

05/03/2025

C.C.T.P

Installation de Panneaux Photovoltaïques pour réduire l'empreinte carbone et d'opter pour une solution durable et responsable



IMT Atlantique
Bretagne - Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Emmanuel ZANCHETTA

IMT ATLANTIQUE BRETAGNE, PAYS DE LA LOIRE

Table des matières

2.1 GÉNÉRALITÉS	3
2.1.1 Objet des travaux	3
2.1.2 Description sommaire des travaux à réaliser	3
2.1.3 Dispositions d'ordre réglementaire à respecter.....	3
2.1.4 Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE).....	3
2.1.5 Étendue des prestations.....	4
2.1.6 Prestations complémentaires – installations	5
2.1.7 Documents de chantier et plans d'exécution.....	5
2.1.8 Réception - essais - garantie – contrôle	6
2.1.8.1 Contrôle en cours de travaux	6
2.1.8.2 Contrôle interne	6
2.1.8.3 Essais et mesures électrique	6
2.1.8.4 Réception.....	6
2.1.8.5 Garantie.....	7
2.1.8.6 Obligations diverses	7
2.1.9 Documents à remettre par les entreprises	7
2.1.9.1 Plans et schémas électriques d'exécution.....	8
2.1.9.3 Dossier technique de fin de chantier	8
2.1.9.5 Marque et type de matériel	8
2.1.9.6 Consistance des travaux.....	8
2.1.10 Données de bases et hypothèses de calcul.....	9
2.1.10.1 Nature du courant.....	9
2.1.10.2 Régime du neutre	9
2.1.10.3 Coefficients de simultanéité.....	9
2.1.10.4 Sections des canalisations	9
2.1.11 Limites des prestations.....	9
2.1.11.1 Généralités	9
2.1.11.2 Limite avec les autres corps d'état.....	10
2.2 DESCRIPTION DES OUVRAGES.....	10
2.2.1 Généralités	10

2.2.2 Plots	11
2.2.3 Panneaux photovoltaïques.....	11
2.2.3.1 Caractéristiques des panneaux	11
2.2.3.2 Raccordement des panneaux	12
2.2.4 Onduleurs	12
2.2.5 Câblage	12
2.2.5.1 Partie courant continu (DC).....	12
2.2.5.2 Partie courant alternatif (AC)	13
2.2.6 Centrale d'acquisition de données.....	13
2.2.7 Liaison équipotentielle	13
2.2.8 Coffret électrique	13
2.2.9 Chemins de câbles dédiés pour l'installation photovoltaïque	14
2.2.10 Coupure d'Urgence Générale Photovoltaïque	14
2.2.11 Installations existantes	14

CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

2.1 GÉNÉRALITÉS

2.1.1 Objet des travaux

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières a pour objet de définir les prestations afférentes aux installations d'**ELECTRICITE COURANTS FORTS et COURANTS FAIBLES** à réaliser dans le cadre de l'*installation d'une centrale photovoltaïque, 15 rue Alfred Kastler à Nantes (44)*. Cette réalisation se fera sur la toiture du Gymnase de l'IMT Atlantique Nantes.

2.1.2 Description sommaire des travaux à réaliser

La réalisation de ces travaux comporte, les ouvrages suivants :

- La mise en place des panneaux photovoltaïques.
- La réalisation des liaisons équipotentielle.
- La mise en place des onduleurs
- La distribution principale et secondaire
- Le câblage de toute l'installation,
- Le raccordement sur le tableau général basse tension de distribution.
- Les essais et la mise en service.

2.1.3 Dispositions d'ordre réglementaire à respecter

Les matériaux employés et l'exécution des ouvrages devront répondre à l'ensemble des normes, règlements décrets, arrêtés en vigueur au moment de l'exécution des travaux :

- NF C 14 100 - installations de branchement de première catégorie comprise entre le réseau de distribution et l'origine des installations intérieures.
- NF C 15 100 - édition 2002 et additifs : installations électriques Basse Tension - règles.
- Norme internationale IEC 60364-7-712 - Règles d'installation propres aux installations photovoltaïques.
- Arrêté du 26 février 2003 - circuits et installations de sécurité.
- Normes diverses UTE et CEI régissant la construction du matériel électrique entrant dans la construction projetée.
- Guide UTE C-15-712-1 relatif à la mise en place d'une installation photovoltaïque.
- Des avis techniques formulés par les organismes officiels Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Service Technique des assurances constructions (STAC)...
- Des classements, des homologations et des agréments, en particulier en ce qui concerne le comportement au feu.

L'énumération ci-dessus n'est nullement limitative, et lors de l'exécution des travaux, les différents textes réglementaires, y compris ceux qui ne seraient pas connus à ce jour, devront être respectés. En cas de contradiction entre les différents documents, les derniers en date prévaudront.

2.1.4 Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)

Dans le cadre de l'installation et de la fourniture des panneaux photovoltaïques, l'entreprise s'engage à respecter les normes strictes en matière de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE). Cela inclut la sélection de matériaux issus de filières responsables, la réduction de l'empreinte carbone à chaque étape du cycle de vie du produit, de la fabrication à la mise en service des panneaux.

L'entreprise veillera également à ce que les conditions de travail respectent les droits humains et à ce que les normes sociales et environnementales soient scrupuleusement respectées. De plus, un effort particulier sera porté à la gestion des déchets et au recyclage des composants en fin de vie, garantissant ainsi une approche durable et conforme aux normes écologiques en vigueur. Les fournisseurs doivent fournir des preuves de leur engagement en matière de développement durable et de responsabilité sociale dans leurs processus de fabrication.

Certifications et labels

Certifications reconnues telles que :

- **IEC 61215** : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation.
- **IEC 61730** : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)
- **IEC 60904** : Mesures des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques.
- **ISO 9001 ou démarche équivalente** : Garantie d'un système de gestion de la qualité efficace et structuré.
- **RGE (Reconnu Garant de l'Environnement)** : Permet de réaliser des travaux éligibles aux aides de l'État pour les énergies renouvelables et les économies d'énergie (par exemple, pour les pompes à chaleur ou les systèmes de ventilation performants).
- **Qualibat** : Certification spécifique aux entreprises du bâtiment, attestant des compétences techniques et financières.
- **Eco Artisan** : Label pour les plombiers-chauffagistes engagés dans l'amélioration de l'efficacité énergétique.

Il est important de noter que ces demandes ne sont pas considérées comme éliminatoires pour répondre au dossier d'appel d'offres. Elles seront perçues comme un atout pour l'entreprise.

2.1.5 Étendue des prestations

Les prestations comprennent :

- La fourniture de tous les matériaux et appareillages, leur transport, déchargement, stockage et amenée à pied d'œuvre.
- La main-d'œuvre et le matériel nécessaires à l'exécution des ouvrages.
- La protection et la conservation des approvisionnements et ouvrages pendant la durée des travaux et jusqu'à la réception des installations.
- La protection contre la corrosion de tous les ouvrages métalliques.
- La protection des ouvrages existants, la remise en état des ouvrages détériorés en cours de travaux, les nettoyages en cours et en fin de travaux.
- La mise à la terre, conformément à la réglementation, des ouvrages du présent lot.
- Les essais et réglages de l'installation et de l'appareillage.
- Les plans d'exécution et notes de calculs.
- Enfin, d'une manière générale, tous les travaux, fournitures et prestations diverses nécessaires à la parfaite et complète exécution des ouvrages, conformément à la réglementation en vigueur et pièces du marché.

L'entreprise est tenue de trouver les locaux nécessaires pour abriter l'appareillage électrique avant son installation.

L'entreprise fera son affaire de tous les contacts avec ENEDIS pour s'assurer que sa protection couvre bien l'ensemble des prestations exigées, pour les équipements nécessaires à l'alimentation du

bâtiment. Elle aura également pour mission d'effectuer les formalités administratives liées à la demande de raccordement avec le concessionnaire.

L'entreprise devra, avant tout commencement d'exécution, obtenir l'approbation écrite d'ENEDIS sur son projet et ses plans.

La personne responsable des travaux aura pour mission de conseiller la maîtrise d'ouvrage sur la typologie d'installation des panneaux photovoltaïques, telle que l'autoconsommation avec revente du surplus, l'autoconsommation totale, etc.

2.1.6 Prestations complémentaires – installations

Les installations sont définies par le présent descriptif. Les indications données ne sont pas absolues, ni limitatives.

L'entrepreneur ne pourra se prévaloir d'aucune erreur, omission ou description incomplète pour ne pas mener à bien les travaux projetés.

Bien que classé sous son propre numéro de corps d'état, le présent CCTP forme, avec tous les autres documents, et plus particulièrement ceux concernant les autres lots, un ensemble homogène permettant l'exécution complète des travaux ; l'Entrepreneur du présent lot est censé connaître l'ensemble de ces documents.

La non observation des remarques ci-dessus n'entraînera aucune plus-value sur l'offre initiale de l'entreprise.

2.1.7 Documents de chantier et plans d'exécution

Dans un délai de 4 semaines après la notification de l'ordre de service, l'entreprise devra fournir :

- Les schémas électriques des armoires comprenant :
 - Le tracé unifilaire des circuits de puissances
 - Le tracé unifilaire des circuits de commande
- Les schémas des borniers avec repérage des câbles
- Les caractéristiques des appareils de protection
- Les notes de calcul sur :
 - Le dimensionnement des équipements (Panneaux photovoltaïques, onduleurs, ...)
 - La section de câbles (puissance, longueur, chute de tension etc.)
- Les appareils de protection
- Les plans d'exécution avec :
 - L'implantation du matériel (TGBT ; PV ; onduleurs ; câblage avec section ; boîtes de dérivation repérées ; etc.)
 - L'implantation et le dimensionnement des chemins de câbles
- La documentation sur tout le matériel installé dans le cas où celui-ci ne serait pas de la même marque et type que celui prescrit dans le présent descriptif. Ce changement de marque et de type n'est possible que lorsque la mention "ou équivalent" est écrite.

Tous ces documents devront être approuvés par le Maître d'Œuvre et le Bureau de Contrôle avant exécution des travaux.

Ces documents seront remis en 3 exemplaires sur support papier.

En cours de travaux, l'entrepreneur sera tenu de remettre, en dehors des plans reçus, tous les croquis et détails de montage et d'exécution.

L'entrepreneur est entièrement responsable des plans et cotes qu'il doit vérifier lui-même.

La fourniture des échantillons sera à transmettre pour validation de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre dès réception de l'Ordre de Service de démarrage des travaux.

2.1.8 Réception - essais - garantie – contrôle

2.1.8.1 Contrôle en cours de travaux

En cours d'exécution et chaque fois que cela s'avérera nécessaire le Maître d'Œuvre pourra procéder à la vérification de :

- La qualité des matériels et appareillage.
- L'emploi en conformité aux normes.
- L'exécution des installations conformément au descriptif plans ou schémas.
- La fourniture des certificats de conformité et des procès-verbaux de tenue au feu des matériels installés.

2.1.8.2 Contrôle interne

L'entreprise devra indiquer au début de chantier le nom de la personne chargée d'assurer le contrôle des matériaux et de leur mise en œuvre.

Le contrôle devra être réalisé :

- Au niveau des fournitures.
- Au niveau de la fabrication et de la mise en œuvre des matériels.
- Au niveau du stockage du matériel.
- Au niveau des relations avec les autres corps d'état.

2.1.8.3 Essais et mesures électrique

Avant la réception des installations, il sera procédé par l'Entrepreneur, et sous sa responsabilité, aux contrôles, essais et mesures nécessaires à la mise en service des installations.

L'Entrepreneur remettra au Maître d'œuvre à la réception des ouvrages, un cahier résumant les résultats des mesures effectuées :

- Valeur de prise de terre.
- Vérification des dispositifs de protection.
- Vérification de l'équilibrage des phases.
- Vérification des niveaux d'éclairement.

Au cas où les essais ou constatations faites par le Maître de l'ouvrage au cours de l'approvisionnement, la fabrication, le montage du matériel et de l'équipement, indiqueraient que le matériel fourni ou les travaux exécutés ne satisfont pas à l'une quelconque des stipulations de la commande, le refus de l'ensemble de la fourniture ou de la partie incriminée pourra être prononcé par celui-ci.

L'Entreprise devra alors remplacer cet ensemble ou cette partie de l'ensemble à ses frais dans le plus court délai sans qu'elle puisse prétendre à aucune majoration de prix ou compensation de quelque nature.

2.1.8.4 Réception

Les installations feront l'objet d'une réception de travaux

Cette réception comportera un contrôle quantitatif et qualitatif des matériels mis en place.

Au cours de cette réception, pourront être vérifiés le respect des règles de l'art, le respect des stipulations du présent descriptif et le parfait achèvement des travaux.

Si l'installation s'avère conforme, la réception pourra être prononcée sans réserve.

Dans le cas contraire, la réception sera prononcée avec réserves ou ajournée à une date ultérieure.

De même, l'Entrepreneur s'engage à instruire le personnel d'entretien du Maître de l'ouvrage sur les installations, et lui remettra toutes les données nécessaires, afin d'assurer un fonctionnement parfait de ces installations.

Une utilisation des installations, préalablement à la réception, ne signifie pas que celle-ci ait été accordée.

L'Entrepreneur mettra à la disposition du Maître d'Œuvre, tous les instruments de mesure, tout l'appareillage, tous les accessoires nécessaires aux opérations liées à la réception.

La réception des travaux ne pourra être prononcée qu'après que toutes les installations effectuées et tous les appareils fournis par l'Entrepreneur aient donné entière satisfaction.

Le délai d'exécution expirera avec la date de réception des travaux.

Jusqu'au jour de la réception, l'Entrepreneur reste seul responsable de l'état du matériel fourni et de l'ensemble des installations réalisées.

La réception ne pourra être prononcée, en tout état de cause, qu'après reçu d'une attestation de conformité CONSUEL.

Les frais relatifs à la réception des installations et de l'obtention des attestations CONSUEL sont à la charge du présent lot (honoraires de l'organisme de contrôle...).

L'installation électrique sera contrôlée par un Bureau de vérification et sera assistée par l'entreprise. Celle-ci devra la mise en conformité de son installation suivant les remarques de ce bureau, cette mise en conformité n'entraînant aucune plus-value sur l'offre initiale.

La vérification pourra être accordée si la vérification générale et les essais techniques ont donné satisfaction et s'il a été remédié à toutes les observations faites au cours de ces essais et de la visite de conformité.

Préalablement à la réception des travaux, l'Entrepreneur devra informer le futur exploitant de l'installation sur la conduite et la maintenance de l'installation réalisée.

2.1.8.5 Garantie

L'Entrepreneur assume la garantie de toute installation réalisée et de tout matériel fourni pendant une durée de 12 mois. L'usure normale est comprise dans la garantie.

Toute avarie dont il est prouvé qu'elle résulte d'une négligence est exclue de la garantie.

Pendant l'année de garantie, l'entretien normal ainsi que la fourniture de tout le matériel et de toutes les pièces nécessaires à l'entretien sont compris.

L'année de garantie commence à courir le jour de la réception des travaux.

Trois mois avant l'échéance de l'année de garantie, l'Entrepreneur est tenu d'en informer par écrit, l'utilisateur des installations.

Les défauts et avaries latents constatés lors de la période de garantie, doivent être corrigés par l'Entrepreneur ou à défaut, seront corrigés à ses frais. La responsabilité de l'Entrepreneur s'étend également aux dégâts causés par ces défauts et avaries.

Il sera prévu un entretien et une maintenance gratuites pour une durée de trois mois à partir de la réception des travaux, pour l'ensemble des installations.

En cas de malfaçons ou de faute d'exécution, l'Entrepreneur ne peut, en aucune façon, invoquer la mission de surveillance du Maître d'Œuvre. Il reste seul responsable pour toute malfaçon ou faute commise lors de la réalisation des travaux et ceci même après l'année de garantie.

2.1.8.6 Obligations diverses

L'entreprise fera son affaire avant la mise en service de l'installation de l'agrément du matériel mis en œuvre, et notamment auprès d'ENEDIS, et supportera le cas échéant, les conséquences qui pourraient être causées, soit par un refus, soit par un report de cette obtention qui entraîneraient un report du délai de mise en service de l'installation.

L'entreprise devra obtenir, auprès des distributeurs locaux, tous les renseignements techniques nécessaires à l'exécution de ses travaux et se soumettre à toutes les vérifications et visites des agents représentant ces services publics, fournir tous documents et pièces justificatives demandées, et informer le Maître de l'Ouvrage et le Maître d'Œuvre, par écrit, du résultat de ses démarches.

2.1.9 Documents à remettre par les entreprises

Outre les différentes pièces administratives dans le dossier d'appel d'offres, l'entrepreneur devra fournir avec sa proposition les documents énoncés ci-dessous :

- Le bordereau détaillé formant décomposition du prix dûment complété et portant obligatoirement le détail des prix unitaires et métrés.

- Une documentation sur le matériel proposé non précisé au CCTP.

Documents à fournir avant démarrage des travaux :

- Les plans de réservation,

- Les plans d'exécution et d'implantation des équipements.

Tous les documents à fournir avant démarrage des travaux seront transmis en 3 exemplaires au Maître d'Œuvre au moins 3 semaines avant le commencement des travaux.

2.1.9.1 Plans et schémas électriques d'exécution

Ils seront établis par l'entreprise adjudicataire des travaux ; ils seront transmis au Maître d'Œuvre pour :

- Contrôle des installations eu égard aux documents d'Appel d'Offres.

- Coordination avec les autres lots.

Les travaux ne pourront recevoir un début d'exécution qu'après réception des plans et schémas électriques d'exécution approuvés par le Maître d'Œuvre.

Les plans de chemins de câbles, réservations, pénétrations, etc. nécessaires pour le passage des liaisons principales et secondaires sont également à établir par l'entreprise adjudicataire.

2.1.9.3 Dossier technique de fin de chantier

L'entreprise devra transmettre en 3 exemplaires pour la réception des installations un dossier technique comprenant :

- Les plans de récolement à jour,

- Les schémas électriques à jour avec indication des calibres des matériels de protection, des sections des conducteurs, des puissances installées sur chaque circuit, du type et section de câble de l'alimentation du TGBT, de la puissance totale installée,

- Les notes de calculs.

- Notice technique des matériels avec indication exacte des références,

- Notice d'entretien et de maintenance,

- Compte rendu d'essais,

- Procès-verbaux des matériels installés,

- Procès-verbaux de l'organisme de contrôle,

L'ensemble sera présenté sous forme de classeur thématique.

NOTA : tous les plans et synoptiques seront au format DWG **et** au format PDF.

2.1.9.5 Marque et type de matériel

Les offres des entreprises devront être obligatoirement chiffrées avec les marques et types de matériel spécifiés au C.C.T.P.

De plus, après signature du marché, le matériel fera l'objet d'une présentation au Maître d'Œuvre et au Maître d'ouvrage avant toute commande pour accord.

Le matériel à mettre en place sera obligatoirement estampillé NF - NF USE.

2.1.9.6 Consistance des travaux

Les travaux comprennent essentiellement la fourniture, le transport, la mise en œuvre et la mise au point de tout le matériel nécessaire au bon fonctionnement des travaux.

Font partie des travaux :

- Les ferrures, supports de tableaux et la protection de toutes les parties métalliques mises en œuvre par le présent lot,

- L'enlèvement des gravois et le nettoyage des locaux et de ses ouvrages après intervention,

- Les percements et le rebouchage de tous les percements et réservations après passage des câbles ou conduits.

2.1.10 Données de bases et hypothèses de calcul

2.1.10.1 Nature du courant

Tension d'alimentation basse tension : triphasé 400/230 V - 50 HZ.

2.1.10.2 Régime du neutre

Schéma T.T.

2.1.10.3 Coefficients de simultanéité

Les coefficients de simultanéité suivants seront appliqués :

- Canalisation principale lumière : $K = 1$
- Canalisation secondaire lumière : $K = 0,9$
- Prises de courant comptées pour 150 VA : $K = 0,5$
- Canalisations secondaires force : $K = 0,8$

2.1.10.4 Sections des canalisations

Les sections des conducteurs seront déterminées en fonction des courants qu'ils sont susceptibles de supporter en égard à leur nature, leur mode de pose et aux installations raccordées.

La chute de tension maximale admissible pour l'utilisation la plus défavorisée est de :

- 3 % pour la lumière
- 5 % pour la force motrice

2.1.11 Limites des prestations

2.1.11.1 Généralités

L'entrepreneur devra tous les travaux nécessaires pour la réalisation complète des ouvrages et en particulier, seront prévus (liste non limitative) :

- Les moyens matériels et personnels pour la réalisation des travaux.
- La fourniture, le transport et la mise en œuvre de tous les matériaux et appareils nécessaires à la réalisation complète des ouvrages faisant partie du présent lot.
- La fourniture et la pose de tous les conduits encastrés ou non, nécessaires au passage des câbles électriques faisant partie de l'installation.
- La fourniture et la pose de tous les éléments décrits dans le présent C.C.T.P.
- D'une manière générale, la fourniture et la pose de tous les accessoires constitutifs de l'installation.
- La protection totale de ces ouvrages jusqu'à réception du chantier.
- La peinture de 2 couches d'antirouille après brossage de tous les éléments métalliques oxydables.
- Tous les percements au-dessous de 15cmx15cm sont à la charge du présent lot.
- Tous les travaux de génie civil et de terrassement nécessaires aux installations du présent lot.
- Les fourreaux de traversées de parois.
- Tous les rebouchages et garnissages des trous seront exécutés avec les matériaux correspondant aux parois et planchers par l'entreprise titulaire du présent lot.
- Les étanchéités des pénétrations dans les revêtements de sols sont à la charge du présent lot.
- Tous les travaux de réfection des ouvrages existants pouvant être endommagés suite aux travaux du présent lot, seront à la charge du présent lot.
- Tous les raccords de carrelage, faïence, menuiserie, revêtements de sol, revêtements muraux, peinture pouvant être nécessités.
- Tous les travaux non demandés en temps utiles aux autres corps d'états seront à la charge du présent lot.
- L'enlèvement des gravois provenant de ces travaux.

- Le nettoyage complet des poussières, écoulements de liquides, et plus généralement de toutes salissures se produisant du fait des travaux de l'entreprise.
- Les plans de réservations.
- Le carnet d'échantillons (à la demande de la Maîtrise d'Ouvrage).
- La fourniture de tous les avis techniques des éléments constitutifs de l'installation réalisée.
- Le repérage complet de l'installation.
- La mise en service des installations et leur surveillance pendant l'année de parfait achèvement.
- La mise à disposition au personnel du Maître d'Œuvre des équipements nécessaires aux différents essais et contrôles.
- La fourniture des Dossiers des Ouvrages Exécutés.

Il est rappelé que toutes les dispositions seront prises par l'entreprise titulaire du présent lot pour réaliser les travaux dans le cadre des conditions d'exécution des ouvrages établis par la Maîtrise d'œuvre et les désirs du Maître d'Ouvrage.

Les documents constituant ainsi le dossier de consultations des entreprises "DCE" n'ont pas un caractère limitatif, et l'attributaire du présent marché devra comprendre dans son prix sans réserve, tous les travaux nécessaires à l'achèvement des installations qui doivent être livrées complètes et en ordre de marche.

Il devra en conséquence, compléter les documents du PRO par tous les relevés, visites, contrôles, y compris tous les renseignements qu'il jugera nécessaires.

Dans le cas où des modifications à l'installation actuelle autres que celles décrites sont indispensables à la mise en conformité avec les règlements actuels et les règles de l'art, les travaux nécessaires sont à la charge de l'attributaire du présent lot.

2.1.11.2 Limite avec les autres corps d'état

Avec le lot Étanchéité

Les raccordements d'étanchéité au droit des passages des câbles en toiture ne sont pas dus au présent lot.

La pose des plots est à la charge du lot étanchéité.

2.2 DESCRIPTION DES OUVRAGES

2.2.1 Généralités

L'entreprise du présent lot prévoira les travaux nécessaires à la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques sur le bâtiment.

Le présent lot aura à sa charge :

- La fourniture, la pose et le raccordement des panneaux photovoltaïques
- La fourniture de leur supports (la pose est prévue au lot étanchéité).
- Le raccordement et la mise à la terre des masses métalliques des installations photovoltaïques ;
- La fourniture, la pose et le raccordement de l'onduleur ;
- Fixation des pattes de fixation des modules photovoltaïques ;
- Mise en place et raccordement électrique des modules ;
- Mise en place des étanchéités et finitions ;
- La fourniture la pose et le raccordement des protections parafoudre ;
- La fourniture et la pose des éléments de contrôle et de suivi de la production ;
- Le câble de l'ensemble des installations jusqu'au raccordement des compteurs ENEDIS

L'entreprise doit se conformer à l'avis technique des modules photovoltaïques, fourni par le constructeur et est notamment attentive au respect des dimensions de la lame d'air de ventilation sous les panneaux de 40 mm minimum.

- La demande de raccordement auprès d'ENEDIS

Tous les équipements, optimiseurs, micro-onduleurs, onduleurs, centrale d'acquisition seront de type ouvert à tout protocole de communication.

2.2.2 Plots

L'entreprise du présent lot prévoira la fourniture des plots sur lesquels reposent les panneaux photovoltaïques et leurs stockages en toiture (à voir avec l'étanchéité lors de la livraison). **Celle-ci sera en charge du plan de calepinage ainsi que du tracé.**

La pose de ces plots sera réalisée par l'entreprise titulaire du lot étanchéité.

Les plots seront de type SOPRASOLAR FIX EVO marque SOPRASOLAR.

Le plot sera composé d'un plot réglable en hauteur en polyamide chargé fibre de verre liaisonné mécaniquement à un plastron.

Il permet de réaliser la liaison entre les modules photovoltaïques et le revêtement d'étanchéité sans perforer ce dernier.

Caractéristiques du plastron :

- Armature : Polyester non tissé de 250 g/m²
- Liant bitume élastomère : Mélange de bitume et de polymères thermoplastiques SEBS
- Épaisseur mini : 4,7mm
- Dimensions : 300x300mm
- Masse (indicative) : 0,6kg environ
- Face supérieure : Paillettes d'ardoise
- Face inférieure : Film thermofusible

Caractéristiques du plot :

- Matière : PA 6 GF30
- Hauteur réglable : de 120 mm à 160 mm environ
- Fixation au plastron :
 - 4 Rondelles Soprafix
 - 4 boulons M6 INOX
 - 4 rondelles INOX
 - 4 rondelles Grower INOX
- Surface d'appui mini : Diamètre 250 mm
- Dimensions hors tout : 300x300mmx120-160mm
- Masse : 1,3kg environ
- Résistance en traction verticale : 1700 N
- Résistance aux conditions extérieures : Toutes atmosphères hors atmosphères mixtes, agressives ou sévères

2.2.3 Panneaux photovoltaïques

2.2.3.1 Caractéristiques des panneaux

Les modules sont de type monocristallin et d'une puissance unitaire de 425 Wc de marque DUALSUN ou équivalent et de fabrication européenne. Une variante sera proposer avec des panneaux de 500 W.

Les modules utilisent la technologie PERC monocristalline. Le verre antireflet utilisé augmente de 3% la production journalière du module.

La structure Verre trempé assure une parfaite étanchéité et protège durablement les cellules. Le cadre aluminium permet une manutention aisée et un montage facile et rapide.

Les modules proposés par l'entreprise devront présenter les caractéristiques techniques suivantes au minimum :

- Homologation : CEI 61215
- Type de cellules : Monocristallin

- Garantie de puissance la première année : 98%
- Garantie de puissance à 25 ans : 87.2%
- Protection boîte de jonction IP 65

(*) : Puissance maximale définie dans les conditions standard de test : rayonnement = 1 000 W/m², température des modules = 25 °C, et AM = 1,5

Les modules doivent être conformes à la norme NF EN 61215 et un certificat de conformité sera joint à l'offre.

Les panneaux retenus doivent présenter une garantie minimale de 5 ans contre tout défaut de fabrication et une puissance minimale garantie à 90% pendant 10 ans et 80% de la puissance nominale pendant 25 ans.

Localisation :

Toiture

2.2.3.2 Raccordement des panneaux

L'entreprise assure le branchement en série/parallèle des panneaux en conformité avec les caractéristiques électriques de l'onduleur retenu :

- Plage de tension d'entrée (mini, maxi) en fonctionnement normal,
- Tension maximale admissible,
- Courant maximale admissible,
- Puissance maximale.

Pour le dimensionnement de l'installation, la tension maximale des modules est considérée à – 10 °C, U_o (-10°), et la tension minimale à 70°C, U_{mpp} (70°).

2.2.4 Onduleurs

Les caractéristiques techniques des onduleurs installés seront déterminées par l'entrepreneur responsable des travaux en fonction de la puissance totale supportée par la surface du toit.

2.2.5 Câblage

2.2.5.1 Partie courant continu (DC)

L'ensemble des composants DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) du système doit être choisi en fonction de la valeur de courant et tension maximum des modules.

Tous les composants DC seront calibrés, au minimum :

- En tension : V_{co} (stc) x 1,15
- En courant : I_{cc}(stc) x 1,25

Nota : V_{co} : tension de circuit ouvert / I_{cc} : courant de court-circuit / stc : standard test condition : rayonnement = 1000 W/m², température module = 25 °C, AM = 1,5

Les câbles sont dimensionnés pour une température ambiante de 70°C et conformément à la NF 15-100.

Les caractéristiques du câblage de la partie courant continu entre les modules photovoltaïques et les onduleurs sont les suivantes :

- Câble à double isolation
- De section suffisante afin de limiter les pertes en ligne à 1%

Afin de limiter les pertes au minimum, l'entreprise sera particulièrement attentive à la minimisation de la longueur des câbles.

L'ensemble des branches sera centralisé en un point de passage unique sur chemin de câbles en toiture puis au travers de la gaine technique verticale jusqu'au à l'onduleur photovoltaïque et au final jusqu'au réseau TGBT.

L'ensemble des branches (strings) photovoltaïques sera protégé (phase + neutre) par des interrupteurs bipolaires 16 ou 20 A permettant l'isolation électrique de chaque branche séparément.

2.2.5.2 Partie courant alternatif (AC)

Chaque onduleur fournit un courant monophasé ou triphasé. Le courant alternatif courant produit par l'onduleur sera utilisé en autoconsommation pour les besoins des bâtiments.

Les onduleurs seront protégés en sortie par un disjoncteur de puissance (Calibre à déterminer pour l'onduleur).

La production sera protégée avant raccordement par un disjoncteur différentiel de calibre adapté

La production centralisée, sera raccordée au tableau général basse tension.

L'entreprise intègre dans son offre tous les moyens de raccordement, supportage et cheminement des câbles nécessaires à la bonne réalisation de l'installation.

2.2.6 Centrale d'acquisition de données

Une centrale d'acquisition des données sera mise en place.

Elle disposera d'une plateforme WEB et sera de type marque Solar-Log, Webdyn SUN PM ou Meteo Control.

2.2.7 Liaison équipotentielle

Issue de la boucle équipotentielle, une antenne sera mise en attente en terrasse sur une barre de liaison équipotentielle à prévoir par le présent lot.

Elle sera l'origine des liaisons équipotentielles de :

- Châssis support des panneaux photovoltaïques ;
- Panneaux photovoltaïques ;
- Coffret des parafoudres.

Le présent lot aura à sa charge l'ensemble des liaisons équipotentielles exigibles par la norme UTE C15-712 et

NFC 14-100.

La mise à la terre de l'installation photovoltaïque à la charge du présent lot, sera conforme aux normes et réglementations en vigueur, notamment à la NFC 14-100 et à l'UTE C15-712.

Les masses de l'onduleur et les masses des matériels alimentés par le réseau de distribution publique doivent être reliées à la même prise de terre.

Pour minimiser les tensions induites dues à la foudre, les structures métalliques de modules et les structures métalliques support doivent être reliées à cette même prise de terre bien que la partie DC des installations soit de classe II.

Ces structures métalliques étant généralement en aluminium, il convient d'utiliser des dispositifs de connexion adaptés. Les conducteurs en cuivre nu ne doivent pas cheminer au contact de parties en aluminium.

La section des conducteurs de protection et de liaison équipotentielle doit respecter les règles du chapitre 54 de la norme NFC 15-100.

2.2.8 Coffret électrique

Ce tableau sera construit autour d'une structure modulable permettant d'évoluer facilement et d'intégrer, à la demande, des fonctions nouvelles : système fonctionnel type PRISMA G ou équivalent, de conception ci-après :

- Enveloppe métallique avec plastron supprimant l'accessibilité directe aux bornes des appareils et porte fermant par crémone à clé (une seule clé ouvrant toutes les armoires de l'établissement),
- Gaines à câbles latérales,

- Un châssis intérieur pour supporter l'ensemble de l'appareillage de coupure et de protection,
 - Un dispositif de coupure générale à commande extérieure cadenassable équipé d'un contact auxiliaire O/F (libre de potentiel) raccordé sur bornes,
 - Un bouton poussoir d'arrêt d'urgence,
 - Un jeu de barres principal en fond d'armoire,
 - Un ensemble de jeux de barres isolés permettant la distribution sur les disjoncteurs modulaires, de type Multi clips ou équivalent,
 - Un ensemble de disjoncteurs départs généraux et secondaires pour l'éclairage, les prises de courant et la petite force équipés de contacts auxiliaires SD raccordés individuellement sur bornier,
 - Un bornier de puissance,
 - Un bornier GTB,
 - A proximité du bornier puissance, il sera prévu une barre de cuivre pré-percée destinée à recevoir les conducteurs de protection. Chaque conducteur sera raccordé individuellement sur cette barre au moyen de cosses serties.
- Les dimensions des armoires seront calculées avec 20 % de place libre pour équipements futurs.
A l'intérieur des gaines à câbles, les câbles départs seront fixés sur des échelles supports.

2.2.9 Chemins de câbles dédiés pour l'installation photovoltaïque

L'entreprise du présent lot devra chiffrer la fourniture, la pose et la fixation des chemins de câbles dédiés à l'installation photovoltaïque.

2.2.10 Coupure d'Urgence Générale Photovoltaïque

Un dispositif de commande de coupure de l'installation photovoltaïque sera mis en œuvre. La coupure d'arrêt d'urgence sera implantée dans le hall du bâtiment concerné. Un étiquetage gravé sera fixé au-dessus du déclencheur manuel qui mentionnera "coupure d'urgence installation photovoltaïque".

2.2.11 Installations existantes

Avant toutes interventions l'entreprise en charge des travaux prendra connaissance des installations déjà existante au sein de l'école et devra s'adapter à celle-ci.

Aussi, l'entreprise devra prendre les dispositions nécessaires afin de se conformer aux exigences d'Enedis.