

CCTP – Lot installation solaire photovoltaïque

CPAM Clermont Ferrand



Mandat n°18553

À l'attention de CPAM Clermont Ferrand,

2 rue Serge Gainsbourg

63000 CLERMONT-FERRAND

Sommaire

1. PRESENTATION DU PROJET PHOTOVOLTAÏQUE	6
1.1 CONTEXTE DU PROJET	6
1.2 SITUATION DU PROJET	6
1.3 RESUME TECHNIQUE DU PROJET	7
1.3.1 <i>Partie photovoltaïque</i>	7
1.4 CALEPINAGE DE L'INSTALLATION PV	7
2. PRESCRIPTIONS GENERALES DES PRESTATIONS PV.....	8
2.1 OBJET DU DESCRIPTIF	8
2.2 NATURE DES TRAVAUX.....	9
2.3 DOMAINE D'APPLICATION	10
2.4 MATERIELS ET MATERIAUX	10
2.5 UTILISATION DE MATERIAUX EN PLASTIQUE.....	11
2.6 PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER	11
2.7 TEXTES REGLEMENTAIRES - NORMES - TEXTES DE REFERENCE.....	11
3. SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES PARTIE PHOTOVOLTAÏQUE	17
3.1 PREPARATION DU CHANTIER	17
3.2 DOCUMENTATIONS TECHNIQUES A FOURNIR	17
3.2.1 <i>A la remise de l'offre</i>	17
3.2.2 <i>Avant Travaux</i>	18
3.2.3 <i>Avant Réception</i>	19
3.3 DISPOSITIFS DE SECURITE ET D'ACCES EN TOITURE.....	19
3.3.1 <i>Protections collectives et individuelles provisoires</i>	19
3.3.2 <i>Protections individuelles permanentes</i>	20
3.4 SYSTEME DE MONTAGE DES MODULES	20
3.5 FIXATION DES MODULES	20
3.6 MODULES PV	20
3.7 PROTECTIONS, CABLAGES ET RACCORDEMENTS DE L'INSTALLATION	21
3.8 BRANCHES DE MODULES	23
3.9 CABLES DE BRANCHES ET DE GROUPES DC	23
3.10 MISE A LA TERRE ET LIAISON EQUIPOTENTIELLE.....	24
3.11 COFFRETS DE SECTIONNEMENT ET RACCORDEMENT.....	25
3.11.1 <i>Coffret DC (le cas échéant) en toiture</i>	25
3.11.2 <i>Raccordement branches de modules et coffrets DC</i>	26
3.11.3 <i>Raccordement Coffrets DC et Onduleurs</i>	27
3.12 EMLACEMENT DES ONDULEURS	27
3.13 ONDULEURS	27
3.14 COFFRET AC (TDGS) ET RACCORDEMENTS	28
3.14.1 <i>Coffret AC (TDGS)</i>	28
3.14.2 <i>Raccordement du coffret AC</i>	30
3.15 RACCORDEMENT.....	30
3.15.1 <i>Autoconsommation</i>	31
3.15.2 <i>Travaux de raccordement à prévoir avec ENEDIS</i>	31
3.16 SYSTEME DE TELESUIVI ET AFFICHAGE LOCAL DE SURVEILLANCE	32
3.16.1 <i>Passerelle de télésuivi</i>	32
3.16.2 <i>Affichage local de surveillance</i>	32
3.17 SIGNALISATION ET SECURITE.....	32

3.18	ARRET D'URGENCE (AU).....	33
3.19	RECEPTION	34
3.20	GARANTIES	34
3.21	MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE L'INSTALLATION	35
3.21.1	<i>Maintenance Préventive</i>	35
3.21.2	<i>Maintenance Curative.....</i>	36
3.21.3	<i>Rémunération des prestations de maintenance.....</i>	37
4.	SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES DE L'INSTALLATION PV	38
4.1	SYSTEME D'INTEGRATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES AU BATI.....	38
4.2	MODULES PV / CHEMINEMENT DC / COFFRETS DE SECTIONNEMENT DC.....	38
4.3	ONDULEUR PV ET TDGS.....	39
4.4	RACCORDEMENT DE LA CENTRALE.....	41
4.4.1	<i>Localisation du tableau électrique principal</i>	42
4.4.2	<i>Cheminement de câbles pour le branchement de l'onduleur au TGBT.....</i>	44
4.5	ARRET D'URGENCE.....	46
4.6	SYSTEME DE TELESUIVI	46
4.7	ACCES A LA TOITURE.....	46
5.	OBLIGATION DES ENTREPRISES	47
5.1	AVERTISSEMENT AUX ENTREPRISES	47
5.2	QUALIFICATION DE L'ENTREPRISE.....	48
5.3	RESPONSABLE DE L'EXECUTION.....	49
5.4	PRESTATIONS GLOBALES	49
5.5	MODIFICATION DES PRESTATIONS EN COURS D'EXECUTION.....	49
5.6	RESERVATIONS - PERCEMENTS - SCHELLEMENTS	50
5.7	BRANCHEMENTS	50
5.8	PROTECTION DES OUVRAGES ET DES PERSONNES	50
5.9	SECURITE SUR CHANTIER	50
5.10	NETTOYAGE SUR CHANTIER	51
5.11	PLANS ET NOTICES	51
5.12	ASSURANCES	52
5.13	ESSAIS, GARANTIES ET RECEPTION DES INSTALLATIONS	52
5.13.1	<i>Autocontrôle</i>	52
5.13.2	<i>Garanties de bonne construction.....</i>	53
5.13.3	<i>Modalités des essais.....</i>	53
5.13.4	<i>Attestation CONSUEL</i>	53
5.13.5	<i>Réception.....</i>	53

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



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

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

APE 7112B – TVA 465 228 0501 55

N° version	Rédacteurs	Relecteur	Date
01	NPR		29/04/2024

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

TERMES UTILISES

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

1. Présentation du projet photovoltaïque

1.1 Contexte du projet

La CPAM de Clermont-Ferrand souhaite faire installer sur le toit de son bâtiment des panneaux photovoltaïques en autoconsommation.

Les panneaux photovoltaïques auront pour but de diminuer la consommation électrique du site, en venant fournir directement une partie de l'électricité consommée (branchement en autoconsommation avec vente du surplus).

Ce CCTP contient un seul lot solaire photovoltaïque.

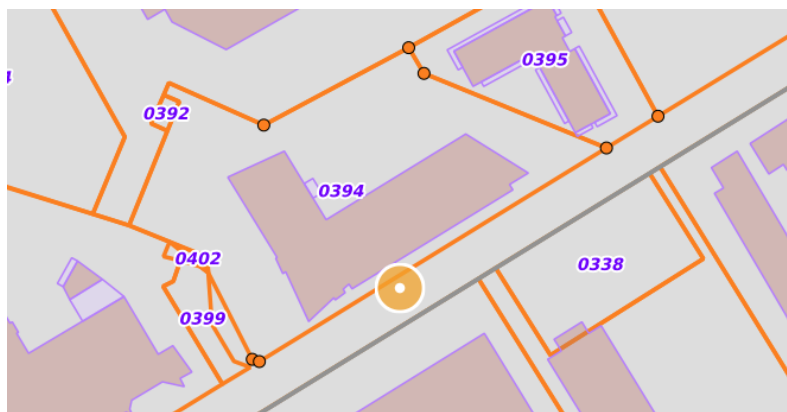
1.2 Situation du projet

Nom du site	CPAM Clermont-Ferrand
Adresse	46 rue du Clos Four, Clermont-Ferrand 63100
Coordonnées	Latitude : 45.788551474066885, Longitude : 3.1013458663135243

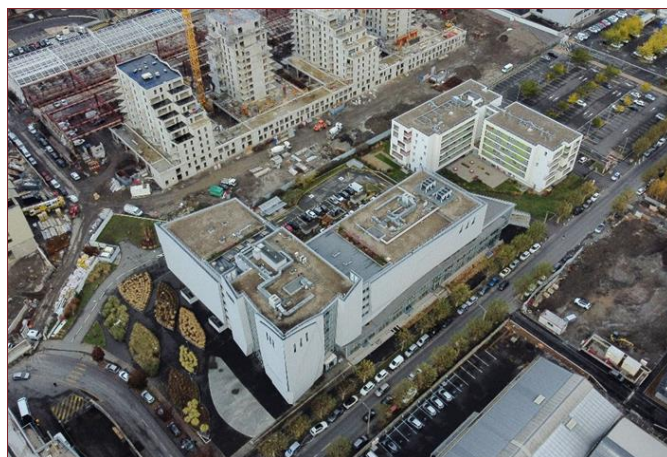
Plan de situation (Source : Géoportail)



Parcelle cadastrale (Source : Géoportail)



Aperçu du bâtiment



Toiture	Toiture terrasse - Support béton, isolant panneaux de mousse polyisocyanurate Efigreen Duo de classe
---------	--

	de compressibilité C (2 panneaux de 100mm) datant de 2014		
Etanchéité	Etanchéité bicouche de feuilles à base de bitume élastomère SBS (Elastophène Flam) avec protection par gravillons (40mm)	Etat de la couverture	Bon état (2014)
Accessibilité	Ascenseur + escalier	Sécurisation	Toiture sécurisée par des garde-corps
Hauteur des toitures	6 ^{ème} étage et 7 ^{ème} étage		

1.3 Résumé technique du projet

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

1.3.1 Partie photovoltaïque

L'installation de panneaux photovoltaïque sera réalisée sur la toiture du bâtiment avec un raccordement en autoconsommation avec vente de surplus (selon l'arrêté du 06 octobre 2021). Il s'agira d'une installation sans batterie, connectée au niveau du TGBT du bâtiment, avec autoconsommation de l'électricité produite au niveau du bâtiment.

PHOTOVOLTAÏQUE	
Puissance PV	77,4 kWc (+ 20% selon le modèle de panneaux)
Nombre de modules	172 (puissance unitaire du module utilisée lors des simulations : 450 Wc)
Energie produite annuelle	91 MWh/an
Valorisation	Autoconsommation avec vente de surplus

D'autres points spécifiques à cette installation PV :

- L'installation photovoltaïque sera positionnée sur des dômes lestés et interconnectés sur la toiture terrasse en béton. Le système de montage devra répondre aux critères d'intégration au bâti et sera réalisé en fonction des conditions climatiques du site et du niveau de résistance nécessaire
- **Le câblage DC sera sur la toiture du bâtiment et ne pénétrera pas dans le bâtiment.**

1.4 Calepinage de l'installation PV

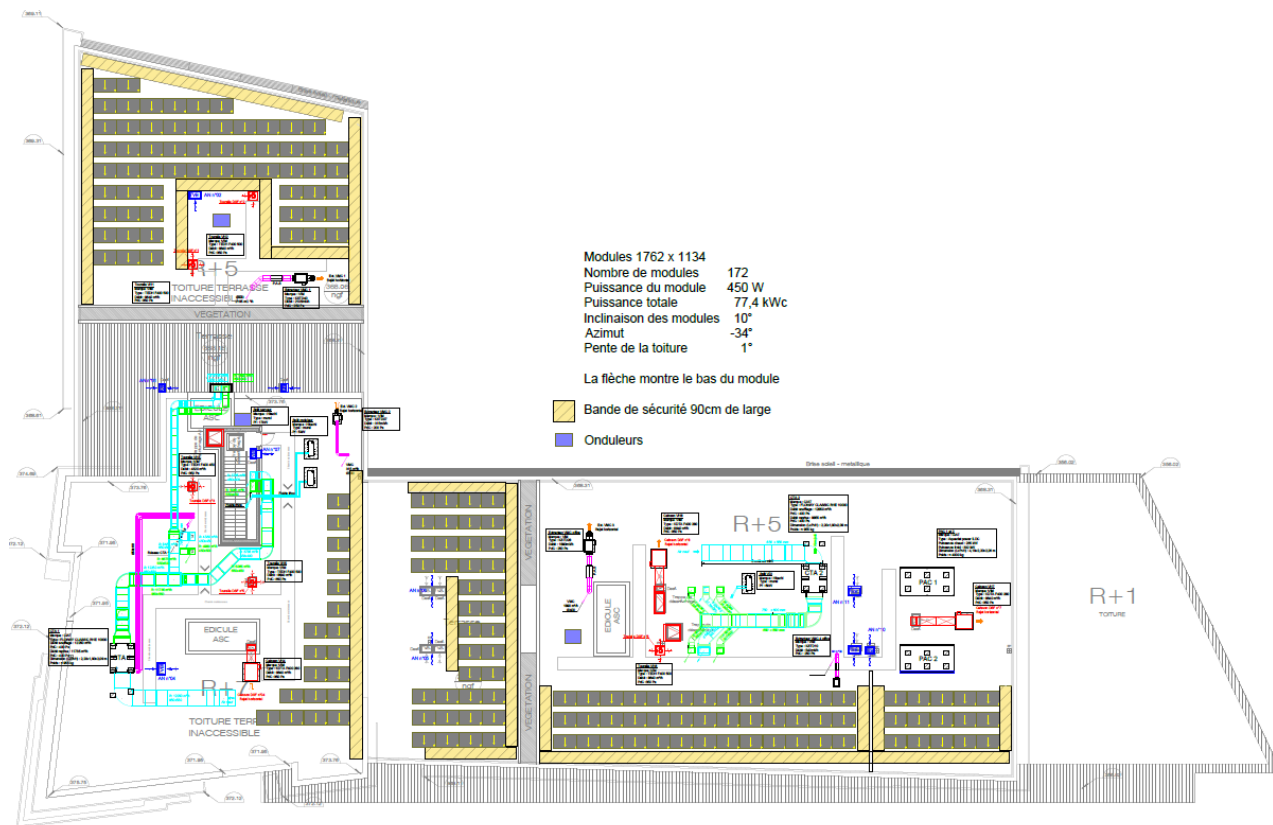
Voir annexe pour le plan en grande dimension.

En gris : les panneaux PV.

La flèche sur les modules photovoltaïques indique le bas des panneaux.

Les chemins de sécurité, une bande de 90cm de largeur sont indiqués dans des rectangles jaunes à hachures.

Les 3 onduleurs sont représentés par des carrés bleus.



Important : Le calepinage ci-dessus est présenté à titre indicatif. Le candidat est invité à présenter une implantation en fonction des dimensions du module photovoltaïque proposé dans son offre.

Rappel : les études d'exécution (EXE) sont demandées dans le présent lot et seront à la charge de l'entrepreneur.

2. Prescriptions générales des prestations PV

2.1 Objet du descriptif

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

Sont à la charge du soumissionnaire la fourniture, la pose, le raccordement et la mise en service d'installations PV, raccordées au réseau électrique privé, constituées d'un champ PV sur **système d'intégration lesté** ainsi que tous les équipements nécessaires au bon fonctionnement des générateurs PV en autoconsommation.

Le système d'intégration proposé devra disposer d'un ATec ou d'un ETN (à défaut, un cahier des charges technique validé par un bureau de contrôle pourra être admis, à condition qu'il soit accepté par les assurances du MOa).

2.2 Nature des travaux

Sont à la charge du **prestataire PV titulaire du marché de travaux** :

- L'établissement des aires de travail convenablement aménagées ;
- Tous moyens de mise en œuvre et de levage répondant aux normes de sécurité en vigueur (Nacelles, protection collective de chantier ...) ;
- Fourniture et gestion de toutes les installations de chantier (barrières, balisage, bungalow, panneau de chantier, assainissement, accès sécurisé et protections collective...) ;
- Nettoyage du chantier et évacuation des déchets ; remise en état initial du site.
- Des **modules PV** de type verre-Tedlar (ou bi-verre), cadrés, au silicium monocristallin, associés à un **système d'intégration au bâti** ;
- Des éléments entrant dans la composition des ouvrages, y compris tout accessoire de fixation, liteaux, visserie, joints, profilés, ... y compris les pièces spéciales diverses nécessaires au montage et celles nécessaires pour les raccords avec les ouvrages existants ;
- Du **raccordement électrique des modules PV** par branches jusqu'aux coffrets DC / boîtes de jonction, y compris câbles et chemins de câbles ;
- Des **coffrets DC**, le cas échéant installés à proximité immédiate des modules ;
- Du raccordement électrique des coffrets DC jusqu'aux onduleurs, y compris câbles et chemins de câbles ;
- Des **onduleurs**, installés suivant description de la section dédiée du CCTP. Y compris les abris et protections décrites dans ce point.
- Des **chemins de câbles**, protégés, pour cheminement des réseaux DC en intérieur (gaine coupe-feu) ou en extérieur, jusqu'aux coffrets DC / boîtes de jonction ;
- D'un conducteur d'équipotentialité, relié à la barrette générale terre, et reliant toutes les structures métalliques des modules et des supports de l'installation, y compris les chemins de câbles métalliques ;
- D'une mise à la terre quand celle-ci n'existe pas dans le bâtiment et d'une barrette de TERRE spécifique PV à amener proche du TDGS ;
- Assurer **l'interconnexion de toutes les terres du site**, notamment quand l'alimentation du TDGS est réalisé d'un autre bâtiment ;
- La **fourniture, la pose et le raccordement de toutes les liaisons électriques et de télécommunications**, y compris gaines, goulottes pour les courants faibles, chemins de câbles, câbles, percements et rebouchages (effectués avec un mortier), VRD (tranchées), nécessaires au bon fonctionnement de l'installation ;
- La **fourniture, la pose et le raccordement de la liaison triphasée**, le PE (si nécessaire) et la terre entre le TDGS et le TGBT. Y compris l'installation d'un départ (disjoncteur + protections nécessaires) dans le TGBT ;

- Du coffret AC ou **TDGS (Tableau Divisionnaire Général Solaire)**. Ainsi que d'autres sous-tableaux nécessaires en aval du TDGS.
- D'un **système de coupure générale simultanée** des disjoncteurs alimentant les onduleurs et des interrupteurs sectionneurs des coffrets CC. L'intégration de ce système dans les systèmes d'arrêt d'urgence présents sur le site
- Le **repérage durable** (étiquettes gravées, pas d'étiquette imprimées, pas d'étiquette « Dymo ») de toutes les liaisons CC, CA, télécom installées ;
- Les affichages réglementaires durables, intérieurs et extérieurs ;
- Les **essais et contrôles** des installations ;
- L'assistance (présence sur site) lors de la mise en service du raccordement par ENEDIS ;
- La **mise en service** des installations et garanties ;
- La **réalisation et la diffusion des Dossiers d'Ouvrages Exécutés (DOE)** et des Dossiers d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage (DIUO) ;

La gestion et l'obtention de la certification CONSUEL sera obtenue à travers un bureau de contrôle déjà missionné.

Nota : *L'entreprise pourra proposer toute adaptation qu'elle jugera utile. Les adaptations seront soumises à l'approbation de l'ensemble des MOe et MOa.*

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

2.3 Domaine d'application

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

2.4 Matériels et matériaux

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

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

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

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

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

2.5 Utilisation de matériaux en plastique

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

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

2.6 Plan d'installation de chantier

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

2.7 Textes réglementaires - Normes - Textes de référence

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

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

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

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

- La Norme NF P 03.001 - Cahier des Clauses générales applicables aux travaux de bâtiments : Cette norme rend obligatoire les D.T.U et Normes françaises pour les marchés privés dont la liste est publiée périodiquement dans les suppléments détachables des "Moniteur",
- Les produits non traditionnels (matériaux nouveaux) devront faire l'objet d'ATec acceptés par la Commission Technique de l'assurance. Dans le cas contraire, chaque cas fera l'objet d'un examen particulier,
- Règles NV révisées dernière édition pour le calcul neige et vent.
- DTU N° 43.3 - Cahier des clauses techniques - Cahier des clauses spéciales,

- DTU N° 20.12 - Maçonnerie des toitures et d'étanchéité - Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité
- DTU N° 43 et nouveau DTU N° 43.1 applicable depuis novembre 2004,
- DTU N° 60-11, 60-32, 60-33, 65-10,
- NF EN 1991-1-3/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige
- NF EN 1991-1-4/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent
- NF P 78-116 : Verre dans la construction/Modules PV incorporés au bâti/ Dimensionnement en toiture
- NF EN 1998-1 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments
- Recommandations professionnelles de la CSFE : Mise en œuvre traditionnelle de capteurs solaires rapportés sur revêtement d'étanchéité en toiture-terrasse (février 2011)
- Guide RAGE 2012 (Règles de l'art Grenelle de l'environnement 2012) : Conception, mise en œuvre et maintenance des systèmes PV par modules rigides sur toitures inclinées
- Normes Françaises : NFP 84.300 à NFP 84.316, NFP 30-301, 36 410, 16 352, 41 201 à 204, NFP 54 002 et 54 028,
- Normes AFNOR en vigueur,
- Les ATec,
- Les règlements, décrets, complétant ou modifiant les documents susvisés, ayant trait aux présents travaux et connus au jour de la soumission,

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

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

- NF C 15-100 Installations électriques à BT (version 2024)
- NF C 14-100 Installations de branchement à BT
- NF C 18-510 Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique
- NF C 17-100 Protection contre la foudre - Protection des structures contre la foudre – Installation de paratonnerres
- NF C 17-102 Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
- NF EN 50521 (C 57-339) Connecteurs pour systèmes PV – Exigences de sécurité et essais
- NF EN 60947-1 (C 63-001) Appareillage à BT - Partie 1 : Règles générales
- NF EN 60947-2 (C 63-120) Appareillage à BT - Partie 2 : Disjoncteurs
- NF EN 60947-3 (C 63-130) Appareillage à BT - Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs sectionneurs et combinés-fusible
- NF EN 61215 (C 57-105) Modules PV (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation

- NF EN 61439 Ensembles d'appareillages à BT
- NF EN 61557-8 (C 42-198-8) Sécurité électrique dans les réseaux de distribution BT de 1000 V c.a. et 1 500 V c.c. Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection - Partie 8 : Contrôleurs d'isolement pour réseaux IT.
- NF EN 61643-11 (C 61-740) Parafoudres basse-tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes de distribution BT - Prescriptions et essai
- NF EN 62262 (C 20-015) Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)
- NF EN 62305-1 (C 17-100-1) Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux
- NF EN 62305-2 (C 17-100-2) Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation du risque
- NF EN 62305-3 (C 17-100-3) Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
- UTE C 15-105 Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques
- UTE C 15-400 Guide pratique - Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution
- UTE C 15-520 Guide pratique - Canalisations - Modes de pose – Connexions
- UTE C 32-502 Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes PV
- UTE C 61-740-51 Parafoudres BT – Partie 51 : Parafoudres connectés aux installations de générateurs PV - Exigences et essais
- UTE C 61-740-52 Parafoudres BT - Parafoudres pour applications spécifiques incluant le CC - Partie 52 : Principes de choix et d'application - Parafoudres connectés aux installations PV
- NF EN 50549-1 (anciennement DIN VDE 0126-1-1) Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public BT
- NF EN 61558-2-4 (C 52-558-2-4) Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues - Partie 2-4 : Règles particulières pour les transformateurs de séparation des circuits pour usage général
- UTE C 18-510 Recueil d'instructions générales d'ordre électrique
- NF C 57 1xx ou ISPRA Onduleurs (convertisseurs statiques)
- NF C 58 4xx et NF C 58 510 Appareillages d'installation
- CEI 60364-7-712 Installation électriques dans le bâtiment - Partie 7-712 Règles pour les installations et emplacements spéciaux - Alimentations PV solaires (PV) (mai 2002)
- CEI 61000-3-2 Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-2 : limites - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieurs ou égal à 16 A par phase).
- CEI 61723 Sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau et montés sur les bâtiments
- NF EN 60 439 Coffrets et armoires électriques
- NF EN 60529 Norme pour les boîtiers de connexion et de raccordement
- NF EN 61173 Protection contre les surtensions des systèmes PV (PV) de production d'énergie – Guide
- NF EN 61727 Systèmes PV (PV) - Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau,
- NF EN 61730-1 (C 57-111-1) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (PV)- Partie 1 : Exigences pour la construction.
- NF EN 61730-2 (C 57-111-2) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV- Partie 2 : Exigences pour les essais

- NF EN 62305-1 (C 17-100-1) Protection contre la foudre-Partie 1 : Principes généraux
- NF EN 62305-2 (C17-100-2) Protection contre la foudre-Partie 2 : Evaluation du risque
- NF EN 62305-3 (C17-100-3) Protection contre la foudre-Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
- NF C 12-100 relative aux branchements électriques de première catégorie
- NF C 13-100 Postes de livraison raccordés au réseau de distribution publique de 1 à 33 kV
- UTE C 15-400 Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution,
- UTE C 15-443 Guide pratique-Protection des installations électriques basses tension contre les surtensions d'origine atmosphériques ou dues à des manœuvres. Choix et installation des parafoudres
- UTE C 15-712-1 Installations de générateurs PV solaires.
- UTE C 18 510 Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique
- UTE C 18 530 Carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité
- UTE C 57-300 Paramètres descriptifs d'un système PV
- UTE C 57-310 Transformation direct de l'énergie solaire en énergie électrique
- NF EN 50380 (C 57-201)Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules PV
- NF EN 60904-3 (C 57-323) Dispositifs PV - Partie 3 : Principes de mesure des dispositifs solaires PV (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence
- NF EN 61730-1 (C 57-111-1) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (PV) - Partie 1 : Exigences pour la construction
- NF EN 61730-2 (C 57-111-2) Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV (PV) - Partie 2 : Exigences pour les essais
- NF EN 61723 Sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau et montés sur les bâtiments.
- NF EN 61724 Norme internationale donne des recommandations relatives aux procédures pour le suivi des caractéristiques énergétiques des systèmes PV

Et des textes réglementaires suivants :

- Décret n° 2007-1280 du 28 août 2007 relatif à la consistance des ouvrages de branchement et d'extension des raccordements aux réseaux publics d'électricité ;
- Décret n° 2006-555 du 17 mai 2006 relatif à l'accessibilité des établissements recevant du public, des installations ouvertes au public et des bâtiments d'habitation et modifiant le code de la construction et de l'habitation ;
- Décret n° 2003-229 du 13 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les installations en vue de leur raccordement aux réseaux publics de distribution ;
- Arrêté du 23 Avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de distribution d'une installation de production d'énergie électrique ;
- Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de distribution d'une installation de consommation d'énergie électrique ;
- Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation ;

- Arrêté du 25 juin 1980 relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public ;
- Textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques ;
- Arrêté du 18 octobre 1977 relatif au règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique ;
- Décret n° 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques ;
- La circulaire DRT 89-2, 6 février 1989, Application du décret 88-1056,
- Arrêtés pris par les préfets et par les maires concernant l'urbanisme, la voirie et l'hygiène.

Ainsi qu'aux guides références suivants :

- Spécifications ERD : B6, C1, C2, C8 (ADEME-EDF).
- Mise en œuvre des capteurs PV dans le bâtiment (CSTB).
- Le Guide EDF/ARD (2003) : Accès au réseau basse-tension pour les installations PV - Conditions techniques et contractuelles de raccordement
- Le guide de l'ADEME (2008) : Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations PV – Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs,
- Le guide de l'ADEME (2004) : Systèmes PV raccordés au réseau - Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du MOa,
- Le guide de l'ADEME (2001) : Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables.

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

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

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

Rappel des principales préconisations ci-dessous :

- Laisser en toiture un cheminement libre d'au moins 90 cm autour du champ PV ;
- Mettre en place une coupure générale simultanée des onduleurs, visible, positionnée à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment ;
- Equiper, lorsqu'il existe, le local technique onduleur de parois coupes feu de degré égal au degré de stabilité du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes ;

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

L'ensemble de ces préconisations devra être pris en compte par les entreprises PV lors de la conception de leurs installations.

3. Spécifications techniques générales partie photovoltaïque

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

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

Les quantités indiquées dans le DPGF sont données à titre indicatif et devront faire l'objet de vérification de la part des entreprises soumissionnaires. **Les quantités et rubriques non précisées devront être complétées.**

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

3.1 Préparation du chantier

L'entreprise prévoit dans son offre les dispositifs nécessaires pour stocker le matériel pendant toute la durée du chantier et approvisionner le matériel sur site. L'entreprise prendra toutes dispositions utiles pour sécuriser le stockage du matériel, pour ne pas altérer la circulation et pour assurer la sécurité des personnes (balisage préalable des zones d'occupation). Au cas où la circulation devrait être partiellement ou totalement interrompue, l'entreprise en demandera préalablement les autorisations nécessaires auprès du service Voirie des mairies concernées (8 à 10 jours ouvrables avant intervention).

3.2 Documentations techniques à fournir

Les documents administratifs et techniques à fournir sont :

3.2.1 A la remise de l'offre

- Les documentations techniques des matériels, dont notamment la fiche technique des modules proposés avec mention des conditions d'exploitation admissibles certifiées ;
- Le bilan carbone du modules PV délivré par Certisolis (ou tout organisme indépendant européen reconnu) quel que soit la puissance du projet. Ce document devra obligatoirement indiquer le pays d'assemblage final.
- L'attestation la plus récente de l'appellation QualiPV module bâtiment et module Electricité ;
- Le planning prévisionnel des travaux pour le ou les lots, y compris phasage entre les lots si l'entreprise souhaite répondre à plusieurs lots.
- Préciser les disposition prises pour réduire les nuisances de chantier (percement seulement durant une plage horaire, utilisation de matériel pour réduire le bruit)
- Moyens humains prévus pour le chantier

3.2.2 Avant Travaux

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

- **Un plan d'implantation.** Où il figure : toutes les cotes, toutes les élévations, ainsi que toutes les coupes verticales et horizontales, les fixations, les joints d'étanchéité, les cotes de réservations et toutes données utiles à la compréhension des ouvrages
- **Un plan de calepinage des modules**, avec répartition des modules par branche, et par onduleur,
- Un plan de principe de mise à la terre des modules.
- Les **fiches techniques** précisant les caractéristiques exactes du matériel et leur agréments (ATec, ETN pour modules photovoltaïques, PV d'essais, ...) ;
- Les **notes de dimensionnement** des onduleurs avec le détail de chaînes CC raccordées ;
- **Calcul de charge** du système de montage (selon Eurocode) avec la descente de charge et la pression maximale exercée sur la toiture ;
- Le **notes de calcul DC et AC.** Contenant les protections électriques et les câbles choisis et avec le détail des chutes de tension et des courants calculés. Pour la note de calcul AC, il sera exigé la **sélectivité complète avec l'existant** (en cas d'installation en autoconsommation) ;
- Les **certificats de garantie** des onduleurs et des modules ;
- Les références (**Flash-test**) de chaque module livré, avec copie de ces résultats au MOa ;
- Les plans de **détails d'exécution** des installations projetées avec indication des caractéristiques dimensionnelles. Notamment, les **plans d'implantation des onduleurs** et des coffrets **coffret AC et CC dans l'existant (ou projetée)** avec leurs dimensions ;
- Le schéma unifilaire général de l'installation. Les plans de câblages électriques, les synoptiques électriques des coffrets DC, et AC et tous les détails nécessaires pour une mise en œuvre parfaite ;
- Le planning prévisionnel des travaux, éventuellement mis à jour ;
- Toutes autre plan ou notes de calcul demandés par la MOe.

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

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

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

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

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

3.2.3 Avant Réception

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

- Le Dossiers d'Ouvrages Exécutés (DOE)
- Le Dossiers d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage (DIUO)
- La liste de tout le matériel utilisé avec les références et la provenance des divers matériaux
- La version finale des plans de câblages électriques, les synoptiques électriques des coffrets DC et AC. En 1 exemplaire papier, laissé sous pochette étanche dans l'armoire électrique + 1 exemplaire informatique
- Une **notice d'utilisation et de maintenance** comprenant des fiches simples et claires sur le principe de fonctionnement, la signification des différents indicateurs, les consignes de sécurité, de maintenance et d'utilisation. Cette notice fera l'objet d'une explication détaillée sur site, avec démonstration des différents états des régulations et sécurités
- Une attestation de bon montage établie par l'installateur, visant la bonne fixation et la résistance à l'arrachement des panneaux photovoltaïques sur les éléments de construction supportant les panneaux
- Une attestation établie par l'installateur certifiant que l'installation respecte le guide UTE C15-712-1

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

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

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

3.3 Dispositifs de sécurité et d'accès en toiture

3.3.1 Protections collectives et individuelles provisoires

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

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

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

3.3.2 Protections individuelles permanentes

En accord avec la réglementation en vigueur, **l'entreprise devra privilégier les protections collectives**. Quand celles-ci ne peuvent pas être mises en place ou bien la nature du projet le justifie, l'entreprise aura le choix de d'utiliser des protections individuelles. Dans ce dernier cas, elle sera responsable de vérifier les protections permanentes existantes sur place (par exemple, ligne de vie) et devra prévoir l'équipement et habilitations nécessaires pour leur utilisation.

3.4 Système de montage des modules

L'entreprise adjudicataire prendra un soin tout particulier à l'intégration des modules PV sur le ou les sites. Toute solution proposée par l'entreprise devra faire l'objet d'un accord préalable des MOa et d'œuvre avant exécution.

Le système d'intégration des modules en toiture, pour être conforme à l'article 1 de l'annexe 2 de l'arrêté du 6 octobre 2011, doit respecter les points énoncés dans le paragraphe 2.4. Notamment, l'entreprise devra fournir une certification ATec en cours de validité. Ces certifications doivent assurer la stabilité et assurabilité de l'ensemble de la couverture / centrale PV.

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

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

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

L'installateur est tenu de s'assurer la bonne compatibilité du système de montage avec la structure.

3.5 Fixation des modules

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

Le système de montage et le nombre de rails nécessaire sera validé par une note de calcul fournie par le fabricant du système d'intégration.

3.6 Modules PV

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

Afin de limiter l'échauffement des modules, l'aspect des modules sera de type « **Full black** » (cadre aluminium noir et feuille arrière blanche ou noir) ou « bi-verre ».

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

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

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

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

- **Qualifications, garanties et certificats :**

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

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

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

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

L'entreprise devra **respecter l'implantation des modules proposée par le MOe.**

Pour chaque système PV proposé, l'entreprise fournira un rapport de simulation énergétique (PVSyst ou équivalent) pour justifier sa proposition.

3.7 Protections, câblages et raccordements de l'installation

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

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

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

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

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

Les câbles monopolaires CC respecteront le code normalisé des couleurs (en CC, le fil noir sera la polarité négative et le fil rouge à polarité positive et en AC, on pourra opter pour un fil marron à polarité positive et un fil bleu à polarité négative). Les câbles souterrains éventuels seront enterrés à une profondeur suffisante pour éviter leur endommagement ou bien protégés mécaniquement selon les normes. Si un conduit est utilisé, il devra être adapté à cet usage.

Les 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.

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 fourreau/ goulotte / chemin de câble protégé par un capot avant et ventilé en face arrière.

Tous les chemins de câbles devront être capotés, et les capots protégés et résistants aux UV fixés mécaniquement aux chemins de câbles. Les chemins de câbles ou goulottes cheminant en extérieur devront être clos par des systèmes à clef ou à vis uniquement démontables à l'aide d'outils. **Le chemin de câble devra également permettre de camoufler les câbles. Le chemin de câble AC sur l'édicule ascenseur devra notamment être de même couleur que l'édicule pour minimiser l'impact visuelle de sa présence.**

Tous les câbles doivent être protégés mécaniquement contre des angles tranchants qui pourraient les endommager. Notamment, ils doivent être protégés lors des sorties des chemins de câble. **Il faut dans tous les cas respecter le rayon de courbure minimum spécifié par le fabricant** ainsi comme la température minimale de pose du câble. Dans le cas de la pose sur la structure de montage (sous les modules), il est demandé d'utiliser le matériel préconisé par le fabricant de structure.

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

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

La chute de tension maximale autorisée entre le point de raccordement au réseau interne du bâtiment et les bornes CA des onduleurs est de 1,5% maximum à puissance nominale des onduleurs selon le guide UTE C15-712-1. La chute de tension recommandée est de 1% de façon à limiter d'une part les pertes d'énergies, et d'autre part les découplages momentanés de l'onduleur en préservant une marge entre la tension moyenne de fonctionnement de l'onduleur, et le réglage de sa protection à maximum de tension.

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

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

Les câbles seront adaptés à une utilisation extérieure.

3.8 Branches de modules

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

Les connexions seront assurées par des connecteurs débrochables de classe II, spécifiés pour le CC, dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés. Une étiquette « ne pas déconnecter en charge » doit être fixée à proximité des connecteurs. Tous ces câbles devront cheminer dans des chemins de câbles d'indice de protection suffisant.

Les connecteurs doivent :

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

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

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

3.9 Câbles de Branches et de Groupes DC

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

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

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

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

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

Une étiquette « ne pas déconnecter en charge » doit être fixée à proximité des connecteurs.

Les câbles de branches (CC) devront circuler :

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

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

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

En raison du caractère ERP du site, le cheminement des câbles CC en intérieur est proscrit.

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

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

3.10 Mise à la terre et liaison équipotentielle

Les structures métalliques des ombrières, de support des modules, les châssis des modules ainsi que les chemins de câbles métalliques seront reliés à une liaison équipotentielle, elle-même reliée à la terre de l'installation. Suivant les normes en vigueur, en particulier la C15-100 version 2024 et le guide UTE C15-712-1.

Les liaisons équipotentielles en toiture seront réalisées en cuivre isolé vert-jaune d'une section minimale de 6mm^2 . Des dispositifs de connexion adaptés (bimétal, acier inox ou équivalent suivant préconisations du fabricant) seront utilisés pour relier les cadres des modules et la structure d'intégration à la liaison équipotentielle, afin d'éviter tout contact direct entre le cuivre et l'aluminium. En cas d'existence de plusieurs terres, elles devront toutes être reliées entre elles.

La mise en œuvre de la mise à la terre des modules PV est réalisée conformément au guide UTE C15-712-1 et aux prescriptions du fabricant du module. **Il ne sera pas accepté une mise à la terre perforant le cadre du module ou autre altération du module non validée par le fabricant.** Dans ce sens, l'entreprise proposera un plan de principe de mise à la terre qui devra être validé par le MOa ou le MOe. Lorsque la mise à la terre n'est pas réalisée par le point de mise à la terre du module prévu à cet effet, il sera demandé une note de calcul du fabricant de la solution. Dans cette note de calcul il sera mesuré l'impédance de cette mise à la terre.

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

Un conducteur général d'équipotentialité (en cuivre nu 25mm^2) qui cheminera le long des chemins de câble, reprendra les liaisons d'équipotentialité des structures et des modules.

L'entreprise devra assurer la continuité de ces conducteurs d'équipotentialité jusqu'à la barrette générale de terre du coffret AC, interconnectée à la terre existante sur le site.

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

En cas d'existence d'un paratonnerre en toiture, la terre commune au système PV sera interconnectée avec la descente du paratonnerre.

3.11 Coffrets de sectionnement et raccordement

3.11.1 Coffret DC (le cas échéant) en toiture

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

Tout coffret DC respectera les dispositions suivantes :

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

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

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

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

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

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

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

- Un **Interrupteur sectionneur bipolaire DC** par branche, associé à une **bobine MX** pour coupure d'urgence (tous ces interrupteurs-sectionneurs seront activables à distance via la coupure d'urgence),

- Un **parafoudre** DC avec dispositif de déconnexion et de protection externe en fin de vie et dérivation à la terre ;
- Un **bornier** de mise à la terre.
- Dans le cas de plus de deux branches en parallèle, des disjoncteurs contre les surintensités par branche et par polarité (suivant le courant admissible par le module PV retenu),

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.11.2 Raccordement branches de modules et coffrets DC

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

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

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

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

3.11.3 Raccordement Coffrets DC et Onduleurs

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

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

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

3.12 Emplacement des onduleurs

Les onduleurs seront installés sur la toiture. Ils seront dans un lieu sécurisé, non accessible au public. Ils devront respecter les distances de sécurité séparant l'onduleur du sol ou d'éléments techniques au voisinage indiquées sur les fiches techniques. Ils pourront être installés dans un local technique ou la façade d'un bâtiment uniquement si spécifié dans le détail du projet. Le poids additionnel des onduleurs doit être prévu pour leur fixation sur la structure. **Ils devront être protégés des conditions extérieures tels que le soleil et la pluie directe. Ils peuvent également se placer sous une ombrière PV qui assurerait dans ce cas la protection mentionnée.** Cette protection doit respecter les distances minimales à l'onduleur et permettre la ventilation naturelle tel que décrit dans le manuel de l'onduleur. Les enveloppes métalliques devront être mises à la terre selon les normes et être résistantes à la corrosion.

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



3.13 Onduleurs

Les onduleurs délivreront une onde sinusoïdale, seront destinés au raccordement au réseau et seront conformes aux normes et exigences du gestionnaire du réseau publique de distribution. Ils seront
CPAM Clermont-Ferrand

pourvus d'une protection de découplage conformément la norme NF EN 50549-1 (anciennement DIN VDE 0126-1-1 VFR2019).

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

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

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

L'entreprise devra fournir un onduleur respectant les exigences de **l'article 3.3** de la nouvelle directive sur les équipements radioélectriques (**RED – Radio Equipment Directive**) de la Commission européenne en matière de cybersécurité et un certificat le justifiant. Cet article 3.3 rentre en application obligatoire le 1^{er} août 2025.

Les onduleurs seront associés à des **optimiseurs de puissance** qui permettront de limiter l'impact des ombrages sur une chaîne de modules PV, un suivi plus précis de la production de chaque module, une amélioration de la maintenance de l'installation mais surtout de **couper l'électricité au plus près des modules** en cas de défaillance. Ce système permet de respecter les exigences de l'APSAD D20 relatif à la sécurité des bâtiments et les préconisations du SDIS pour l'intervention des services de secours.

3.14 Coffret AC (TDGS) et Raccordements

3.14.1 Coffret AC (TDGS)

L'emplacement du coffret AC est prévu dans le local TGBT.

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

- Enveloppe non-propagatrice de flamme ;
- Protection minimale **IP 66** (selon IEC 60529), **IK10** (selon IEC 62262) ;
- Intérieur du coffret protégé **IP3X** (protégé contre objets de plus de 2,5mm) ;
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ;
- Protections électriques :
 - Un **interrupteur sectionneur** d'arrivée muni d'un **bloc différentiel réglable 300 mA-1A** et un déclenchement par bobine MX. Cette bobine n'est pas nécessaire si le déclenchement se réalise en amont (départ tableau TGBT en amont ou AGCP) ;

- Un **disjoncteur magnétothermique** « boîtier moulé » 400V Schneider Compact NSX ou équivalent pour chaque **départ onduleur**. Les calibres de ces protections seront en accord avec le guide C15-712-1, la norme C15-100 version 2024 et l'ensemble des normes mentionnées ;
- **Parafoudres AC**, omnipolaires, avec dispositif de protection en fin de vie et dérivation à la terre, choisi et mis en œuvre conformément au guide UTE C 15 712-1.
- Un **dispositif de coupure d'urgence déporté** avec bouton poussoir apparent (de manière à être accessible de l'extérieur du coffret) et associé à une bobine MX pour coupure d'urgence. Dans le cas de l'existence de coffrets DC, il doit être prévu le déclenchement, de ce même bouton d'arrêt d'urgence, d'une bobine MX pour la coupure DC. L'alimentation et protection de ce circuit doit être prévue dans le présent coffret ;
- Un bornier de mise à la terre suffisant pour l'ensemble des onduleurs et la prise de terre. Avec 4 emplacements pour des raccordements additionnels disponibles (en réserve) ;
- Un pupitre pour la présentation des documents. Avec les plans unifilaires et de câblage du coffret ;
- Une prise P+N+T 230V protégée par un différentiel 30mA et un disjoncteur C20 ;
- Un bornier 2,5mm² avec trois bornes (P+N+T) disponibles et alimentées par un disjoncteur C20. Situées à côté de ce bornier, il y aura 30 cm de rail DIN disponibles pour l'ajout d'équipement additionnel ;
- Il doit être prévu un 30% d'espace additionnel disponible à l'intérieur des goulottes existantes dans le coffret ;
- Le dimensionnement correct pour la dissipation de la chaleur générée à l'intérieur du coffret.

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

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

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

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

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

3.14.2 Raccordement du coffret AC

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

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

Il sera demandé une note de calcul détaillée pour le dimensionnement des liaisons entre le COFFRET AC et le départ TGBT.

3.15 Raccordement

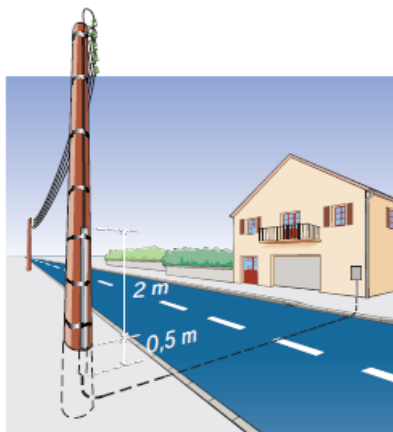
Un câble 3P+N de capacité adaptée, en cuivre (éventuellement en aluminium sur justification), de section à déterminer en fonction de la puissance des onduleurs selon la règle de calcul de la NF C 15-100 (version 2024). – de manière à limiter la chute de tension sur cette liaison à 1,5% en fonctionnement nominal – sera à fournir et à poser entre le COFFRET AC et le TGBT. Un conducteur PE cheminant dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs sera prévu si le régime de neutre est TNS.

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

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



Branchements BT – Cas d'un cheminement en façade. Préconisations du Guide d'application de l'arrêté ministériel du 2 avril 1991, fixant les conditions techniques de la distribution d'électricité.

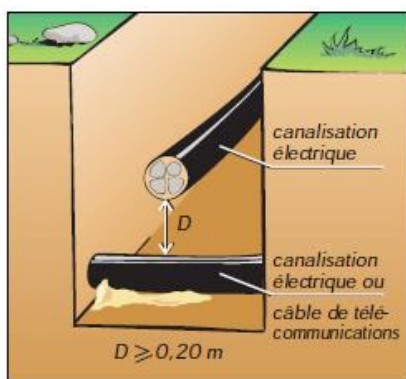


Les remontées aéro-souterraines devront être protégées dans toutes leurs parties situées à moins de **2 mètres** de hauteur au-dessus du sol.

Pour éviter d'endommager les câbles ou canalisations voisins lors d'interventions, une distance minimale de **0,20 mètre** doit être respectée au croisement de deux canalisations électriques enterrées et au croisement d'une canalisation électrique enterrée et d'un câble de télécommunications.

Au voisinage, sans croisement, d'une canalisation électrique enterrée doit être respectée une distance de :

- **0,50 mètre** par rapport à un câble de télécommunications enterré directement dans le sol ;
- **0,20 mètre** par rapport à un câble de télécommunications sous fourreau.



La distance minimale entre les conducteurs BT et la ligne de télécommunications peut être réduite à 0,05 mètre lorsque la ligne BT est fixée sur la façade.

3.15.1 Autoconsommation

Dans le cas de centrales en autoconsommation, le COFFRET AC devra être raccordé au TGBT existant. **Une étude sera réalisée afin d'assurer la capacité des installations existantes et la sélectivité avec les protections existantes.** Le COFFRET AC sera adapté au régime de neutre existant afin de s'inscrire dans le plan de protection électrique. Sauf demande expresse, les disjoncteurs et interrupteurs du COFFRET AC (et ceux éventuellement ajoutés dans le TGBT) seront de la même marque que ceux existants dans le site.

3.15.2 Travaux de raccordement à prévoir avec ENEDIS

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

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

- **Fourniture et pose de la liaison triphasée** entre l'installation PV et le disjoncteur abonné, y compris câblage, et raccordement sous disjoncteur.
- **Fourniture et installation d'une protection AGCP**

3.16 Système de télésuivi et affichage local de surveillance

3.16.1 Passerelle de télésuivi

Un outil de télésuivi évolué, devra être installé **dans le cas où le fabricant de l'onduleur ne le propose pas nativement** pour suivre le fonctionnement du générateur solaire PV. L'objectif est d'avoir une solution de supervision permettant l'exploitation optimisée de la centrale solaire PV, afin de détecter au plus tôt les dysfonctionnements de l'installation et défauts onduleurs et faire corriger les problèmes via une société de maintenance ou directement par le MOa.

3.16.2 Affichage local de surveillance

Il faudra prévoir un affichage de la puissance réactive totale AC de production du système PV. Le module de mesure électrique sera directement intégré au disjoncteur et sera associé à un afficheur de tableau.

Il servira seulement au technicien de maintenance ou au gestionnaire et techniciens du site.

3.17 Signalisation et sécurité

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

Pour cela, une étiquette portant les mentions :

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



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

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



- Une étiquette portant la mention « Attention, câbles CC sous tension » :
 - Sur la face avant des boîtes de jonction ;
 - Sur la face avant des coffrets DC
 - Sur les extrémités des canalisations DC
 - **Sur les canalisations DC tous les 5m**
- Une étiquette portant la mention « **Ne pas manœuvrer en charge** » :
 - À l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets DC
 - À proximité des sectionneurs, parafoudres débrochables



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

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

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

3.18 Arrêt d'urgence (AU)

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

Un arrêt d'urgence sera prévu sur les coffrets COFFRET AC, avec un report au niveau de l'accueil du site. Cet arrêt d'urgence, utile aux pompiers en cas d'incendie, pilotera la coupure générale AC de l'installation, avec :

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

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

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

L'ensemble des bobines devront être câblées en parallèle, en câbles CR1-C1, sans halogènes, NFC 32-310, isolation en élastomère résistant au feu et gaine thermoplastique résistant au feu.

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

3.19 Réception

La réception sur site en fonction des prestations retenues comportera :

- Vérification du fonctionnement et des performances de l'installation,
- Vérification des automatismes de couplage - découplage au réseau,
- Vérification du respect des règles de l'art dans l'installation du matériel (protections et sécurité),
- Conformité avec les règles de raccordement au réseau,
- L'obtention du CONSUEL (bureau de contrôle déjà missionné) y compris frais éventuels d'organismes de contrôle,
- Acceptation par ENEDIS et mise en place du double comptage (le cas échéant)

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

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

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

3.20 Garanties

Les durées de garantie minimales pour les matériels seront de :

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

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

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

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

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

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

3.21 Maintenance des équipements de l'installation

L'entreprise fournira en prestation supplémentaire éventuelle (PSE) une proposition de contrat d'entretien et de maintenance des installations photovoltaïques qu'elle aura réalisées. Le contrat de maintenance doit être chiffré en PSE pour une durée de 3 ans, et doit être renouvelable.

Ces opérations, par leur technicité et le danger inhérent à la manipulation de l'installation photovoltaïque, seront effectuées par des professionnels compétents. Les dispositions décrites dans la partie « Sécurité sur chantier » du présent document seront respectées.

3.21.1 Maintenance Préventive

Il sera prévu une visite par an comprenant :

- Vérification visuelle en extérieur :
- État des modules photovoltaïques (éventuelles décolorations, bris de vitre, traces, salissures...),
- Absence de nouveaux masques et ombres portées (végétation, nouveaux bâtiments...),
- État du système de montage et des fixations,
- État des chemins d'évacuation d'eau de pluie, le cas échéant ;
- Vérification en sous-face des modules (si accessible) :
- État visuel du système de montage et des fixations,
- État des chemins d'évacuation d'eau résiduelle ou de condensation, le cas échéant,
- Ventilation en sous-face des modules photovoltaïques,
- État visuel des câbles, des connexions (resserrage si besoin) et des boîtiers de raccordement,
- Vérification des liaisons équipotentielles.
- Vérification des équipements électriques (dans l'armoire électrique) :
- Vérification et dépoussiérage des tableaux électriques, resserrage des bornes ;
- Contrôle des fusibles, disjoncteurs, parafoudres, boîtes de jonction ;
- Vérification de l'état de l'onduleur ;
- Vérification de la bonne ventilation du local onduleur, le cas échéant,
- Vérification du fonctionnement de chaque onduleur avec consignation de la production instantanée et de la production cumulée ainsi que de la date et de l'heure du contrôle.
- Vérification des câblages DC,
- Contrôle des branches AC et DC de chaque onduleur,
- Vérification du couplage/découplage suivant C15-400 (norme NF EN 50549-1 anciennement VDE 0126-1-1 pour moins de 250kVA) au réseau,

- Vérification des boîtiers CC, et du TDGS : état des parafoudres, borniers, protections surintensités,
- Vérification de l'ensemble des appareillages électriques,
- Vérification des fixations des onduleurs, coffrets et armoires, chemins de câbles,
- Compteurs d'injection :
- Consignation de la valeur de la production.
- Rédaction d'un rapport de visite contenant les données suivantes :
- Les vérifications et contrôles effectués,
- Le relevé du cumul de la production pour chaque onduleur et le relevé du compteur de production (comptage ENEDIS),
- Toutes remarques utiles.

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

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

3.21.2 Maintenance Curative

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

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

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

Le coût d'une telle intervention sur site doit être établi à l'avance dans 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 :

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.

3.21.3 Rémunération des prestations de maintenance

Les prestations de maintenance seront rémunérées sur les bases suivantes :

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

4. Spécifications techniques particulières de l'installation PV

L'installation photovoltaïque sera conçue selon les exigences du guide UTE C-15-712, et toutes autres normes en vigueur listées dans la partie **Prescriptions générales de l'installation PV** de ce même document.

Le dimensionnement réalisé pour la consultation des entreprises constitue la solution de base. Toutefois les adaptations sont autorisées à conditions que soient respectées :

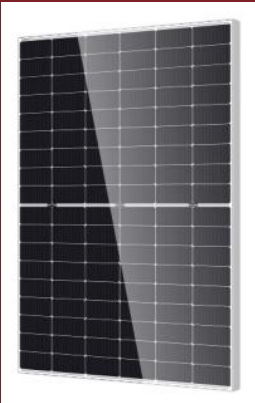
- Les contraintes d'implantation en toiture,
- La puissance crête (jusqu'à + 20% autorisés selon modèles de panneaux)
 - Les contraintes techniques, et notamment les préconisations de la CCS du 07 février 2013, concernant la réalisation d'installations photovoltaïques sur des ERP, comprenant pour rappel les exigences suivantes :
 - Laisser en toiture un cheminement libre d'au moins 90 cm autour du champ PV ;
 - Mettre en place une coupure générale simultanée des onduleurs, visible, positionnée à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment ;
 - Equiper, lorsqu'il existe, le local technique onduleur de parois coupes feu égales au degré de stabilité du bâtiment, avec un minimum de 30 min ;
 - Puis par ordre de préférence décroissant :
 - Mettre en place un système de coupure du circuit DC au plus près des modules par optimiseur ;
 - Cheminement CC en extérieur avec arrivée des câbles DC au niveaux des onduleurs en extérieur du bâtiment. Les câbles en extérieur chemineront sous protection mécanique s'ils sont accessibles ;
 - Les onduleurs seront positionnés à l'extérieur, protégés de toute agression extérieure (chocs, intempéries...), au plus près des modules et sans pénétration de câbles DC dans la construction ;
 - Procéder aux contrôles et vérification techniques relatives à la solidité conformément aux textes en vigueur.

4.1 Système d'intégration des modules photovoltaïques au bâti

Type	Système lesté avec simple orientation
Modèle utilisé dans l'étude	K2 S-Dome 6 express 6.10 S-Dome
Description	Système de pose sur rail lesté pour toiture terrasse pour orientation sud sous ETN ou ATec. Aucun percement de l'étanchéité ne sera accepté.

4.2 Modules PV / Cheminement DC / Coffrets de sectionnement DC

Type	Module photovoltaïque
Modèle utilisé dans l'étude	Trina Solar Vertex S TSM-NEG9R.28

Présentation produit 	Module répondant aux critères énoncés au 3.6 et 3.20 Module monocristallin « Full black » compatible avec le système d'intégration . Bilan carbone inférieur à 550 kg eqCO2/kWc.	
	Puissance unitaire [Wc]	450 ± 20%
	Dimensions [mm]	1 762 x 1 134 x 30 ± 20% (selon le modèle choisi par l'entreprise)
	Nombre de modules [u]	172 sur calepinage imaginé (avec modules de 450 Wc)
	Puissance installée [kWc]	77.4 + 20%
	Surface installée [m²]	344 (avec modules utilisés pour la modélisation)
Descriptif technique	cf. à minima paragraphe 1.3.1 .	
Branches de modules	cf. à minima paragraphes 3.8 .	
Câbles de branches/groupe DC	cf. à minima paragraphe 3.9 .	
Coffrets DC	cf. à minima paragraphe 3.11.1 . Il n'y aura pas de coffret DC : les protections DC seront intégrées à l'onduleur.	
Raccordement DC	cf. à minima paragraphe 3.9 .	

4.3 Onduleur PV et TDGS

Le tableau suivant donne des indications sur les critères de dimensionnement que devront respecter les onduleurs. **A noter qu'il sera à la charge de l'entreprise en charge du lot PV de déterminer la solution la plus pertinente pour atteindre ces exigences, notamment en ce qui concerne le nombre d'onduleurs nécessaires.**

Type	Onduleur de chaîne avec optimiseurs de puissance	
Modèle	Un onduleur respectant les critères du paragraphe 3.13 et respectant l'article 3.3 de la nouvelle directive sur les équipements radioélectriques (RED – Radio Equipment Directive) de la Commission européenne en matière de cybersécurité est obligatoire.	
Description	Onduleur répondant aux critères énoncés 3.11.3	
	Puissance unitaire [kVA]	8 à 36 kVA
Qualification-Garanties-Certificats	cf. à minima paragraphe 3.20 .	
Emplacement	Un onduleur est fixé sur la paroi nord de la cage d'escalier, les 2 autres onduleurs un au nord l'autre à l'ouest seront sur support lesté implantés au plus près des modules. Voir aussi à minima paragraphe 3.12 .	



Une casquette de protection sera installée (exemple sur photographie ci-contre).
Deux onduleurs seront sur support lesté avec une casquette (exemple sur photographie ci-contre).

Etant données les caractéristiques du projet, aucun coffret DC indépendant ne sera alors nécessaire sur le projet.

TDGS et raccordement AC

cf. a minima paragraphe **3.14**.

Les onduleurs en toiture seront alimentés par un départ disjoncteur (**à inclure dans l'offre**) installé dans le TGBT, avec une fonction différentielle. Il sera impérativement de même marque que le différentiel de celui du TGBT du site à savoir **Legrand**.

Il y aura une **sélectivité complète** entre le départ prévu dans le TGBT et la protection existante en amont du TGBT. Ceci afin d'éviter tout déclenchement intempestif causé par la centrale photovoltaïque à l'installation électrique du bâtiment.

Les liaisons CC et AC seront suffisamment identifiées. Le TDGS sera dans l'armoire électrique du 5^{ème} étage et le départ (TGBT) seront dimensionnés fournis et installés en respectant les normes, le régime de neutre existant (TNC).

Les câbles AC chemineront en goulotte métallique fermée en toiture.

Liaisons à prévoir	Tension	Description
Modules → Optimiseurs → Onduleurs	DC	Section adaptée permettant de respecter la chute de tension imposée au 3.11.3
Onduleurs → TDGS	AC	<p>Pour les câbles AC des onduleurs Nord et Ouest, de l'onduleur vers la paroi Est de la cage d'escalier pour descendre jusqu'au 5^{ème} étage jusqu'au coffret AC.</p> <p>Pour les câbles AC de l'onduleur Est, de l'onduleur vers un conduit technique et chemineront en faux plafond du 5^{ème} étage pour rejoindre les autres câbles AC dans l'armoire électrique de l'escalier Ouest du 5^{ème} étage jusqu'au coffret AC.</p> <p>Section adaptée permettant de respecter la chute de tension imposée au 3.7</p>

TDGS → TGBT	AC	Cheminement à la verticale du 5 ^{ème} étage au RDC puis en fond plafond du RDC jusqu'au TGBT ; Départ disjoncteur à créer dans le TGBT.
TDGS → TGBT	COM (BT 230 VAC)	Liaison arrêt d'urgence qui permet de déclencher le TDGS de l'AU (un interrupteur sectionneur bipolaire DC par branche sera associé à une bobine MX pour réaliser la coupure d'urgence)

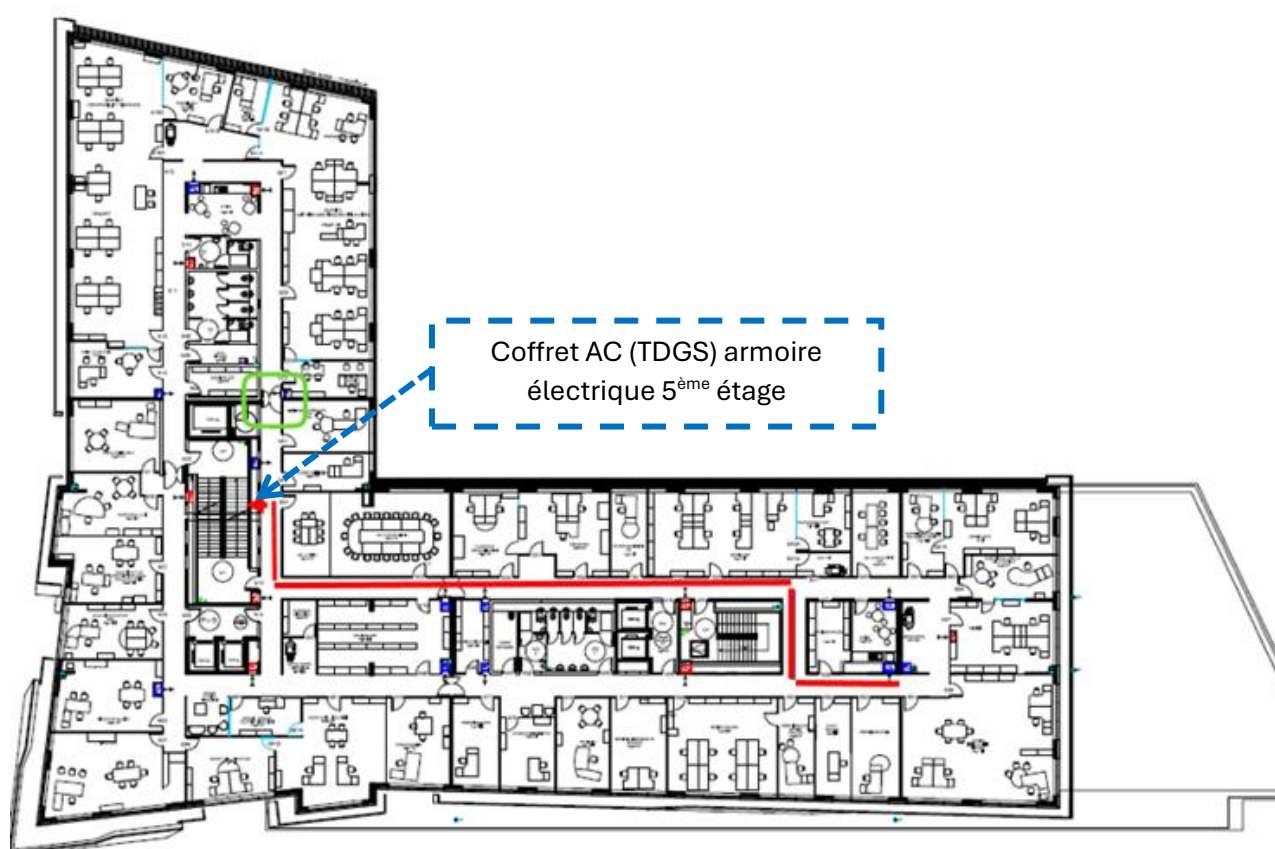


Figure 1 : Cheminement des câbles AC au 5ème étage

4.4 Raccordement de la centrale

Gestionnaire de réseau	ENEDIS
Descriptif technique/montage	Le raccordement se fera au niveau du TGBT voir ci-dessous.
Travaux à la charge d'Enedis	TRAVAUX A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE
Aucun	Création d'un départ (disjoncteur) dans le TGBT existant.

4.4.1 Localisation du tableau électrique principal


Le TGBT se situe au RDC, il se trouve dans une salle voisine du poste de livraison HTA/BT du site. Le raccordement des câbles de l'installation photovoltaïque se fera en aval du disjoncteur général :



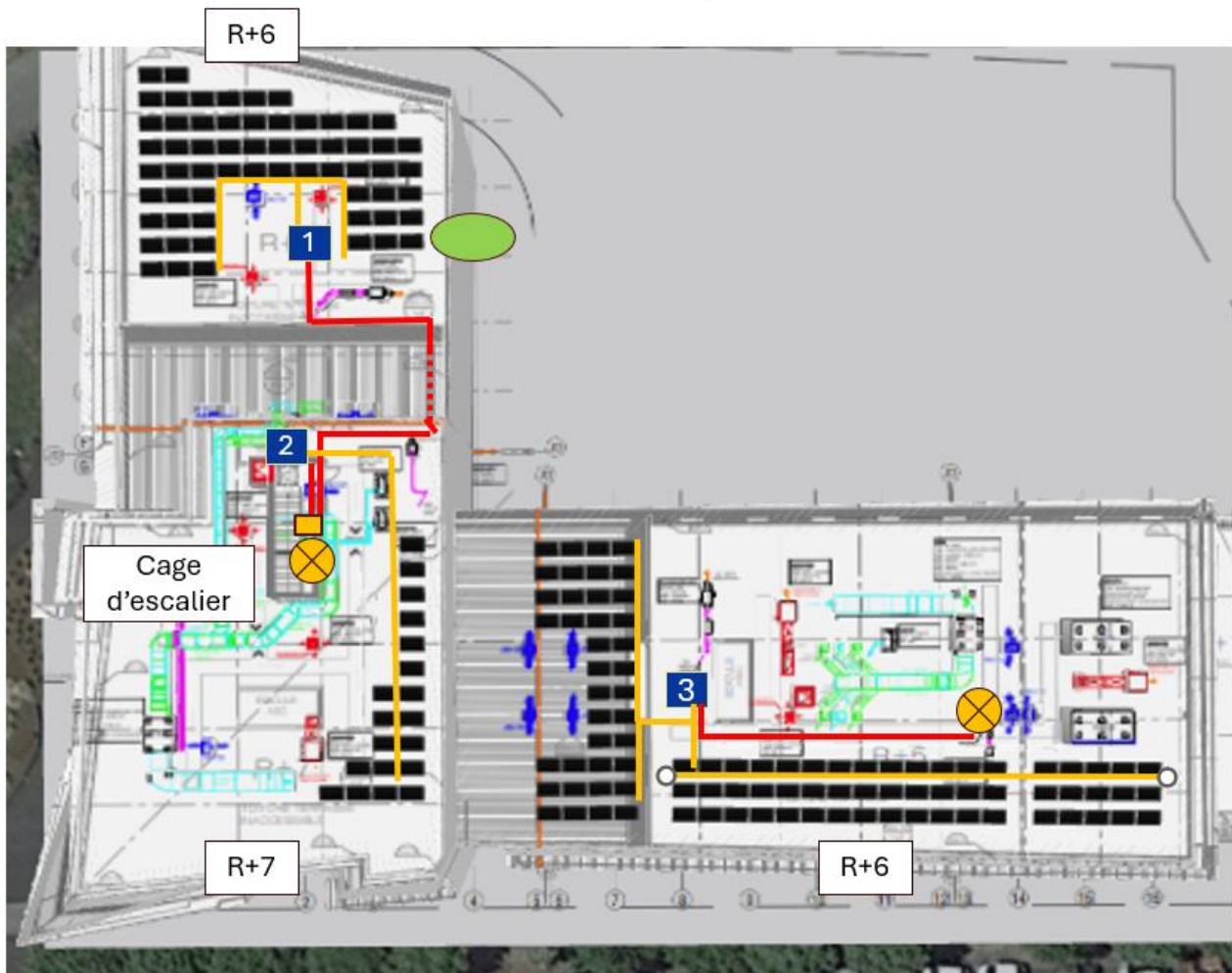
Figure 2 : Le disjoncteur général BT du site.



Figure 3 : Armoires électrique du TGBT

Puissance de raccordement	2000 kVA
Puissance souscrite	950kVA
Abonnement électrique	Haute tension courte utilisation Pointe fixe, segment C4
Présence d'un paratonnerre	Non
	<p>Le disjoncteur général BT présent dans le poste électrique possède les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marque : LEGRAND • Type : DMX3 – I 2500 – 0 286 86 • Intensité : 1200A • Nombre de pôles : 3 • Disjoncteur sectionneur • Pilotage par bobine MX
Schéma de liaison à la terre	TN-C

4.4.2 Cheminement de câbles pour le branchement de l'onduleur au TGBT



- Coffret AC (armoire électrique R+5)
- X Emplacement 3 onduleurs
- X Descente des câbles AC vers R+5
- Point d'injection : TGBT DG 2300 A (local TGBT au RDC)

- Cheminement DC en toiture
- Cheminement AC jusqu'à dans le placard technique de la cage d'escalier (à l'ouest) et dans la gaine technique (à l'est)
Les câbles se rejoignent en passant en faux plafond au R+5 jusqu'à la cage d'escalier à l'ouest. Ils descendent jusqu'au RDC puis circulent ensuite en faux plafond jusqu'au TGBT
- Cheminement AC sous le plancher en lames composites (attention eau stagnante)



Figure 4 : vue édicule escaliers

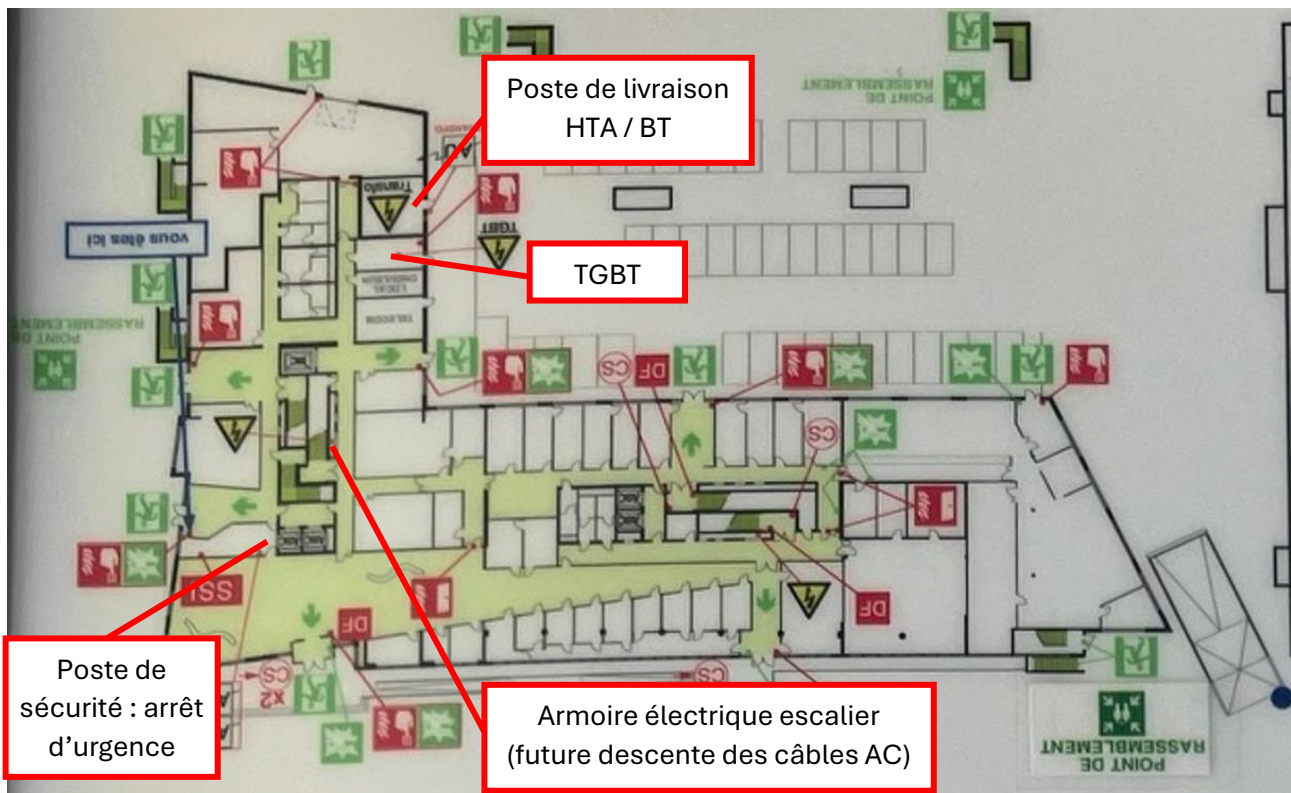


Figure 5 : RDC du site (vue inversée de l'image initiale pour orientation nord)

4.5 Arrêt d'urgence



Figure 6 : Arrêt d'urgence principal dans le poste de sécurité du site au RDC (à l'ouest du bâtiment, voir figure précédente). L'arrêt d'urgence solaire sera placé ici.

La commande (Report AU) actionnant le dispositif de coupure de la centrale, sera disposée dans le poste de sécurité. **Cet arrêt d'urgence coupera le TDGS au 5^{ème} étage.**

Au niveau du report, il s'agira d'un bouton-poussoir coup de poing rouge, déverrouillable par clé, sous vitrage, résistant au feu, avec plaque signalétique gravée indiquant "Arrêt d'urgence – installation photovoltaïque".

4.6 Système de télésuivi

L'entreprise devra mettre en place un système de télésuivi qui permettra de suivre les performances de chaque onduleur à distance.

4.7 Accès à la toiture

L'accès à la toiture en phase travaux se fera **via l'édicule escalier donnant directement sur la toiture terrasse concernée du R+6 et via les baies vitrées pour les terrasses du R+5**. L'entreprise mettra en place à minima les mesures de protection collective nécessaires détaillées dans la partie

Des mesures de **protection collective** devront être privilégiées. Des garde-corps sont déjà présents autour de toutes les toitures concernées par l'installation PV.



La toiture est Sécurisée par garde-corps

5. Obligation des entreprises

5.1 Avertissement aux entreprises

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

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

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

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

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

L'entreprise est tenue de s'assurer du parfait achèvement de ses ouvrages sachant que le présent CCTP n'est en rien limitatif et ne peut déroger d'aucune manière aux règles de l'Art et que l'entreprise est, étant donné sa qualification, apte à pallier tous les défauts d'énonciation. De ce fait, elle ne

pourra se dérober devant l'obligation de conformité et du respect des réglementations en vigueur régissant les travaux de sa spécialité.



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

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

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

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

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

5.2 Qualification de l'entreprise

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

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

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

- Si elle fait appel à des sous-traitants, elle recourt à des entreprises elles-mêmes qualifiées ou certifiées pour l'activité sous-traitée
- Les intervenants ont suivi une formation sur les spécificités des installations PV raccordées au réseau, notamment en termes de sécurité électrique

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

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

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

5.3 Responsable de l'exécution

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

5.4 Prestations globales

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

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

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

5.5 Modification des prestations en cours d'exécution

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

5.6 Réservations - Percements - Scelllements

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

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

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

5.7 Branchements

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

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

5.8 Protection des ouvrages et des personnes

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

Elle sera responsable notamment du vol ou dégradation du matériel stocké sur le site.

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

5.9 Sécurité sur chantier

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

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

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

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

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

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

L'entreprise pourra notamment utiliser les matériels suivants :

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

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

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

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

Les demandes s'effectueront sous le contrôle et en accord avec le maître d'ouvrage.

5.10 Nettoyage sur chantier

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

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

5.11 Plans et Notices

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

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

A l'offre seront joints les documentations ainsi que les caractéristiques des matériels proposés (cf. Liste des documents à fournir).

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

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

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

5.12 Assurances

Le soumissionnaire devra justifier de la détention des assurances suivantes :

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

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

5.13 Essais, garanties et réception des installations

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

5.13.1 Autocontrôle

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

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

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

5.13.2 Garanties de bonne construction

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

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

5.13.3 Modalités des essais

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

Frais afférents aux opérations de contrôle

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

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

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

5.13.4 Attestation CONSUEL

Les démarches auprès du CONSUEL pour obtenir l'attestation nécessaire à la mise en service de l'installation solaire PV ne sont pas à la charge du présent lot. Elles seront assurées par un bureau de contrôle.

5.13.5 Réception

L'entrepreneur devra la réception de ses ouvrages nécessaires au parfait fonctionnement des systèmes installés. Cette réception sera effectuée conjointement avec le MOe et le MOa.

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

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

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

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

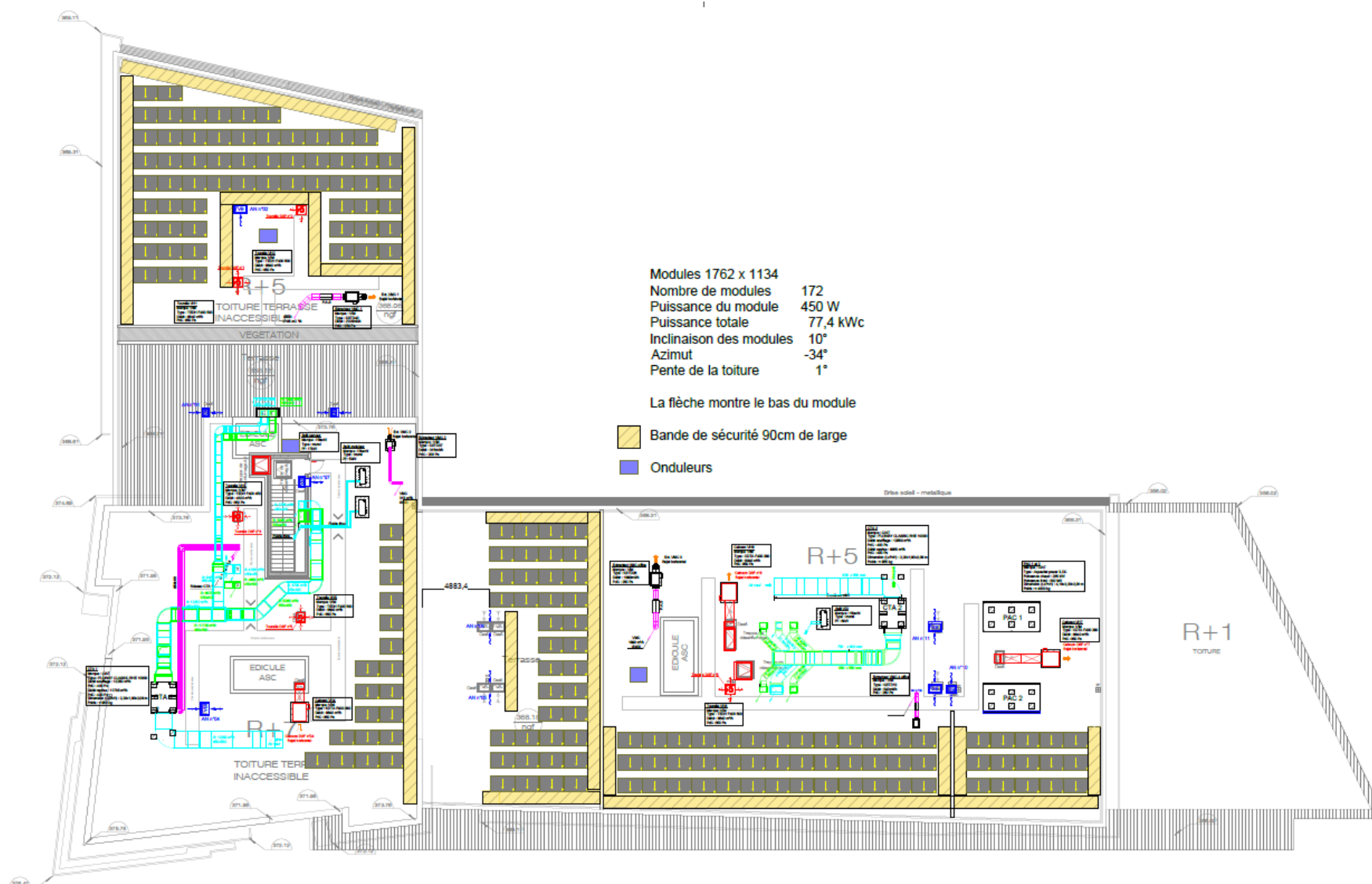
Le DOE du local disjoncteur sera rangé dans un pupitre de type chaufferie. La partie document du DOE sera limitée au nécessaire et adaptée au matériel réellement mis en place.

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

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

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

ANNEXE : Calepinage de l'installation



ANNEXE : Schéma électrique du TGBT du site

Besançon Chambéry Lyon

