|  |
| --- |
| **CAHIER DES CHARGES** |

**MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX**

|  |
| --- |
| **Mise en place et mise en service d'installations photovoltaïques sur les toitures de la maison des services de Girancourt** |

**SEM Terr’EnR**

**Maison de l’habitat et du territoire**

**1 Avenue Dutac**

**88000 EPINAL**

**SOMMAIRE**

[1 Présentation générale du projet 3](#_Toc179910423)

[1.1 Dispositions générales 3](#_Toc179910424)

[1.2 Nettoyage et entretien des lieux 3](#_Toc179910425)

[1.3 Normes 3](#_Toc179910426)

[2 Spécifications techniques générales 8](#_Toc179910427)

[2.1 Caractéristiques des installations photovoltaïques 8](#_Toc179910428)

[2.2 Modules photovoltaïques 8](#_Toc179910429)

[2.3 Prescription de pose 8](#_Toc179910430)

[2.3.1 Câblages 8](#_Toc179910431)

[*2.3.2* Tranchée et géoréférencement 9](#_Toc179910432)

[2.3.3 Protections électriques et mises à la terre 10](#_Toc179910433)

[2.3.4 Onduleurs 11](#_Toc179910434)

[2.3.5 Signalisation 11](#_Toc179910435)

[2.3.6 Coffret TGBT PV 12](#_Toc179910436)

[2.3.7 Pose des matériels 12](#_Toc179910437)

[2.3.8 Mise en sécurité du chantier 13](#_Toc179910438)

[2.3.9 Moyens de manutention 13](#_Toc179910439)

[2.3.10 Consuel et bureau de contrôle 13](#_Toc179910440)

[2.3.11 Essais, mise en service et dossier des ouvrages exécutes 13](#_Toc179910441)

[2.3.12 Garanties 14](#_Toc179910442)

[2.3.13 Accompagnement du maitre d’ouvrage dans les procédures d’obligation d’achat 14](#_Toc179910443)

[2.3.14 Limites de prestations et travaux annexes 14](#_Toc179910444)

[2.3.15 Études de raccordement et gestionnaire du réseau public 14](#_Toc179910445)

[2.3.16 Démarche entre le titulaire et l’acheteur obligé 14](#_Toc179910446)

[2.3.17 Exigences en phases travaux 14](#_Toc179910447)

[2.3.18 Supervision 15](#_Toc179910448)

[3 Spécifications Techniques particulières 16](#_Toc179910449)

[3.1.1 Caractéristiques 17](#_Toc179910450)

[3.1.1.1 Toiture sud 17](#_Toc179910451)

[3.1.1.2 Toiture nord 17](#_Toc179910452)

[3.1.2 Contraintes et puissance de l’installation 18](#_Toc179910453)

[3.1.3 Positionnement de l’armoire électrique et des onduleurs 19](#_Toc179910454)

[3.1.4 Câbles et cheminements 19](#_Toc179910455)

[4 Exploitation 20](#_Toc179910456)

[4.1 Visite préventive 20](#_Toc179910457)

[4.2 Visite à la suite d’anomalie de production 21](#_Toc179910458)

# Présentation générale du projet

## Dispositions générales

Le présent cahier des charges a pour objet de définir les conditions techniques de réalisation des installations photovoltaïques objet du présent marché.  
En fonction des spécificités d’un bâtiment recevant du public toutes les précautions devront être prises concernant le respect des normes correspondantes (Guide UTE C15-712-1, Secours incendie, NFC 15-100…).  
Le Titulaire est réputé avoir pris connaissance des caractéristiques du site avant la remise de son offre (en se rendant sur place si nécessaire) et avoir prévu et inclus dans son offre tous les travaux, fournitures, prestations, accessoires et travaux annexes utiles à l’installation de ces générateurs dans les règles de l’art, ainsi qu’à leur bon fonctionnement et à leur exploitation.  
Il ne pourra invoquer, après notification du marché, la méconnaissance des caractéristiques des lieux ou des matériaux utilisés par les autres corps d'état. Il prendra en compte toutes les conditions d'accès à pied d'œuvre de ses matériels.

Le site restera occupé pendant la durée des travaux. Il accueille des services médicaux et l’accès PMR au niveau de l’ensemble des entrées doit être maintenus en permanence.

Il est prévu à courte échéance l’ajout d’ombrières photovoltaïques sur le parking, hors marché. Le comptage et la communication sera commune.

## Nettoyage et entretien des lieux

Un soin particulier devra être apporté à l’entretien et au nettoyage des accès, aires de stockage, chemins de passage et lieux de travail. Toutes dispositions de protection contre les salissures devront être prises pour rendre les lieux empruntés dans leur état initial. Les gravats et déchets divers devront être triés et évacués à la fin de chaque journée de travail ou déposés dans la benne si l’entreprise a prévu d’en amener une sur le chantier.

## Normes

La mise en œuvre des matériaux et équipements sera réalisée selon les règles de l'art.  
Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

des usagers contre tous risques d'électrocution ou autres risques d'origine accidentelle, en particulier dus aux champs photovoltaïques ou aux onduleurs,

des matériels et équipements contre toutes détérioration éventuelle due à des causes extérieures telles que tempêtes (vent, pluie, neige, grêle...),

contre toutes fausses manœuvres éventuelles de l'utilisateur ou contre tous défauts de fonctionnement inopinés qui pourraient entraîner une détérioration prématurée ou irréversible des matériels ou équipements tels que court-circuit, inversion de polarité, connexion sur le réseau,

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 relative à la charpente et à la couverture, des normes de l'industrie photovoltaïque et des normes relatives aux installations électriques basse tension, notamment :

NF DTU 40.21 : couverture en tuiles de terre cuite à emboitement ou à glissement à relief

NF DTU 40.29 : Mise en œuvre des écrans souples de sous-toiture

CPT du CSTB – cahier 3356 : prescriptions techniques de mise en œuvre des écrans souples de sous-toiture

NFC 15-712-1 (juillet 2013) : installations photovoltaïques,

NFC 15-100 (décembre 2003) : installations électriques basse tension (notamment les articles 443 et 534 concernant les protections contre les surtensions d’origine atmosphérique)

UTE C 57-300 (mai 1987) : paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque,

NF EN 61215,

NF EN 61730-1 et NF EN 61730-2

UTE C 57-310 (octobre 1988) : transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique,

UTE C 18 510 (novembre 1988, mise à jour 1991) : recueil d’instructions générales de sécurité d’ordre électrique,

C 18 530 (mai 1990) : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité,

NF EN 61727 (septembre 1996) : systèmes photovoltaïques (PV) – caractéristiques de l’interface de raccordement au réseau,

IEC 61723 : guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments,

NF EN 61173 (février 1995) : protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d’énergie guide,

NFC 17100 (février 1987) : protection contre la foudre – installation de paratonnerres : règles,

NFC C 17-102 (juillet 1995) : protection contre la foudre – protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d’amorçage,

UTE C 61-740-51 et UTE C61-740-52

DIN VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014 : Protection de découplage,

CEI 61000-3-2 (mai 2001) : compatibilité électromagnétique (CEM) –Partie 3-2 : limite pour les émissions de courant harmoniques (courant appelé par les appareils inférieur ou égal à 16 a par phase). Limitation des émissions d’harmoniques par les onduleurs,

NF EN 62109-1 et NF EN 62109-2

Le Titulaire devra également respecter les textes suivants :

le décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques,

le décret n° 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques,

la circulaire DRT 89-2 du 6 février 1989, application de décret 88-1056 ; les règles neige et vents ; les règlements de sécurité contre l’incendie dans les établissements recevant du public et/ou travailleurs,

le guide UTE C 14-100 (en cours) : Raccordement des générateurs d’énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution,

le guide EDF/ARD (2003) : Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques –Conditions techniques et contractuelles du raccordement,

le guide de l’ADEME : Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau – rédaction du cahier des charges techniques,

le guide de l’ADEME : protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables,

le guide ADEME : Générateurs photovoltaïques raccordés au réseau, spécification techniques relatives à la protection des personnes et des biens,

le cahier du CSTB 3651-2 de janvier 2009

le relevé des avis de la réunion du 7 février 2013 de la commission contrôle de sécurité(partie panneaux photovoltaïques),

toute autre norme pertinente en l’espèce.

Les modules photovoltaïques devront être choisis conformes à la norme NF EN 61215 (septembre  
1996) : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – qualification de la conception et homologation (liste des exigences de la CEI sur la qualification de la conception et  
l’homologation de modules photovoltaïques) ou conformes à la norme NF EN 61646 (septembre 1996) : Modules photovoltaïques (PV) couche mince à usage terrestre.  
Le Titulaire veillera à se conformer au cahier des clauses techniques générales (CCTG) applicable, aux  
cahiers des charges, mémentos et règles de calcul DTU, publiés par le CSTB ainsi que leurs annexes, modificatifs, additifs et errata, en vigueur lors de la remise des offres.  
Si, en cours de travaux, de nouveaux règlements entraient en vigueur, le Titulaire sera tenu d’en référer par écrit au maître d’ouvrage.  
Les textes de base énoncés dans le présent CdC ne présentent aucun caractère limitatif et ne  
constituent qu’un rappel des principaux documents applicables aux installations.

**Le matériel fourni sera marqué CE chaque fois qu'un tel matériel existe**.

**Pourquoi le marquage « CE » ?**

Le marquage « CE » a été créé dans le cadre de la législation d'harmonisation technique européenne. Il est obligatoire pour tous les produits couverts par un ou plusieurs textes réglementaires européens (directives ou règlements) qui le prévoient explicitement. Il est interdit pour les produits qui ne sont pas couverts par une de ces directives.

Il confère aux produits concernés le droit de libre circulation sur l'ensemble du territoire de l'Union européenne.

Pour apposer le marquage « CE » sur son produit, le fabricant doit réaliser, ou faire réaliser, des contrôles et essais qui assurent la conformité du produit aux exigences essentielles, notamment de santé et de sécurité, définies dans la ou les textes réglementaires concernés.

Le marquage « CE » n'est pas une marque de certification ni une indication de l'origine géographique du produit. Obligatoire et de nature réglementaire, il est l'engagement visible du fabricant que son produit respecte la législation européenne.

**Quels sont les produits concernés ?**

Afin de vérifier si le produit, fabriqué en France ou importé, est soumis à l'obligation de marquage « CE », il est nécessaire de se reporter aux textes des directives/règlements d'harmonisation techniques ou des mesures nationales qui les ont transposées.

En effet, ces directives/règlements énoncent le champ d'application des produits concernés et, le cas échéant, les produits exclus.

A ce jour, une vingtaine de textes réglementaires d'harmonisation technique (directives ou règlements) prévoient l'apposition du marquage « CE », couvrant de vastes catégories de produits. Seuls les produits relevant de ces textes doivent porter le marquage « CE ».

Voici la liste des textes réglementaires (directives et règlements) prévoyant le marquage « CE » : LISTE NON EXAUSTIVE

|  |  |
| --- | --- |
| Produits concernés | Réglementation en vigueur |
| Matériel électrique basse tension | [2014/35/UE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0035&from=FR) |
| Produits de construction (Règlement UE) | [305/2011](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:FR:PDF) |
| Compatibilité électromagnétique (CEM) | [2014/30/UE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030&from=FR) |
| Appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (ATEX) | [2014/34/UE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0034&from=FR) |
| Instruments de mesure | [2014/32/UE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0032&from=FR) |
| Équipements radioélectriques  Équipements terminaux de télécommunication et équipements hertziens | [2014/53/UE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0053&from=FR)  [1999/5/CE](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:091:0010:0028:FR:PDF) |
| Installations à câbles (Règlement UE) | [2016/424](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0424&from=FR) |

Lorsqu'un matériel sera constitué d'éléments susceptibles de recevoir individuellement cette marque qualité, chacun d'eux devra le porter. Si dans la catégorie envisagée il n'existe pas de matériel portant Le sigle CE, le matériel utilisé devra répondre aux normes techniques de L’U.T. E et des normes française (NF)

La certification NF n’est pas un passage obligé pour commercialiser un produit ou un service. Les fabricants et prestataires de services choisissent volontairement de se soumettre à un examen complet conduit par des organismes indépendants, spécialistes du secteur. Une façon indiscutable d’attester en toute objectivité que le produit ou le service répond à des exigences de qualité précises.

Si, pour un matériel déterminé, il n'existe pas de réglementation particulière de l'UTE et NF, le Titulaire proposera au Maître d’œuvre le matériel qu'il jugera approprié et lui remettra toutes justifications permettant d'apprécier la bonne qualité de ce matériel (procès-verbaux d'essais, références, avis techniques, etc.)

L'acceptation d'un matériel par le Maître d’œuvre ne pourra pas avoir pour effet de dégager le Titulaire de ses responsabilités.

L'ensemble des installations devra être établi avec les fournitures d'excellentes qualités agréées préalablement par le Maître d'œuvre, l'Administration se réservant d'imposer le matériel de son choix.

**Qualifications requises**

La réalisation des travaux est soumise à la possession des qualifications suivantes :

Les habilitations et certificats doivent être valables ou mis à jour sur toute la durée du chantier

* Habilitation pour des travaux en hauteur
* Formation AIPR (Autorisation d'Intervention à Proximité des Réseaux), obligatoire depuis le 01/01/2018 (pour le personnel intervenant à proximité du réseau)
* Habilitations sur les spécificités du photovoltaïque type **BP** (pour poseurs de modules photovoltaïque et raccordements)
* **Habilitation électrique** selon UTE 18 510 (pour électriciens)
* Qualification délivrée par un organisme accrédité par le COFRAC répondant aux caractéristiques décrites par **l’arrêté du 6 Octobre 2021** (entreprise de travaux solaire photovoltaïque, ainsi que ses sous-traitants).

|  |  |
| --- | --- |
| Puissance (kWc) | Qualifications et certifications valides |
| < 36 kWc | QualiPV Elec (0-36 kVA)  Qualifelec SPV1 (0-36 kVA) |
| > 36 kWc et < 250 kWc | Qualifelec SPV2 (36 à 250 kVA)  QualiPV 0-250 (0-250 kVA)  Qualibat 5911 (0-250 kWc) |
| > 250 kWc | Qualibat 5912 (> 250 kWc)  Qualifelec SPV3 (250 kVA) |

Cette liste n’est pas exhaustive, elle a pour objectif de présenter les principales normes s’appliquant à ce domaine. Dans tous les cas, les travaux devront être exécutés selon les normes en vigueur et selon les règles de l’art.

Les normes et règlements applicables aux prestations confiées au Titulaire sont ceux en vigueur à la date de remise de l’offre par le candidat.

En cas d’évolution des textes réglementaires pendant la durée d’exécution du marché, les nouveaux textes seront applicables dès leur date d’entrée en vigueur.

L’ensemble des installations devra être établi suivant les règles de l’Art et suivant les prescriptions européennes et françaises des lois, décrets et arrêtés ministériels, sauf exception clairement précisée dans le présent descriptif ; les installations devront être conformes à toutes les règles techniques éditées par l’UTE et le distributeur d’énergie.

Ces normes et règlements étant fréquemment révisés, modifiés et complétés, soit par additifs, soit par des publications nouvelles, les nouvelles normes et règles seront automatiquement appliquées dès leur mise en vigueur.

Sauf exception clairement précisée dans le présent document, les installations devront être conformes au CCTG applicable aux marchés publics de conception et de réalisation d'un réseau électriques à la date en vigueur et à toutes les règles techniques éditées par l'UTE et du distributeur d’énergie.

# Spécifications techniques générales

## Caractéristiques des installations photovoltaïques

Les spécifications techniques générales objet du présent chapitre sont applicables à l’ensemble des sites du marché et des marchés similaires à venir.

Dans le chapitre 3 « Spécifications Techniques Particulières », une description des caractéristiques de  
chaque site aide le Titulaire à dimensionner les installations, l’énergie productible, mais également à  
définir la nécessité et le type de certains matériels. Elle permet également de valider la mise en œuvre  
en fonction, notamment, des règles « Neige et vent ».

## Modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques devront faire partie de la grille de vérification de l’ETN retenu au moment de leur mise en place.

Les modules photovoltaïques seront de type monocristallin. Leur rendement surfacique devra être strictement supérieur à **20%**. Leurs puissance seront au minimum de **400 Wc**. Les calepinages présent dans le dwg joint ont été réalisés avec un module de dimensions 1708 x 1134 x 30 pour les toitures mais toutes autres dimensions de modules sont acceptées si elles sont compatibles avec le projet, sous avis ou enquete technique et répondant au critère environnemental.

Le choix du module devra être effectué en fonction de son bilan carbone, le plus faible possible. Les installations seront raccordées au réseau public de distribution d’électricité et bénéficieront de l’Obligation d’Achat. A minima et comme spécifié dans l’article 1er de l’arrêté tarifaire du 6 Octobre 2021, le bilan carbone du module devra être inférieure à 550 kg eq CO2/kWc. La méthodologie de calcul est explicitée à l’Annexe 6 du même arrêté.

Une attestation de son bilan carbone, comme décrit à l’alinéa 5 de l’article 5 de l’arrêté tarifaire du 6 Octobre 2021, devra être fournie.

Le fabricant du module devra répondre aux exigences du principe de Responsabilité élargie du Producteur (REP) de la directive 2012/19/UE relative aux déchets d’équipements électriques et électroniques (DEEE), transposée en droit français au travers du décret n° 2014-928 du 19 août 2014.

Cette réponse pourra passer par exemple par l’adhésion à l’association PV Cycle.

Les flash-tests des modules devront être fournis avant réalisation des travaux.

## Prescription de pose

Les implantations à toitures devront respectées les prescriptions SDIS, c’est-à-dire le respect d’une circulation de 0.9 m autour du champ et de toute émergence en toiture. Un chemin d’accès hors panneau de 0.9 m minium devra être réalisé vers les émergences. Pour les grandes toitures (champs > 30 m) un cheminement central de 0.9 m minimum devra également être prévu.

### Câblages

**Câbles Courant continu**Les câbles DC seront mono-conducteurs d’isolation équivalente classe 2. Ils seront au minimum de type C2 (non-propagateur de flamme) et ayant une température admissible sur l’âme d’au moins 90°.  
Une attention particulière sera apportée au câblage des panneaux photovoltaïques afin de limiter les  
boucles induites. Un schéma de câblage devra être fourni par le Titulaire et validé par le maitre d’œuvre avant le démarrage des travaux. Il devra être respecté lors de la mise en œuvre.  
Un repérage des câbles DC devra être effectué au niveau de leurs extrémités.

S’ils sont accessibles, les câbles (en façade notamment) chemineront sous protection mécanique en privilégiant l’esthétique (Goulotte Oméga Alu ou PVC plutôt que tubes IRO) et aucun câble ne sera positionné horizontalement en dessous d’un ouvrant.

**Câbles Courant alternatif**

Lorsque le câble chemine en extérieur il devra être sous protection mécanique en privilégiant l’esthétique (Goulotte Oméga Alu ou PVC plutôt que tubes IRO). La solution technique sera soumise à la validation de la maitrise d’œuvre et du propriétaire.

**Câbles branchement dans partie privé**

Le titulaire devra dans son marché la réalisation du branchement dans les parties privées. Celle-ci se fera via une fouille et la pose d’un fourreau.

### Tranchée et géoréférencement

Dans le cas où le câble chemine sous tranchée l’entreprise devra :  
La réalisation complète de la tranchée comme indiqué ci-dessous.

Le géoréférencement de celle-ci selon les préconisations ci-dessous.

La prestation de réalisation de la tranchée devra inclure la réalisation de la tranchée, la fourniture et la  
pose des fourreaux (rouge pour la puissance + vert pour bus RS485), la fourniture et la pose du grillage  
avertisseur, son remblaiement, la réfection de la surface à l’identique de l’état initial.  
La prestation de géoréférencement devra respecter les préconisations suivantes.  
PLAN GEOREFERENCE DES OUVRAGES CONSTRUITS

A l’issue de ses travaux le prestataire devra remettre au client un Plan Géoréférencé des Ouvrages  
Construits (PGOC). Le PGOC sera le résultat d’un levé géoréférencé fouille ouverte des ouvrages construits. Il doit garantir un positionnement géoréférencé des ouvrages relevés en classe A (classe définie par l’arrêté du 15 février 2012) et permettant de répondre à la réglementation du décret n°2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l’exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens, ou subaquatiques de transport et de distribution ainsi que de celle des arrêtés, normes et autres textes associés. Afin d’établir le PGOC, certains prérequis concernant les aptitudes à posséder doivent être validés.

Ainsi, pour prétendre à l’établissement du PGOC, à compter du 1er janvier 2017, le prestataire en géoréférencement devra être certifié. Afin de permettre le report cartographique de tous les ouvrages (réseaux, branchements, fourreaux, émergences et accessoires et éventuellement d’autres réseaux particuliers), le Prestataire devra lever tous les éléments constitutifs permettant de construire leur tracé.  
Les éléments levés doivent permettre une restitution géoréférencée du positionnement dans les trois axes (X, Y, Z) en classe A de la totalité de l’ouvrage (linéaires et ponctuels) construit ou modifié.

Pour les câbles et les fourreaux, les informations levées doivent correspondre au positionnement de la génératrice supérieure. Pour les affleurants, les points levés doivent correspondre à l’emprise de l’affleurant au sol au niveau le plus bas. Par exemple, un poste devra être levé par les 4 points définissant son emprise au sol.

Il est aussi demandé au Prestataire d’indiquer l’information sur les profondeurs de câbles ou fourreaux lorsque la hauteur de couverture est « atypique » par rapport à la réglementation en vigueur (notamment la norme NF C 11-001 pour les réseaux électriques). La hauteur de couverture est à mesurer à compter de la génératrice supérieure du câble, fourreau, branchement, ou le haut de l’accessoire après pose.

RESPECT DES EXIGENCES EN MATIERE DE LEVE TOPOGRAPHIQUE

Le Prestataire livrera les éléments géoréférencés, rattachés en X, Y au système géodésique RGF93 projection conique conforme (CC 46) et en Z au système NGF IGN 1969, pour le positionnement des  
ouvrages et des points singuliers.

RESPECT DES NORMES ET FORMATS DES LIVRABLES

**IDENTIFICATION DES OUVRAGES**

Outre la justesse du positionnement géoréférencé des ouvrages, le tracé des réseaux et branchements  
doit être clair et sans équivoque.

Concernant les éléments ponctuels (accessoires, affleurants…), ils seront eux aussi représentés de façon  
claire et sans équivoque.

Les différents éléments possibles composant les livrables sont les suivants :  
- Le plan géoréférencé des ouvrages objets des travaux au format Autocad Dwg 2020  
- Le plan des ouvrages objets des travaux au format PDF A3.

Pour des questions de lisibilité, l’échelle de représentation demandée sera du 1/200.

Le PDF pourra être composé de plusieurs pages, chaque page devant être imprimable au format A3.  
- Un plan de découpage représentant les différentes planches A3 (pages).  
**LE FOND DE PLAN**

Le tracé des ouvrages aura pour support un fond de plan géoréférencé si ce dernier est disponible au  
moment des travaux. Dans le cas contraire, des éléments intelligibles et sans équivoque de l’environnement de l’emprise des travaux devront être relevés (bâtis, affleurants, …) et représentés sur  
le plan afin de permettre une lecture et exploitation du plan par le client.

### Protections électriques et mises à la terre

Toutes les protections électriques et mises à la terre nécessaires pour respecter les normes listées précédemment (et particulièrement la C15-712-1) sont réputées être prévues dans l’offre du Titulaire.

***Mise à la terre***

Les systèmes de fixation doivent être reliées à la terre du site ou du bâtiment. Une attention particulière sera portée lors de la mise en œuvre sur la continuité de la liaison équipotentielle et sur la limitation des boucles induites (avec les câbles DC).

Côté courant alternatif, l’ensemble des masses (y compris celle de l’onduleur) seront reliées à la terre  
du site ou du bâtiment.

***Surintensités DC***

En fonction du nombre de chaînes photovoltaïques et des caractéristiques des modules (courant inverse  
admissible), une protection contre les surintensités devra être prévue.  
Il reviendra au Titulaire de définir et justifier de la nécessité ou non de cette protection. Le cas échéant,  
cet équipement est réputé être inclus dans son offre.

***Coupure d’urgence DC***

Un dispositif de coupure d’urgence à coupure omnipolaire et simultanée doit être prévu en amont de l’onduleur, au plus près des panneaux. Ce sectionnement de la partie production au plus près des panneaux doit également fonctionner de manière simultané avec la coupure électrique du bâtiment. A noter que les dispositifs à semi-conducteurs ne répondent pas aux exigences de coupures d’urgence.

***Coupure d’urgence AC***

Une coupure d’urgence en aval de l’onduleur et à proximité de celui-ci doit être prévue. Cette coupure peut être assurée par une commande manuelle de l’organe de coupure ou par l’intermédiaire d’une action télécommandée.

L’AGCP fait office de coupure d’urgence de la partie alternative.

***Coupure pour intervention des services de secours***

En plus des coupures d’urgence DC et AC, des coupures spécifiques à destination des secours incendie doivent être prévues. Ces coupures consistent à :

* Déconnecter toutes les sources d’énergies (générateur PV et Réseau Public de Distribution)
* Déconnecter le circuit générateur PV au plus près des modules photovoltaïques

Les dispositifs de coupures peuvent être à action directe ou télécommandés.

***Sectionnement***

Pour permettre la maintenance des onduleurs PV, des moyens de sectionnement omnipolaire doivent être prévus par onduleur, à proximité, tant du côté continu que du côté alternatif

***Protections contre les surtensions d’origine atmosphérique*****Côté DC**  
Pour définir la nécessité d’un parafoudre côté DC, la catégorie du bâtiment et la zone  
kéraunique devront être prises en compte. En fonction du choix par le Titulaire du câblage des modules à l’onduleur, la longueur L servant à calculer la nécessité d’un parafoudre pourra être définie, ainsi que la nécessité d’un parafoudre côté DC. Le Titulaire devra justifier par calcul de la mise en place ou non de ce parafoudre. Le Titulaire veillera à faire cheminer l’ensemble des câbles sur un même chemin de câble, afin de diminuer la longueur L. Un synoptique de câblage associé à une note de calcul justifiera de la nécessité ou non de ce parafoudre.  
**Côté AC**  
La nécessité d’un parafoudre côté AC est régie par les articles 443 et 534 de la norme NFC 15-100.   
Le Titulaire devra justifier de la pose ou non de ce parafoudre

### Onduleurs

Afin de prendre en compte les considérations environnementales et sociales, d’assurer la sécurité des  
approvisionnements et conformément à l’article L2112-4 CCP, l’onduleur devra être produit en **Union Européenne.**  
Le Titulaire prévoira la fourniture et la pose d’onduleurs sur lesquels seront raccordés les modules.  
La conversion d’énergie s’effectuera avec des onduleurs de type **centralisé ou avec optimiseurs**.  
La tension délivrée par les onduleurs sera triphasée et les phases seront équilibrées. Le « rendement maximum » de l’onduleur sera supérieur ou égal à 98 %.

Le choix de l’onduleur et de ses caractéristiques devra être en adéquation avec les caractéristiques des  
modules. Les tensions admissibles de l’onduleur devront être compatibles avec les tensions des chaînes  
des panneaux et devront offrir le meilleur rendement possible.  
En l’occurrence, le ratio « Puissance Onduleur/Puissance Panneaux » ne sera pas inférieur à 80 %.  
La garantie sur l’onduleur sera de **dix (10) ans.**  
Le courant continu généré par l’onduleur sur le réseau doit être inférieur à 0,5 %.

**La SEM Terr’EnR a sur son parc du matériel SMA et une réflexion est en cours sur la pertinence du matériel avec optimiseur. La SEM souhaite conserver une certaine unité dans son parc pour faciliter les opérations de maintenance. L’entrepreneur peut proposer d’autre marque d’onduleur mais devra réaliser une analyse comparative avec le matériel SMA et indiquer en quoi sa proposition est plus pertinente.**

### Signalisation

Le marché inclut la fourniture et la mise en place de la signalétique nécessaire à la sécurité de l’installation.  
Une attention particulière sera apportée à la signalisation, notamment des points suivants :

* Sur la partie DC :

Câbles tenants et aboutissants avec repérage des polarités

Canalisation

Coffrets de protection

* Sur la partie AC :

A proximité de l’AGCP en soutirage

A proximité de l’AGCP en injection

Coffrets de protection

* Sur l’onduleur
* Sur la coupure d’urgence
* A destination des services de secours

L’emplacement des matériels électriques présentant des risques, et en particulier des  
organes de coupure, doit être indiqué sur le plan schématique du bâtiment, s’il existe.

### Armoire Comptage/TGBT PV

Un projet d’ombrières devrait compléter l’installation photovoltaïque à brève échéance. L’armoire doit anticiper l’accueil de l’installation des ombrières.

Il est prévu un schéma en vente totale sur une installation à créer.

Une armoire Comptage puissance surveillée/TGBT est à prévoir en pied de façade, point de liaison entre la centrale en toiture et les ombrières.

Cette armoire et les câbles l’alimentant devront être dimensionné pour l’accueil d’une puissance supplémentaire d’environ 75 kVA. La communication vers l’extérieur sera également centralisée dans ce coffret.

Il sera positionné au plus proche du point de raccordement, mais non visible de premier à bord par l’usager. Le comptage de la production sera positionné dans la même armoire.

Une image contenant obscurité, noir, léger, art

Description générée automatiquement

### Pose des matériels

Avant le démarrage des travaux, Le Titulaire fournira :

* Les flash-tests des modules en proposant un tri de ceux-ci visant à ne raccorder sur la même branche et sur la même entrée MPPT de l’onduleur que des modules de puissance proche (réduire le mismatch module au maximum et augmenter la production d’énergie)
* Un plan d’implantation des modules (faisant apparaître le périmètre de la toiture ainsi que les chemins de marches quand nécessaire)
* Un synoptique de l’installation
* Un schéma électrique des coffrets DC et AC
* Les notes de calculs des câbles DC et AC justifiant de la chute de tension
* Une note de calcul pour la tenue des protections électriques, prenant en compte les courants de court-circuit sur le réseau public de distribution d’électricité, le diamètre et la longueur du câble AC.
* Une étude de productible de l’installation

La pose des différents matériels respectera les règles de l’art, les différents DTU applicables, ainsi que les notices des constructeurs, et, bien entendu, les plans fournis ci-dessus. Une attention particulière sera portée sur le fait de :

* Ne pas marcher sur les panneaux photovoltaïques lors de la pose, afin de ne pas provoquer de microfissures sur les cellules qui risqueraient d’altérer la durée de vie de ceux-ci,
* Sertir soigneusement les connecteurs de la partie DC. Hormis une perte de production, le mauvais sertissage de ceux-ci est susceptible de provoquer des incendies.

### **Mise en sécurité du chantier**

Avant le démarrage du chantier, le Titulaire devra produire à minima un **plan de prévention** analysant les risques et les moyens à mettre en œuvre pour la mise en sécurité.  
Tous les moyens permettant d’assurer la sécurité sur le chantier (personnel de pose mais également  
public avoisinant) devront être mis en œuvre.

Les protections collectives en toitures doivent mises en place avant toute autre intervention et ne doivent être retirées qu’au dernier moment, une fois le chantier terminé.

### Moyens de manutention

Tous les moyens de manutention permettant l’acheminement du matériel sur site et en toiture seront  
prévus par Le Titulaire.

### Consuel et bureau de contrôle

Les diverses prestations du bureau de contrôle (notices de sécurité, attestation de conformité à destination du CONSUEL, RVRAT à destination des secours incendie…) sont à prévoir dans votre prestation.

Le Titulaire devra également se conformer aux observations du bureau de contrôle et effectuer à sa charge, le cas échéant, toutes les modifications nécessaires sur l’installation afin de la rendre conforme.

### Essais, mise en service et dossier des ouvrages exécutes

Le Titulaire devra réaliser tous les essais nécessaires à la mise en service de l’installation permettant de dresser un PV de réception qui indiquera notamment les résultats des différentes mesures.

Le Titulaire devra être présent le jour de la mise en service par le gestionnaire du réseau de distribution publique d’électricité afin de raccorder l’installation au réseau et d’effectuer la mise en service.

A l’issue de la mise en service, le Titulaire remettra, pour chaque site, un dossier des ouvrages exécutés (DOE) au format dématérialisé intégrant au moins les éléments suivants :

Les numéros de série des modules, ainsi que leur flash-test

Un tableau indiquant les numéros de série des modules constituant chaque branche

Le schéma de câblage des modules faisant apparaître les repères utilisés sur site

Le schéma de câblage des coffrets DC et AC faisant apparaître les repères utilisés sur site

Le synoptique de câblage de l’installation faisant apparaître les repères utilisés sur site

Les notes de calculs des câbles AC et DC justifiant de la chute de tension

Une note de calcul justifiant de la tenue des protections électriques du coffret AC au courant de court-circuit du réseau public de distribution (installation >36kVA)

Le PV de réception avec le résultat des essais

En cas de pose de réseau en tranchée, le plan de repérage coté du réseau en X/Y/Z

Les notices techniques des matériels en place

### Garanties

Les garanties légales et contractuelles applicables, ainsi que les garanties citées dans le CCAP.

### Accompagnement du maitre d’ouvrage dans les procédures d’obligation d’achat

Le Titulaire réalisera pour le compte du maitre d’ouvrage (mandat) l’ensemble des procédures nécessaires à la passation des contrats d’obligation d’achat au titre de l’arrêté « S21 ».

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

Le Titulaire a à sa charge l’ensemble des travaux et prestations nécessaires à l’obtention des tarifs prévus au titre du S21.

### Limites de prestations et travaux annexes

Le candidat est invité à prévoir un maximum de prestations pour éviter les coûts déportés hors opérations.  
Néanmoins, le maitre d’ouvrage admet qu'il peut y avoir des coûts difficiles à estimer en phase consultation (modification de postes ENEDIS, etc… ).  
Le candidat doit préciser la liste exhaustive des prestations non prévues dans le forfait, sachant que les prestations non listées sont réputées incluses au marché.  
Les travaux annexes pressentis à réaliser par le maitre d’ouvrage doivent être indiqués à l’offre.  
Le Titulaire assure le pilotage des travaux annexes non compris dans l’offre ; il doit s'organiser pour permettre la commande de ces travaux 2 mois à l'avance à minima.  
Les travaux annexes ne pouvant être déterminés lors de la consultations pourront faire l’objet d’une rémunération sur la base d’un taux de peines et soins appliqué sur les prestations prise en charge  
par le maitre d’ouvrage pour justifier d’un pilotage et de la coordination de la prestation.

### Études de raccordement et gestionnaire du réseau public

Le Titulaire devra prendre à sa charge la réalisation de toutes les études permettant le raccordement des installations au réseau public d’électricité.  
Le renforcement éventuel des ouvrages publics existants (postes électriques) est à la charge du Maître d’Ouvrage. Le Titulaire devra l’accompagnement du maître d’ouvrage dans la mise en place et la planification de ces travaux.

### Démarche entre le titulaire et l’acheteur obligé

Dans le cas où le maître d’ouvrage a recours au mécanisme des obligations d’achat pour ses installations en autoconsommation collective avec injection de surplus, le Titulaire assurera l’ensemble des démarches administratives auprès de l’acheteur obligé pour le compte du maître d’ouvrage (mandat).

### Exigences en phases travaux

La phase travaux doit permettre :

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

La réfection des voiries et espaces verts à l’identique des zones de travaux est à la charge du Titulaire. les modalités de réfection des revêtements seront validées préalablement avec le client.

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

Chaque installation sera réceptionnée et fera l’objet d’un Procès-Verbal de Réception.

### Supervision

Un appareil de supervision doit être installé sur le site. L’équipement complémentaire nécessaire à la transmission des données (tel le modem) est également compris dans la prestation de l’entrepreneur.

Il n’y a pas d’accès internet actuellement sur le site, une solution 4G sera privilégiée, la carte SIM restant à la charge de la SEM Terr’EnR.

Par contre l’entrepreneur assurera par tout moyen la qualité du signal, comme la mise en place d’une antenne déportée et sa protection contre le vandalisme.

S’il s’avérait impossible, d’obtenir un signal correct une solution filaire sera envisagée.

Les données devront être accessibles par internet et permettre de connaitre l’état des onduleurs, la production journalière, l’injection au réseau au pas de 30 min.

Une édition de rapport doit être possible.

# Spécifications Techniques particulières

La SEM Terr’EnR souhaite équiper les toitures de la maison des services au 130 Rue des Mitroches à Girancourt. L’objectif est la vente en totalité.

Seules les toitures sont concernées pour ce marché.

L’autorisation d’urbanisme est validée.

### Caractéristiques

Propriétaire du Bâtiment : Mairie de Girancourt

Maison des services –

Activité du Bâtiment : Cabinet médical et paramédical, Agence Postale Communale, Maison France Services et salle de réunion

Catégorie du Bâtiment : ERP 5eme catégorie

Latitude : 48.161411

Longitude : 6.30463

Altitude : 355 m

Hauteur du Bâtiment : 5.4 m

Une image contenant texte, diagramme, Plan, Parallèle

Description générée automatiquement

Le plan dwg est joint à l’appel d’offres.

#### Toiture sud

Orientation: 65°; Inclinaison 13°

Longueur au faitage 8.5 m

#### Toiture nord

Orientation: 56° Inclinaison 13°

Longueur au faitage : 31 m

Ces information sont données à titre indicatif

Un chemin de marche de 0.9 m doit être préservé autour du Champ photovoltaïque (latéralement et au faitage).

### Contraintes et puissance de l’installation

Contraintes particulières : Il n’y a pas d’accès sécurisé à la toiture. Il n’y a pas de voirie côté ouest.

Caractéristiques des modules photovoltaïques (les panneaux DMxxxM10-54HBW et « bas carbone » ont servi à définir les caractéristiques) :

* Panneau monocristallin cadre aluminium
* Puissance mini 400 Wc
* Rendement surfacique > 20 %
* Garantie de performance d’au moins 84% après 25 ans
* Charge vent/neige > 2350 Pa
* Connecteurs Staubli MC4
* Longueur des câbles au moins 1.2 m
* Coeff Temp sur Pmax < -0.33 % /°C
* Poids < 25 kg.

Caractéristiques des onduleurs (les onduleurs SMA ont servi de base pour ce descriptif)  :

* Tension nominale AC : 230/400 V
* Rendement européen > 97.5 %
* Taux de distorsion harmonique < 3%
* Facteur de puissance à la puissance assigné : 1
* Phases d’injection : 3P+N
* Fréquence de réseau 50 Hz
* Tension de réseau 230V
* Protection contre les arcs électriques
* Surveillance du défaut à la terre/du réseau
* Dispositif de déconnection à l’entrée
* Protection contre les inversion de polarité DC
* Résistance aux courts-circuits AC
* Surveillance des courants différentiels et de défaut
* Poids < 85 kg
* Autoconsommation < 5W
* Émissions sonores à 1 m < 60dB
* Plage de fonctionnement -25°C à + 60°C – valeur maximale admise pour l’humidité à l’air : 100 %
* IP65
* Garantie > 10 ans

La puissance de l’installation photovoltaïque est déterminée par l’espace disponible afin de respecter les contraintes de ce présent cahier des charges ; elle sera comprise entre 50 kWc et 75 kWc

L’installation se fera en surimposition.

Les quantités indiqués dans ce marché corresponde à l’étude PVSyst fournie. L’entrepreneur devra répondre au marché avec ces quantités. Une contre-proposition peut être faite par l’entrepreneur sous forme de variante en respectant les contraintes, de bas carbone et les chemins de marches. Il devra justifier dans son mémoire en quoi cette variante et plus pertinente (disponibilité des produits, meilleurs services après-vente, …).

### Positionnement de l’armoire électrique et des onduleurs

L’onduleur est prévu au niveau de la plateforme terrasse. L’entrepreneur devra s’assurer que la surface de pose de l’onduleur supporte le poids de l’onduleur. Le comptage et la communication sont déporté en pied de façade.

Une image contenant capture d’écran, carte, diagramme, texte

Description générée automatiquement

### Câbles et cheminements

Le passage des cables se fera en extérieur sous protection mécanique.

La distance entre les panneaux et l’onduleur est d’environ 5 m.

Une mise à la terre des panneaux est obligatoire. De la même façon que pour les polarités des panneaux, le cheminement de la terre ne devra pas engendrer de boucle de courant. Par principe le câble de terre suivra les polarités des panneaux.