MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

UNIVERSITE MARIE ET LOUISPASTEUR

1, rue Claude Goudimel – 25030 BESANCON Cedex

CAMPUS UNIVERSITAIRE LES HAUTS DU CHAZAL

CONSTRUCTION D'UNE PLATEFORME

DE SIMULATION NUMERICUM SANTE

PROJET

LOT 17 PHOTOVOLTAÏQUE

Architecte mandataire :



26, rue Bersot 25000 BESANCON

T. 03 81 83 47 58 – Email contact@milanibeaudoin.com

Bureaux d'Etudes :

CEI (BET Economie - VRD)

1b route de Marchaux 25000 BESANCON - contact@cei-ingenierie.fr

FDI (BET Structure)

15 rue de Lyon 25720 BEURE – contact@fdi-bet.fr

BELLUCCI (BET thermiques + Fluides + Elec)

4 rue du gay 25220 CHALEZEULE – contact@bet-bellucci.com

1. Frederic Poirrier (BET Acoustique)

49 rue Bersot 25000 BESANCON – fredericpoirrier@orange.fr

INDICES / OBSERVATIONS		
Indice		Observations
00	**22/07/2026**	**Première diffusion**
01	**16/10/2026**	**Edition 1 du DCE**

SUIVI DES MODIFICATIONS

Indice	Date	Objet	Page
00	22/07/2026	Création document	Toutes
01	16/10/2026	Edition 1 du DCE	Toutes

SOMMAIRE

1. GÉNÉRALITÉS 5
1.1. Objet 5
1.1.1. PREAMBULE 5
1.1.2. DESCRIPTIF SOMMAIRE DES INSTALLATIONS 5
1.1.3. CONSTITUTION DU DOSSIER 5
1.2. Classement et réglementations 5
1.2.1. CLASSEMENT 5
1.2.2. REGLEMENTATIONS 5
1.3. Clauses administratives 6
1.3.1. CONDITIONS D'EXECUTION DES TRAVAUX 6
1.3.2. RESPONSABILITE DE L'ENTREPRISE 6
1.3.3. RESPONSABILITE DE L'EXECUTION 6
1.3.4. GARANTIE 6
1.4. Travaux divers à la charge de l'entreprise 6
1.4.1. MANUTENTION ET STOCKAGE 7
1.4.2. RESERVATIONS, PERCEMENTS ET REBOUCHAGES 7
1.4.3. PROTECTION DES OUVRAGES 7
1.4.4. EVACUATION DES DECHETS ET NETTOYAGE 7
1.4.5. ECHANTILLONS 8
1.4.6. RELATIONS AVEC LES SERVICES PUBLICS ET LES DISTRIBUTEURS 8
1.4.7. CONTROLES REGLEMENTAIRES 8
1.4.8. REUNIONS CONTRACTUELLES 8
1.4.8.1 AVANT LE DEBUT DES TRAVAUX 8
1.4.8.2 PENDANT LA PHASE DES TRAVAUX 9
1.4.9. HYGIENE ET SECURITE 9
1.4.10. ORGANISATION DE CHANTIER 9
1.4.11. SERVITUDE ET HORAIRES DE TRAVAIL 9
1.4.12. CONNAISSANCE DES LIEUX 10
1.5. Documents à fournir par l'entreprise 10
1.5.1. À LA REMISE DES OFFRES 10
1.5.2. AVANT LA PASSATION DE LA COMMANDE 10
1.5.3. PENDANT LA PERIODE DE PREPARATION 10

1.5.4. EN COURS DE TRAVAUX 11
1.5.5. APRES LA PERIODE DES TRAVAUX 11
1.6. Essais des installations 11
1.6.1. MISE EN SERVICE 11
1.6.2. ESSAIS AQC 11
1.7. Formation et assistance 11
1.8. Réception 12
1.8.1. CONTROLE 12
1.8.2. RECEPTION 12
1.8.3. DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES 12
1.9. Renseignements divers 13
1.9.1. MISSION DU BUREAU D'ETUDES 13
1.9.2. QUALIFICATION DES ENTREPRISES 13
1.9.3. OFFRE DE PRIX 13
2. ÉTUDES ET PRESTATIONS À CHARGE DE L'ENTREPRISE 15
2.1. Généralités 15
2.2. Démarches administratives 15
2.3. Études et plans techniques 15
2.3.1. ÉTUDES DUES PAR L'ENTREPRISE 15
2.3.2. PLANS DE DETAILS ET D'ATELIER 16
2.3.3. PLANS DE RESERVATIONS 16
3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES 17
3.1. Raccordement de l'installation photovoltaïque sur TGBT 17
3.1.1. GENERALITES 17
3.1.2. BRANCHEMENT 17
3.2. Installations photovoltaïque toiture bâtiment 60,02KWc 18
3.2.1. GENERALITES PHOTOVOLTAÏQUE 18
3.2.1.1 DESCRIPTIF SOMMAIRE DES INSTALLATIONS A REALISER 18
3.2.1.2 DOMAINE D'APPLICATION 18
3.2.1.3 CONDITION DE FONCTIONNEMENT 19
3.2.1.4 CALCULS DE DIMENSIONNEMENT 19
3.2.2. COUPURES D'URGENCE 20
3.2.3. PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES 20
3.2.4. SUPPORTS DE FIXATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES 21
3.2.5. ONDULEUR PHOTOVOLTAÏQUE 22
3.2.6. CABLE DE LIAISON EQUIPOTENTIELLE DES MASSES ET MISE A LA TERRE 23
3.2.7. CABLAGE PHOTOVOLTAÏQUE 23
3.2.8. CHEMINS DE CABLES 24
3.2.9. REPERAGE DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE 25
3.2.10. ACQUISITION DE DONNEES 25
3.3. Travaux divers 26

3.3.1. PERCEMENTS & REBOUCHAGES CF 26
3.4. Travaux annexes, essais et réceptions 26
4. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES 27
4.1. Travaux non compris au présent lot 27

1. GÉNÉRALITÉS

1.1. Objet

1.1.1. PREAMBULE

- Le présent dossier a pour objet de définir les travaux de Photovoltaïque dans le cadre du projet de la construction d'une plateforme de simulation - Numéricum santé au 19 rue Ambroise Paré à Besançon (25).

1.1.2. DESCRIPTIF SOMMAIRE DES INSTALLATIONS

- Travaux d'installations photovoltaïques sur les toitures du bâtiment NUMERICUM :
    - Le réseau de terre (Liaisons équipotentielles).
    - Installations photovoltaïques Constitution du dossier.

1.1.3. CONSTITUTION DU DOSSIER

- Le dossier technique du présent lot est constitué des éléments suivants :
    - Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.).
    - La Décomposition du Prix Global et Forfaitaire (D.P.G.F.).
    - Les plans ELEC-PV : Toiture n°11780-PV 01.

1.2. Classement et réglementations

1.2.1. CLASSEMENT

- En application du règlement de protection contre l'incendie le bâtiment sera intégré au site de l'UFR déjà classé en 1ère catégorie de type R N L W.

1.2.2. REGLEMENTATIONS

- Les travaux, de même que les fournitures du présent lot, devront dans tous les cas être conformes aux règlements de la construction, aux normes, aux arrêtés, aux règles de mise en œuvre des D.T.U. et aux règles syndicales en vigueur à la date de l'établissement du présent document.
- L'entreprise doit utiliser les dernières normes en vigueurs lors de la réalisation des travaux.
- Conformément à l'arrêté publié en mai 2024, tous les câbles courant fort (HT et BT) et courants faibles (SSI, VDI, GTC, etc…) destinés à une installation fixe devront être conformes au règlement européen CPR (UE n°305/2011) et à la norme EN 50 575.
- Les câbles devront obligatoirement :
    - Être marqués CE.
    - Être accompagnés d'une Déclaration de Performance (DoP).
    - Présenter une classe Euro classe (Minimale Dca-s2, d2, a2, ou supérieure Cca-s1a, d1, a1, selon le risque et type de bâtiment).
    - Être installés selon les recommandations du fabricant, garantissant leur performance au feu.

1.3. Clauses administratives

1.3.1. CONDITIONS D'EXECUTION DES TRAVAUX

- L'entrepreneur est tenu de réaliser des installations exécutées selon les règles de l'art, complètement achevées et d'un fonctionnement parfait.
- L'entrepreneur se fera confirmer par le maître d'œuvre les emplacements définitifs des équipements et des réseaux de toute nature. Il signalera, en temps utile, toute constatation de différence ou de modification par rapport aux plans ou autres pièces contractuelles.
- L'entrepreneur devra travailler en étroite collaboration et en bonne intelligence avec les entrepreneurs des autres corps d'état, afin de gérer les interfaces et afin que la coordination de l'ensemble des travaux se fasse dans les meilleures conditions
- Il devra faire en sorte que tous les documents nécessaires à la réalisation des ouvrages lui parviennent en temps utile, qu'il s'agisse de ses propres ouvrages ou des sujétions apportées par d'autres corps d'état, et notamment avec le lot gros œuvre (voir §1.4.2 réservations, percements et rebouchages).

1.3.2. RESPONSABILITE DE L'ENTREPRISE

- L'entreprise adjudicataire devra prendre connaissance de la totalité du dossier d'exécution, effectuera toutes les vérifications nécessaires et formulera, par écrit au maître d'œuvre, avant signature du marché, l'acceptation de ce dossier, avec remarques éventuelles.
- L'entreprise reste entièrement responsable de la mise en œuvre des équipements, de leur bonne tenue et bonne fabrication ainsi que de leur conformité.

1.3.3. RESPONSABILITE DE L'EXECUTION

- L'entrepreneur désignera, dès la passation de marché, une personne spécialement chargée du présent lot. 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.

1.3.4. GARANTIE

- La garantie suit les règles de prescriptions communes établies par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre (ou concepteur) sans porter atteinte à la responsabilité biennale ou décennale de l'entreprise.
- Il est prévu, à partir de la réception, une période de garantie minimale d'un an, pendant laquelle l'adjudicataire remplacera ou réparera, à ses frais, tous éléments défectueux, et prendra à sa charge tous les frais liés aux autres corps d'état nécessités par la réparation.
- Elle ne saurait s'appliquer, en cas de fautes dans l'emploi ou l'entretien, ni en cas d'atteintes imputables à des tiers et dûment constatées.
- Cette clause de garantie ne remplace pas les opérations de maintenance qui incombent au maître d'ouvrage.

1.4. Travaux divers à la charge de l'entreprise

- Aucune réserve ne sera admise, le forfait devra comprendre tous les travaux annexes, tels que manutention et stockage des matériels, tous les percements et rebouchages, la protection des ouvrages, l'évacuation des déchets et nettoyage, ainsi que toutes les sujétions inhérentes au suivi, à la sécurité, à l'organisation et au bon déroulement général du chantier.

1.4.1. MANUTENTION ET STOCKAGE

- L'amenée, l'établissement et l'enlèvement de tous les appareils, engins, échafaudages nécessaires à la livraison des équipements, la réalisation et les essais des installations.
- L'entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires pour assurer la manutention et le stockage de ses équipements et du matériel, dans le cadre des installations générales de chantier prévues.
- En cas de stockage en extérieur sur le chantier, l'entreprise prévoit le conditionnement nécessaire afin d'éviter toute corrosion du matériel.

1.4.2. RESERVATIONS, PERCEMENTS ET REBOUCHAGES

- L'entrepreneur se mettra en rapport avec le titulaire du lot GROS ŒUVRE pour veiller à ce que ses réservations puissent être effectivement réalisées et qu'en aucun cas des refouillements, saignées, etc… ne soient à envisager au stade de l'exécution des travaux du présent lot dans les éléments porteurs.
- En complément du Dossier du Concepteur Technique, l'entrepreneur devra, dans un délai de 15 jours après sa désignation, présenter au maître d'œuvre, pour accord, coordination et exécution, les plans et croquis de réservation définitifs, pour les locaux réservés, les réservations en dallage, les caniveaux, les ouvertures, les réservations de passage des réseaux, les gaines, les busages, etc. Si les plans et croquis sont refusés, il devra en présenter de nouveaux, jusqu'à accord.
- L'entrepreneur doit tous les percements, scellements, tamponnages, rebouchages des trous, des saignées et des tranchées et finition pour vernissage ou peinture, ou plus généralement remise en état initial.
- Les atteintes au gros œuvre recevront l'accord préalable du maître d'œuvre et du maître d'ouvrage.
- L'entrepreneur fournira en temps utile, toutes les indications relatives aux percements et gaines à réserver. Les percements ou gaines non prévus ou indiqués avec retard, ainsi que les rebouchages y afférents, seront exécutés aux frais de l'entrepreneur du présent lot.
- Il reste responsable des conséquences de ses travaux sur l'aspect et la solidité de la construction, sur l'apparition de fissures et de taches, avant comme après l'exécution des peintures ou la pose des revêtements.
- Il doit la protection contre la corrosion des différentes pièces en métaux corrodables, tôles, fourreaux, conduits, profilés, chemins de câbles et tous autres apparents ou noyés en tranchées ou percements.
- Tous les rebouchages devront être réalisés de manière à constituer le degré coupe-feu des parois traversées ainsi que les caractéristiques thermiques et phoniques. Les matériaux utilisés pour le rebouchage devront être compatibles avec la nature des matériaux de la paroi concernée.

1.4.3. PROTECTION DES OUVRAGES

- L'entreprise devra assurer elle-même la protection des matériaux approvisionnés et des installations en place de son lot contre toutes dégradations ou vol pendant toute la durée du chantier, c'est-à-dire jusqu'à la réception des travaux.
- Il devra livrer ses installations débarrassées de toutes protections et parfaitement nettoyées pour la réception des travaux.

1.4.4. EVACUATION DES DECHETS ET NETTOYAGE

- L'entrepreneur devra assurer le nettoyage de toutes les parties de l'installation avec :
    - Le nettoyage des locaux salis, durant les travaux, par les ouvriers de l'entrepreneur du présent lot, avec évacuation des gravois à la décharge publique.
    - L'enlèvement des gravois et déchets provenant de l'installation et leur transport aux déchetteries.

- Le nettoyage des locaux salis durant les travaux par les ouvriers de l'entrepreneur du présent lot avec évacuation des gravois et tri sélectif suivant démarche HQE "chantier vert" en déchetterie.

1.4.5. ECHANTILLONS

- L'entreprise devra, sans plus-value, soumettre à l'accord du maître d'œuvre des échantillons des équipements électriques entrants dans le cadre décoratif et dont le maître d'œuvre souhaiterait la présentation.
- Les échantillons resteront à la disposition du maître d'œuvre, tels que luminaires décoratifs (spots, hublots, etc…), appareillages (interrupteurs, etc…).
- Dans ce cas, si ces échantillons sont acceptés, ils serviront de référence pour les travaux. Tout matériel où ouvrage non conforme sera refusé.

1.4.6. RELATIONS AVEC LES SERVICES PUBLICS ET LES DISTRIBUTEURS

- L'entrepreneur assurera auprès des services concessionnaires, les démarches nécessaires en vue de l'approbation et la réception de ses travaux.
- Il constituera en particulier le dossier de demande de raccordement et branchements (ENEDIS, ORANGE) qu'il soumettra en temps utile. Il adressera copie de toute correspondance au maître d'œuvre.

1.4.7. CONTROLES REGLEMENTAIRES

- La vérification de conformité des installations électriques sera réalisée conformément :
  - Au décret du 14 novembre 1988.
  - À l'arrêté du 17 octobre 1973.
  - À la circulaire du 30 octobre 1973.
- Pour les établissements justifiants de la procédure de contrôle par un organisme vérificateur agréé, les conditions suivantes seront applicables :
  - L'organisme vérificateur agréé sera unique pour l'ensemble des entreprises concernées.
  - L'intervention du vérificateur commencera dès passation des marchés pour approbation des plans et schémas.
  - Les frais de vérification sont entièrement à la charge de l'entrepreneur du lot PHOTOVOLTAÏQUE, sauf spécifications contraires au CCAP ou du CCAG.
  - Dans le cas où les frais sont à la charge de l'entreprise, celle-ci sera tenue de demander l'approbation du choix du vérificateur agréé, préalablement à toute intervention de ce dernier par le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre.
  - L'entreprise réalisera, à ses frais et sans supplément de prix, tous les travaux de mise en conformité des installations, pour donner suite aux remarques de cet organisme de contrôle réglementaire.

1.4.8. REUNIONS CONTRACTUELLES

Avant le début des travaux

- Une réunion d'ouverture de chantier et d'enclenchement des travaux a lieu avec le maître d'ouvrage et le coordinateur sécurité du chantier.
- Cette réunion permet au maître d'ouvrage de remettre à l'entreprise :
  - Les règlements d'hygiène et sécurité.

- Les formalités d'accès au site.
- Les entrées et sorties de matériel.

- Lors de cette réunion, l'entreprise présente le planning prévisionnel détaillé.
- À l'issue de cette réunion, l'inspection commune des installations aura lieu.

Pendant la phase des travaux

- Des réunions de chantier sont programmées selon les besoins. Elles se tiennent sur site et rassemblent les représentants du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre et de l'entreprise.
- Les comptes-rendus sont rédigés par le maître d'œuvre et approuvés par défaut par les participants sans observation dans un délai d'une semaine et au plus tard au cours de la réunion suivante.
- Les réunions sont contractuelles au sens où les décisions qui y sont prises valent ordre pour l'entreprise pour autant qu'il ne s'agisse pas d'une remise en cause des principes du projet ou d'incidence sur les dépenses au-delà d'un montant à arrêter par le maître d'ouvrage.

1.4.9. HYGIENE ET SECURITE

- Les travaux sont soumis au décret aux décrets n°94-1159 du 26 décembre 1994 et n°92-158 du 20 février 1992 (site occupé) concernant l'hygiène et la sécurité.
- Un coordonnateur de sécurité agréé est désigné par le maître d'ouvrage.
- L'entreprise rédige un PPSPS en se conformant au décret n°94-1159 du 26 décembre 1994 et au Plan Général de Coordination joint au dossier.
- Lors de la première réunion de chantier, le plan de prévention spécifique aux travaux est rédigé, en particulier pour les travaux entraînant des interactions avec les services.
- Il est prévu un coordinateur SPS, toutefois, l'entreprise doit l'application des dispositions des § 5.1 et 5.2 de la réglementation de la norme NF P 03 - 001 de décembre 2000 concernant l'Hygiène, Sécurité, Protection de la santé et condition de travail.
- L'entreprise doit prendre toutes les dispositions, pour ce qui la concerne, pour assurer la sécurité du chantier, l'hygiène, la santé et la sécurité des travailleurs et la sécurité publique.

1.4.10. ORGANISATION DE CHANTIER

- Suivant dispositions du CCAP et du PGC (Plan Général de Coordination).

1.4.11. SERVITUDE ET HORAIRES DE TRAVAIL

- Sauf spécifications contraires particulières, l'entrepreneur devra prendre en compte les servitudes dues à l'intervention dans les locaux existants et exploités, telles que coupure de courant, branchements provisoires électriques ou courants faibles, protection du personnel ou des ouvrages et équipements existants, etc.
- Les horaires normaux de travail sur le site seront précisés lors du démarrage des travaux.
- Pour les travaux particuliers (essais, coupures, branchements provisoires, etc), le maître d'ouvrage pourra imposer des horaires différents (travaux de nuit de 7 h à 19 h ou travaux de week-end). Les travaux réalisés en dehors des horaires normaux ne seront soumis à aucun supplément de prix.

1.4.12. CONNAISSANCE DES LIEUX

- Les renseignements donnés dans les pièces qui sont fournies aux entreprises constituent des éléments d'informations qu'il appartient à l'entreprise de compléter sous sa responsabilité.
- Nous recommandons vivement que les entreprises se rendent sur place afin d'avoir une parfaite connaissance des lieux et de prendre en compte dans leurs offres toutes les sujétions relatives aux lieux des travaux, aux conditions d'accès et à l'environnement.

1.5. Documents à fournir par l'entreprise

- L'entreprise doit soumettre les documents techniques suivants, en nombre d'exemplaires demandés dans les documents administratifs.

1.5.1. À LA REMISE DES OFFRES

- Le CCTP signé et la DPGF chiffrée poste par poste et signée.
- Suivant prescriptions du RC (Règlement de consultation).

1.5.2. AVANT LA PASSATION DE LA COMMANDE

- Confirmation du matériel et tous documents nécessaires pour la mise au point du Marché.

1.5.3. PENDANT LA PERIODE DE PREPARATION

- L'entreprise soumettra à l'approbation du maître d'œuvre et du bureau d'études techniques, et assurera la transmission des documents conformément au planning d'exécution :
    - Les plans de réservation, de percements et leurs synthèses.
    - Les plans de sortie en façade et en toiture.
    - Les plans d'attentes électriques avec la nature et la puissance des alimentations, mises à jour en fonction des équipements sélectionnés en phase exécution.
    - Les plans d'attente d'évacuation si nécessaire.
    - La liste du matériel, appareillages et fournitures correspondants à celle arrêtée pour le marché.
    - Les fiches techniques du matériel.
    - Les plans de détail d'exécution et de façonnage.
    - Les plans de fabrication et d'assemblage.
    - Les synoptiques ou schémas de principe détaillés de l'installation.
    - Les schémas électriques des coffrets et tableaux électriques.
    - Les notes de calculs.
    - Le planning de commandes et d'approvisionnement.
    - La fourniture des informations aux autres corps d'état, nécessaires à la gestion des interfaces.
- Durant cette phase de préparation, l'entreprise présentera les échantillons du matériel.

1.5.4. EN COURS DE TRAVAUX

- La mise à jour des études techniques et des plans définitifs, incluant toutes les modifications entre le dossier d'appel d'offres et la phase exécution, sera à la charge de l'entreprise.
- Les modifications apportées aux plans établis par le maître d'œuvre seront signalées en coupe sur les plans soumis à son approbation, les notes de calculs associées pour les modifications proposées.

1.5.5. APRES LA PERIODE DES TRAVAUX

- Dossier des ouvrages exécutés (voir chapitre Réception).
- Les fiches d'essais et attestations d'essais de fonctionnement de l'Agence qualité construction (AQC) dûment remplis.

1.6. Essais des installations

- L'entrepreneur devra inclure dans son offre la main d'œuvre et le matériel nécessaires aux essais des installations, ainsi que la remise des procès-verbaux d'autocontrôle correspondants.

1.6.1. MISE EN SERVICE

- La mise en service des installations comprend principalement :
    - Le contrôle visuel en fonctionnement des équipements et appareillages électriques.
    - Le contrôle visuel en fonctionnement et réglage des équipements courants faibles et domotiques (interphones, alarmes techniques, transmetteurs, téléphoniques, etc…).

1.6.2. ESSAIS AQC

- L'entrepreneur devra inclure dans son offre la main d'œuvre et le matériel nécessaires aux essais des installations, ainsi que la remise des procès-verbaux d'autocontrôle correspondants.
- L'entreprise adjudicataire devra assurer les essais et vérifications de fonctionnement décrits dans le document technique AQC.
- Les essais et vérifications énumérés dans les fiches référencées ci-après ont pour but de s'assurer du bon fonctionnement des installations, indépendamment des essais et vérifications effectués dans le cadre de la sécurité des personnes.
- Ces essais seront consignés sur des procès-verbaux suivant modèles publiés, procès-verbaux remis au maître d'ouvrage à sa demande.
- L'exécution de ces essais et vérifications figurant sur la fiche relative au lot intéressé ne dispense pas l'entreprise d'effectuer les autres essais et vérifications qui peuvent lui incomber en application de la réglementation en vigueur.
- À l'issue de ces essais, l'entreprise remettra au bureau de contrôle ou au maître d'ouvrage ses procès-verbaux d'essais et vérification d'autocontrôle.

1.7. Formation et assistance

- L'entrepreneur déléguera un représentant qualifié et assurera la formation du personnel d'exploitation et d'entretien lors de la mise en service des installations pour les réglages des équipements électriques, et en particulier les équipements courants faibles.

- Les consignes d'exploitation décrivant de façon détaillée les opérations à réaliser par l'exploitant pour les opérations de maintenance et d'entretien, et pour remédier aux problèmes les plus courants, seront rédigées et transmises au maître d'ouvrage.

1.8. Réception

1.8.1. CONTROLE

- À la réception il sera effectué un contrôle de la conformité entre les équipements mis en œuvre et ceux qui avaient été demandés et agréés et soumis à une mise en service de cinq jours consécutifs.
- Seront également contrôlés :
    - La qualité et la mise en œuvre du matériel avec approbation des usagers ou de son représentant.
    - Les respects des exigences des chapitres1. 2 et 1.4 du présent C.C.T.P.
    - Le rebouchage de toutes les réservations et le rétablissement des degrés coupe-feu entre les parois.
    - Le respect des vérifications légales suivant législation en vigueur.

1.8.2. RECEPTION

- À l'issue des visites préalables à la réception effectuées par le bureau d'études et les bureaux de contrôle et sécurité, l'entrepreneur sera tenu d'effectuer les travaux faisant l'objet de réserves dans les délais fixés par le maître d'œuvre pour la réception des installations par le maître d'ouvrage.

1.8.3. DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

- L'entrepreneur aura à sa charge la rédaction et la diffusion du DOE (Dossier des Ouvrage exécutés), en nombre d'exemplaires papiers et numériques, comprenant :
    - Tous les documents liés aux études et plans dues par l'entreprise (voir chapitre 2).
    - Tous les plans, note de calcul et synoptiques révisés en conformité avec l'exécution.
    - Le schéma unifilaire de l'installation avec section par câble.
    - Les schémas de construction des coffrets et tableaux électriques.
    - La documentation technique du matériel installé.
    - Les notices de fonctionnement et d'entretien des équipements établies par les constructeurs.
    - Les attestations et procès-verbaux d'essais et de mise en service.
    - Attestation de rebouchage CF.
- L'entrepreneur aura également à sa charge la remise des documents nécessaires pour la constitution du Dossier d'Intervention Ultérieure sur l'Ouvrage (DIUO).
- Le DIUO est établi par le coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé, lequel collecte les informations nécessaires auprès des entreprises et des maîtres d'œuvre.
- L'Entreprise aura également à sa charge la remise des documents nécessaires pour la constitution du Dossier d'Utilisation d'Exploitation et de Maintenance (DUEM).
- Le DUEM présente des informations techniques détaillées. La partie du DUEM à la charge de l'entreprise concerne les installations climatiques et énergétiques des installations. Le dossier MAP de la Mise au Point est une partie importante du DUEM. Il sera constitué de fiches pratiques pour faciliter la gestion technique adaptée.

1.9. Renseignements divers

1.9.1. MISSION DU BUREAU D'ETUDES

- La prestation du bureau d'études, à la charge du maître d'ouvrage, comporte la réalisation d'une mission de base + EXE selon les termes de la loi MOP :
    - Établissement de l'avant-projet (AVP).
    - Études de projet (PRO) avec : dimensionnement des équipements, établissement des devis descriptifs, établissement des plans de définition.
    - Études d'exécution (EXE) avec établissement des quantitatifs, établissement des plans de principe d'exécution.
    - Assistance au maître d'ouvrage pour la passation des contrats de travaux (ACT).
    - Assistance technique de chantier (DET) et assistance à la réception des travaux (AOR).
- Les prestations ci-après sont à la charge de l'entreprise, et ne sont donc pas incluses dans la mission dite d'exécution :
    - Établissement et transmission des plans de réservation.
    - Établissement des plans et schémas de détail d'exécution.
    - Établissement et fourniture des DIUO avec plan de récolement des installations.

1.9.2. QUALIFICATION DES ENTREPRISES

- L'entreprise devra avoir une des qualifications suivantes :
    - QUALIFELEC SPV2 (>36KWc et ≤250KWc).
    - QUALIFELEC SPVMA (Maintenance des installations solaires photovoltaïques).
    - Certification RGE, avec certification complémentaire QualiPV.
- Elle pourra également se faire assister par un sous-traitant déclaré, autorisé et qualifié, lui permettant de répondre aux spécifications particulières éventuelles imposant des qualifications complémentaires.

1.9.3. OFFRE DE PRIX

- Avant la remise de son offre, l'entrepreneur devra vérifier, sous sa propre responsabilité, les indications mentionnées dans le dossier technique et le compléter, s'il le juge nécessaire, avec les informations complémentaires auprès du maître d'œuvre, éventuellement du maître d'ouvrage, du bureau de contrôle désigné, du distributeur d'énergie, de ses fournisseurs, afin de prévoir dans ses prix l'ensemble des travaux et installations nécessaires à un parfait achèvement des ouvrages de son lot.
- Il peut discuter où refuser la responsabilité de la solution proposée en explicitant sa solution propre dans son offre, avec variante chiffrée en plus ou moins-value. Le désaccord sera réglé avec l'arbitrage éventuel de l'organisme de contrôle agréé. Enfin, toute anomalie technique est signalée au maître d'œuvre avant remise de l'offre, pour redressement immédiat.
- Les travaux et fournitures compris dans chacune des rubriques désignées ci-dessus devront être chiffrés en quantité, prix unitaire (fourniture et pose) en se référant à la D.P.G.F. pour servir de base de règlement des travaux, conformément au Cahier des Clauses Administratives Générales, en respectant le cadre de décomposition de la D.P.G.F.

- Afin de réaliser une analyse rationnelle des offres, l'entreprise devra remettre une offre répondant sur le projet tel qu'il est défini dans le présent C.C.T.P. Il pourra être proposé du matériel équivalent, conformément à l'article 13 du décret 84-74 du 26 janvier 1984 modifié, avec obligation de qualité et de performance au moins égales et à l'appui de la proposition, un descriptif technique détaillé des caractéristiques du matériel. Ces propositions seront présentées à la fin du document, poste par poste. Elles devront être accompagnées de notes de calculs éventuels, notices techniques, limites de prestations et incidences sur les autres corps d'état.
- Aucune plus-value ne sera admise et ne sera acceptée pour modification, suite à des difficultés, l'entrepreneur ayant remis son offre et reconnu, officiellement, être renseigné ou avoir obtenu les renseignements complémentaires.

2. ÉTUDES ET PRESTATIONS À CHARGE DE L'ENTREPRISE

2.1. Généralités

- L'ensemble des prestations définit ci-après seront intégrés dans les montants des prix unitaires des travaux.

2.2. Démarches administratives

- Le Bureau d'Études Techniques a étudié le raccordement des installations aux divers réseaux publics en accord avec leurs représentants.
- Toutefois, l'entreprise se chargera de toutes les formalités nécessaires auprès du concessionnaire ENEDIS afin d'obtenir les raccordements des différentes énergies et la mise en service des installations.
- L'entreprise prendra contact dès le démarrage du chantier avec les différents concessionnaires afin de valider les points et les modalités de raccordement.
- Elle leur communiquera également un planning en vue préparer les dates de réception / validation / mise en service définitive.
- L'entreprise se chargera aussi des démarches pour l'obtention des certificats CONSUEL comprenant les frais nécessaires pour CONSUEL (1 formulaire par comptage).

2.3. Études et plans techniques

2.3.1. ÉTUDES DUES PAR L'ENTREPRISE

- En complément, et à partir des plans réalisés par le bureau d'études techniques ELEC, l'entreprise doit réaliser l'étude d'exécution complémentaire comprenant :
    - Les plans et coupes d'exécution au 50ème.
    - Les calculs d'exécution en cas de modification des installations.
    - Les plans de réservation sur les plans architecte et sur les plans du BET structure.
    - Les plans de synthèse des réservations.
    - Le synoptique de l'installation photovoltaïque.
    - Les plans de cheminement AC et DC.
    - Les plans d'implantations côtés des supports PV.
    - Les plans d'implantations côtés des équipements photovoltaïques.
    - Les plans de câblages des équipements photovoltaïques.
    - Les avis techniques des équipements installés.
    - Les plans de détails à grande échelle si nécessaires.
    - La note de calcul de distribution AC et DC.
    - Les schémas d'armoire électriques.
    - Le rapport de simulation de l'installation photovoltaïque.
- Les plans EXE réalisés par le bureau d'études ELEC seront réalisé avec les équipements prévus au CCTP.

- Si l'entreprise souhaite modifier des équipements et/ou réseaux pour quelques raisons que ce soit, elle devra réaliser les plans d'EXE ainsi que les notes de calculs nécessaires pour validation par le Bureau d'Etude Fluides en indiquant clairement les modifications apportées.
- Les plans seront réalisés sur AUTOCAD et transmis à la Maîtrise d'Œuvre via un support informatique type Clé USB et en exemplaire papier couleur au 1/50ème (coupe au 1/20ème).

2.3.2. PLANS DE DETAILS ET D'ATELIER

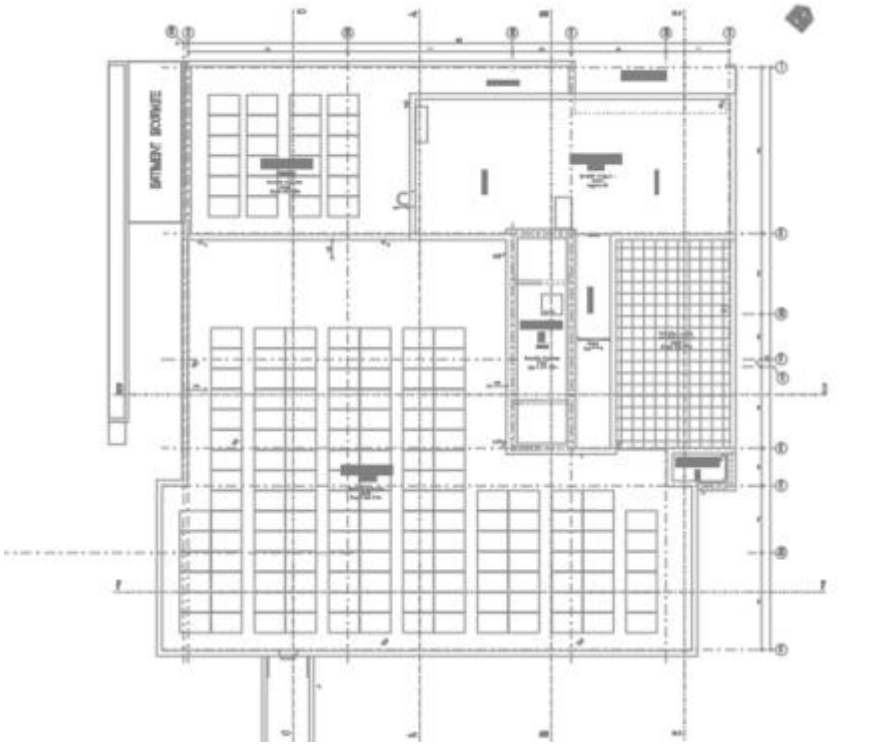
- Pendant la période de préparation du marché et pendant l'exécution, l'entreprise est tenue de remettre en temps utile, tous les plans de détails nécessaires demandés éventuellement par l'équipe de Maîtrise d'Œuvre ou le Bureau de Contrôle et notamment :
    - Les coupes.
    - La cotation des appareils par rapport aux structures.
    - Les élévations permettant de visualiser le passage des réseaux.
    - Etc.
- L'entrepreneur devra également transmettre les plans de détail des locaux techniques afin de visualiser les passages des réseaux et l'implantation des équipements afin de vérifier l'accès à ces derniers pour l'exploitation et la maintenance.
- L'entrepreneur devra par l'intermédiaire de son chargé d'opération questionner l'équipe de Maîtrise d'Œuvre sur tous les passages, traversés de parois ou planchers (de toutes natures) afin de maîtriser son installation en 3 dimensions.
- Tous ces plans ou documents divers devront être communiqués aux entreprises intéressées suffisamment tôt pour que les interventions des autres corps d'état se poursuivent normalement et qu'aucune perturbation ne soit provoquée par la remise tardive d'un document.

2.3.3. PLANS DE RESERVATIONS

- Pendant la période de préparation du marché et pendant l'exécution, l'entreprise est tenue de remettre en temps utile, tous les plans de réservations nécessaires pour la réalisation des réservations par le ou les lots concernés. L'entreprise doit également la synthèse de ses plans de réservations.
- Les plans seront réalisés sur AUTOCAD et transmis à la Maîtrise d'Œuvre et aux entreprises concernées via un support informatique type Clé USB et format papier si demandés. Tous ces plans ou documents divers devront être communiqués aux entreprises intéressées suffisamment tôt pour que les interventions des autres corps d'état se poursuivent normalement et qu'aucune perturbation ne soit provoquée par la remise tardive d'un document.
- L'entreprise réalise également la réception de réservations réalisées et demande leurs modifications si elles ne correspondent pas aux plans transmis.
- Dans le cas où l'entreprise aurait omis une ou plusieurs réservations, ou qu'elle n'aurait pas transmis ses plans de réservation dans les temps, les réservations seront réalisées à la charge de l'entreprise et après accord du bureau d'étude structure sur les dimensions et les emplacements des réservations à créer.

3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

3.1. Raccordement de l'installation photovoltaïque sur TGBT Numéricum



3.1.1. GENERALITES

- Il est prévu le raccordement de 2 installations de production photovoltaïque sur un branchement C2 (Ex-Tarif Vert HTA) avec éventuellement une revente du surplus sur le réseau ENEDIS.

3.1.2. BRANCHEMENT

- Assistance technique à ENEDIS lors du raccordement C2 (Ex-Tarif Vert HTA) (consommation) et (soutirage production PV en autoconsommation avec revente du surplus) sur le réseau ENEDIS.
- Attestation CONSUEL, y compris la mission de vérification avant mise sous tension (Consuel) du bureau de contrôle et délivrance des documents DRE (Document Résumé de Conclusion) complétés par l'organisme de contrôle à la suite de la vérification des installations.
- L'entreprise devra faire approuver, avant exécution, l'ensemble de ces prestations par les services intéressés d'ENEDIS.

3.2. Installations photovoltaïque

- Réalisation d'une installation photovoltaïque permettant une production maximale de 76,895 KWc répondant aux critères du label EFFILOGIS avec :
- Toiture C : installation totalisant 24 panneaux à 455Wc unitaire (10 920 Wc) avec un onduleur général), l'ensemble fixé sur la toiture terrasse, pose en surimposition afin de limiter un échauffement et d'obtenir une meilleure circulation de l'air pour un meilleur rendement.
- Toiture D : installation totalisant 145 panneaux à 455Wc unitaire (65 975 Wc) avec 2 onduleurs, l'ensemble fixé sur la toiture terrasse, pose en surimposition afin de limiter un échauffement et d'obtenir une meilleure circulation de l'air pour un meilleur rendement.
- L'installation ne rentrant pas dans le champ d'application des normes DTU puisque les installations photovoltaïques ne font pas partie du domaine traditionnel, l'installateur devra être réalisée conformément aux prescriptions émises dans l'ATEC 21_21-75_V6 pour le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT.
- L'installation sera raccordée au tableau général basse tension (TGBT Numéricum) permettant de faire de l'autoconsommation avec éventuellement la revente du surplus de l'énergie produite.

3.2.1. GENERALITES PHOTOVOLTAÏQUE

Descriptif sommaire des installations à réaliser

- Il est prévu l'équipement d'un système de capteurs solaires photovoltaïques raccordé au TGBT sans stockage sur batteries, permettant l'autoconsommation et éventuellement la revente du surplus de l'énergie produite.
- L'électricien doit avoir la qualification QUALI PV RGE, afin de donner droit aux primes et tarifs de revente.
- Les travaux du présent lot comprennent :
  - Les panneaux photovoltaïques sur toiture.
  - Les onduleurs qui seront implantés à l'extérieur en toiture.
  - Le tableau divisionnaire générateur solaire étanche IP67 situé en toiture.
  - Tous les raccordements, accessoires de fixation, mise en route et garanties.

Domaine d'application

- Les modules photovoltaïques sont assimilables à des vitrages feuilletés et seront posés comme tels.
- Ils doivent présenter, avec leur fixation, une résistance suffisante au vent, à la neige et à la foudre.
- Le champ de modules est indépendant du bâtiment et est considéré comme un élément d'équipement.
- La fonction de l'installation est de produire de l'électricité BT 230V par transformation du rayonnement solaire.
- Les modules seront donc connectés au circuit électrique du bâtiment, par des équipements spécifiques.
- L'installation sera raccordée au tableau général basse tension (TGBT) du bâtiment permettant de faire de l'autoconsommation et éventuellement la revente du surplus de l'énergie produite sur le branchement C2 (Ex-Tarif Vert HTA) du réseau ENEDIS.
- Le champ de modules devra obligatoirement comporter un revêtement anti-éblouissement.

Condition de fonctionnement

- Il est préconisé du matériel résistant, fiable, bénéficiant de solides références, tant pour les composants principaux que pour les accessoires de montage, afin de requérir la maintenance la plus réduite possible et de résister à la corrosion et aux dégradations à long terme.

Capteurs solaires en toiture

- Les modules photovoltaïques seront d'une puissance unitaire de 455Wc.
- Les capteurs seront mis en place sur la toiture du bâtiment sans ombres portées.
- Les sorties de toitures ne sont pas à la charge du présent lot.

Électricité

- Tous les équipements (câblages des modules, boites de connexion, coffret divisionnaire générateur solaire) seront installés en toiture.

Calculs de dimensionnement

- Le générateur photovoltaïque aura les caractéristiques suivantes :

Champ photovoltaïque 1 (toiture C)

- 24 modules d'une puissance unitaire module : 455 Wc (
- Soit une puissance crête totale de 10,920 KWc.

Champ photovoltaïque 2 (toiture D)

- 145 modules d'une puissance unitaire module : 455 Wc
- Soit une puissance crête totale de 69,975 KWc.
- **Total C+D : 76 892 Wc pour 169 modules PV.**

Remarque

- Dans le respect des limites de vent admissibles par rapport aux zones de toiture (partie courante, rive et angle) et de neige, le procédé se met en œuvre en ménageant des zones sans panneaux photovoltaïques sur une largeur :
  - de 1 m en bordure des relevés périphériques et autour des évacuations d'eau pluviales.
  - de 0,5 m en bordure des lanterneaux, reliefs, émergences et des joints de dilatation.
  - de 0,3 m de part et d'autre des faitages.
  - de 1 m le long des noues.
- La taille d'un champ photovoltaïque unitaire ne dépassera pas 300 m², avec le plus grand coté de 30 m maximum.

Onduleur Toiture C

- 1 onduleur : 10 kVA tri+N 400V.
- Tension de sortie unitaire : 240V/400V.

Onduleurs Toiture D

- 2 onduleurs : 33 kVA tri+N 400V
- Tension de sortie unitaire : 240V/400V.

3.2.2. COUPURES D'URGENCE

- Pour mémoire, coffret de coupure photovoltaïque AC générale, avec voyants de signalisation, couleur rouge réglementaire (accessible aux pompiers), implanté à une hauteur de 250cm minimum au LOT16 ÉLECTRICITÉ.
- Fourniture et pose au lot 17 : coffret de coupure de proximité cadenassable, équipé d'une bobine à manque de tension temporisée, installé au droit de l'onduleur. La temporisation devra permettre de maintenir le sectionneur DC enclenché lors des microcoupures ou baisses de tension de courte durée, afin d'éviter les déclenchements intempestifs de l'installation photovoltaïque, de garantir la continuité de production et de supprimer les opérations récurrentes de réarmement manuel.

3.2.3. PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

- 169 Panneaux solaires de marque VOLTEC SOLAR type TARKA 110 VSMP 455 anti-éblouissement ou décrit dans l'ATEC 21/21-75_V6 correspondant en vigueur, implantés sur la toiture bac acier bitume en surimposition, avec les caractéristiques suivantes :
    - Puissance nominale unitaire module : 455 Wc (- 10 % / + 10 %).
    - Garantie des produits : 30 ans matériel et main d'œuvre.
    - Garantie de performance : 30 ans à 87,4% de puissance sortie.
    - Rendement de 22,76 % minimum.

    Contraintes physiques

    - Températures de fonctionnement et de stockage de -40 °C à +85 °C.
    - Résistance à l'impact grêle : 40 mm de Ø avec une vitesse d'impact de 97 km/h.
    - Vitesse du vent : Jusqu'à 190Km/h.
    - Humidité relative : Jusqu'à 100%.
    - Résistance à la pression : 6000 Pa en surcharge et 3000 Pa en charge d'aspiration.

    Spécifications mécaniques

    - Dimension panneau : L1835 x l1042 P35mm.
    - Poids : 20,6 Kg.
    - 128 Demi-cellules en silicium monocristallin connectées en séries.
    - Câbles de sortie : câbles de 4 mm2 de diamètre munis de connecteurs compatibles MC4 polarisés et résistants aux conditions extérieures. Longueur 1200 mm (-) et 1200 mm (+).
    - Cadre en aluminium
    - Indice de protection électrique : IP68.
    - Coefficient température Pmax : -0.345%/K.
    - Certifications : IEC 61-215, IEC 61-730 et IEC 61-701.

Nota

- Ils devront satisfaire aux spécifications des essais de l'ESTI (laboratoire européen du JRC d'Ispra-Italie) et à ceux de la norme CEI 61215.
- Le système sera composé de modules photovoltaïques utilisant la technologie des cellules monocristallines à haut rendement (15% sous 1000W/m² et une température 25°C). Les modules sont obligatoirement de la même nature et de la même puissance.
- Les modules seront tous orientés dans la même direction (Sud).

- Un plan d'implantation devra être réalisé avant exécution par l'entreprise. Chaque module devra faire l'objet d'un contrôle qualité et devra avoir une fiche numérotée de test performance.
- Le schéma de raccordement des modules déterminera la tension des différentes branches. Celle-ci devra être cohérente avec la tension d'entrée au niveau des onduleurs.
- Les liaisons électriques seront effectuées à l'aide de connecteurs rapides avec détrompeurs type TYCO MC4 facilement démontables équipant les modules pré-équipés.
- La mise en œuvre doit éviter tout risque de corrosion électrochimique.
- Le module est lui-même identifié par un étiquetage conforme à la norme NF EN 50380.
- Les modules photovoltaïques sont munis d'un cadre en profils d'aluminium, dont les références et les puissances sont indiquées dans la grille de vérification des modules en cours de validité de la fiche détaillée de l'ATEC.
- Au moment de la commande des modules photovoltaïques, l'installateur doit s'assurer que la gamme de modules correspondante fait partie des gammes de modules présentes dans la grille de vérification de l'Avis Technique utilisé. Le n° de la grille de vérification à utiliser doit comporter le n° de l'ATEC.
- Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10% (puissance nominale mini garantie par le fabricant) ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés dans les spécifications du JRC ISPRA N° 503 implique l'échange par l'entreprise et sans contrepartie financière, des modules concernés.
- Compte tenu du niveau de la tension nominale de câblage du champ photovoltaïque, les modules devront être équipés de diodes "by-pass" et être de classe II.
- Chaque module devra être équipé de connecteurs débrochables spécifiés pour le courant continu et ayant les caractéristiques suivantes :
    - Protection contre les contacts directs.
    - Classe 2.
    - Résistance aux conditions extérieures (UV, humidité, température, etc).

3.2.4. SUPPORTS DE FIXATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Généralités

- Tous les constituants du système répondront au même ATEC 21/21-75_V6 pour le procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT TAN DTU.
- Nota : la note de calcul de tenue de charpente et bâtiment est à la charge du client.
- L'étanchéité devra bénéficier d'une garantie 30 ans.
- La structure devra répondre aux conditions climatiques.
- Ces structures d'assemblage et de support des modules seront étudiés pour résister aux conditions climatiques extrêmes locales définies selon les règles "Neige et Vents".
- Elles seront réalisées de manière que la planéité du champ de modules soit respectée, et à ce que les eaux de pluie ne puissent s'y accumuler.
- On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique.
- Toute la visserie utilisée sera également inoxydable.
- La mise en œuvre suivant les prescriptions du fabriquant.
- La mise en œuvre du procédé SOPRASOLAR FIX EVO TILT TAN DTU doit être assurée par des entreprises formées aux particularités de pose de ce procédé par SOPRASOLAR.

Spécifications particulières

- Le calepinage général de la toiture sera réalisé par le titulaire du lot photovoltaïque en relation avec la société SOPRASOLAR, préalablement à la mise en œuvre. Il comporte le calepinage des attelages, des modules photovoltaïques et des chemins de câbles.
- Toutes les pièces constitutives des supports des modules sont référencées dans l'ATEC 21/21-75_V6.
- Fourniture, pose par le lot ETANCHEITE de :
    - Plots SOPRASOLAR FIX EVO TILT-.
    - Rehausses en aluminium 45 et 200.
    - Bloqueurs de rehausse en aluminium 6060 T6.
    - Etriers intermédiaires en aluminium 6060 T6 permettant la fixation de deux modules photovoltaïques adjacents.
    - Etriers finaux en aluminium 6060 T6 permettant la fixation des modules photovoltaïques en extrémité de rangée.
    - Feuilles d'étanchéité
    - Plots avec soudure des deux côtés du plastron sur une largeur de 3 cm minimum.

3.2.5. ONDULEUR PHOTOVOLTAÏQUE

Généralités

- Les onduleurs devront délivrer une onde sinusoïdale pour, être destiné au raccordement au réseau et être conforme aux exigences d'Enedis en matière de qualité de signal et de sécurité de déconnexion (norme VDE DIN 0126).
- Un fonctionnement correct sur la plage de tension du champ PV tout au long de la journée.
- Un compromis optimal en termes de rendement, on devra en particulier privilégier les onduleurs dont les courbes de rendement sont les plus élevées sur une plage de taux de charge la plus large.
- Le ratio entre la « puissance de l'onduleur » et la « puissance du champ photovoltaïque » proposé par l'entreprise soumissionnaire devra être compris entre 0.7 et 1.2.
- Fonction de découplage du réseau : les onduleurs devront en cas de dysfonctionnement :
    - Stopper en cas d'alimentation avec un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut.
    - Stopper en cas d'alimentation des autres installations raccordées (autoconsommation) à une tension ou une fréquence anormale.
    - Permettre le réenclenchement automatique des ouvrages du réseau.
    - Cette fonction de découplage peut être assurée par un dispositif incorporé aux onduleurs. Dans le cas où les onduleurs du fait de leur conception ne serait pas en mesure d'assurer la fonction de découplage, un dispositif externe devra alors être mis en œuvre (protection de type B1 pour une injection en Basse tension BT).

Spécifications particulières

- Onduleur photovoltaïque de marque HUAWEI type SUN2000-50TKL ou techniquement équivalent, implanté à l'extérieur en toiture à côté des coffrets DC et AC, avec les caractéristiques suivantes :
- Rendement max. (PV - réseau électrique) : 98,5%.
- NEMA4X – IP65 (convient pour un montage en extérieur).
- Température de fonctionnement -25°C / + 60°C.
- Puissances : 1x10 kVA et 2x33 kVA.

- Garantie du constructeur sur onduleur : 10 ans.
- Electronique de puissance avec couche de vernis sur les cartes et composants - Domaine de température -40° à 60°C. Caractéristique technique – tension d'entrée 1100V. Puissance du dispositif à préciser dans l'offre. Rendement EU 98 %, tension réseau 400V – 50Hz.
- Un système de recherche rapide du point de fonctionnement à puissance maximale (fonction MPPT).
- Ensemble de fixation antivol, visserie inox.
- Un dispositif de découplage par un sectionneur automatique en cas de manque de tension réseau. Il procédera à la vérification de la plage de fréquence durant 20 secondes au moment de la connexion.
- Une carte de communication permettant de télétransmettre la durée de fonctionnement, impédance, résistance d'isolement, tension, courant et alarmes, productions instantanées de l'installation, valeurs maximales hautes et basses de production instantanée, produite, consommée etc …
- Protection contre les défauts d'arc : intégrée, configurable par l'utilisateur (conformément à la norme UL 1699B).
- Protection contre les défauts d'arc (AFCI) : intégrée, configurable par l'utilisateur (conformément à la norme UL 1699B) et pilotable à distance via les bornes DI et GND pour réaliser un arrêt DC.
- Protection contre les surtensions.
- Parafoudres AC et DC intégrés.
- Indice de protection : IP66.

3.2.6. CABLE DE LIAISON EQUIPOTENTIELLE DES MASSES ET MISE A LA TERRE

- Toutes les masses métalliques accessibles du bâtiment ou des équipements seront reliées à la terre par des liaisons équipotentielles :
    - Les chemins de câbles.
    - Les masses métalliques des cadres des modules.
    - Les châssis supports photovoltaïques.
    - En règle générale, toutes les masses susceptibles d'être mises accidentellement sous tension.

3.2.7. CABLAGE PHOTOVOLTAÏQUE

- Câblages entre l'onduleur photovoltaïque et les modules photovoltaïques avec câble solaire DC 4mm² ou 6mm² double isolation avec ensembles de connecteurs étanches de marque MULTICONTACT type MC4 sous conduite anti-UV.
- Tous les câbles, mécanismes, fixations et assemblages électriques seront installés en application des normes NF, CEI et autres règles appropriées.
- La section individuelle des conducteurs des câbles sera déterminée suivant les règles de la NFC 15-100, en prêtant une attention particulière :
- Aux contraintes de chute de tension entre les PV et l'entrée de l'onduleur qui ne devra pas excéder 3% de la tension nominale en valeur relative pour un ensoleillement de 800W/m² (1% recommandé).
- À la température ambiante à prendre en compte en cas de rayonnement solaire direct (70°C).
- De même, côté alternatif, la chute de tension relative entre les onduleurs et le disjoncteur de branchement situé en limite de propriété ne devra pas dépasser 3% pour la puissance maximale délivrée par le champ photovoltaïque (1% recommandé).

- Le câblage devra être conçu de manière à limiter des aires de boucles induites (boucle induite entre polarités ou entre polarité et la masse interdite).
- Pour la partie DC, toutes les boîtes de jonction et coffrets doivent porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes ou coffrets restent sous tension après sectionnement de l'onduleur PV.

3.2.8. TABLEAU PV

- L'entreprise aura à sa charge la fourniture, la pose, le raccordement et la mise en service de l'armoire générale de regroupement AC de l'installation photovoltaïque (TGBT PV), implantée sur la toiture terrasse D.
- L'ensemble sera conforme aux normes NF EN 61439-1 et 2, à la NF C 15-100 et au guide UTE C 15-712-1, et réalisé sous la forme d'un ensemble d'appareillage vérifié par essais de type du constructeur (type Prisma intégré dans une enveloppe extérieure type Thalassa de Schneider Electric, ou techniquement équivalent).
- Le régime de neutre de l'installation est le régime TT
- Armoire métallique sur socle, IP66 – IK10, porte pleine fermant à clé, plastrons de protection, forme 2b minimum. Réserve d'équipement de 30 % minimum en surface et en volume. Ventilation naturelle par ouïes avec filtres si nécessaire à la tenue thermique, justifiée par le bilan de puissance dissipée du constructeur.
- Les appareils et leurs commandes sont étiquetés, les étiquettes seront logées dans une glissière métallique, visée sur les plastrons des armoires, et elles seront protégées par un cache transparent amovible et clipsé sur la glissière. Les circuits sont étiquetés ou repérés. Les étiquettes adhésives genre DYMO sont interdites. Le schéma est affiché à l'intérieur du tableau.
- Jeu de barres tétrapolaire cuivre dimensionné pour 160 A minimum, tenue aux courts-circuits validée par la note de calcul.
- En tête : appareil général de coupure et de protection (AGCP) constitué d'un disjoncteur tétrapolaire à boîtier moulé 160 A à déclencheur électronique réglable (réglage Ir ≈ 125 A), pouvoir de coupure adapté à l'Icc au point de raccordement, cadenassable en position ouverte, associé à un bloc différentiel 300 mA sélectif (type S), le régime de neutre étant TT.
- 1 disjoncteur bipolaire 10A 300mA, protection de la bobine Mx (amont de l'interrupteur générale)
- 3 départs onduleurs protégés par disjoncteurs différentiels tétrapolaires : 1 × 20 A (onduleur 10 kVA – toiture C) et 2 × 63 A (onduleurs 33 kVA – toiture D), différentiel 300 mA instantané de type A, sous réserve de la fourniture par le titulaire de l'attestation du constructeur des onduleurs certifiant l'intégration d'une surveillance de courant résiduel (RCMU) conforme ; à défaut, différentiel de type B. La sélectivité différentielle verticale entre les départs et la tête sera justifiée par la note de calcul.
- Parafoudre type 2 côté AC (type 1+2 si l'analyse du risque foudre ou la présence d'un paratonnerre l'exige), à schéma de raccordement adapté au régime TT (protection en mode commun et mode différentiel), avec déconnecteur associé et report de signalisation de fin de vie.
- Centrale de mesure multifonction sur transformateurs de courant en tête (tensions, courants, énergies injectées), avec sortie de communication (Modbus RTU/TCP) raccordée au dispositif de monitoring de l'installation photovoltaïque, permettant le suivi de production exigé par le label EFFILOGIS.
- Borniers repérés pour les circuits de commande et de report, asservissement éventuel à la coupure d'urgence générale du bâtiment, signalisation en façade (présence tension, position AGCP, défaut parafoudre), éclairage intérieur d'armoire le cas échéant.

- Étiquettes gravées réglementaires, dont les pictogrammes normalisés spécifiques au photovoltaïque prescrits par l'UTE C 15-712-1 (« Attention – présence de deux sources de tension ») apposés sur l'armoire, au point d'injection et au TGBT général du bâtiment. Repérage de l'ensemble des appareils et de la filerie conforme aux schémas.

3.2.9. CHEMINS DE CABLES

- Ces chemins de câbles, fournis et posés par le LOT17 PHOTOVOLTAÏQUE, en fils d'acier inoxydable soudés (type CABLOFIL par exemple) devront résister aux UV et aux intempéries.
- Il sera nécessaire de prévoir un couvercle pour le chemin de câbles.
- Les chemins de câbles ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité et seront donc mis en œuvre sur des supports permettant une surélévation de 100 mm minimum par rapport à la toiture. Ces supports sont soudés industriellement au préalable sur une platine de même nature de dimensions minimales 10 cm x 10 cm.
- Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés sur l'étanchéité à l'aide de bandes de membranes de la gamme SOPRASOLAR.
- La mise en place de ces supports doit être faite par le lot COUVERTURE/ETANCHEITE.
    - Les supports sont espacés de 1,5 m au maximum.
    - La fixation de chemin de câble sur les supports liaisonnés à l'étanchéité se feront par l'intermédiaire de rail omégas en tôles d'acier inox AISI 304 pliées de dimensions 50 mm x 50 mm x 150mm et d'épaisseur 1,2mm.

3.2.10. REPERAGE DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

- Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenance, contrôleurs, exploitants du réseau public de distribution, services de secours, …), il est impératif de signaler la présence d'une installation photovoltaïque sur un bâtiment.
- Les composants constituant l'installation photovoltaïque devront être identifiés et repérés par des étiquettes facilement visibles et fixées d'une manière durable en correspondance avec les plans et schémas de l'installation photovoltaïque conformément aux prescriptions de l'UTE C 15-712-1.
- Partie DC :
    - Toutes les boîtes de jonction (générateur PV et groupes PV) et canalisations DC devront porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes peuvent rester sous tension même après sectionnement de l'onduleur coté continu.

3.2.11. ACQUISITION DE DONNEES

- Prévoir l'installation d'un système d'acquisition de données permettant le suivi de l'installation photovoltaïque. Ce système permettra d'enregistrer l'évolution des paramètres de fonctionnement mesurés par les onduleurs.
- Le système d'acquisition de données permet de faire un suivi, au minimum de :
    - La puissance, la tension et la fréquence en sortie de l'onduleur.
    - La puissance, la tension en entrée de l'onduleur.
    - L'énergie produite.
    - Les alarmes de fonctionnement.
- Les autres informations et cumuls sont récupérables sur PC par liaison locale ou modem.

- L'ensemble des données doit être enregistré au minimum chaque jour, les valeurs instantanées caractéristiques retenues seront clairement indiquées (moyennes, extrêmes, cumul).
- La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera compatible avec la fréquence de passage des agents de maintenance (au minimum tous les 12 mois).
- Les informations devront pouvoir être récupérées localement par décharge de la mémoire sur tout support adapté.
- Un modem doit pouvoir être connecté directement sur le système d'acquisition (sans aucune modification supplémentaire du système) pour permettre un éventuel traitement des informations à distance.
- Le système d'acquisition de données devra être compatible avec l'onduleur.

3.3. Travaux divers

3.3.1. PERCEMENTS & REBOUCHAGES CF

- Percements et rebouchages coupe-feu pour passage des canalisations dans les vides de plafond, vides sanitaires, gaines techniques, dalles, cloisons, etc.

3.4. Travaux annexes, essais et réceptions

- Travaux annexes conformément aux chapitres 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 et 2 du CCTP.

4. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES

4.1. Travaux non compris au présent lot

- Les travaux suivants, qui ne sont pas prévus au LOT16 PHOTVOLTAÏQUE, devront être imputés aux différents lots concernés :

  Lot GROS ŒUVRE

  - Réservations :
    - Percements > Ø100 : LOT GROS ŒUVRE.
    - Percements < Ø100 : LOT16 PHOTOVOLTAÏQUE.

  LOT16 ÉLECTRICITÉ

  - La liaison BT photovoltaïque entre TGBT Numéricum et le TD PV en câble cuivre 5G95 sous fourreau Ø 110mm non propagateur de la flamme, cheminant exclusivement en gaine technique électricité.
  - Création dans le TGBT Numéricum du disjoncteur différentiel type Compact NSX160 de Schneider ou techniquement équivalent et équipé d'un bloc différentiel réglable type A (Vigi MH ou équivalent) réglé à 1 A / 150 ms
  - La coupure générale photovoltaïque AC du départ onduleur photovoltaïque.
  - La prise étanche RJ45 pour l'onduleur photovoltaïque.

  Lot ETANCHEITE

  - Soudage des plots avec soudure des deux côtés du plastron sur une largeur de 3 cm minimum.
  - Fourniture, pose et mise en œuvre et soudage des plots des deux côtés du plastron sur une largeur de 3 cm minimum des supports photovoltaïques et des chemins de câbles.

- Les frais de branchements aux distributeurs et concessionnaires sont non compris :
  - Branchement ENEDIS C2 (Ex-Tarif Vert HTA) (Consommation soutirage avec production photovoltaïque en autoconsommation avec revente du surplus).
  - Frais du bureau de contrôle et Consuel.