposition des modules solaires, et à la demande de Maître d'Ouvrage suite à un évènement climatique.

Visites Préventives:

Il sera prévu une visite par an pour cette phase comprenant:

- 1- la vérification des câblages électriques CC,
- 2- le contrôle des branches V_{cc} et V_{ca} de chaque onduleur,
- 3- la vérification du couplage/découplage au réseau ENEDIS,
- 4- la vérification des parafoudres,
- 5- la vérification de l'ensemble des appareillages électriques,
- 6- la vérification des fixations des onduleurs, coffrets et armoires, chemins de câbles,

- 7- le contrôle de l'afficheur et de l'ensemble du système de suivi,
- 8- maintenance des onduleurs d'après cahier des charges du fournisseur,
- 9- relevé des données stockées,
- 10- 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
 - le relevé des données enregistrées par l'acquisition de données,
 - 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 Maître d'Ouvrage photovoltaïque. Il précisera l'ensemble des opérations effectuées lors de ces visites.

La phase Curative:

Un système de télé suivi permettra de suivre à distance les performances de l'installation photovoltaïque. En cas de problème détecté une alarme sera envoyée au maître d'ouvrage et à l'entreprise chargée de la maintenance de l'installation.

En cas de besoin, il sera demandé à cette entreprise de maintenance d'intervenir sur site en moins de 24h 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 Maître d'Ouvrage photovoltaïque.

Dans tous les cas, suite à 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 le contrat de maintenance 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 :

- garantie de 25 ans sur 80 % de la puissance nominale des modules photovoltaïques,
- garantie de 10 ans sur 90 % de la puissance nominale des modules photovoltaïques,
- garantie de 10 ans sur la tenue des modules photovoltaïques,
- garantie matériel de 5 ans minimum des onduleurs,
- garantie de 2 ans minimum sur tous les autres équipements.

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

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

Rapport périodique :

L'entreprise devra réaliser :

- Rapport annuel d'entretien et de maintenance,
- Rapport d'intervention après chaque défaillance constatée.

Rémunération des prestations de maintenance :

Les prestations de maintenance seront rémunérées sur les bases suivantes :

- Forfait annuel pour la maintenance annuelle,
- Facturation après chaque intervention, sur la base de prix unitaires acceptés au préalable par le Client.

1.29 GARANTIES

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.

1.30 Décennale

Lors des opérations préalables à la réception, il sera procédé aux épreuves d'étanchéité. La responsabilité décennale de l'entrepreneur commencera le jour où le Maître d'Ouvrage prononcera la réception des travaux.

L'entreprise devra présenter des certificats de garanties et justifier que ces garanties sont couvertes, nominativement pour le présent chantier.

1.31 Matériel

Les durées de garantie minimales pour les matériels seront de :

- Tous composants : 2 ans minimum.
- Onduleurs : 5 ans minimum
- Panneaux photovoltaïques : 10 ans minimum

La durée de garantie minimale pour la performance des panneaux photovoltaïques sera de :

- Panneaux photovoltaïques : 20 ans minimum

1.31.1 Performances

Les performances du système devront pouvoir être vérifiées. Elles pourront s'effectuer à l'aide d'un appareil enregistreur, temporaire ou permanent, donnant chaque jour tous les paramètres énergétiques de l'installation.

Si besoin est, les données traitées quotidiennement seront cumulées mensuellement et permettront la comparaison avec les données du fabricant et du dimensionnement.

DÉLAI DE RÉALISATION

		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	Mise en place des plots supports terrasse végétalisée et terrasses escalier, rails supports								
2	Mise en place du système d'intégration toit terrasse et terrasse CTA								
3	Pose des modules								
4	Pose des onduleurs, coffrets protection DC, câblage DC								
5	Pose des organes de protections AC, câblage AC								
6	Mise en place monitoring, arrêt d'urgence								
7	Tests et mise en service								

Durée de chantier prévisionnelle : 8 semaines.

Un test de performance sera réalisé après la mise en service de l'installation, sur une durée d'un mois.