CCTP – Cahier des Clauses Techniques Particulières

Lot unique

Installations photovoltaïques en ombrières sur le site du CNRS Marseille.

Bénéficiaire et Maitre d'ouvrage :

Centre national de la recherche scientifique – délégation Provence et Corse

Date : 14/09/2026

Sommaire

I. Objet de la consultation 3
I.1. Présentation de la consultation et du CCTP 3
I.2. Décomposition en tranches 3
I.3. Avertissement 5
II. Caractéristiques du site 5
III. Tranche ferme (TF) 7
IV. Tranche optionnelle 1 (TO1) 8
V. Tranche optionnelle 2 (TO2) 9
VI. Tranche optionnelle 3 (TO3) 10
VII. Obligations de l'entreprise 11
VII.1. État des lieux / Vérification préalables 11
VII.2. Étendues et limites des prestations 11
VII.3. Démarches auprès du GRPD 12
VII.4. Qualification professionnelle 12
VII.5. Contrôles et essais 13
VII.6. Documentation à fournir 13
VIII. Organisation du chantier 15
VIII.1. Contraintes d'exécution des travaux 15
VIII.1.1. Balisage, clôture de chantier et protection du matériel 15
VIII.1.2. Gestion des déchets 15
VIII.1.3. Repliement du chantier 15
VIII.1.4. Mode opératoire 15
IX. Spécifications techniques générales 16
IX.1. Réglementation, Normes 16
IX.2. Conditions climatiques et contraintes locales 16
IX.3. Caractéristiques 17
IX.4. Modules photovoltaïques et système d'implantation 17
IX.5. Garanties, certifications et assurances 18
IX.6. Câblage DC 19
IX.7. Boîtes de jonction DC 19
IX.8. Coffrets DC 20
IX.9. Onduleurs 20
IX.10. Chemin de câble et goulottes 21
IX.11. Câblages AC et Raccordement au réseau ENEDIS 22
IX.12. Coupure d'urgence des installations, signalisation 23

IX.13. Monitoring.....23

I. Objet de la consultation

I.1. Présentation de la consultation et du CCTP

Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), accompagné de sa maitrise d'œuvre CYTHELIA, souhaite mettre en œuvre une installation photovoltaïque en ombrières de parking, en autoconsommation totale, sur son site marseillais, situé au 31 chemin Joseph Aiguier, 13009 Marseille.
La présente consultation a pour objectif de recruter l'entreprise travaux en charge de cette opération. Le présent C.C.T.P. (Cahier des Clauses Techniques Particulières) fixe les dispositions techniques à l'exécution des prestations relatives à ce marché.

Les documents suivants sont fournis en annexe du CCTP :

- Le DPGF **à remplir par l'entreprise,**
- L'étude PRO
- La maquette 3D (.skp)
- L'étude de faisabilité
- L'étude G2 AVP

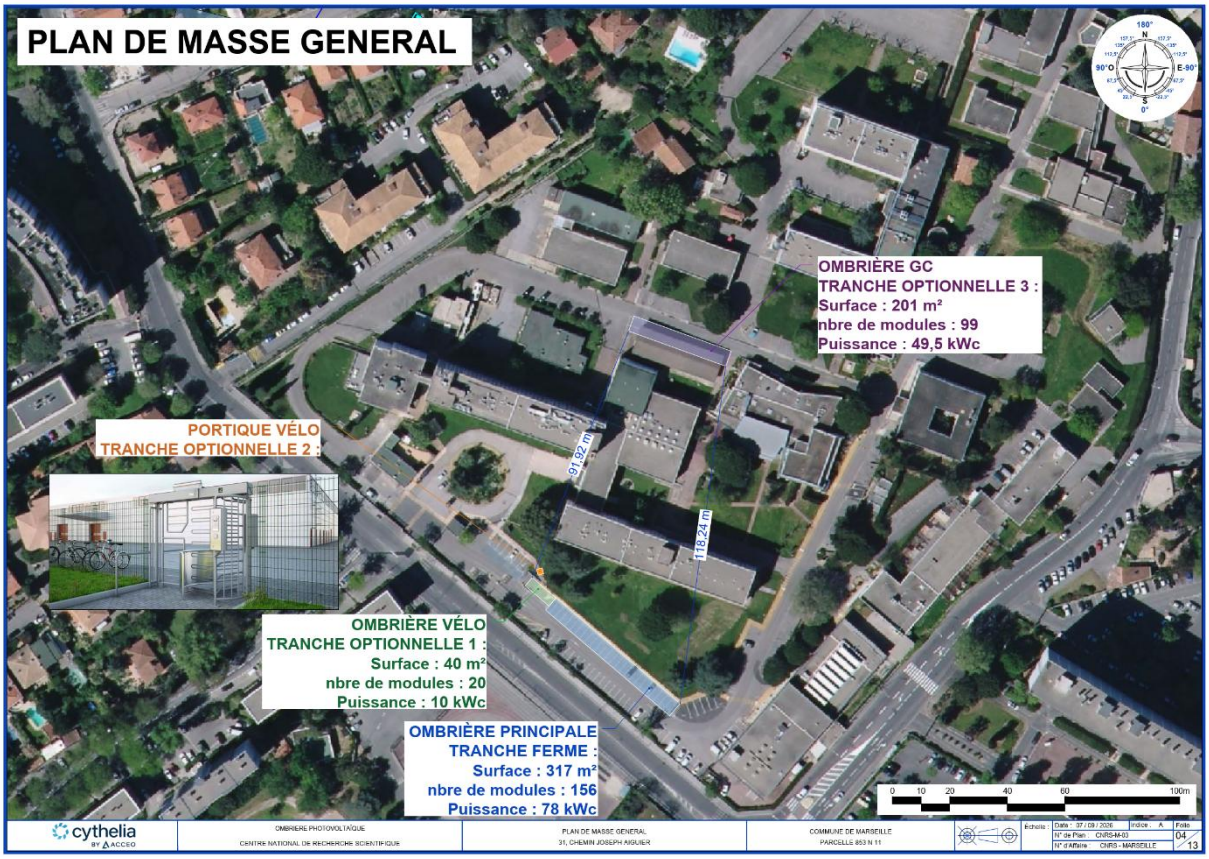
Avertissement : *L'étude de productible est donnée à titre indicative. Elle n'engage aucune garantie de l'exactitude des dimensions et des résultats. La proposition technique de l'entreprise reste sous son entière responsabilité. L'entrepreneur devra vérifier la conformité de sa proposition avec l'ensemble des pièces du CCTP et des informations recueillies au cours des visites.*

Les entreprises devront proposées et chiffrées des ombrières respectant à minima plans et insertions paysagères fournit dans le présent marché.

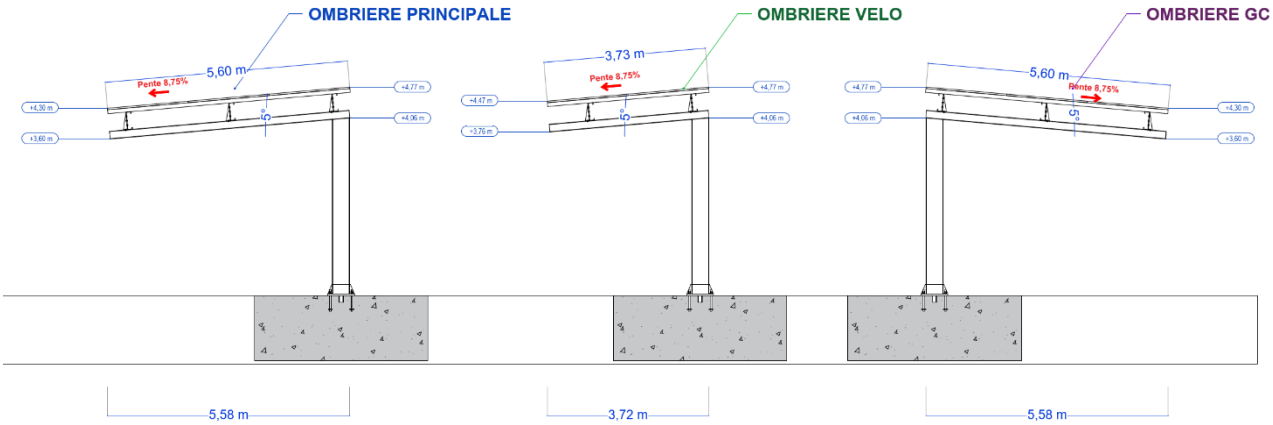
I.2. Décomposition en tranches

La consultation est décomposée en quatre tranches :

- **Tranche ferme (TF)** : réalisation de l'ombrière principale du projet (à minima 78 kWc)
- **3 tranches optionnelles (TO) obligatoires** :
  - TO1 : mise en place d'une extension de l'ombrière principale pour les vélos (à minima 10 kWc)
  - TO2 : mise en place d'un portique d'accès pour les vélos
  - TO3 : réalisation de l'ombrière GC (à minima 50 kWc)



Plan de masse général du site et implantations de chaque tranche (détaillées ci-après)



Proposition de dimensionnement des ombrières au stade de l'étude de faisabilité (à confirmer par une étude précise)

L'entreprise devra donc transmettre une offre répondant obligatoirement aux quatre tranches. Pour cela, il complétera la DPGF (un onglet par tranche dans l'Excel fourni) et rédigera son mémoire technique en faisant bien apparaître les spécificités de la méthodologie pour chaque tranche. **Un seul mémoire technique est demandé.**

I.3. Avertissement

L'entreprise, par ses connaissances professionnelles, devra signaler dans son mémoire technique toute imprécision, omission ou contradiction présente dans le CCTP et ses annexes ainsi que dans l'ensemble des pièces constituant le DCE. **Il est expressément stipulé que ces descriptions et indications n'ont pas de caractère limitatif et que l'entreprise devra prévoir tous les travaux nécessaires au parfait achèvement des constructions.** En conséquence, l'entreprise ne pourra en aucun cas invoquer les inexactitudes, omissions ou lacunes des plans et du CCTP pour se dispenser d'exécuter intégralement tous les ouvrages nécessaires à la conformité des travaux et installations.

II. Caractéristiques du site

Nom du site	CNRS Marseille
Adresse du site	31 chemin Joseph Aiguier, 13009 Marseille
Coordonnées GPS	43.25661215283918, 5.4058254064616085
Altitude du site	43 m
N° Parcelle	853 / N / 0011
Activité du site	Centre de recherche





Photographie du parking sud et exemple d'ombrière

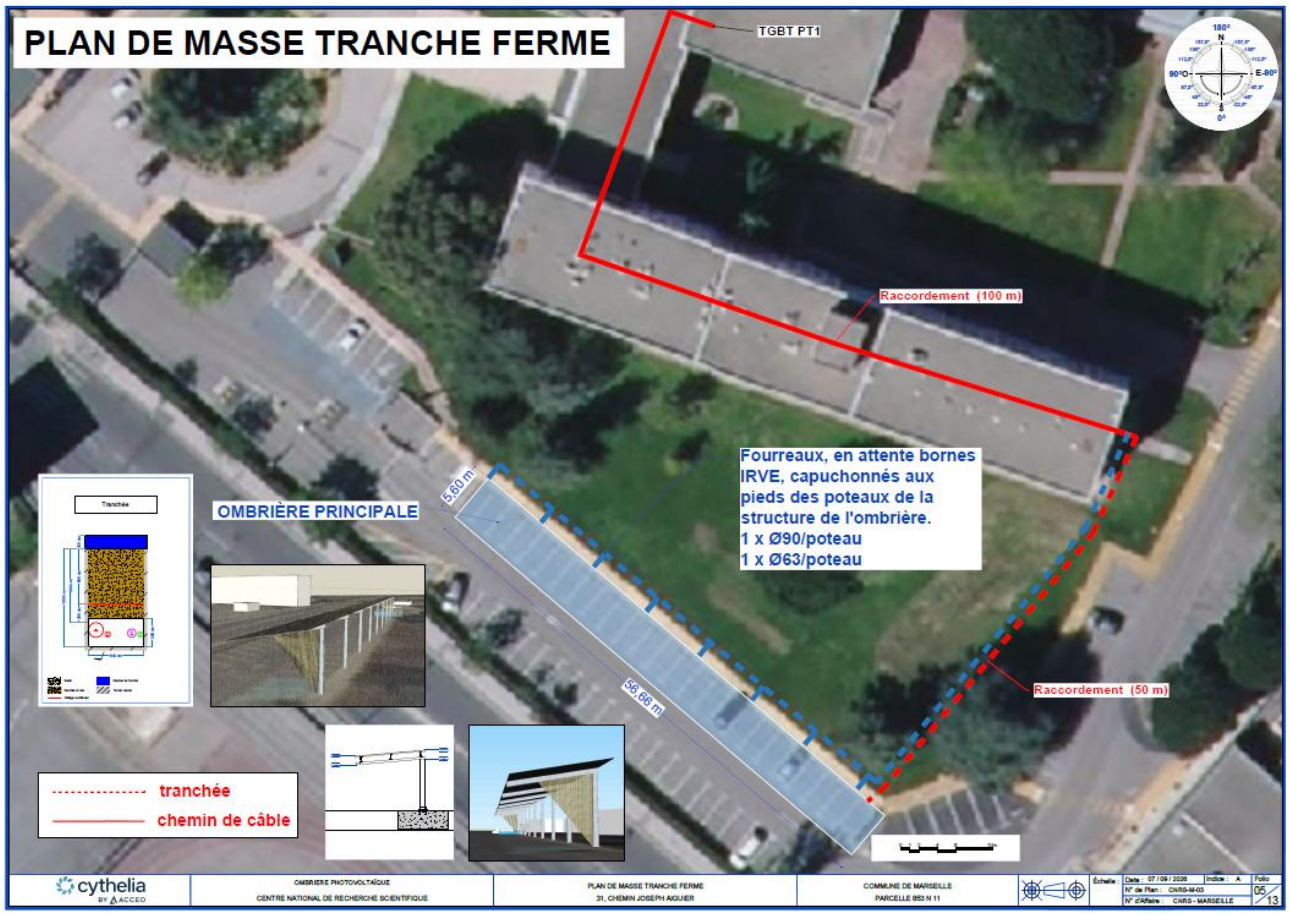


Accès et circulation sur le parking

Pour garantir l'accès au parking pour les usagers pendant les travaux, l'entreprise devra proposer (en phase étude d'exécution) un planning de phasage et un plan d'implantation du chantier pour limiter le nombre de place de stationnement indisponible pendant la durée du chantier.

III. Tranche ferme (TF)

Type d'implantation	Ombrière simple peigne
Puissance crête cible (minimum attendu)	78 kWc
Valorisation de l'énergie	Autoconsommation totale
Raccordement	Raccordement au TGBT PT1 (HTA)
Parking concerné	Parking Sud
Emplacement Potentiel Coffrets et Onduleurs	Directement fixés sur la structure de l'ombrière, en tête de poteau
Cheminement des câbles DC	Sous les modules puis sous protection mécanique (chemins de câbles capotés) jusqu'à l'onduleur.
Cheminement des câbles AC	Sous fourreaux enterrés pour rejoindre le bâtiment, puis passage par le vide sanitaire (chemins de câbles disponibles) pour rejoindre le TGBT PT1



Plan d'implantation de l'ombrière principale et cheminement pour raccordement au TGBT PT1

IV. Tranche optionnelle 1 (TO1)

Type d'implantation	Ombrière simple peigne
Puissance crête cible (minimum attendu)	10 kWc
Parking concerné	Parking Sud

Le parking vélo sera couvert par une ombrière. L'ombrière vélo se présentera comme une extension de l'ombrière principale.
Attention : il est souhaité une ombrière légèrement plus courte que l'ombrière principale (1 ligne de modules en moins, voir le schéma ci-dessous). Ceci devra être pris en compte lors de la phase d'étude d'exécution pour le bon dimensionnement de la structure.



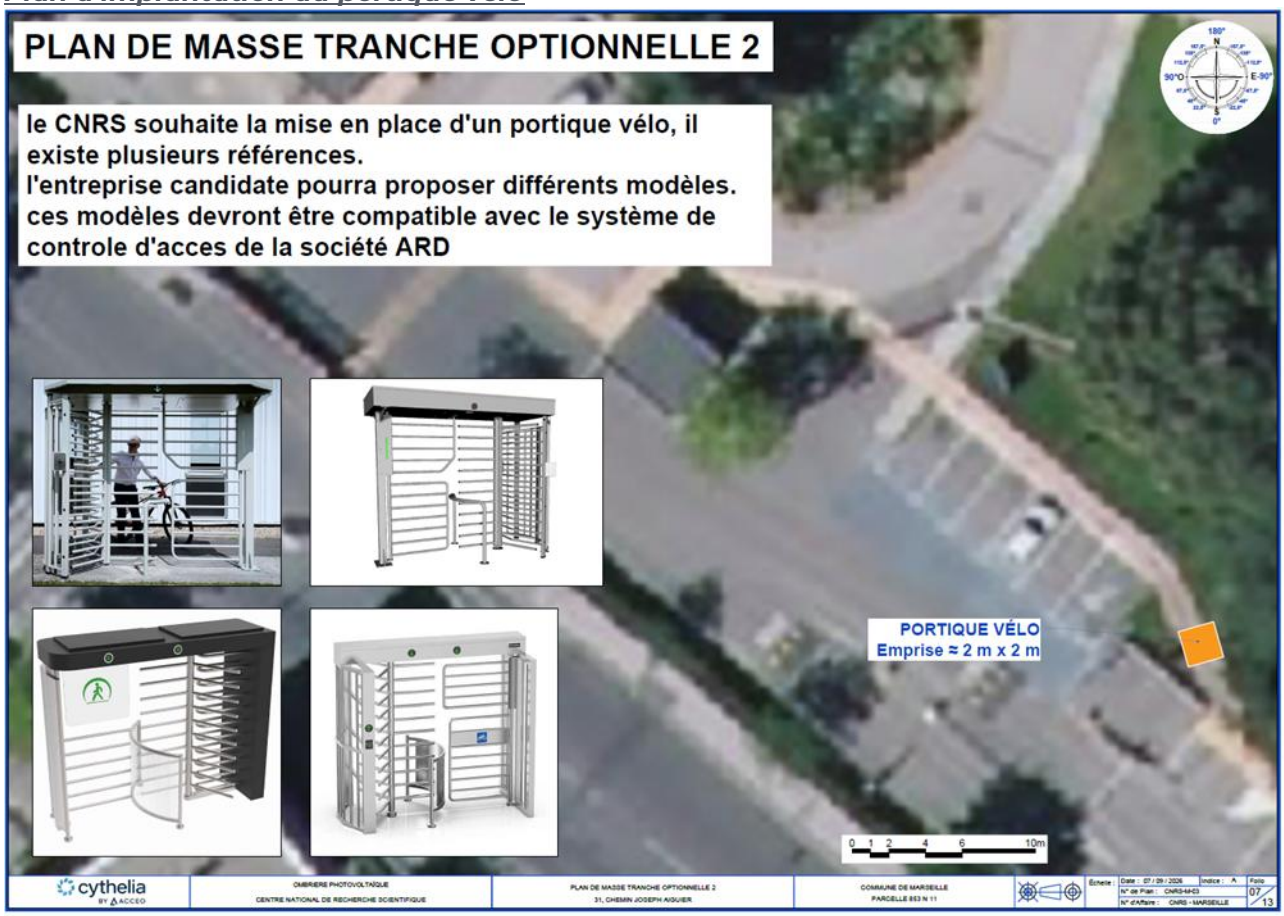
Plan d'implantation du local vélo et extension de l'ombrière principale

Cette ombrière sera raccordée comme l'ombrière principale au TGBT PT1, en autoconsommation totale.

V. Tranche optionnelle 2 (TO2)

Type d'installation	Portique vélo
Parking concerné	Parking Sud

Plan d'implantation du portique vélo





L'image ci-contre est un exemple du type de portique attendu.

L'entreprise pourra proposer la référence de portique qui correspond le mieux, selon lui, au site du CNRS. Le choix devra être justifié dans le mémoire technique.

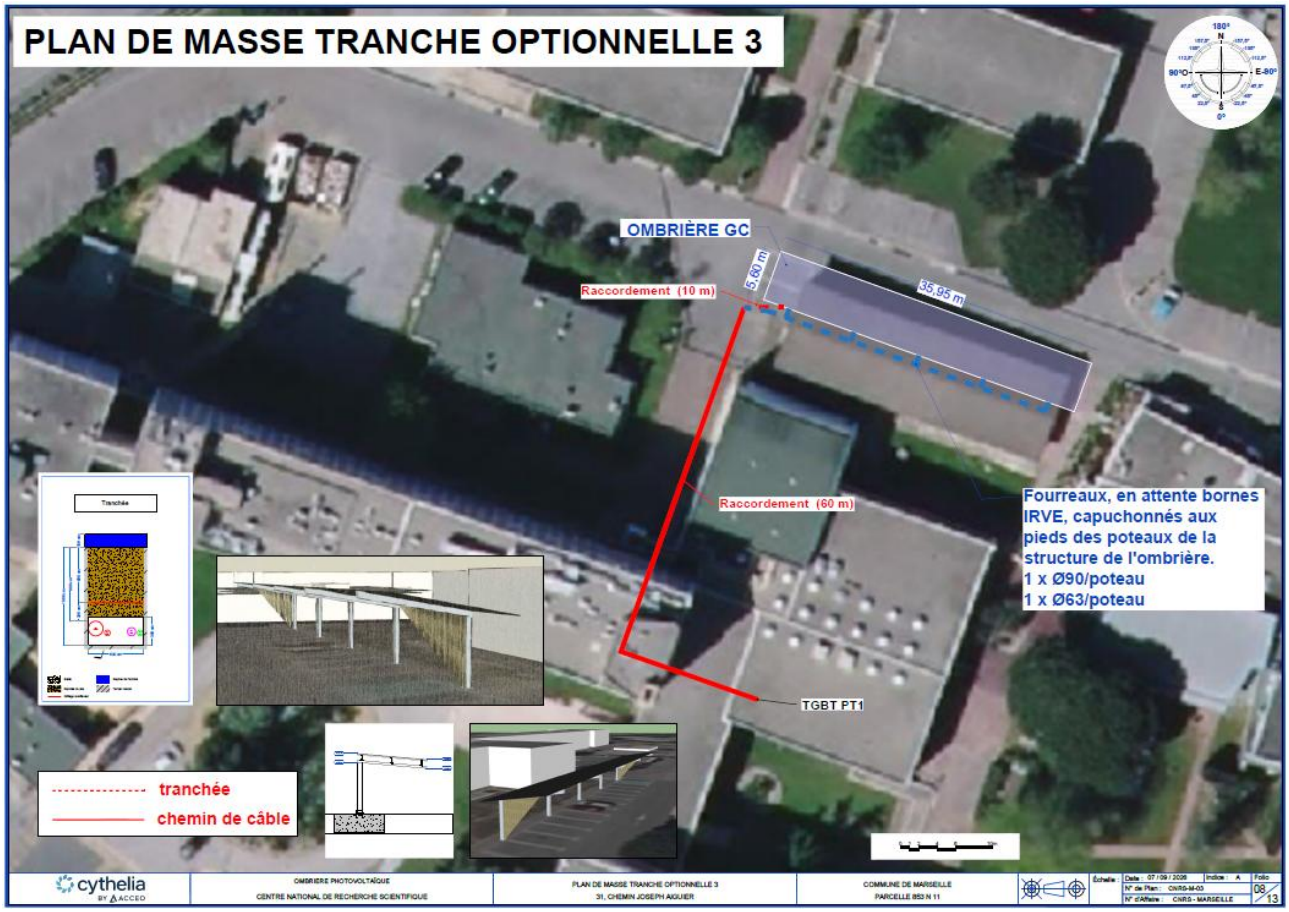
Ce portique devra être compatible et raccordé au système de contrôle d'accès déjà présent sur le site.

L'entreprise devra valider avec la société titulaire du contrat de maintenance des accès sécurisés, la compatibilité entre la solution proposée et le système d'accès existant.

Le contact sera fourni par les services techniques du CNRS.

VI. Tranche optionnelle 3 (TO3)

Type d'implantation	Ombrière simple peigne
Puissance crête cible (minimum attendu)	50 kWc
Valorisation de l'énergie	Autoconsommation totale
Raccordement	Raccordement au TGBT PT1 (HTA)
Parking concerné	Parking Nord
Emplacement Potentiel Coffrets et Onduleurs	Directement fixés sur la structure de l'ombrière, en tête de poteau
Cheminement des câbles DC	Sous les modules puis sous protection mécanique (chemins de câbles capotés) jusqu'à l'onduleur.
Cheminement des câbles AC	Sous fourreaux enterrés pour rejoindre le bâtiment, puis passage dans par le vide sanitaire (chemins de câbles disponibles) pour rejoindre le TGBT PT1



Plan d'implantation de l'ombrière secondaire et cheminement pour raccordement au TGBT PT1

VII. Obligations de l'entreprise

VII.1. État des lieux / Vérification préalables

L' entreprise est réputée, par le fait de sa soumission, avoir pris connaissance de la nature et de l'emplacement des travaux, des conditions générales et locales, particulièrement des conditions relatives aux moyens de communication et de transport, au stockage des matériaux, aux disponibilités en main d'œuvre, en eau, en énergie électrique, aux circonstances atmosphériques et climatiques, aux caractéristiques de l'équipement et des installations nécessaires au début et pendant l'exécution des travaux et tous autres éléments pour lesquels les informations peuvent être raisonnablement obtenues, et qui peuvent, en quelque manière, influer sur les travaux et sur les prix de ceux-ci.

L'entreprise est donc parfaitement en mesure d'apprécier les difficultés qu'elle pourrait rencontrer ultérieurement. En particulier du fait de la configuration du terrain et de ses accès, de la nature du sol, des constructions voisines, de la voirie existante et de la disposition des ouvrages existants.

Sa proposition sera réputée tenir compte de ces diverses conditions, implicitement, si aucune mention particulière n'accompagne l'offre de l'entreprise. Le devis descriptif ou la DPGF du soumissionnaire devra préciser les valeurs ou dispositions qu'il aura retenues pour établir sa proposition.

Avant le démarrage d'un chantier, l'installateur fera un état des lieux photographique de la partie du parking concerné. Un compte-rendu sera communiqué à la maîtrise d'ouvrage.

VII.2. Étendues et limites des prestations

Il est expressément stipulé que ces descriptions et indications n'ont pas de caractère limitatif et que l'entrepreneur devra prévoir tous les travaux nécessaires au parfait achèvement des constructions.

L'entreprise titulaire du présent marché devra la réalisation des travaux décrits dans le présent CCTP et ses annexes.

L'attention de l'entreprise est attirée sur le fait que les plans et documents d'exécution pour cette opération sont dus par l'entreprise titulaire des travaux.

La DPGF et le mémoire technique de l'entreprise devront préciser les valeurs ou dispositions qu'il aura retenues pour établir sa proposition.

L'entreprise devra les études suivantes :

- Les études d'exécution complètes ;
- L'établissement et le respect d'un planning détaillé de chantier remis au début de chantier et mis à jour régulièrement ;
- La rédaction et la fourniture du DOE complet et d'un DIUO, ainsi que de la notice de sécurité et des affichages règlementaires à destination de l'exploitant du site et du SDIS.

L'entreprise devra les travaux suivants :

- La fourniture de l'installation de chantier (y compris base vie) et panneau de chantier réglementaire,
- Tous les échafaudages ou nacelles nécessaires à l'exécution de ces ouvrages,
- La fourniture des moyens de sécurité collectifs et individuels nécessaires notamment en périphérie des ouvrages pendant les travaux.
- La prise en charge des frais de transport des matériels sur site,
- La fourniture et la pose de la structure de supportage du générateur photovoltaïque,
- Les rives, abergements et finitions lorsque nécessaires,
- La protection contre la corrosion de tous les ouvrages métalliques mis en œuvre.
- La fourniture et la pose des modules photovoltaïques et de leur système de fixation,

- L'interconnexion à la terre équipotentielle de l'ensemble des éléments de l'installation (modules, structures primaires et secondaires, coffrets électriques DC et AC, …) jusqu'au collecteur général de terre du site,
- Le raccordement électrique des modules photovoltaïques jusqu'à l'armoire AC,
- La fourniture et la pose des onduleurs,
- La fourniture et la pose des coffrets DC et AC, y compris boite de jonction en ombrière si nécessaire,
- La fourniture et la pose des organes de coupure, de protection et de sécurité y/c le dispositif d'Arrêt d'Urgence (AU),
- La fourniture et la pose de tous les cheminements y compris les VRD (yc ouverture, évacuation, rebouchage, compactage, bitume et marquages au sol lorsque nécessaire),
- La fourniture et la pose d'une enveloppe correctement ventilée de protection mécanique des équipements,
- La fourniture et la pose du disjoncteur de tête de l'installation (AGCP) lorsque nécessaire,
- La fourniture et la pose du câble d'injection depuis le coffret AC jusqu'au bornes de l'AGCP,
- La fourniture, la pose et la mise en service du système de monitoring,
- Tous les raccordements, la mise en service et les garanties,
- L'obtention de l'attestation de conformité visée par CONSUEL
- La réalisation des essais de conformité et les vérifications électriques des équipements pour l'obtention, la signature et la fourniture des attestations de conformité du CONSUEL.
- Les percements de parois existantes si les réservations sont manquantes,
- Le rebouchage des percements avec reconstitution du degré coupe-feu imposé par la législation,
- Les raccords d'enduit sur rebouchage,
- La signalisation spécifique aux installations photovoltaïques et au services de secours,
- Le repérage et l'étiquetage des câbles, boites de jonction, coffrets électriques et onduleurs (résistant aux UV et aux intempéries).
- Le tri et l'évacuation des déchets en décharge,
- Le nettoyage des matériels et du chantier, le repli des installations en fin de chantier.
- La remise en état des ouvrages détériorés en cours de travaux

VII.3. Démarches auprès du GRPD

Le gestionnaire du réseau public de distribution est ENEDIS.

Responsable des démarches	**Le MOE (CYTHELIA)**

Les démarches et le suivi des demandes de raccordement au réseau des installations seront effectuées par le responsable des démarches (voir tableau ci-dessus). L'entreprise devra fournir les documents et renseignements techniques (attestations, certificats, fiches techniques, schémas unifilaires, …) nécessaires à la complétude des demandes de raccordement. L'entreprise se rendra disponible pour tout rendez-vous avec le gestionnaire de réseau pour les travaux de raccordement et la mise en service des installations.

VII.4. Qualification professionnelle

Pour rappel :

Puissance photovoltaïque cible (minimum attendu)	**138 kWc (au total de toutes les tranches)**
Puissance de raccordement	120 kVA

L'entreprise devra posséder le potentiel requis lui permettant de disposer de moyens suffisamment importants d'études, d'exécution, de matériel, engins, etc. pour mener à bien les installations demandées dans le cadre des travaux décrits et dans les délais impartis.

VII.5. Contrôles et essais

L'entreprise procèdera aux essais et mesures de bon fonctionnement de l'installation, en présence du MOE, notamment :

- Mesure de résistance et de continuité des prises de terre,
- Continuité des circuits de terre,
- Mesure d'isolement des différents circuits,
- Contrôle de fonctionnement des divers organes de protection des circuits,
- La tension en circuit ouvert V_{oc} de chaque chaîne.

Cette liste n'est pas exhaustive, l'entreprise précisera l'ensemble des tests qu'il compte effectuer.

L'entreprise établira un procès-verbal des résultats ci-dessus sous forme d'un compte-rendu essais. Ce procès-verbal sera remis au MOE avant la mise en service de l'installation.

Les contrôles et essais, ainsi que le système de monitoring, devront permettre de **valider le bon fonctionnement de l'installation avant réception et pendant le période de GPA** (Garantie de parfait achèvement). **La réception de l'installation ne pourra pas être prononcée sans mise en service de l'installation ni du système de monitoring.**

L'entrepreneur devra faire toutes les démarches nécessaires pour obtenir une attestation de conformité visée par CONSUEL. Une copie sera à remettre au MOE. L'original sera à fournir au gestionnaire du réseau public lors de la mise en service des installations.

L'entreprise devra fournir au bureau de contrôle toutes les notes de calcul nécessaires à l'exécution de ces missions.

VII.6. Documentation à fournir

La documentation comportera pour chaque site :

- Un dossier d'études et d'exécution (EXE) ;
- Un dossier des ouvrages exécutés (DOE) ;
- Un dossier de maintenance y compris les DIUO.

Les documents d'exécution devront être élaborés et diffusés de façon à recevoir la validation du MOE, des bureaux de contrôle et du Maitre d'Ouvrage.

L'entreprise remettra les documents sous format numérique (et si nécessaire sous format papier).

Les documents seront fournis en format PDF recherchable et accessible (issu de fichiers sources numériques). A la demande du MOE et de la MOA, les documents pourront être remis sous le format d'origine modifiable.

L'exécution des travaux ne pourra être entreprise tant que le Titulaire du marché n'aura pas obtenu la validation du Maître d'ouvrage. S'il en était autrement, l'entreprise serait entièrement responsable des conséquences de tous ordres qui pourraient en découler (refus de l'ouvrage, dépose ou démolition, ...).

Tous les documents et notices seront obligatoirement établis en français.

Tous ces documents devront être complets et indélébiles, établis d'une façon parfaitement lisible. Les plans et dessins devront être entièrement cotés et dressés à une échelle suffisante pour une parfaite compréhension, ils devront porter les indications permettant une identification rapide et sûre de leur objet. Tout document fourni ne correspondant pas à ce descriptif de présentation sera immédiatement refusé.

Les schémas électriques seront réalisés suivant les normes en vigueur. Tous les organes électrifiés seront représentés, repérés et renseignés (câbles, disjoncteurs, onduleurs, appareils de mesures, ...). Les renseignements associés aux organes comprendront les caractéristiques électriques et un texte succinct rappelant la fonction de l'organe considéré. **Le repérage indiqué sur les plans et les notes de calcul devra correspondre à celui indiqué sur les appareillages sur site**.

Dès la notification du marché, le MOE mettra en place un dossier partagé et une arborescence des dossiers et des documents à fournir pour le VISA des EXE et DOE ainsi que la nomenclature de nommage des fichiers.

La liste des éléments à transmettre en phase EXE et en phase DOE sont joint en annexe.

La demande de réception des travaux ne sera prise en considération que si elle est précédée de la remise des dossiers des ouvrages exécutés (DOE).

VIII. Organisation du chantier

VIII.1. Contraintes d'exécution des travaux

L'entreprise devra respecter les obligations du PGC et fournir un PPSPS (plan particulier de sécurité et de protection de la santé) avant démarrage des travaux.

Une note méthodologique présentant l'organisation du chantier et les délais détaillés d'exécution sera obligatoirement jointe à l'offre commerciale des entreprises.

VIII.1.1. Balisage, clôture de chantier et protection du matériel

Les prestations à la charge de l'entreprise comprennent la matérialisation par clôture mobile et par affichage des zones de travaux en couverture et au sol afin que les occupants des locaux ne se trouvent jamais en dessous ou au niveau de ces zones en travaux.

L'entreprise posera une signalisation interdisant expressément l'accès dans ces zones aux personnes extérieures au chantier, y compris remises en place et déplacements nécessaires à l'avancement des travaux. L'entreprise aura à sa charge d'installer un panneau réglementaire de chantier dès obtention de l'autorisation d'urbanisme par le Maître d'Ouvrage.

L'entreprise prendra toutes dispositions afin de sécuriser son matériel et les matériaux à mettre en œuvre dans le cadre du chantier.

L'implantation d'une base vie propre au lot photovoltaïque, à la charge de l'entreprise, sera également nécessaire puisque les locaux ne permettront pas d'accueillir les compagnons de l'entreprises.

Les démarches de voiries éventuelles seront à la charge de l'entreprise (DT, DICT, demande de permission d'autorisation de voiries…).

VIII.1.2. Gestion des déchets

Les déchets seront triés par matériaux et l'entreprise aura à sa charge son évacuation dans le cadre de la réglementation en vigueur. Il expliquera dans son offre les mesures qu'il compte mettre en place, pour chaque site. Si le propriétaire du site le demande, les éléments de couverture en bon état qui auront été déposés lui seront mis à disposition sur une palette.

VIII.1.3. Repliement du chantier

Les prestations à la charge de l'entreprise comprennent la réfection des ouvrages éventuellement endommagés par l'entreprise ainsi que le nettoyage général et la remise en état des zones utilisées pour les installations et les besoins du chantier.

VIII.1.4. Mode opératoire

L'ensemble des travaux et des opérations de manutention sera effectué avec des moyens adaptés (grue, nacelles, chariot télescopique…). L'utilisation de ces engins sera effectuée par du personnel formé et titulaire d'attestations idoines. Les opérations devront prendre en considération les caractéristiques et respecteront les contraintes du site. Elles ne devront pas causer de nuisances aux travaux des autres lots, à l'exploitation, ni porter atteinte aux installations en place (enrobés, bâtiments, portails, etc…).

IX. Spécifications techniques générales

IX.1. Réglementation, Normes

L'ensemble de l'installation devra être réalisé en conformité avec les lois, règlements nationaux et locaux, le code du travail, les règles d'hygiène et de sécurité, les DTU, les règles de l'art, en vigueur à la date de passation du marché, notamment :

- UTE C 15-712-1 : Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution.
- NF C 15-100 : Installations électriques basse tension.
- NF C 14-100 : Installations de branchement à basse tension.
- UTE C 18-510 : Recueil d'instructions générales de sécurité électrique d'ordre électrique.
- UTE C 18-530 : Carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité.
- UTE C 15-400 : Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution.
- EN 50539-11/A1 : Parafoudres basse tension - Parafoudres pour applications spécifiques incluant le courant continu - Partie 11 : exigences et essais pour parafoudres connectés aux installations photovoltaïques.
- EN 61643-11/A11 : Parafoudres basse tension - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai - Parafoudres basse tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai.
- NF C 17-002 et NF EN 62305 : Dispositifs de protection foudre.
- UTE C 15-443 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.
- CEI 61000 : Compatibilité électromagnétique.
- UTE C 15-105 : Guide pratique – Détermination des sections de conducteur et choix des dispositifs de protection. Méthodes pratiques.
- UTE C 15-520 : Guide pratique : Canalisations – Mode de pose – Connexions.
- UTE C 32-502 : Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques.
- EN 50618 : Câbles électriques pour systèmes photovoltaïques.
- EN 62852 : Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques.
- VDE DIN 0126-1-1/A1 : Dispositif de découplage automatique pour les générateurs photovoltaïques.
- Décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 et ses arrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques.
- NF P31-202 (DTU 40.21), NF P31-203 (DTU 40.211), NF P31-201 (DTU 40.22), NF P31-204 (DTU 40.23), NF P31-207 (DTU 40.24), DTU P31-205 (DTU 40.241), DTU P31-206 (DTU 40.25) pour les couvertures tuiles.
- NF P34-205 (DTU 40.35), NF P34-206 (DTU 40.36), NF P34-211-1 (DTU 40.41), DTU 40.44, NF P34-215 (DTU 40.45) pour les couvertures métalliques.
- DTU 40.5 Travaux d'évacuation des eaux pluviales.
- DTU 65.10 relatif aux évacuations des eaux pluviales.
- NF P 84-204 (DTU 43.1) : Etanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.
- NF P 84-206 (DTU 43.3) : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.
- NF P 84-208 (DTU 43.5) : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures terrasses ou inclinés.

IX.2. Conditions climatiques et contraintes locales

Zone Vent [NV]	3
Zone Neige [NV]	A2
Zone Sismique	2 – Faible
Conditions particulières	Non

L'entreprise fournira les études d'exécution complètes permettant d'attester que l'ensemble des éléments constitutifs de l'installation photovoltaïque résisteront aux conditions climatiques locales (contraintes neige et vents selon Eurocodes) et aux contraintes liées à la zone sismique du site.

IX.3. Caractéristiques

De raccordement

Ce projet est destiné à une opération d'autoconsommation totale sans revente de surplus.

De l'ombrière

Le modèle d'ombrière proposé devra inclure, au minimum, un brise-vue positionné au niveau du premier et du dernier pilier.

IX.4. Modules photovoltaïques et système d'implantation

Norme IEC, certifications

Les modules photovoltaïques devront satisfaire aux exigences de la norme IEC 61215 (silicium cristallin). Un certificat de conformité émanant d'un organisme agréé devra être présenté.

Caractéristiques

Les caractéristiques nominales suivantes des modules seront données lors de la soumission :

- Tension de circuit ouvert (Vco en V),
- Courant de court-circuit (Icc en A),
- Tension et courant au point de puissance maximale (Vpm et Ipm),
- Le nombre de cellules et leur technologie,
- Les coefficients de température sur la puissance en % /°C,
- Les coefficients de température sur la tension et courant,
- La NOCT (TUC),
- Le nombre de diodes de by-pass (au moins une toutes les 20 cellules),
- Tension maximale d'utilisation,
- Courant inverse maximum admissible,
- Poids et dimensions,

La tolérance sur la puissance des modules ne devra pas être négative.
Les modules photovoltaïques devront résister aux conditions climatiques suivantes :

- Température des modules : -40°C à +85°C,
- Humidité relative de 100 %.

Évaluation environnementale

L'évaluation carbone simplifiée des modules proposés devra être **inférieure ou égale à 740 kgCO2/kWc**. La méthode utilisée pour cette évaluation carbone sera celle proposée en **Annexe 6 de l'arrêté tarifaire du 6 octobre 2021 dit « S21 »**.

La valeur de l'évaluation carbone simplifiée devra être justifiée par un **Certificat Evaluation Carbone Simplifiée** (faisant référence à la méthodologie citée ci-dessus) **à fournir dans l'offre de l'entreprise**.

Capteurs en réserve :

Vue l'évolution rapide des technologies de modules, la quantité de modules fournie inclura un stock de sécurité pour maintenance (voir DPGF), égal à 5 modules supplémentaires. Ces capteurs seront stockés dans un dépôt technique du CNRS.

IX.5. Garanties, certifications et assurances

Les modules photovoltaïques bénéficieront d'une **garantie produit de 20 ans minimum**. Ils bénéficieront également d'une **garantie de performance minimale de 80% au bout de 25 ans**.

L'entreprise devra fournir dans son offre (ou s'engager à fournir) le document ATEC, ATEX, ETN en cours de validité attestant de l'assurabilité du système proposé en cohérence avec la référence du module proposé et le certificat d'assurance décennale de l'entreprise.

Réception des modules

A la livraison, un premier contrôle devra être effectué par l'entreprise :

- Contrôle visuel de l'aspect général de chaque palette,
- Vérification du type et de la puissance des modules photovoltaïques,
- Bons de livraison du transporteur

Les modules PV jugés défectueux, seront évacués dans un centre de traitement agréé PV Cycle (SOREN) et remplacés.

Le stockage des modules photovoltaïques avant l'installation devra respecter la notice de stockage et d'installation du fabricant de modules

Conditions de mise en œuvre

Les générateurs photovoltaïques en ombrière seront implantés en respectant les **critères généraux d'implantation** (annexe 2 du décret du 6 octobre 2021).

ANNEXE 2

Critères généraux d'implantation

1. Une installation photovoltaïque respecte les critères généraux d'implantation lorsqu'elle remplit l'une des conditions suivantes :

1.1. Le système photovoltaïque est installé sur une toiture d'un bâtiment ou d'un hangar ou sur une ombrière et le plan du système photovoltaïque est parallèle au plan des éléments de couverture environnants ;

1.2. Le système photovoltaïque est installé une toiture plate d'un bâtiment ou d'un hangar ou sur une ombrière plate (pente inférieure à 5 %) ;

1.3. Le système photovoltaïque remplit une fonction d'allège, de bardage, de brise-soleil, de garde-corps, d'ombrière, de pergolas ou de mur-rideau.

Extrait de l'arrêté tarifaire du 6 octobre 2021 – Annexe 2

Les systèmes de montage proposés devront permettre la dépose et le remplacement éventuels de chaque module individuellement.

Les structures d'assemblage et de support des modules, seront étudiées pour résister aux conditions climatiques locales définies selon les règles "Neige et Vents" et Eurocodes.

Toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées dans un (des) matériau(x) résistant(s) à la corrosion du type aluminium ou acier inoxydable ou polymères. On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique. Toute la visserie utilisée sera également inoxydable.

L'ensemble des structures métalliques de support des modules, les bacs d'étanchéité métalliques, les châssis des modules, ainsi que les chemins de câbles métalliques et l'ensemble des enveloppes métalliques de l'installation seront reliés à une liaison équipotentielle, elle-même reliée à la barrette générale de terre de l'installation.

L'entreprise devra la continuité de la liaison équipotentielle jusqu'à la barrette de terre du TGBT de l'installation et l'interconnexion à la barrette générale de terre du bâtiment.

Documents à fournir

Les certificats de tests IEC, les flash-tests en sortie usine de chaque module seront fournis. Ils indiqueront les puissances, courants et tensions au point de fonctionnement optimal dans les conditions STC, les courants de court-circuit et les tensions de circuit-ouvert. Aucun module ne devra avoir une puissance inférieure à la puissance nominale donnée dans la documentation du constructeur. L'entreprise s'engage à respecter les domaines d'emploi de la certification retenue. A défaut, l'entreprise devra justifier la validité du projet auprès du bureau de contrôle. Dans tous les cas, la garantie décennale devra être apportée au Maître d'ouvrage.

IX.6. Câblage DC

Mise en série/parallèle, boîtes de jonction

Les modules branchés en série seront appariés par courant. En cas de mise en parallèle des modules, des boîtes de jonction seront utilisées à cette fin et implantées au plus proche de ces derniers. L'emplacement de chaque module devra être communiqué lors de la réception de l'installation et devra figurer sur le plan de calepinage du DOE.

Au niveau du champ photovoltaïque, la surface de boucles de conducteur sera à minimiser. De même les conducteurs actifs et le conducteur de masse seront joints de façon à limiter les boucles d'induction.

Les câbles des liaisons DC circulant sous les modules devront soit cheminer dans des chemins de câble ou goulottes, soit être fixés tous les 50cm aux lisses métalliques de la structure d'intégration.

Le câblage des installations sera effectué de manière à réduire les pertes par ombrages et devra être validé par le MOE avant mise en œuvre.

Caractéristiques et dimensionnement des câbles DC

Tous les câbles DC auront les caractéristiques suivantes :

- Conformité à la norme NF EN 50618,
- Câbles mono conducteurs d'isolement équivalent à la classe II,
- Câbles au minimum du type C2 (non propagateurs de la flamme),
- Température admissible sur l'âme d'au moins 90°C en régime permanent,
- Pour les câbles soumis aux conditions extérieures : câbles résistants aux UV, résistants aux intempéries et à la corrosion (conditions externes AN3).

Les câbles seront dimensionnés de manière à respecter le guide UTE C 15-712-1. **La chute de tension se limitera à 1% côté DC** entre les modules et l'onduleur. Le courant admissible dans le câble sera validé **par une note de calcul** en fonction des modes de pose et des cheminements réalisés.

Les connexions seront assurées par des connecteurs débrochables de classe II avec détrompeur et polarité clairement identifiée. Les connecteurs seront de même type et de même marque lors de chaque connexion mâle/femelle tout le long de la chaîne à courant continu.

L'ensemble des câbles seront équipés d'un repérage durable « tenant-aboutissant »

Les câbles seront d'un seul tenant et donc sans rallonges. La MOA et la MOE pourront demander à l'entreprise de reprendre son câblage si celui-ci n'est pas continu.

IX.7. Boîtes de jonction DC

Les boîtes de jonction, lorsqu'elles sont requises, devront respecter les caractéristiques suivantes :

- Indice de protection IP55 minimum, IP 65 si elles sont en extérieur,
- Dispositions constructives mises en œuvre pour éviter tout risque de court-circuit entre polarités,
- Utilisation de la classe II ou par isolation équivalente,
- Ouverture avec un outil,

- Dispositif de sectionnement sur chaque entrée (par connecteur DC en entrée de boîte de jonction),
- Un bornier de raccordement,
- Au-delà de la mise en parallèle de deux chaînes, chacune d'elles devra être munie d'un dispositif de protection contre les surintensités qui sera dimensionné suivant les règles du guide UTE C 15-712-1,
- Interrupteur-sectionneur bipolaire DC par boîte de jonction, de catégorie d'emploi DC21B minimum,
- Si nécessaires, parafoudres DC conformes à la norme EN 50539-11,
- Dans les ERP, un système de coupure d'urgence de la liaison DC est mis en place, piloté à distance depuis une commande regroupée avec le dispositif de coupure de la partie AC.

Les boîtes de jonction et l'appareillage intégré seront conformes au guide UTE C 15-712-1. Elles devront comporter des étiquettes de repérage réglementaires.

Elles seront positionnées de manière à être facilement accessibles pour la maintenance et l'exploitation.

IX.8. Coffrets DC

Les coffrets DC seront placés à proximité des onduleurs. Ils seront implantés, suivant les cas, dans un local technique ou en extérieur.

Ils devront respecter les caractéristiques suivantes :

- Indice de protection IP55 minimum, IP 65 minimum s'ils sont installés en extérieur,
- Dispositions constructives mises en œuvre pour éviter tout risque de court-circuit entre polarités,
- Utilisation de la classe II ou par isolation équivalente,
- Ouverture avec un outil,
- Dispositif de sectionnement sur chaque entrée,
- Interrupteur-sectionneur bipolaire DC par coffret DC, de catégorie d'emploi DC21B minimum, dimensionné suivant les règles du guide UTE C 15-712-1,
- Parafoudres DC conformes à la norme EN 50539-11 dimensionné suivant les règles en vigueur.

Les coffrets DC et l'appareillage intégré seront conformes au guide UTE C 15-712-1. Ils devront comporter des étiquettes de repérage réglementaires.

Ils seront positionnés de manière à être facilement accessibles pour la maintenance et l'exploitation.

IX.9. Onduleurs

Normes

Les onduleurs devront respecter les normes suivantes :

- NF C 15 100 pour le raccordement BT,
- DIN VDE 0126-1-1/A1 pour le découplage réseau,
- CEI 61 000 – 3 – 2 pour la compatibilité électromagnétique,
- CEI 61 000 – 3 – 4 ou – 12 relative aux harmoniques, selon le courant maxi par phase qu'admet l'onduleur,
- Compatibilité électromécanique : EN 50081 partie 1,
- Conformité au réseau : EN 60555,
- Antiparasitage : EN 55011 groupe 1, classe B,
- Régulation de la tension, sécurité électrique : DIN EN 50178 (VDE 0160).

Caractéristiques, performances

Les informations suivantes devront être fournies :

- Puissance nominale,
- Puissance maximale,

- Plage des tensions d'entrée,
- Courant maximal d'entrée,
- Rendement nominal,
- Rendement européen,
- Courbe de rendement fonction de la charge et de la tension d'entrée,
- Consommation en veille,
- Dimensions et poids.

Le rendement maximal des onduleurs devra être supérieur à 98%, leur rendement européen devra être supérieur à 97%.

Garanties

Les onduleurs devront être **garantis 10 ans au minimum**. Si cette garantie n'est pas de base, une extension de garantie devra être comptée dans l'offre.

Fonction de découplage

Les installations seront obligatoirement équipées d'un système de découplage qui a pour objet de permettre de déconnecter instantanément le générateur photovoltaïque en cas de défaut ou de coupure d'alimentation électrique sur le réseau, afin de protéger les personnes qui pourraient travailler sur des portions de réseau en travaux, ou en cas de variations de la tension ou de la fréquence supérieures à celles spécifiées par le distributeur. Cette protection de découplage pourra être intégrée à l'onduleur (**puissance totale des onduleurs installés n'excédant pas 250 kVA**), ou externe. Dans ce dernier cas, l'entrepreneur fournira le schéma de réalisation de ce dispositif (y compris adaptations nécessaires au niveau du PDL du site).

Dimensionnement

L'entreprise veillera à la bonne adéquation de la puissance du champ photovoltaïque et de la puissance de l'onduleur. Le rapport entre la puissance de l'onduleur et la puissance nominale du champ photovoltaïque devra être compris entre 0,85 et 1,1 sauf exception validé par le MOE. L'onduleur devra être capable d'accepter la tension et le courant maximal du champ photovoltaïque. Les tensions et courants admissibles dans des conditions de température et d'éclairement extrêmes seront vérifiés.

Les différentes chaînes de modules seront branchées sur des entrées indépendantes de l'onduleur afin d'optimiser le fonctionnement de la centrale.

Documents à fournir

Il sera fourni les éléments suivants :

- Synoptique électrique unifilaire du branchement des modules photovoltaïques sur chacun des onduleurs,
- Fiches techniques détaillée des onduleurs (manuels d'installation et d'utilisation),
- Un certificat de conformité aux normes citées dans le présent document, en particulier celles exigées par Enedis.
- Certificat de conformité VDE 0126-1-1/A1 VFR2019 (découplage).

IX.10. Chemin de câble et goulottes

L'entreprise dimensionnera les chemins de câbles et goulottes pour qu'après achèvement des travaux, au moins 30 % de leur capacité reste disponible.

Les chemins de câbles recevant les liaisons perturbatrices seront particulièrement raccordés aux masses, entre eux, aux armoires électriques, aux équipements, etc.

Les câbles seront soigneusement nappés, rangés et fixés dans les chemins de câbles. Les chemins de câbles seront capotés.

Le cas échéant, les câbles DC et AC chemineront dans des conduits distincts (ou équipés d'une séparation physique).

Les câbles de puissance et de communication chemineront dans des conduits distincts ou des compartiments de goulottes distincts.

En extérieur, les chemins de câbles et goulottes disposeront d'une protection UV.

Les chemins de câbles devront également s'intégrer visuellement le mieux possible à la façade. Notamment, le matériel devra être d'un coloris semblable à celui des façades (coloris à définir en accord avec le MOA).

IX.11. Câblages AC et Raccordement au réseau ENEDIS

Coffret AC

Le coffret AC sera d'un indice de protection minimum IP 65. Il sera implanté, suivant les cas, dans un local technique ou en extérieur.

Il sera équipé d'un disjoncteur avec protection différentielle 300mA en sortie de chaque onduleur et un dispositif de coupure et de sectionnement général en sortie de tableau sur le départ vers le réseau.

Les appareillages devront être dimensionnés pour un courant d'emploi correspondant au courant maximal de sortie des onduleurs.

La nécessité d'installer un parafoudre AC et le dimensionnement du parafoudre sera réalisé conformément à la norme NF C 15 100. Le parafoudre installé sera conforme à la norme NF EN 61643-11. Le parafoudre sera protégé par un disjoncteur ou fusible spécifique en amont.

Les appareillages du coffret AC porteront des étiquettes de repérage et de signalisation conformes au guide UTE C 15-712-1.

Nota : En présence de paratonnerre les parafoudres AC doivent être de type I.

Câblage AC

Les câbles seront dimensionnés pour que l'intensité les traversant n'excède jamais 80 % de l'intensité admissible, pour 40°C de température ambiante et dans les conditions de pose déterminées par les normes en vigueur.

Pour les disjoncteurs dont le réglage du courant thermique est possible, les câbles seront dimensionnés pour la valeur maximale du déclencheur magnétothermique du disjoncteur.

Les câbles seront dimensionnés de sorte à respecter une chute de tension de 1 % dans les conditions STC entre les onduleurs et le TGBT (en autoconsommation) ou entre les onduleurs et le PDL (en injection réseau). L'entreprise fournira la note de calcul justifiant la section de câble employée.

Les câbles mis en œuvre seront adaptés à une utilisation en extérieur (de type HO7 RNF pour câbles souples ou U 1000 R2V pour câbles rigides).

L'ensemble des câbles seront **équipés d'un repérage durable « tenant-aboutissant ».**

Les câbles seront d'un seul tenant et donc sans rallonges. La MOA et la MOE pourront demander à l'entreprise de reprendre son câblage si celui-ci n'est pas continu.

Raccordement au réseau

L'entreprise devra l'ensemble des travaux nécessaires au fonctionnement, au raccordement et à la mise en service de l'installation jusqu'au TGBT PT1, y compris fourniture.

Les tranchées sont à la charge du présent lot.

Lors de la pose de fourreaux, un fourreau supplémentaire (libre) sera installé. Les fourreaux seront aiguillés et bouchés aux deux extrémités.

IX.12. Coupure d'urgence des installations, signalisation

Des coupures d'urgences seront installées :

- Au niveau de l'accueil du bâtiment,
- Et à proximité de l'armoire du local PV.

La coupure d'urgence du circuit AC peut être réalisée soit au niveau du coffret AC situé à proximité de l'onduleur, au niveau du disjoncteur de tête de l'installation PV dans le TGBT du bâtiment.

L'ensemble des équipements seront installés à l'extérieur du bâtiment.

- Le cheminement des câbles DC s'effectue en extérieur (avec protection mécanique) et ne pénètrent pas à l'intérieur des bâtiments,
- Le positionnement des onduleurs est également à l'extérieur (directement sur la structure de l'ombrière),
- Si le cheminement des câbles DC s'effectue en intérieur jusqu'au local onduleur alors les câbles DC doivent être placés dans un cheminement technique protégé, de degré coupe-feu égal au degré de stabilité au feu du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes.

Conformément à l'instruction technique du SDIS, ces dispositions sont considérées comme une solution équivalente à la coupure d'urgence des circuits DC.

Les emplacements des composants du système photovoltaïque seront signalés sur les plans du bâtiment, destinés à faciliter l'intervention des secours.

Les principaux composants constituant l'installation photovoltaïque devront être identifiés par des étiquetages réglementaires et durables, et repérés de manière durable en correspondance avec les plans et schémas de l'installation :

- Boîtes de jonction,
- Coffrets DC et AC,
- Câbles DC et AC (tenant et aboutissant, avec repérage des polarités pour les câbles DC) ;
- Onduleurs,
- Dispositifs de protection et sectionnement,
- Disjoncteurs de branchement,
- Dispositifs éventuels de coupure pour intervention des services de secours.

IX.13. Monitoring

L'entreprise aura à sa charge la fourniture, la pose, le câblage et le paramétrage d'un système de monitoring assurant la récupération, la communication, le stockage et la visualisation des données de **production et d'injection réseau**, de l'installation ainsi que leur analyse.

Le système de monitoring sous-entend **les matériels de mesure, d'acquisition et de communication** des données de l'installation, datalogger, ou matériel assimilé, installé sur le site de la centrale.

Le système de monitoring devra transmettre les données à un portail web unique **indépendant des fabricants d'équipements** (onduleurs et datalogger), afin de permettre l'affichage de l'ensemble des installations en simultané. Le portail Web devra pouvoir être configuré pour différents niveaux d'accès en fonction du public visé (gestionnaire, utilisateur, public ...). Il devra pouvoir envoyer des alertes paramétrables en cas de pannes.

L'entreprise intègrera également dans son offre **2 années d'abonnement** à un service de communication des données et d'accès au portail web.

L'offre intègrera si nécessaire (à préciser) une **antenne et une rallonge** à installer à l'extérieur de l'armoire/local PV pour améliorer la qualité de la communication.

D'une manière générale, toutes les démarches de câblage, de configuration, de connexion et de mise en service du monitoring sont à la charge de l'entreprise et elle devra se rapprocher de l'équipe courant faible du CNRS pour des raisons de compatibilité. Il devra intégrer la GTC/GTB existante de type Niagara 4 HTML 5.

Les données du monitoring doivent être compatibles avec la GTC/GTB du CNRS.