



Auvergne Energie Solutions

18 allée Evariste Galois

63170 AUBIERE

Tél : 04.73.28.92.63

Courriel : contact@bet-aes.fr

DOSSIER DCE EP N° 05-25-1390

Cahier des Clauses Techniques Particulières

LOT N°01 ELECTRICITE - PHOTOVOLTAIQUE

**INSTALLATION DE MODULES PHOTOVOLTAIQUES
CAF DU PUY-DE-DÔME À CLERMONT-FERRAND (63)**

MAITRE D'OUVRAGE



**Cité Administrative
2/4 rue Auger
63032 CLERMONT-FERRAND Cedex 09**

MAITRE D'OEUVRE



**18 allée Evariste Galois
63170 AUBIÈRE**

SOMMAIRE

0 - GENERALITES.....	3
0.1 - INTRODUCTION ET PRESENTATION DU PROJET	3
0.2 - CONSTITUTION DU DOSSIER	3
0.3 - DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX	4
0.4 - PRESENTATION DES OFFRES.....	4
0.5 - GARANTIES.....	5
1 - DESCRIPTION DES INSTALLATIONS	6
1.1 - MODULES PHOTOVOLTAÏQUES.....	6
1.1.1 - Généralités.....	6
1.1.2 - Modules photovoltaïques	6
1.1.3 - Caractéristiques électriques.....	6
1.1.4 - Conditions de tests et caractéristiques mécaniques	6
1.1.5 - Dimensions.....	7
1.2 - SYSTEMES DE FIXATION	8
1.2.1 - Généralités.....	8
1.2.2 - Installation	8
1.3 - OPTIMISEUR DE PUISSANCE	9
1.4 - COFFRET COURANT CONTINU	10
1.5 - ONDULEUR.....	10
1.6 - CABLAGE / RACCORDEMENT.....	13
1.6.1 - Côté continu.....	13
1.6.2 - Côté alternatif.....	13
1.7 - TABLEAU GENERAL BASSE TENSION PHOTOVOLTAÏQUE	14
1.8 - RESEAU DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE	14
1.9 - LIAISON EQUIPOTENTIELLE MISE A LA TERRE.....	14
1.9.1 - Généralités.....	14
1.9.2 - Liaisons équipotentielles	15
1.9.3 - Mise à la terre.....	15
1.10 - PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE	15
1.11 - INTEGRATION À LA GTB EXISTANTE	16
1.12 - COUPURE GENERALE DE SECURITE	16
1.13 - SIGNALÉTIQUE	16
1.14 - MISE EN SERVICE, RECEPTION, FORMATION.....	17
1.14.1 - Mise en service.....	17
1.14.2 - Réception	17
1.14.3 - Formation.....	17
1.15 - INSTALLATIONS PROVISOIRES DE CHANTIER.....	17
1.15.1 - Installations de sécurité	17
1.15.2 - Protection des ouvrages.....	18
1.16 - DOCUMENTS A FOURNIR	18
1.16.1 - Plans et études d'exécution	18
1.16.2 - Schémas électriques.....	18
1.16.3 - Tableau Général Basse Tension PV (TGBT-PV).....	18
1.16.4 - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).....	18
2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES	20
2.1 - SPECIFICATIONS GENERALES.....	20
2.1.1 - Normes et règlements.....	20
2.1.2 - Limites de prestations	21
2.1.3 - Garanties, mise en service	22
2.1.4 - Pièces à fournir	22
2.1.5 - Mise en œuvre et coordination, phasage	23
2.1.6 - Protection des ouvrages –Travaux de finition.....	23
2.1.7 - Nettoyage et remise en état des lieux.....	23

2.2 -	SPECIFICATIONS TECHNIQUES COURANTS FORTS.....	24
2.2.1 -	<i>Normes et règlements.....</i>	24
2.2.2 -	<i>Prescription techniques.....</i>	24
2.2.3 -	<i>Armoire de protection des circuits</i>	25
2.2.4 -	<i>Liaison équipotentielle.....</i>	26
2.2.5 -	<i>Protection contre les effets indirects de la foudre</i>	26
2.2.6 -	<i>Distributions électriques</i>	27

0 - **GENERALITES**

0.1 - **INTRODUCTION ET PRESENTATION DU PROJET**

Le présent cahier des clauses techniques particulières (CCTP) a pour objet de définir les travaux d'une installation photovoltaïque, à réaliser sur la toiture du bâtiment de la CAF du Puy-de-Dôme à Clermont-Ferrand, pour le compte de la CAF du Puy-de-Dôme, maître d'ouvrage de l'opération.

**L'installation est de type : autoconsommation individuelle sans injection du surplus
(Puissance : 21.16 kWc – Surface : ~93 m²)**

Ce document définit les conditions à garantir en fonction des bases de calcul, décrit les installations à réaliser et précise les conditions de mise en œuvre.

Les entreprises ont interdiction de modifier les principes constructifs des installations décrites et qui pourraient remettre en cause :

- La sûreté et sécurité des installations aux regards des normes spécifiques du Code du travail ;
- La facilité d'exploitation ;
- Le niveau de qualité requis des équipements et prestations.

Les prescriptions générales tous corps d'état sont applicables au présent lot, et sont complétées par les prescriptions particulières ci-après.

0.2 - **CONSTITUTION DU DOSSIER**

Le dossier DCE du présent lot est constitué, pour ses pièces particulières, des documents suivants :

INTITULÉ DU DOCUMENT	ÉCHELLE	TYPE	NOM	DATE	INDICE
CCTP	SANS	A4	CCTP	05/03/2026	1
DPGF	SANS	A4	DPGF	05/03/2026	1
Plan d'implantation électricité et réseaux : Toiture terrasse	1/50°	A1	E00	05/03/2026	1

L'entrepreneur devra également prendre connaissance de l'ensemble des pièces de consultation réalisées par l'équipe de Maîtrise d'Œuvre et le Bureaux de Contrôle.

0.3 - DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX

Ces travaux sont réalisés selon les règles de l'art et en parfaite conformité avec les normes et règlements en vigueur et comprennent principalement :

- Les généralités & l'installation de chantier ;
- Le raccordement sur la liaison équipotentielle principale du bâtiment ;
- Les liaisons équipotentielles et la mise à la terre de chaque équipement installé ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des modules photovoltaïques ;
- La fourniture et pose de l'ensemble des équipements de fixations ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des boîtes de jonction en toiture ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des coffrets CC et dispositif d'interconnexion ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs ;
- La fourniture, la pose et le raccordement du tableau principal TGBT AC ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des dispositifs de protection et de sectionnement ;
- Les protections parafoudres AC et DC et leur raccordement ;

0.4 - PRESENTATION DES OFFRES

Les installations devront être livrées complètes, en ordre de marche ; le CCTP est établi pour renseigner les entrepreneurs sur la nature des travaux à effectuer; sauf indications contraires, les prestations citées sur le CCTP et sur les plans du présent lot sont dues en fourniture et pose.

Il convient de signaler que cette description n'a pas un caractère limitatif et que l'entreprise attributaire du présent lot devra exécuter comme étant compris dans son prix, sans exception ni réserve, les travaux de la profession nécessaires et indispensables à l'achèvement complet de l'ouvrage.

L'entreprise est réputée avoir pris connaissance de l'ensemble du dossier de consultation, et réputée avoir en particulier demandé tous renseignements qu'elle jugerait utiles à l'architecte et à l'ingénieur conseil afin d'établir son offre sous forme de PRIX NET ET FORFAITAIRE.

Le document Décomposition des Prix Globale et Forfaitaire a caractère de renseignements pour faciliter le chiffrage de l'entreprise, l'analyse des offres, l'élaboration et le contrôle des situations des travaux.

Le document D.P.G.F. n'est pas un document contractuel, l'entreprise devra s'assurer de la concordance entre sa propre étude et celui-ci. Il n'a valeur contractuelle que sur les prix unitaires et le montant total.

L'entrepreneur est tenu de vérifier les quantités, d'y apporter toutes modifications ou sujétions qu'il juge nécessaires.

L'entreprise devra remettre son offre en suivant l'ordre et le détail donnés dans la D.P.G.F. Les prix seront donnés fournis posés.

L'entrepreneur devra proposer dans son offre de base les matériels indiqués dans le dossier de consultation, ou des matériels présentant les mêmes caractéristiques techniques et les mêmes garanties.

Il pourra, malgré tout, proposer des variantes d'entreprise en plus ou moins-value pour des matériels différents, dans le respect du présent projet sur une feuille à part à la fin du DPGF.

Ces variantes seront examinées avec le B.E.T. et le maître d'ouvrage et pourront être éventuellement choisies.

Dans le cas de choix de variantes, l'entrepreneur devra prendre entièrement à sa charge les incidences qu'il pourrait y avoir sur l'ensemble des travaux, y compris les autres corps d'état, tant au point de vue exécution des travaux qu'établissement des plans d'exécution pour les ouvrages réellement exécutés.

0.5 - GARANTIES

Pendant la période séparant l'achèvement des travaux de la réception des installations, l'entreprise en est la seule responsable.

Il est rappelé à l'entreprise, que la période de garantie des appareils débute le jour de la réception et en aucun cas le jour de son installation sur le site.

Pendant une durée minimale d'une année, toutes les installations du présent lot seront obligatoirement garanties à partir du jour de la réception stipulant le parfait achèvement des travaux.

Les clauses définies ci-dessous viennent en complément aux clauses générales du C.C.A.P. L'entrepreneur devra la garantie de ses installations conformément à la réglementation en vigueur.

L'entrepreneur doit la réparation et éventuellement le remplacement (fourniture et pose) gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie, serait reconnu défectueux.

Les défauts constatés ou les accidents survenus sont notifiés à l'entrepreneur pour qu'il puisse entreprendre les réparations dans le délai fixé par le maître d'ouvrage. Passé ce délai, le maître d'ouvrage pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entrepreneur, aux réparations nécessaires, sans préjuger des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice dans l'exploitation des installations. Lorsque la réception n'a pu être prononcée, la période de garantie se trouve prolongée d'office jusqu'au jour où la réception est effectivement prononcée.

L'entrepreneur sera responsable de l'application de la garantie de ses fournisseurs.

L'installation du générateur est garantie dans les conditions suivantes :

- **Modules photovoltaïques : Garantie de 90% de la puissance nominale au bout de 10 ans et garantie de 80% de la puissance nominale au bout de 25 ans, garantie produit de 20 ans ;**
- **Onduleurs : 12-20 ans ;**
- **Optimiseurs de puissance : 25 ans ;**
- **Étanchéité et structures : 10 ans ;**
- **Autres composants : 2 ans ;**
- **Accessoires électriques : 1 an ;**

1 - DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

1.1 - MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

1.1.1 - Généralités

L'entrepreneur devra assurer la fourniture et la pose des modules sur une partie de la toiture du bâtiment, y compris tous les raccordements et équipements nécessaires au fonctionnement du système.

Les modules seront tous orientés dans la même direction et inclinés suivant la pente des châssis lestés.

Un plan d'implantation devra être réalisé avant exécution par l'entreprise, chaque module devra faire l'objet d'un contrôle qualité et devra avoir une fiche numérotée de test de performance.

1.1.2 - Modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques avec cadre seront de type monocristallin de 460 Wc type JKM460N-54HL4R-(V) de JINKO SOLAR ou équivalent, rendement supérieur à 22.7%. Les panneaux seront équipés de cellules photovoltaïques à haute performance, ayant les caractéristiques suivantes :

1.1.3 - Caractéristiques électriques

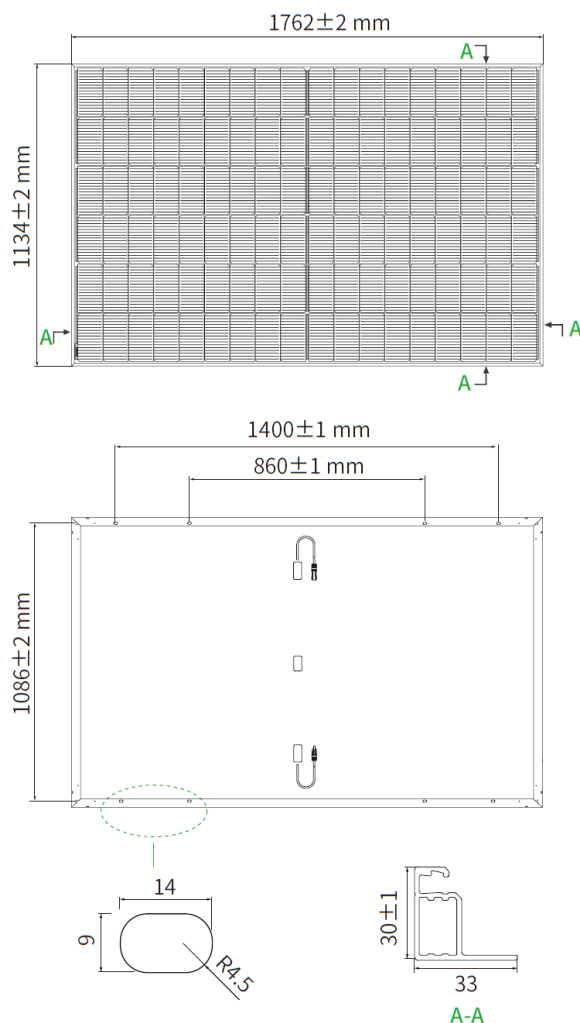
Maximum Power – Pmax [Wp]	435	440	445	450	455	460
Maximum Power Voltage – Vmp [V]	32.59	32.81	33.02	33.21	33.41	33.60
Maximum Power Current – Imp [A]	13.35	13.41	13.48	13.55	13.62	13.69
Open-circuit Voltage – Voc [V]	39.16	39.38	39.59	39.78	39.98	40.17
Short-circuit Current – Isc [A]	13.80	13.86	13.93	14.00	14.07	14.14
Module Efficiency STC [%]	21.77	22.02	22.27	22.52	22.77	23.02
Power Tolerance	0 ~ + 3 %					
Temperature Coefficients of Pmax	-0.29 %/°C					
Temperature Coefficients of Voc	-0.25 %/°C					
Temperature Coefficients of Isc	0.045 %/°C					

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM=1.5

1.1.4 - Conditions de tests et caractéristiques mécaniques

Cell Type	N -type Mono-crystalline
No. of cells	108 (54×2)
Dimensions	1762×1134×30 mm
Weight	21.0 kg
Front Glass	3.2mm, Anti-reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Protection Class	Class II
IEC Fire Type	Class C
Connector Type	JK03M/MC4/Others
Output Cables	4.0 mm² (+): 400 mm , (-): 200 mm or Customized Length

1.1.5 - Dimensions



Il est prévu la fourniture et pose et la mise en œuvre de **46 panneaux** (suivant l'étude réalisée).

L'entrepreneur devra :

- La fourniture, pose et raccordement des modules photovoltaïques ;
- La mise en place des passages de câbles suivant le plan de calepinage ;
- La reprise de l'étanchéité et de l'isolation après passage des câbles si besoin ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des boîtiers de raccordement IP55 mini où sera réalisée la mise en série des capteurs suivants schémas, ceux-ci seront dimensionnés pour une réserve de 30 % ;
- Vérifier que les règles et préconisations du fabricant de capteurs quant à la mise en place des câbles (rayon de courbure, nombre de câbles par passage de câbles, etc..) sont bien respectées.

1.2 - SYSTEMES DE FIXATION

1.2.1 - Généralités

L'entrepreneur devra la fourniture, la mise en œuvre et la garantie de l'ensemble des éléments constitutifs du système de fixation des modules photovoltaïques posés en toiture terrasse sur supports inclinés lestés.

L'entrepreneur est libre de proposer le matériel de son choix, sous réserve du respect des exigences suivantes :

- Le système de fixation et la technique de montage du procédé photovoltaïque devront disposer d'un Avis Technique (ATec) ou d'une Evaluation Technique Nouvelle (ETN) en cours de validité, délivré par le CSTB ou un organisme équivalent reconnu. L'entrepreneur joindra à son offre la documentation technique correspondante.
- Le procédé proposé devra garantir l'intégrité de l'étanchéité de la toiture, aucune perforation de la membrane d'étanchéité ne sera admise.
- Le lestage sera dimensionné pour assurer la stabilité mécanique du système sans transmission d'efforts excessifs à la structure porteuse.
- Des dispositions seront prévues pour éviter tout phénomène de stagnation d'eau ou de condensation sous les modules.

L'entrepreneur devra également les éléments de fixations complémentaires nécessaires à la bonne fixation des équipements.

Les modules photovoltaïques seront fixés par la mise en œuvre de supports inclinés et lestés de la marque K2 SYSTEMS ou équivalent.

L'entreprise fournira une étude du fabricant afin de garantir la bonne tenue aux intempéries des modules sur les supports.

1.2.2 - Installation

Le système mis en œuvre sera constitué de supports de type **S-DOME 6.15 Classic** de K2 SYSTEMS ou équivalent inclinés à 15°, spécialement conçu pour les toitures terrasses planes ayant une inclinaison de 10° maximum.

Le procédé est constitué de supports inclinés en aluminium extrudé assurant la stabilité du champ de modules par un ensemble de rails longitudinaux et transversaux interconnectés, lestés selon les calculs du fabricant.

Les éléments principaux du système comprendront (liste non exhaustive) :

- Structures supports inclinées à 15° type S-Dome 6.15 Classic ;
- Rails et profils d'assemblage assurant la répartition des charges ;
- Pincettes de fixation universelles K2 SYSTEMS adaptées aux modules sélectionnés ;
- Éléments de lestage en béton ou gravier selon la note de calcul de stabilité ;
- Interfaces de protection entre le système et la membrane d'étanchéité (géotextile, patin caoutchouc...);
- Accessoires de liaison, visserie inox et dispositifs anti-desserrage ;
- Éléments de mise à la terre et de liaison équipotentielle selon les prescriptions du fabricant.

La pose sera réalisée conformément aux prescriptions du fabricant, en respectant les plans d'exécution, pentes et alignements, ainsi que les espacements entre modules prescrits.

Une attention particulière sera portée à la répartition homogène des masses de lestage, à la continuité de la mise à la terre des structures métalliques et à la protection de la membrane d'étanchéité durant toute la phase de chantier.

1.3 - OPTIMISEUR DE PUISSANCE

Le système d'optimiseurs sera constitué de boîtiers de type **S1500** de SolarEdge ou équivalent.

En remplacement des boîtes de jonction solaire, des modules, appelés optimiseurs de puissance seront installés sur les panneaux photovoltaïques afin d'atténuer toute perte due à la disparité entre modules, à la tolérance de fabrication et à l'ombrage partiel.

Ces modules intelligents contenant l'électronique du module collectent une puissance optimisée, assurent sécurité et supervision au niveau du module. Dotés de la technologie d'optimisation indépendante IndOP® de SolarEdge, les optimiseurs de puissance peuvent fonctionner sans matériel d'interface supplémentaire, et ce, quel que soit le type d'onduleur utilisé. Ils permettent :

- Recherche du point de puissance maximale (MPPT) de chaque module ;
- Rendement supérieur (rendement maximal de 99,5%, rendement pondéré de 98,8%) ;
- Réduction des pertes de tout type de module par défaut d'appariement, de la tolérance de fabrication à l'ombrage partiel ;
- Conception destinée à résister à des conditions d'environnement extrêmes ;
- Fiabilité garantie pendant 25 ans ;
- Mesure poussée des performances en temps réel ;
- Coupure automatique de la tension continue des modules pour la sécurité des installateurs et des sapeurs-pompiers.

Les optimiseurs auront les caractéristiques suivantes :

S1500

	S1500	Unité
ENTRÉE		
Puissance d'entrée DC nominale ⁽¹⁾	1 500	W
Tension d'entrée maximale absolue (VoC)	125	Vdc
Plage de fonctionnement MPPT	12,5 à 105	Vdc
Courant continu d'entrée maximum	20	Adc
Courant de court-circuit maximum (Isc) du module PV connecté ⁽²⁾	20	Adc
Rendement maximum	99,5	%
Rendement pondéré	98,8	%
Catégorie de surtension	II	
SORTIE DURANT LE FONCTIONNEMENT		
Courant de sortie maximum	24	Adc
Tension de sortie maximale	80	Vdc
SORTIE EN VEILLE (OPTIMISEUR DE PUISSANCE DÉCONNECTÉ DE L'ONDULEUR OU ÉTEINT)		
Tension de sortie de sécurité par optimiseur de puissance	1 ± 0,1	Vdc
CONFORMITÉ AUX NORMES		
EMC	FCC Part 15, IEC 61000-6-2 et IEC 61000-6-3 - Classe B, EN 55011 ⁽³⁾	
Sécurité	IEC 62109-1 (sécurité de classe II)	
Matériau	UL 94 V-0, résistant aux UV	
RoHS	Oui	
Sécurité incendie	VDE-AR-E 2100-712:2013-05	
SPÉCIFICATIONS RELATIVES À L'INSTALLATION		
Onduleurs compatibles	Onduleurs tertiaires sans fusibles DC intégrés ⁽⁴⁾	
Tension maximum autorisée du système	1 000	Vdc
Dimensions (L x P x H)	129 x 165 x 52	mm
Poids	1087	gr
Connecteur d'entrée	MC4 ⁽⁵⁾	
Longueur du câble d'entrée	Option d'entrée courte : 0,1 Option d'entrée longue : 1,8 ⁽⁶⁾	m
Connecteur de sortie	MC4	
Longueur du câble de sortie	(+) 5,7 (-) 0,10	m
Plage de températures de fonctionnement ⁽⁷⁾	-40° à +85°	°C
Caractéristiques nominales de protection	IP68 / NEMA6P	
Humidité relative	0 - 100	%

1.4 - COFFRET COURANT CONTINU

L'entrepreneur devra un coffret protection courant continu par onduleur, à savoir (liste non exhaustive) :

- Coffret saillie IP66 / IK10, classe II type Coffret métal Atlantic de Legrand ou équivalent
- Interrupteur sectionneur courant continu 1000V de type LEGRAND ou équivalent
- Parafoudre débrochable CC 2pôles 1000V type 2 type, I_{max} 40kA, I_n 25kA, U_n 1000V

1.5 - ONDULEUR

Il est prévu la fourniture et pose d'un onduleur (suivant l'étude réalisée avec des panneaux JINKO SOLAR de 460 Wc).

Il sera installé **un onduleur** de type SOLAREEDGE ou équivalent type **SE20K**.

L'onduleur devra être conforme aux normes :

- NF EN 61000-3-2
- CEI 61000-3-4
- NF en 61000-3-12
- Ou NF EN 61000-6-3 en respectant les limites d'émission prescrites dans les normes CEI 61000-3-2 ; 3-3 ; 3-11 ou 3-12

Cet onduleur permet de transformer le courant continu fourni par les modules photovoltaïques en courant alternatif 400V-50Hz compatibles avec les caractéristiques du réseau électrique du concessionnaire.

Le soumissionnaire joindra à son offre tous les éléments d'appréciation des onduleurs : références, tensions nominales, courbe de rendement en fonction de la charge, fréquence de sortie et tolérance, capacité de surcharge, taux de distorsion harmonique, etc.

Nota : Le dispositif de découplage sera conforme aux exigences du document : « Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques- conditions techniques et contractuelles de raccordement » :

- La protection de découplage sera constituée de relais d'un type autorisé d'emploi par le distributeur et réglé pour un fonctionnement instantané aux seuils suivants :
 - Minimum de tension phase-neutre > 85 % de la tension nominale,
 - Maximum de tension phase-neutre < 115 % de la tension nominale,
 - Minimum de fréquence > 49.5 Hz,
 - Maximum de fréquence < 50.5 Hz.

Cet onduleur devra répondre aux impératifs concernant la qualité du courant (tension, fréquence, phasage), la sécurité (risque de production sur le réseau lorsque ce dernier est coupé) et de fiabilité.

Il devra avoir un rendement minimum de 98 %, disposer de réglage des paramètres internes pour s'adapter au réseau électrique et des protections parafoudres internes.

L'onduleur devra être dimensionné de manière à optimiser au mieux l'électricité délivrée par le champ photovoltaïque (courant tension puissance).

L'onduleur devra avoir une garantie de 12 à 20 ans.

Les onduleurs devront être installés dans un espace correctement ventilé, dont la température ambiante ne sera jamais inférieure à -40 °C ni supérieure à +60 °C.

Dans le cadre du présent projet, l'onduleur sera installé **en toiture du bâtiment**, fixé **sur le mur extérieur de la cage d'escalier**. L'onduleur devra être installé sous auvent ou protection type capot inox, pour éviter une exposition directe aux intempéries. Il sera à proximité de la gaine permettant le raccordement de l'onduleur au TGBT principal.

Cette disposition permet d'éviter toute reprise d'étanchéité sur la toiture tout en garantissant une bonne accessibilité pour la maintenance et une ventilation naturelle efficace.

Un espace périphérique minimal autour de l'onduleur sera prévu afin de permettre son refroidissement : 20 cm sur les côtés, au-dessus et en-dessous.

L'onduleur aura les caractéristiques techniques minimums suivantes :

SE12.5K - SE20K

Applicable aux onduleurs avec les codes articles suivants	SEXXX-XXXXBXX4			SEXXX-XXXXIBXX4	
	SE12.5K	SE16K	SE17K	SE20K	
SORTIE					
Puissance nominale de sortie AC	12 500	16 000	17 000	20 001*	VA
Puissance maximum de sortie AC	12 500	16 000	17 000	20 001*	VA
Tension de sortie AC - phase à phase / phase à neutre (nominal)	400 / 230				Vac
Tension de sortie AC - plage phase à neutre	184 - 264,5				Vac
Fréquence AC	50/60 ± 5				Hz
Intensité maximum continue de sortie (par phase)	20	23,2	24,6	29	Aac
Réseaux pris en charge - triphasé	3 / N / PE (Avec Neutre)			Réseau WYE 3 / PE avec ou sans le Neutre	
Monitoring utilitaire, protection d'îlotage, facteur de puissance configurable, seuils configurables par pays	Oui				
THD	≤ 3				
ENTREE					
Puissance DC maximum (Module STC)	16 850	21 600	22 950	35 000	W
Sans transformateur, sans mise à la terre	Oui				
Tension d'entrée maximum	1 000				Vdc
Tension d'entree DC nominale	750				Vdc
Intensité d'entrée maximum	21	23,2	24,6	29	Adc
Protection contre l'inversion de polarité	Oui				
Détection de défaut de mise à la terre	Sensibilité de 700 kΩ ⁽³⁾			Sensibilité de 167 kΩ ⁽³⁾	
Rendement maximum de l'onduleur	98				%
Rendement pondéré européen	97,7				%
Consommation nocturne	< 2,5			< 4	W
FONCTIONNALITES SUPPLEMENTAIRES					
Interfaces de communication prises en charge ⁽²⁾	RS485, Ethernet, Wi-Fi (en option) ⁽³⁾ , réseau cellulaire (en option)				
Mise en service de l'onduleur	Avec l'application mobile SetApp grâce au Wi-Fi local intégré				
Smart Energy Management	Limitation de l'export				
Protection contre les défauts d'arc	Intégrée, configurable par l'utilisateur (selon UL1699B)				
Protection RS485 contre les surtensions	En option ⁽⁴⁾				
Parafoudre DC	-			Intégré : Type 2, échangeable sur site	
Parafoudre AC	-			Optionnel : Type 2, échangeable sur site	
CONFORMITE AUX STANDARDS					
Sécurité	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109, AS3100				
Standards de connexion au réseau ⁽⁵⁾	VDE-AR-N-4105, G99, AS-4777, EN50438, EN50549-1, CEI-021, VDE 0126-1-1, CEI-016, EN50549-1				
Emissions	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, Classe B			IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, Classe A	
RoHS	Oui				
SPECIFICATIONS D'INSTALLATION					
Diamètre de presse-étoupe de sortie AC / Section transversale de câble	15-21mm / Câble massif 2.5-16 mm²			Diamètre de câble 19-28 mm / 4 - 16 mm²	
Entrée DC (avec ou sans coffret DC)	2 paires de MC4			4 paires de MC4	
Dimensions (L x P x H)	549 x 317 x 264			550 x 317 x 273	mm
Poids	30,7			32	kg
Plage de température en fonctionnement	-40 à +60 ⁽⁶⁾				°C
Refroidissement	Ventilateur (remplaçable par l'utilisateur)				
Bruit	< 50			< 62	dBA
Caractéristiques nominales de protection	IP65 - Extérieur et intérieur				
Montage	Support de fixation fourni				

* 19 900 W pour l'Italie

(1) Selon les autorisations des autorités locales

(2) Référez vous aux fiches techniques des éléments optionnels de communications: <https://www.solaredge.com/resource-library>

(3) La connexion Wi-Fi nécessite une antenne externe. Pour plus d'informations, veuillez consulter: <https://www.solaredge.com/products/communication>

(4) Il est possible d'acheter un plug-in RS485 SPD. Veuillez vous référer à: https://www.solaredge.com/sites/default/files/se_spd_plug_in_for_rs485_for_3ph_with_setapp_ds.pdf

(5) Pour toutes les normes, consultez la rubrique Certificats sur la page Téléchargements: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>

(6) Pour les informations sur le dé-rating, veuillez vous référer à: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-derating-note.pdf>

1.6 - CABLAGE / RACCORDEMENT

L'entrepreneur devra l'ensemble des prestations suivantes :

- Câblage des chaînes de liaison en câble H07RNF 1,5mm² à Xmm² suivant la puissance
- Câblage entre les coffrets CC et les onduleurs
- Câblage entre les différents onduleurs et l'armoire de protection en câble AR2V – Section suivant note de calcul
- La mise à la terre des panneaux photovoltaïques par ligne en câble FR-N1-X1G1-Cca 25mm²
- La mise à la terre de tous les équipements de l'installation photovoltaïque, compris système de fixation

Cette liste n'étant pas exhaustive, l'entrepreneur devra l'ensemble du câblage nécessaire au bon fonctionnement.

Les chaînes de liaisons entre panneaux photovoltaïques devront tenir compte de la puissance crête des panneaux, la puissance maximale admissible par l'onduleur du nombre de raccordement de connecteur sur ce dernier et de la plage de tension MPP de l'onduleur.

Les panneaux photovoltaïques seront câblés suivant un schéma série parallèle avec interposition de diodes pour combattre les zones d'ombres (effet HOT-SPOT).

L'ensemble des équipements et de la distribution sera protégé contre les intempéries et un soin particulier sera apporté à la qualité des connexions électriques.

1.6.1 - Côté continu

Le présent lot doit la fourniture, la mise en place et le raccordement des câbles de la partie courant continu. Ces câbles doivent remplir les exigences suivantes :

- Câble unipolaire avec isolation équivalente à la classe II.
- Câble non-propagateur de la flamme
- Température admissible à l'âme 90°.
- Plage de température d'utilisation de – 40 °C à + 120 °C.
- Le courant admissible I_z des câbles doit être supérieur à 1,25 fois I_{scstc} de la chaîne PV.
- Résistants aux rayonnements ultraviolets.

Les câbles chemineront en extérieur sous les panneaux PV. Ils seront positionnés dans des chemins de câbles type PVC U23X et U2SX de UNEX ou équivalent, afin de résister aux conditions climatiques et aux intempéries. Les liaisons de rangées de modules PV seront réalisées dans des tubes IK10 de couleur noire.

L'entrepreneur devra, l'ensemble des équipements nécessaires à la bonne fixation des chemins de câbles, y compris toutes sujétions (fixation sur la membrane, pose en surimposition par dallage béton ou autre)

1.6.2 - Côté alternatif

Au titre du présent lot, il sera réalisé :

- La liaison entre les onduleurs et le coffret de protection AC par câble FR-N1-X1G1-Cca – section suivant note de calcul posé en chemin de câble type « cablofil » ou électro zingué avec aile. La section sera déterminée pour avoir une chute de tension < 1 % maximum de la tension nominale.
- La liaison entre le coffret de protection TGBT AC et le TGBT du site FR-N1-X1G1-Cca, section suivant note de calcul

Cette liste n'étant pas exhaustive, l'entrepreneur devra l'ensemble du câblage nécessaire au bon fonctionnement de l'installation.

1.7 - TABLEAU GENERAL BASSE TENSION PHOTOVOLTAÏQUE

L'entrepreneur devra une note de calcul définissant l'ensemble des installations électriques AC & DC à mettre en œuvre.

Il devra également la fourniture, l'installation et le raccordement d'un tableau général basse tension photovoltaïque (TGBT PV) destiné à regrouper les départs issus de l'onduleur et à assurer le raccordement au TGBT principal du bâtiment situé au RdC.

Le TGBT-PV sera implanté en toiture à proximité de l'onduleur fixé sur le mur de la cage d'escaliers, suivant plan.

Il sera de type Coffret métal ATLANTIC de LEGRAND ou équivalent, IP66, IK10, Classe II, avec porte réversible, et regroupera principalement (liste non exhaustive) :

- Interrupteur tête de tableau suivant note de calcul ci-dessus + bobine MNx
- Parafoudre courant alternatif type 2 avec disjoncteur intégré et cartouche débrochable, Icc 25kA, Up=1.5kV
- Disjoncteur Tétra 4P 40A pour protection parafoudre
- Disjoncteur Tétra 4P différentiel 300mA type Asi (1 protection par onduleur)
- Disjoncteur 2P + N 16A différentiel 30mA pour protection alimentations diverses
- Bornier de raccordement
- Bornier de terre

Le raccordement au TGBT principal sera réalisé par câble FR-N1-X1G1-Cca de section adaptée, posé en gaine ou autre type de pose selon les règles de la NF C 15-100.

1.8 - RESEAU DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE

Les canalisations disposeront de réserve pour permettre la flexibilité et l'évolutivité de l'installation. Tous les réseaux seront facilement accessibles de façon à assurer l'évolutivité et la maintenance des installations.

Réseau en champ PV

Un réseau de distribution principal pour liaisons des panneaux PV sera réalisé sous les champs PV.

Il sera constitué de chemins de câbles PVC de préférence afin de résister aux conditions climatiques et aux intempéries.

Ces chemins de câbles seront de type PVC U23X et U2SX de UNEX ou équivalent.

Ceux-ci sont disposeront de réserve pour permettre la flexibilité et l'évolutivité de l'installation.

Tous les réseaux seront facilement accessibles de façon à assurer l'évolutivité et la maintenance des installations.

Afin de compléter ces installations, il sera installé des tubes IK10 de couleur noire pour liaison des strings jusqu'à l'onduleur.

Réseau chemins de câbles intérieur bâtiments

Les chemins de câbles seront fixés sur consoles ou en applique sur la paroi. Sur les chemins de câbles, les câbles seront attachés par collier RILSAN.

1.9 - LIAISON EQUIPOTENTIELLE MISE A LA TERRE

1.9.1 - Généralités

La mise à la terre doit être conforme à la NF C 15 100.

Au titre du présent lot, il est réalisé :

- L'interconnexion des masses par conducteurs cuivre 25mm².
- Mise à la terre des masses (celle-ci sera unique).

- Les masses métalliques des modules seront interconnectées par un conducteur de terre, conformément aux prescriptions du fabricant.
- Les surfaces offertes des boucles de câblage seront minimisées : à cet effet et avant exécution du raccordement le soumissionnaire transmettra pour approbation au BE les plans de cheminement et de mise en série des capteurs.

La terre est systématiquement distribuée et les masses des équipements raccordées.

L'entrepreneur devra fournir des fiches de mesure attestant de la valeur ohmique de la prise de terre.

1.9.2 - Liaisons équipotentielles

Il est prévu l'ensemble des liaisons équipotentielles de son installation. Ces travaux devront être parfaitement mis en œuvre afin d'assurer une équipotentialité complète des masses électriques.

Elle reliera principalement (liste non exhaustive) :

- Les canalisations métalliques résistantes du générateur
- Les panneaux photovoltaïques
- Les éléments de structure métallique susceptible d'être mis sous tension
- Tous les éléments métalliques des installations
- Les chemins de câbles de distribution électriques Courants Forts
- Les châssis et portes d'armoires électriques
- Les gaines métalliques des câbles Courants Forts à chacune de leur extrémité

Le conducteur principal d'équipotentialité doit être réalisé à l'aide de conducteurs de même section que le conducteur principal de protection de l'installation. Sa section ne pourra être inférieure à 6mm² mais pourra être limitée à 25mm². La section des conducteurs de protections sera déterminée suivant la norme NFC 15.100.

1.9.3 - Mise à la terre

L'ensemble des appareils d'utilisation sera relié à un conducteur de protection.

La distribution de terre sera réalisée à partir des conducteurs de protection PE intégrés dans les conducteurs d'alimentation des équipements.

Les masses des appareils à relier à la terre doivent l'être par des dérivations branchées sur une ligne principale de terre. En aucun cas, elles doivent être montées en série sur cette ligne principale. Les connexions de terre seront réalisées d'une façon sûre et durable.

Le conducteur de protection sera toujours incorporé dans le câble d'alimentation de l'équipement. Dans le cas d'impossibilité, cette liaison sera réalisée par un câble séparé placé à proximité avec isolant vert-jaune.

Les mises à la terre de l'onduleur et du parafoudre devront également être connectées à la même prise de terre pour équipotentialité.

1.10 - PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE

Le présent lot doit la fourniture, la mise en place et le raccordement des protections foudres nécessaires à l'installation celles-ci comprennent notamment :

- Parafoudres bipolaires sur circuit courant continu à l'entrée de l'onduleur, ayant les caractéristiques suivantes : parafoudre débouchable CC 2pôles 1000V type 2, I_{max} 40kA, I_n 20kA, U_n 1000V
- Parafoudres sur le circuit alternatif entre phase et neutre en sortie courant alternatif de l'onduleur, ayant les caractéristiques suivantes : type 2 avec disjoncteur intégré et cartouche débouchable

Nota : Lorsque la distance entre les modules photovoltaïques et l'onduleur est supérieure à 30 m, un parafoudre doit être placé au niveau de l'armoire CC au plus près des onduleurs, et un autre parafoudre doit être installé dans les boîtes de jonction au plus près des modules.

1.11 - INTEGRATION À LA GTB EXISTANTE

L'installation photovoltaïque devra être interfacée avec la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) existante du bâtiment, de marque Sauter.

Les onduleurs SolarEdge devront permettre la récupération des données de production via un protocole de communication standard. Le titulaire devra assurer la transmission de ces données vers la GTB existante au moyen d'une solution compatible avec l'architecture en place.

L'ensemble des équipements, paramétrages et adaptations nécessaires à cette communication seront à la charge du titulaire.

Les informations minimales à remonter à la GTB seront :

- Puissance instantanée produite
- Énergies cumulées (jour, mois, année, total)
- État de fonctionnement de l'installation
- Alarme de synthèse / défaut général
- Perte de communication

Une page dédiée dans la supervision devra permettre l'affichage d'un synoptique simplifié de l'installation et des données de production.

Le titulaire devra se coordonner avec l'exploitant de la GTB afin de valider l'architecture de communication et procéder aux essais avant réception.

1.12 - COUPURE GENERALE DE SECURITE

Conformément aux prescriptions de guide du SER, de l'ADEME et du SDIS, il devra être possible de manœuvrer rapidement l'organe de coupure générale des installations photovoltaïques.

Pour cela, il sera prévu une coupure générale AC simultanée de l'ensemble des onduleurs, positionnée de façon visible à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment située au RdC et identifiée par la mention :

« Attention-Présence de 2 sources de tension :1-réseau de distribution ; 2-Panneaux photovoltaïques » en lettres noires sur fond jaunes.

La commande AC sera de type coup de poing par réseau permettant le déclenchement électrique du disjoncteur correspondant. Ces coups de poing seront associés à un voyant rouge et un voyant vert signalant la position du disjoncteur général.

Une coupure d'urgence DC de la liaison DC, positionnée au plus près de la chaîne photovoltaïque (action sur les protections DC par déclencheur manque de tension associée au relais de déclenchement du disjoncteur), **et pilotés à distance depuis une commande regroupée avec le dispositif de coupure générale du bâtiment.**

Ces coupures seront individualisées et actionneront directement les organes de manœuvre.

Ces coupures seront clairement repérées. L'entrepreneur devra l'ensemble des travaux, équipements, câblages, repérage.

Ces coupures seront positionnées à proximité de la coupure générale électrique du bâtiment, à valider avec les services concernés avant mise en œuvre.

1.13 - SIGNALÉTIQUE

En plus du repérage classique des matériels, il sera fourni et mis en place une signalétique à base d'étiquettes dilophanes prévenant des risques liés aux installations PV conformément aux réglementations, aux dispositions du guide pratique de l'ADEME et du SER (Syndicat des Energies Renouvelables) « Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau ».

En particulier :

- A proximité du dispositif de mise hors tension l'étiquette portera la mention : « Attention-Présence de deux sources de tension : 1-Réseau de distribution ; 2-Panneaux photovoltaïques » en lettres noires sur fond jaune.
- Le pictogramme dédié aux risques photovoltaïques sera apposé : à l'extérieur du bâtiment à l'accès des secours, aux accès (échelle à crinoline, etc.) des volumes abritant les équipements techniques relatifs à l'énergie photovoltaïque, sur les câbles DC tous les cinq mètres ;
- Les étiquettes portant la mention « **Ne pas déconnecter en charge** » ou « **Ne pas ouvrir en charge** » à proximité des connecteurs ou des sectionneurs
- Une étiquette portant la mention « Danger, installation électrique sous tension durant la journée » à proximité des boîtes de jonction, coffrets DC, liaison principale DC, onduleurs.

1.14 - MISE EN SERVICE, RECEPTION, FORMATION

1.14.1 - Mise en service

Le présent lot doit la mise sous tension et la mise en service de l'installation.

1.14.2 - Réception

L'installation fera l'objet d'une réception sanctionnée par un procès-verbal de réception (voir §2.1.5 pour pièces à fournir).

1.14.3 - Formation

L'entreprise adjudicataire devra assurer la formation des personnels désignés par le maître d'ouvrage à la conduite et à la maintenance de l'installation. Cette formation s'appuiera sur les DOE. Elle devra permettre au personnel du maître d'ouvrage notamment :

- De suivre la production et de remplir les tableaux de suivi.
- De détecter les défauts de fonctionnement.
- D'interrompre la production en toute sécurité compte tenu des dangers spécifiques à un générateur photovoltaïque.

1.15 - INSTALLATIONS PROVISOIRES DE CHANTIER

1.15.1 - Installations de sécurité

L'entrepreneur devra tous les dispositifs de sécurité nécessaires à l'exécution de ses travaux.

Il devra notamment utiliser le monte-charge mis à disposition par le maître d'ouvrage pour l'acheminement des éléments en toiture. Cela permet d'éviter les contraintes liées à l'utilisation d'une grue mobile à proximité du réseau SNCF.

Tous les règlements d'hygiène et de sécurité en application seront à respecter.

L'entreprise fournira les protections collectives minima suivantes :

- Les filets de protection
- L'entreprise tiendra compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.

L'entreprise devra se conformer aux recommandations et demandes des Organismes Officiels (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP), du Coordinateur de Sécurité et du Maître d'Œuvre.

1.15.2 - Protection des ouvrages

En dehors des protections imposées par les autres pièces du marché, le titulaire du présent lot devra toutes les mesures nécessaires à la protection des ouvrages aussi bien existants que de ceux réalisés par l'entreprise.

Le matériel installé est sous la responsabilité de l'entrepreneur tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

1.16 - DOCUMENTS A FOURNIR

1.16.1 - Plans et études d'exécution

L'attention des entreprises soumissionnaires est attirée sur le fait que les notes de calcul, études de conception et dimensionnement, plans et documents d'exécution, pour cette opération, sont dus par l'entreprise titulaire des travaux.

1.16.2 - Schémas électriques

L'entrepreneur devra fournir un schéma électrique unifilaire de l'installation à la remise de son offre. Le schéma unifilaire comprendra à minima :

- Modules photovoltaïques et regroupement en champs (câblage des chaînes, couplage parallèle des chaînes) y compris précisions concernant la puissance unitaire des modules photovoltaïques ;
- Onduleurs synchrones y compris précisions concernant niveau de tension en sortie (V) et puissance d'injection (en VA) ;
- Coffrets de raccordement (continu et alternatif).

Ce schéma unifilaire, accompagné des documentations techniques des modules et onduleurs, permettra de valider la viabilité des offres (adéquation entre champs de modules PV et onduleurs notamment). Le matériel utilisé et la configuration électrique de l'installation ne sont en aucun cas imposés aux candidats. Il leur appartient de définir, en détail et pour les matériels qu'ils auront sélectionnés, l'ensemble de l'installation photovoltaïque.

1.16.3 - Tableau Général Basse Tension PV (TGBT-PV)

L'Entrepreneur devra fournir un plan d'implantation des divers équipements.

Les équipements seront disposés en respectant les consignes d'implantation décrites au présent CCTP et dans le manuel d'installation des onduleurs et coffrets, notamment :

- Distance minimale entre onduleurs de 30cm si ventilation forcée (50cm si ventilation naturelle) sauf indication contraire de la part du fabricant
- Accessibilité des équipements pour la maintenance
- Cheminement distinct des différents circuits

Une ventilation naturelle sera mise en place afin d'évacuer la chaleur dissipée par les onduleurs en fonctionnement.

En façade de l'armoire TGBT-PV, un voyant présence tension et un voyant d'alarme générale seront posés sur l'armoire. Le voyant d'alarme générale sera allumé dès qu'un défaut surviendra sur l'installation de production d'électricité.

1.16.4 - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

Fourniture du D.O.E comprenant :

- L'étude détaillée des installations avec les documents suivants :
- Plans et schémas d'armoires électriques conformes à l'exécution
- Synoptique de l'installation photovoltaïque complète
- Plan avec types et sections des câbles
- Plan coté du réseau de terre
- Plans cotés des réservations

-
- Les caractéristiques techniques, calculs et schémas d'atelier permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement
 - La liste des matériels installés avec documents techniques
 - Notices d'entretien
 - Essais et mesures :
 - Mesure de l'isolement des circuits
 - Mesure des tensions en charge à 100 %
 - Mesure de la résistance de terre
 - Mesure des échauffements et chutes de tension en charge
 - Contrôle des organes de protection et parafoudres
 - Une copie des essais AQC
 - L'ensemble des éléments sera à fournir en 1 exemplaire papier + 1 exemplaire sur support informatique
 - Les plans informatiques seront au format DWG compatible Autocad 2008 et en pdf

Les D.O.E. seront fournis sous forme de classeurs, avec intercalaires permettant le classement des différents documents.

Fourniture du D.I.U.O.

A la fin du chantier, le titulaire du présent lot devra fournir un dossier comprenant sans que cette liste ne soit limitative :

- Les caractéristiques techniques, calculs et schémas d'atelier permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement,
- La liste des matériels installés avec documents techniques,
- Notices d'entretien,
- Un tableau récapitulatif des interventions d'entretien à effectuer contenant la périodicité et les modes opératoires.

NOTA : Cette liste est à compléter avec les demandes du coordonnateur sécurité s'il y a lieu.

L'entreprise adjudicataire du présent lot aura à sa charge :

- Tous les frais de contrôle, d'essais et de certificats de conformité.
- Toutes les démarches auprès des divers organismes habilités ayant droit de regard sur cette construction.

2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES

2.1 - SPECIFICATIONS GENERALES

2.1.1 - Normes et règlements

Les travaux sont réalisés selon les règles de l'art et en parfaite conformité avec les normes et règlements en vigueur, en particulier :

- Règles générales :
 - o NF C 14.100 : installations de branchement à basse tension
 - o NF C 15.100 et amendements
 - o NF C 15.103 : choix des matériels électriques
 - o NF C 15.104 à 15/106 : détermination des sections de conducteur et choix des dispositifs de protection
 - o NF C 15.900 : cohabitation Courants Forts/Courants Faibles
 - o Le Guide d'utilisation UTEC 15-443 (2004) Choix et mise en œuvre des parafoudres basse tension
 - o NF EN 61643-11 (2002) Parafoudres basse-tension connectés aux systèmes de distribution basse tension – Prescriptions et essais ;
 - o D 92-587 Décret n° 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques
 - o Décret du 14 Novembre 1988 abrogé et remplacé par le décret 2010-1016 du 30/08/2010
 - o Arrêté du 10 novembre 1976 relatif aux circuits et installations de sécurité
 - o Décrets du 31 mars 1992 relatifs aux dispositions concernant la sécurité et la santé
 - o Loi n° 76/663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées
 - o Décret du 3 octobre 1995 (directive basse tension)
 - o Textes relatifs à la sécurité incendie dans les établissements recevant des travailleurs.
 - o Règle neige et vent
 - o Les prescriptions du SDIS
- Règles spécifiques, concernant les installations photovoltaïques :
 - o Guide UTE C 15-712-1 « Installations photovoltaïques »
 - o UTE C 57-300 (mai 1987) Paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque
 - o UTE C 57-310 (octobre 1988) Transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique
 - o UTE C 18 510 (novembre 1988, mise à jour 1991) Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique
 - o IEC 61723 Guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments ;
- Concernant les générateurs photovoltaïques
 - o NF EN 61 215 modules PV pour application terrestre « Qualification de la conception et homologation »
 - o NF EN 61 730 « Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV »
 - o NF EN 50 380 « Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules PV »
 - o Le document de l'ADEME « générateurs photovoltaïque raccordés au réseau, spécifications techniques relatives à la protection des personnes et biens dans les installations photovoltaïques raccordés au réseau » servira de base.
 - o DIN VDE 0126-1-1 et amendement A1 avec réglage VFR 2014 « Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension
- Concernant les onduleurs
 - o NF EN 50 178 « Equipements électronique utilisés dans les installations de puissance »
 - o IEC 61 723 Guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau
 - o NF EN 61 000 concernant les harmoniques
 - o NF EN 55 014 concernant la compatibilité électromagnétique
 - o DIN VDE 0126-1-1 et amendement A1 « Protection de découplage intégrée »

- Concernant les câbles
 - o UTE C 32-502 « Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes PV »
 - o NF EN 61173 Protection contre les surtensions des systèmes PV de production d'énergie
 - o NF EN 61727 Septembre 1996 Systèmes PV caractéristiques de l'interface de raccordement réseau
 - o UTE C15 400 2004 Raccordement des générateurs d'énergie pour les installations alimentées par un réseau public de distribution
 - o Guide EDF/ARD 2003 Accès au réseau basse tension pour les installations PV- Conditions techniques et contractuelles du raccordement
 - o 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
 - o Le Guide de l'ADEME (2001) Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables

NOTA : Sont également applicables les publications, décrets, circulaires, arrêtés ou normes complétant ou modifiant les textes énumérés ci-dessus et dont la publication est antérieure de plus d'un mois à la date de remise de sa proposition par l'entrepreneur.

Les installations électriques seront conformes aux normes NF et UTE, classe C.

2.1.2 - Limites de prestations

2.1.2.1 - Travaux compris dans le lot

L'entrepreneur devra toutes les prestations nécessaires à la livraison des installations en parfait ordre de fonctionnement, et ne pourra jamais arguer que des erreurs, omissions ou ouvrages particuliers puissent le dispenser de l'exécution de ces travaux. En cas de non concordance entre le descriptif et les plans, l'entrepreneur devra le signaler au Maître d'Œuvre pour rectifications.

- La fourniture, livraison et pose des panneaux photovoltaïques
- La fourniture et la pose des divers supports, fixations et câblage
- La fourniture et la pose des onduleurs pour l'installation en local onduleur
- La fourniture et la pose des parafoudres AC et DC
- La fourniture et la pose des coffrets CC comprenant l'appareillage de protection des systèmes photovoltaïques
- Le câblage de l'ensemble de l'installation en toiture
- La protection des ouvrages comprenant tous les organes de sécurité suivants les normes en vigueur
- La mise à la terre des installations
- La mise en service de l'installation, réglage et mise au point par le fabricant
- La formation du personnel d'entretien
- L'ensemble des démarches, notes de calculs, PV du matériel demandé par les différents intervenants (bureau de contrôle ...)
- La fourniture et la pose de l'ensemble des fourreaux, gaine, goulotte et de l'ensemble des percements nécessaires à l'installation
- Fourniture du synoptique de câblage de l'ensemble de l'installation pour validation par le fabricant

D'une façon générale, l'entrepreneur devra l'ensemble des travaux nécessaires au parfait achèvement des installations conformément au présent C.C.T.P. et aux règles de l'Art.

Font également partie des travaux :

- Les percements, saignées et scellements
 - Le garnissage de tous les percements propres à ce lot
 - Les supports, ferrures et scellements nécessaires à la pose des canalisations et de l'appareillage compris dans le lot
 - La protection antirouille des ouvrages métalliques
 - Les travaux d'autres corps d'état qui seraient provoqués par un accident survenu à l'installation photovoltaïque
 - Le nettoyage et l'enlèvement des gravats provenant des travaux du présent lot
 - La main d'œuvre nécessaire aux essais de réception et de réglage des installations
 - L'instruction du personnel chargé de la conduite et de la surveillance des installations
 - Les plans de réservations, les plans d'exécution de chantier et les plans des ouvrages exécutés
-

- Travaux divers :
 - o La fourniture, le transport, la mise en œuvre, le montage, le réglage, de tous les matériaux et matériels nécessaires au parfait et total achèvement des ouvrages.
 - o Tous dispositifs de levage et mise en place, compris échafaudages si nécessaires.
 - o Tous frais de transport et de déplacement du personnel.
 - o Le nettoyage du chantier et l'enlèvement des gravois provenant de son lot.
 - o Tous les travaux non spécifiés au présent devis ou non confiés à d'autres corps d'état, mais nécessaires au bon fonctionnement des installations.
 - o La fourniture aux endroits adéquats de toutes les pancartes et étiquettes nécessaires à la sécurité et au bon entretien des installations.
 - o Les notices d'entretien, d'exploitation et plans de recollement.
 - o Une notice des interventions obligatoires dans le cadre de la maintenance.
 - o La prévention et la mise en sécurité du chantier pendant l'exécution des travaux.

2.1.3 - Garanties, mise en service

Garantie

Les installations seront soumises aux conditions de garantie légales. D'autre part, tous les matériels et équipements seront assortis d'une garantie totale, pièces, main d'œuvre et déplacement, d'une durée minimale d'un an à compter de la réception.

Au cours de cette période de garantie, l'entrepreneur sera tenu de remplacer ou de modifier tout composant ou équipement qui ne donnerait pas satisfaction ou dont les performances ne seraient pas celles prévues initialement. Ces interventions au titre de la garantie, pourront être demandées à l'entrepreneur en dehors des périodes de fonctionnement de l'établissement, afin d'éviter toute perturbation de l'exploitation.

Tous les travaux annexes que pourraient nécessiter ces interventions, seront à prendre en charge par l'entreprise au titre de la garantie. La période de garantie sera étendue à la durée de garantie du constructeur pour les matériels dont la couverture est supérieure à un an. La garantie ne s'appliquera pas aux conséquences d'une mauvaise utilisation ou d'un dommage causé par un tiers et dûment constaté.

Mise en service

L'entrepreneur devra la mise en service et le réglage de chaque partie de l'installation.

Il devra la fourniture des notices de fonctionnement détaillées et assurer l'information du Maître d'Ouvrage et des Utilisateurs des équipements, afin de permettre une utilisation rationnelle et complète des installations. Il prévoira forfaitairement, une période d'un jour en une fois ou découpé, au choix du Maître d'Ouvrage pour assurer l'instruction de ses personnels techniques de l'Utilisateur ou d'une société d'exploitation.

Réception des installations

Réception des installations :

Il sera procédé, au jour fixé par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre en présence de l'entrepreneur, à la vérification des divers éléments de l'installation. Le bon fonctionnement sera alors vérifié, ainsi que sa conformité aux règlements en vigueur et au présent CCTP.

La réception sera prononcée par le Maître de l'Ouvrage à l'achèvement des travaux et à réception du rapport, sans réserve, du Bureau de Contrôle.

2.1.4 - Pièces à fournir

Après signature du marché et avant le début d'exécution des travaux :

L'entrepreneur devra assurer :

- L'établissement des plans d'atelier, des études et schémas complémentaires à ceux fournis par le B.E.T., à fournir au maître d'œuvre pour approbation
- Les plans d'exécution de chantier de chaque partie de champs photovoltaïques avec détails et renseignements : implantations et types de matériels, tracé des circuits, repérage, cotations suivant besoins, etc...
- Les schémas électriques des armoires électriques
- Les notes de calculs et les plans d'exécution résultant du choix du matériel et de leurs installations réelles
- L'établissement des plans de réservations et de percements

-
- La fourniture d'échantillons à la demande du maître d'œuvre
 - Tous les plans et notes de calculs, de supports, serrurerie, calepinage des appareils, installation en locaux techniques, détails de gaines techniques et croquis divers de chantiers, sont à la charge exclusive des entreprises.

Après achèvement des travaux lors de la réception :

- Plans et schémas (unifilaire & multifilaires) de l'installation, mis en parfaite concordance avec l'exécution, sous une forme facilement reproductible (plan en contrecalque + sous forme de fichier Autocad Lt format DWG+PDF). Ces plans devront être établis à une échelle et comporteront les cotes et renseignements permettant une utilisation efficace et commode par l'exploitant.
- Plan du site avec tous les éléments repérés
- Plan de calepinage avec identification des modules, des chaines et des onduleurs auxquels ils sont reliés
- Nomenclature des matériels électrique & Notices techniques des matériels installés,
- Nomenclature générale de l'installation avec les numéros de série
- Notices de garantie du matériel installé,
- Les documents techniques COPREC.

L'entrepreneur devra adresser au Maître d'Œuvre en 3 exemplaires du dossier d'exécution complet et un exemplaire informatique.

2.1.5 - Mise en œuvre et coordination, phasage

La mise en œuvre devra être faite avec le plus grand soin, tant pour assurer une réalisation correcte des installations, que pour éviter toute détérioration aux ouvrages.

Il appartiendra à l'entrepreneur d'attirer en temps utile, l'attention du Maître d'Œuvre sur les répercussions que pourraient avoir certaines installations ou travaux sur la marche générale du chantier, et de signaler, le cas échéant, les modifications qu'il conviendrait d'apporter aux dispositions arrêtées par les autres corporations. En particulier, l'entrepreneur devra avoir seul la responsabilité de la préparation des trous, socles, etc.... et toutes sujétions indispensables à la bonne exécution des travaux suivant les stipulations du CCTP.

Les installations devront être conformes au CCTP, aux plans d'exécutions, aux normes en vigueur et aux règles de l'art.

2.1.6 - Protection des ouvrages –Travaux de finition

L'entrepreneur devra la protection de ses ouvrages pendant toute la durée du chantier, et ce, jusqu'à la réception des installations. S'il s'avérait que des dégradations étaient occasionnées à des ouvrages non protégés correctement, les frais nécessaires à leur remplacement ou à leur remise en état seraient intégralement à la charge du présent lot.

Afin d'éviter des dégradations inutiles et d'obtenir une bonne finition des ouvrages, l'entrepreneur devra réaliser la pose des appareillages suivant le planning.

L'entrepreneur devra, après le passage de ses canalisations, le rebouchage de tous les percements réalisés par lui-même. Ces rebouchages seront réalisés au présent lot en un matériau approprié aux ouvrages qui les subissent, afin d'obtenir une bonne durabilité de la finition.

Pour toutes les traversées des parois coupe-feu, l'entrepreneur devra reconstituer le coupe-feu de ces parois après le passage de ses canalisations et gaines diverses. Le coupe-feu sera réalisé au plâtre ou en mousse expansive coupe-feu agréé avec PV d'essai. Ces rebouchages seront réalisés soigneusement.

2.1.7 - Nettoyage et remise en état des lieux

Le nettoyage et l'enlèvement aux décharges publiques des gravois provenant des travaux d'ELECTRICITE, seront à la charge du présent lot. En cas de défaillance de l'entreprise, le nettoyage et l'enlèvement des gravois seront réalisés par une entreprise spécialisée au frais du présent lot. Ces nettoyages devront être réalisés régulièrement et plus particulièrement à la fin de chaque phase de travaux. Le chantier sera livré en parfait état de propreté.

2.2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES COURANTS FORTS

2.2.1 - Normes et règlements

Les travaux sont réalisés selon les règles de l'art et en parfaite conformité avec les normes et règlements

2.2.2 - Prescription techniques

2.2.2.1 - Matériaux et matériels

Tous matériaux et matériels, sans limitation aucune devront être absolument neufs. Ils devront répondre rigoureusement aux caractéristiques données dans le descriptif ou indiquées sur les plans.

L'entreprise est tenue de fournir du matériel portant la marque USE agréée ou répondant aux règlements techniques en vigueur le concernant.

Dans tous les cas, ils devront bénéficier de l'acceptation en garantie de la commission technique des assurances.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse des appareils décrits ou d'appareils proposés en variante, les commandes ne pourront être effectuées par l'entrepreneur qu'après acceptation d'un modèle de chaque appareil par le Maître d'ouvrage et le Maître d'œuvre, pour cela l'entrepreneur devra la fourniture d'échantillons de tout le matériel mis en œuvre pour avis ou éventuellement une documentation pour le gros matériel.

IMPORTANT : Les implantations du matériel et quantités définies sur les plans sont données à titre indicatif. Elles devront impérativement être confirmées avant exécution par la Maîtrise d'Oeuvre en fonction de l'implantation des mobiliers et des choix architecturaux définitifs. Dans la mesure où les quantités ne changent pas et les déplacements des matériels n'entraînent pas des modifications importantes des longueurs des canalisations, il est considéré qu'il y a équilibre entre les augmentations et les réductions des lignes et il ne sera pas accepté de devis de travaux modificatifs.

2.2.2.2 - Avis techniques des matériels /Echantillons / Prototypes

Avis techniques et procès-verbaux :

Les matériels et matériaux mis en œuvre devront être munis de la marque de qualité et de conformité NF, ou à défaut, devront répondre aux normes françaises de fabrication, garanties par un procès-verbal de conformité délivré par un organisme habilité.

Dans tous les cas, ils devront bénéficier de l'acceptation en garantie de la commission technique des assurances. Pour les matériels non agréés, l'entrepreneur devra être en mesure de présenter, à la demande du Bureau de Contrôle ou du B.E.T., les avis techniques et préavis d'essais nécessaires.

L'entrepreneur devra, en particulier, fournir les procès-verbaux d'essais des matériels "sensibles", notamment :

- Des modules photovoltaïques
- Du mode de pose des panneaux sur la structure

Les matériels seront choisis et installés dans les conditions définies par les normes, les DTU, les différentes réglementations les concernant ainsi que les prescriptions des constructeurs.

Echantillons :

A la date fixée par le Maître d'Œuvre, l'entrepreneur devra fournir les échantillons des matériels et appareillages qu'il sera amené à installer. Aucun matériel ne devra être commandé avant approbation de la Maîtrise d'Œuvre (Architecte et BET), du Maître d'Ouvrage et des Utilisateurs.

Dans tous les cas, les matériels et équipements devront être conformes aux caractéristiques techniques, esthétiques et dimensionnelles définies dans le CCTP.

Tout matériel ne répondant aux exigences du CCTP ou à la réglementation sera refusé et l'entrepreneur devra proposer d'autres équipements conformes.

Pour les équipements encombrants, l'entrepreneur pourra fournir des documentations techniques en couleur, permettant de juger des performances et généralités les concernant.

Pour les matériels non agréés, l'entrepreneur devra être en mesure de présenter, à la demande des Bureaux de Contrôle ou du B.E.T., les avis techniques et essais nécessaires.

Prototypes :

Pour certains équipements non industrialisés correspondants à un assemblage de plusieurs matériels, il pourra être demandé à l'entrepreneur de réaliser à la demande de la Maîtrise d'Œuvre, des prototypes permettant de juger de leur performance ou leur compatibilité avec les désirs de l'Architecte ou du Bureau d'Etudes, et ce sans supplément de prix.

2.2.2.3 - Repérage

L'ensemble des installations sera correctement étiqueté afin de pouvoir rechercher rapidement les causes d'une panne (armoires regroupant organes de protection et de commande, cheminements des liaisons, signification des voyants lumineux, usage des protections, etc.), chaque appareil sera repéré par étiquette gravée, indiquant l'utilisation et le repérage conformément au schéma ; le repérage indiquera en clair le nom des locaux desservis et les appareils alimentés, tous les conducteurs devront être numérotés et porteront à chaque extrémité un porte-étiquette en matière plastique, avec les repères correspondants aux plans et schémas d'exécution, l'étiquetage par ruban adhésif sera refusé, l'identification des circuits par le code des couleurs sera conforme aux normes.

L'armoire générale aura une étiquette gravée et rivetée indiquant "ARMOIRE ELECTRIQUE GENERALE".

Dans le cas où une armoire serait installée dans un local spécifique, les inscriptions appropriées devront être apposées sur la porte d'accès, indiquant notamment :

- ARMOIRE ELECTRIQUE DANGER,
- Ne pas encombrer l'accès,
- Personne à prévenir en cas d'incident,
- Tous autres renseignements utiles,
- Les étiquettes prévues pour prévenir des dangers électriques.

L'entrepreneur devra un repérage clair et durable de son installation. En particulier, chaque départ des tableaux de protection devra être soigneusement étiqueté.

Les câbles ou leurs conduits seront soigneusement repérés de façon lisible et durable à chacune de leur extrémité.

Le conducteur neutre possèdera un revêtement de couleur bleu clair et le conducteur de protection sera de la double couleur vert jaune. Toutes les canalisations devront comporter un conducteur de protection vert jaune.

Les conducteurs de protection seront impérativement inclus dans la même canalisation que les conducteurs actifs, sauf dans le cas de câbles unipolaires où ils seront regroupés et attachés ensemble par collier RILSAN.

2.2.3 - Armoire de protection des circuits

Il sera conforme à la norme NF EN 60439.1, en tôle d'acier pour $P > 100\text{KVA}$, en plastique ou en tôle d'acier pour $P < 100\text{KVA}$, classe 1 ou 2, peinture émail cuite au four, étanches à l'eau ou aux poussières suivant les conditions d'influences externes, portes sur charnières invisibles fermant à clefs par serrures Ronis, toutes les clefs possédant le même numéro, avec pochette porte-plan, dimensions appropriées au matériel installé avec réserve de place de 30%.

Les appareils, fixés sur châssis réglable, seront implantés en séparant les ensembles lumière, P.C., force motrice. Les distances parties actives, parties métalliques étant conformes aux normes de sécurité, tous les appareils seront repérés.

Les appareils de commande et de signalisation seront groupés en face avant de l'armoire et repérés par étiquettes vissées.

Les fils H07 VR de section $1,5\text{mm}^2$ mini., seront montés sous goulotte plastique (en torons sur la porte). Les raccordements aux appareils se feront par cosses serties ou embouts, tous les fils étant repérés.

Un bornier soigneusement repéré sera réalisé pour tous les câbles de section inférieure à 10mm², ceux de section supérieure pouvant être raccordés directement à l'appareil correspondant, une barrette de cuivre permettra le raccordement des conducteurs de protection, chaque armoire sera livrée avec son schéma de principe comportant les mêmes repères que les appareils.

2.2.4 - Liaison équipotentielle

2.2.4.1 - Liaisons équipotentielles

Liaison équipotentielle principale

Cette liaison reliera les masses métalliques accessibles de l'installation, susceptibles d'être mises sous tension, à la prise de terre des masses. La liaison principale sera établie entre le collecteur général et la prise de terre suivant les prescriptions des normes en vigueur.

Elle reliera principalement : (liste non exhaustive)

- Les canalisations métalliques résistantes pénétrant dans le bâtiment
- Les éléments de structure métallique susceptible d'être mis sous tension
- Les chemins de câbles de distribution électriques Courants Forts,
- Les châssis et portes d'armoires électriques
- Les gaines métalliques des câbles Courants Forts et Courants Faibles à chacune de leur extrémité

Le conducteur principal d'équipotentialité doit être réalisé à l'aide de conducteurs de même section que le conducteur principal de protection de l'installation. Sa section ne pourra être inférieure à 6mm² mais pourra être limitée à 25mm². La section des conducteurs de protections sera déterminée suivant la norme NFC 15.100.

2.2.5 - Protection contre les effets indirects de la foudre

2.2.5.1 - Protections passives

Ces ouvrages comprennent principalement :

- Réalisation d'interconnexions équipotentielles pour l'ensemble des masses métalliques et des prises de terre du bâtiment.
- Tous les réseaux électriques du bâtiment devront avoir la même référence de potentiel.
- Réalisation d'interconnexions équipotentielles pour l'ensemble des masses métalliques du système photovoltaïque.

2.2.5.2 - Protections actives

Généralités

Ces équipements seront conformes à la norme NFC 61-740 et seront choisis et installés conformément à la norme UTE C15-531 et le guide UTE C15-443 complétant la norme ainsi que les chapitres 443 et 534 de la norme NFC 15-100.

Il sera prévu la mise en place de différents dispositifs de protection à l'origine des installations, à certains points sensibles. Ces dispositifs devront limiter les surtensions et limiter les courants de Mode Communs.

IMPORTANT : Certains équipements peuvent être définis à ce stade de l'étude, notamment les équipements à l'origine des alimentations, mais certains telle que la protection des équipements terminaux ne peut pas l'être sans connaître tous les équipements installés et les types et cheminements des canalisations. La définition de ces équipements nécessite une étude spécifique d'analyse de sûreté à réaliser par un organisme agréé.

En conséquence dans le présent lot, il sera uniquement prévu les équipements à l'origine de l'installation et, le Maître d'Ouvrage ou le Maître d'Usage pourra faire réaliser, en cours ou en fin de travaux, une analyse de risque et de sûreté par un organisme agréé.

Le coût de cette étude et les travaux en découlant ne sont pas à prévoir au présent lot.

Installations des parafoudres

Les parafoudres seront tous interconnectés à la même terre de référence : prise de terre des masses pour les lignes électriques et 0 volt pour les équipements électroniques. Les liaisons entre les parafoudres et la terre devront être de 50 cm maximum.

Les parafoudres seront équipés de dispositifs de déconnexion conformément à la norme UTE C 15443.

Ils seront associés à des dispositifs de protection conformément à la norme UTE C 15-443 et aux prescriptions des constructeurs. Les protections seront de type disjoncteur différentiel.

Dans le choix des matériels, il sera prévu une coordination entre parafoudres. Ces associativités seront définies avec les constructeurs.

Les parafoudres susceptibles d'émettre des perturbations électromagnétiques créant des perturbations au niveau des boucles électriques seront évités et ne seront pas intégrés aux armoires de protection.

2.2.6 - Distributions électriques

Généralités

Les canalisations seront choisies, calculées et exécutées conformément aux normes et règlements en vigueur, ainsi qu'aux impératifs techniques de la sécurité.

Lorsque les canalisations seront posées en apparent, leur fixation devra être durable dans le temps et réalisée de façon esthétique.

Les canalisations seront non-propagatrices de la flamme.

Les canalisations seront posées sur chemins les chemins de câbles principaux.

Choix des canalisations :

- Chemins de câbles type tôle galvanisée avec ailes à bords retournés, hauteur d'ailes 51mm, série BRS de TOLARTOIS ou équivalent.
- Tube IRL PVC en apparent dans les locaux techniques
- Telex rail galvanisé de Télexrail de TOLARTOIS ou équivalent, pour les canalisations secondaires
- Goulotte PVC UNEX U23X pour la distribution photovoltaïque en extérieur
- Tube IK10 noir

*** Dérivations :**

Les dérivations et raccordements seront effectués à l'aide de bornes à vis dans des boîtes de dérivations encastrées ou apparentes suivant le cas. Ces boîtes seront largement dimensionnées et clairement identifiées. Les raccordements à l'intérieur de ces boîtes resteront accessibles.

*** Repérage :**

Les câbles ou leurs conduits ainsi que les boîtiers de dérivation seront soigneusement repérés de façon claire et durable dans le temps.

Mode de pose des canalisations et conducteurs

En aucun cas, les câbles seront posés directement sur les faux plafonds mais sous tube IRL ou par tout autre moyen de fixation.

Pour les parcours communs de plus de trois câbles, il sera obligatoirement fait usage de goulottes ou de fourreaux.

Les modes de pose devront permettre de retirer les canalisations pour leur remplacement éventuel ou l'adjonction de câbles supplémentaires.

La pose des canalisations sera réalisée de la façon la plus esthétique possible.

*** Chemins de câbles**

Afin de faciliter le passage des câbles, les chemins de câbles seront posés, de préférence, en applique ou en plafond sur console plutôt qu'en plafond par suspente à tige filetée. Tous les supports et équipements métalliques seront protégés contre la corrosion.

Les chemins de câbles seront largement dimensionnés avec une réserve de 30 %.

Les câbles de section supérieure à 25mm² seront posés en une seule couche et les câbles de sections inférieures seront superposés. Dans le cas de superposition, il sera tenu compte de coefficients de proximité dans le calcul des sections de câbles.

** Conduits et fourreaux*

Les coefficients de remplissage des conduits définis par les normes devront être respectés. Les conducteurs devront être posés après coulage des tubes, il devra toujours être possible de remplacer les conducteurs.

** Locaux à risques mécaniques*

Dans les locaux à risques mécaniques, les câbles seront protégés par des tubes MRL ou des chemins de câbles avec couvercles jusqu'à une hauteur de 2m au-dessus du sol.

** Fixations*

L'entrepreneur du présent lot devra l'ensemble des fixations et des supports nécessaires à la réalisation de son installation. Elles seront réalisées de façon durable et le plus esthétique possible.

Les fixations sur les éléments de charpente se feront uniquement par serrage et non par perçage ou soudure.

** Dérivations*

Les dérivations et raccordements seront effectués à l'aide de bornes à vis dans des boîtes de dérivations encastrées ou apparentes suivant le cas. Ces boîtes seront largement dimensionnées, elles serviront aux raccordements d'un seul circuit et seront clairement repérées. Les raccordements à l'intérieur de ces boîtes devront rester accessibles.

Pour les dérivations des câbles résistants au feu, les boîtes et les blocs de raccordements seront du type incombustible.

Conformément à la norme C15100, le "repiquage" sur les luminaires est interdit sauf si les luminaires sont prévus pour cet usage (luminaires fluorescents avec bornes adaptées). Les dérivations se feront sous boîtes de dérivations.

Repérage

Les câbles ou leurs conduits seront soigneusement repérés de façon claire et durable dans le temps au niveau des armoires de distribution.

Le conducteur neutre possédera un revêtement de couleur bleu clair et le conducteur de protection sera de la double couleur vert-jaune. Toutes les canalisations devront comporter un conducteur de protection vert jaune.

Les conducteurs de protection seront impérativement inclus dans la même canalisation que les conducteurs actifs, sauf dans le cas de câbles unipolaires où ils seront regroupés et attachés ensemble par collier RILSAN.