

CENTRE DE BIOLOGIE STRUCTURALE DE MONTPELLIER



EXTENSION ET RENOVATION DU BATIMENT EXISTANT

CCTP PHASE DCE

Lot n° 14 – Electricité Générateur photovoltaïque

| Date | Indice | Rédacteur | Modifications | Remarques |
|------------|--------|-----------|---------------|-----------|
| 11/04/2025 | 0 | R. DUCA | | |
| | | | | |
| | | | | |

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 14 - 1. DEFINITION DES OUVRAGES..... | 3 |
| 14 - 2. ETENDUE ET LIMITES DES FOURNITURES ET TRAVAUX | 3 |
| 14 - 2.1. GESTION DES DECHETS | 4 |
| 14 - 2.2. FOURNITURE ET TRAVAUX A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE | 4 |
| 14 - 2.3. FOURNITURE ET TRAVAUX PARTICULIERS A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE | 5 |
| 14 - 2.4. TRAVAUX NON COMPRIS | 5 |
| 14 - 2.5. DOCUMENTS A REMETTRE PAR L'ENTREPRISE | 6 |
| 14 - 3. NORMES ET REGLEMENTS A OBSERVER | 6 |
| 14 - 4. HYPOTHESES ET BASES DE CALCULS | 7 |
| 14 - 5. DESCRIPTION DES TRAVAUX | 9 |
| 14 - 5.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE | 9 |
| 14 - 5.2. NATURE DES PRESTATIONS..... | 11 |
| 14 - 5.3. SPECIFICATIONS GENERALES | 14 |
| 14 - 6. MISE EN SERVICE, ESSAIS, RECEPTION, GARANTIES | 19 |

14 - 1. DEFINITION DES OUVRAGES

Le présent descriptif a pour objet de définir les travaux d'installation électrique photovoltaïque du projet d'extension et rénovation du bâtiment INSERM CBS - 29 Rue de Navacelles, 34090 Montpellier.

L'opération sera réalisée en deux phases distinctes et successives :

- **Phase 1** : construction d'un bâtiment en extension sur 2 niveaux
- **Phase 2** : construction d'une extension partielle en R+1 et réaménagement du rez-de-chaussée existant.

Les travaux concernent la réalisation d'une installation de production d'électricité par générateur photovoltaïque en autoconsommation constitué principalement :

- De champs photovoltaïques, montage en sur toiture. Panneaux technologie monocristallin, pour une puissance totale de 22,8 KWc.
- Des onduleurs adaptés à l'autoconsommation.

En se chargeant d'exécuter les travaux définis au présent descriptif, l'entreprise prend l'entière responsabilité des installations. Les descriptifs, plans et schémas état fournis pour bien préciser ce que l'on désire, l'entreprise fera toutes les observations utiles avant commencement des travaux, elle restera responsable devant le Maître d'Ouvrage de tous vices de matières, défauts et malfaçons.

L'entreprise est invitée à se rendre sur les lieux pour évaluer toutes les sujétions et notamment, les travaux à réaliser sur les installations existantes.

14 - 2. ETENDUE ET LIMITES DES FOURNITURES ET TRAVAUX

La conception, le type, la mise en œuvre et le fonctionnement de l'installation sont indiqués sur le CCTP, et les plans. Ces documents se complètent mutuellement et sont à considérer dans leur intégralité. Chaque indication, description ou directive figurant sur l'un de ces documents s'applique à toutes les fournitures et tous travaux correspondants et doit être observée au cours de l'exécution, qu'elle figure ou non dans un tout autre document.

L'entrepreneur est tenu d'examiner, avant la présentation de son offre, tous les documents relatifs aux travaux à réaliser, et devra se mettre parfaitement au courant de toutes les conditions de l'exécution. Il est bien entendu que toutes les fournitures, façons et accessoires même non mentionnés, mais nécessaires au parfait achèvement des ouvrages pour l'obtention d'une réalisation en parfait état de fonctionnement des équipements de l'ensemble de l'opération, sont prévus. Aucune incompréhension prétendue quant à l'étendue, type ou qualité des installations à considération, la remise de son offre impliquant l'accord du soumissionnaire sur toutes les directives, conditions et point exposés. Toutes dérogations aux stipulations du présent CCTP ne peuvent être apportées que par ordre signé du Maître d'Ouvrage.

14 - 2.1. GESTION DES DECHETS

Suivant préconisation du CCTP lot .00 'Prescriptions communes'.

Entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2021, le décret n° 2020-1817 du 29 décembre 2020 portant sur les « informations des devis relatives à l'enlèvement et la gestion des déchets générés par des travaux de construction, de rénovation, de démolition de bâtiments et de jardinage et des bordereaux de dépôt de déchets » et applicable à l'opération objet de cette consultation.

Le décret est pris pour l'application de l'article 106 de la loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire. Le décret introduit des dispositions réglementaires de façon que les maîtres d'ouvrage puissent s'assurer de la bonne gestion des déchets issus de leurs chantiers, dont ils sont responsables au titre de l'article L. 541-2 du code de l'environnement. Ces dispositions réglementaires sont : la formalisation de lignes déchets dans les devis rédigés par les entreprises et les professionnels du bâtiment ainsi que par les entreprises et les professionnels du jardinage préalablement à la réalisation de travaux de construction, de rénovation et de démolition de bâtiments et des travaux de jardinage.

Les devis doivent spécifier en détail les coûts associés aux modalités d'enlèvement et de gestion des déchets.

Ils doivent également mentionner les installations dans lesquelles les déchets seront déposés en fonction de leur typologie. En outre, le décret introduit une obligation pour le ou les centres de collecte des déchets de délivrer à titre gracieux un bordereau de dépôt des déchets. Il renforce ainsi les conditions de traçabilité des déchets.

Le présent lot devra prévoir le traitement des déchets générés par ses travaux. Il devra donc faire figurer sur son offre/proposition de prix, remise en réponse à la consultation, une mention détaillant les coûts associés aux modalités d'enlèvement et de gestion des déchets.

Cette mention doit indiquer :

- Une estimation de la quantité totale de déchets produits par l'entreprise pendant le chantier,
- Les modalités de gestion et d'enlèvement de ces déchets, et notamment la nature des déchets pour lesquels une collecte séparée est prévue,
- Le ou les points de collecte où l'entreprise prévoit de déposer les déchets issus du chantier,
- Une estimation des coûts associés à la gestion des déchets.

14 - 2.2. FOURNITURE ET TRAVAUX A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

Sont à la charge de l'entreprise du présent lot :

- Les études, notes de calculs et plans d'exécution.
- La participation à la cellule de synthèse.
- L'établissement des plans de réservation et percements pour passage éventuel des canalisations et pose de boîtiers dans les ouvrages de maçonnerie à créer.
- Tous travaux prévus au PGC concernant le présent lot.
- La mise en place des installations suivant le planning établi par le Maître d'œuvre avec les autres corps d'état.
- Les scellements pour support des installations, si leur exécution n'était pas correcte, elle serait assurée par l'entreprise de Gros Œuvre aux frais de l'entreprise du présent lot.

- La protection des approvisionnements et équipements en place durant les travaux.
- Le nettoyage des locaux après intervention.
- L'évacuation de tous ses déchets, y compris toutes sujétions.
- Les essais et réglages des installations.
- Les notices techniques et références des équipements installés (en deux exemplaires).
- L'assistance à la réception des installations.
- Les travaux nécessaires pour la levée des resserres de réception.
- La formation du personnel d'exploitation des installations.
- Tout ce qui est nécessaire d'une manière générale, à la bonne marche des installations.
- **Tous travaux liés à la sécurité des personnes et imposés par les services de préventions et le CSPS.**
- **Les démarches administratives auprès du gestionnaire de réseau.**

L'entrepreneur du présent lot est censé avoir pris connaissance de l'intégralité des travaux des autres corps d'état et de ce fait, apprécier pleinement toutes les incidences en découlant, susceptibles :

- De concerner ses prestations tant qualitativement que quantitativement.
- D'imposer un certain mode d'exécution de ses ouvrages dans le contexte de l'ordonnancement général des travaux des autres corps d'état.

Dans la mesure où la conception de ses ouvrages propres peut amener une incidence sur les prestations d'un ou plusieurs autres corps d'état, l'entrepreneur du présent lot devra assumer les différences estimatives sans que le Maître d'Ouvrage en ait à supporter les conséquences.

14 - 2.3. FOURNITURE ET TRAVAUX PARTICULIERS A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

Sont également à la charge de l'entreprise du présent lot :

- Les structures amovible supports de panneaux.
- Les percements pour les réservations qui n'auraient pas été donnés en temps utiles et les calfeutrements avec des matériaux compatibles avec ceux des parois.
- Les percements dans les planchers et murs pour passage des réseaux.
- La peinture primaire de protection de tous les éléments des installations.
- L'évacuation de tous ses déchets, y compris toutes sujétions.

14 - 2.4. TRAVAUX NON COMPRIS

Les travaux qui suivent ne sont pas à la charge de l'entreprise du présent lot :

- Les reprises de peinture après rebouchage.

14 - 2.5. DOCUMENTS A REMETTRE PAR L'ENTREPRISE

Pour approbation

Avant toute exécution, les plans, schémas seront soumis pour validation au Maître d'ouvrage et au contrôleur technique.

- Plans d'exécution et notes de calculs avant exécution et soumises au contrôleur technique.
- Détails d'exécution de chantier.
- Planning des approvisionnements et du montage avec effectifs d'intervention et noms des responsables.
- Plans de réservation à l'échelle.
- Plans détaillés au 1/20ème d'assemblage et passage particulier.

Pour approbation à la réception

Dossier de fin d'affaire (DOE) en papier et au format informatique (DWG et PDF) suivant demande du CCTP lot 0 et comprenant :

- Les notes de calculs électriques (Au format PDF et Canéco), comprenant le tableau des sélectivités avec l'arborescence unifilaire générale pour la corrélation des protections électriques associées
- Les schémas électriques (au format PDF et Autocad), avec les nomenclatures appareillages, carnets de câbles, borniers, implantation des appareillages (TGBT, TD, ...),
- Les synoptiques de distribution électrique (Au format Pdf et Autocad),
- Les plans d'implantation de tous les équipements
- Les plans de câblages avec indications des tenants-aboutissants
- Les notes de calculs d'éclairement des locaux (E Moy, E Min, E Max, Uniformité, ...),
- Le plan d'implantation des chemins de câbles et des boîtes de raccordement repérées (Au format Pdf et Autocad),
- Les fiches d'autocontrôle,
- La documentation technique et d'exploitation des équipements,
- Le plan VRD d'implantation des fourreaux,
- Rapport du contrôleur technique (Contrôle fin de travaux et VIEL).

Les notes de calcul devront être présentées dans la version du CHU et de la dernière version ALPI.

Dans le cas où les fiches d'autocontrôle ne seraient pas exhaustives ou ne représentent pas la réalité de l'installation, le maître d'ouvrage pourra missionner le bureau de contrôle pour réaliser l'ensemble de ces contrôles au frais et à la charge du titulaire du lot concerné.

14 - 3. NORMES ET REGLEMENTS A OBSERVER

Les travaux seront réalisés conformément aux normes, lois, arrêtés, DTU et autres textes réglementaires en vigueur à la date de signature des marchés et notamment :

- Règles de sécurité des organismes locaux de prévention (SDIS).
- Guide UTE 15712-1 (juillet 2013).
- A la norme NFC 14.100 et ses additifs de mise à jour.
- A la norme NFC 15.100, mise à jour 2003-2004.

- A la norme NF-EN 61.215 d'août 2005 (produits silicium Cristallins).
- A la norme IEC 61.730 d'octobre 2004 (qualification pour la sûreté du fonctionnement).
- Au guide UTE C - 15.476 « Guide Pratique du sectionnement et de la coupure ».
- Au guide UTE C-15.103 « Choix des matériels électriques en fonction des influences externes ».
- Norme NFC 15105 et 15106.
- Norme NFC 17100 « Protection contre la foudre ».
- Au décret N° 88.1056 du 14 novembre 1988 « Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre les courants électriques » et sa circulaire d'application DRT - 89.2 du 6 février 1989, modifié par décret N° 95-608 du 6 mai 1995.
- Au décret N° 77.1321 du 29 novembre 1977 modifié par décret N° 82.150 du 10 février 1982 fixant les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure.
- Au code de la construction.
- Aux normes françaises lorsqu'elles existent pour ce qui concerne le matériel et sa mise en œuvre.
- Guide ADEME n° 5047 de juin 2004.
- NFC 57.100, 101, 102, 103 + CEI 61125, 61646 (aptitude à l'emploi).
- Sécurité des capteurs dans l'ouvrage : NV 65 – DTU P06-002 ; CB 71 DTU P21-701 ; CM 66 DTU P22-701 ; AL DTU P22-702 ; PS 89 NFP 06-014 ; ISO 7599.

NOTA : Les références aux documents énoncés ci-dessus ne constituent pas une liste limitative.

14 - 4. HYPOTHESES ET BASES DE CALCULS

Tensions mises en œuvre

Les tensions mises en œuvre, de classe BT, seront celles délivrées par EDF, soit :

- 230 V entre phase et neutre.
- 400 V entre phases.

Le conducteur de neutre sera distribué dans toute l'installation.

Régime du neutre

Le régime du neutre sera de type TT.

Echauffement

Compte tenu de la température du milieu dans lequel sont placés les canalisations et appareillages, les intensités admissibles compatibles avec l'échauffement seront celles indiquées par la norme C 15.100 et les recommandations des constructeurs.

Chutes de tension

En dehors de toute valeur numérique, celles-ci ne devront jamais dépasser une limite qui soit incompatible avec le bon fonctionnement au démarrage et en service normal, de l'utilisation alimentée par la canalisation intéressée.

La chute de tension maximale entre l'origine de l'installation B.T. et le dernier point d'utilisation ne devra pas excéder les valeurs ci-après :

- Courant Alternatif (CA) : 1 %
- Courant Continu (CC) : 1 % à I_{sc} (STC)

Pouvoir de coupure

Les appareils utilisés pour la protection et la coupure des différents circuits devront être compatibles avec le courant de court-circuit possible en régime de crête.

Coefficient de simultanéité

La détermination de la section des conducteurs sera calculée conformément aux guides pratiques UTE C 15-104 et C 15-105.

Sélectivité – Dispositifs différentiels

L'entreprise devra vérifier la coordination des dispositifs de coupure automatique pour qu'un défaut survenant en un point quelconque du réseau de distribution soit éliminé par le disjoncteur placé immédiatement en amont du défaut et par lui seul.

L'électricien devra également s'assurer, auprès des autres corps d'état techniques, de la nature et des calibres des protections à leur charge, pour éviter le double emploi ou mauvaise utilisation.

La sélectivité verticale des installations sur défaut d'isolement, sera obtenue par un déclenchement à deux niveaux de réglage.

- Disjoncteur différentiel temporisé en tête d'armoire générale BT.
- Disjoncteur différentiel à déclenchement instantané, sensibilité fixe, 300 ou 30 mA, selon le type des circuits, sur les départs secondaires.

L'électricien devra également s'assurer, auprès des autres corps d'état techniques, de la nature et des calibres des protections à leur charge, pour éviter le double emploi ou mauvaise utilisation.

Equilibrage – Facteur de puissance

L'entrepreneur est tenu de respecter, autant que possible, le bon équilibrage sur chaque phase à partir de tous les appareils de coupure et protection bipolaire ou tétrapolaire.

Toutes les dispositions seront prises pour que l'installation ait un facteur de puissance correct (supérieur à 0,92), et qu'en aucun cas, on obtienne une consommation excessive d'énergie réactive pénalisable par le distributeur ou pouvant amener des perturbations dans l'installation.

14 - 5. DESCRIPTION DES TRAVAUX

L'entreprise devra exécuter les travaux décrits ci-après suivant les plans généraux et les carnets de schémas joints.

Niveau des prestations

Les indications de marque et référence de matériel sont données pour fixer un niveau de qualité ou de performances. Si l'entrepreneur propose d'autres matériels que ceux préconisés, il devra justifier que les matériels proposés sont de qualité et performance équivalente.

Si les matériels proposés ne sont pas équivalents ou ne satisfont pas aux différentes exigences, l'entrepreneur sera tenu d'installer les matériels préconisés, sans majoration de son prix global et forfaitaire.

Matériel

Tout le matériel installé devra être neuf et livré en bon état sur le chantier.

L'entrepreneur devra prendre toutes les dispositions pour en assurer la protection et le maintien en bon état jusqu'à la réception des ouvrages.

Les matériaux, produits ou composants entrant dans cette installation devront répondre aux spécifications du CCAG, applicables aux Marchés Publics de travaux (Article 23.1).

NOTA : Les installations électriques des locaux à risques particuliers doivent être établies dans les conditions requises par la norme C15-100, pour les locaux présentant des risques d'incendie.

Les travaux concernent la réalisation d'une installation de production d'électricité par générateur photovoltaïque en autoconsommation, constitué principalement :

- De champs photovoltaïques, montage en sur toiture. Panneaux technologie monocristallin. Panneaux de 1,722 x 1,134 de 545 Wc unitaire pour une puissance totale de 22,8 kW, répartis sur deux champs :
 - Une partie sur toiture terrasse
 - Une partie sur toiture bac acier du LT CTA.
- De deux onduleurs adaptés à l'autoconsommation d'une puissance unitaire de 12 kVA.

Le champ de modules photovoltaïques est à installer avec une inclinaison 25° pour la toiture terrasse et suivant pente du bac acier pour le restant.

14 - 5.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Généralités

Les modules photovoltaïques transforment directement le rayonnement solaire en électricité. Le générateur photovoltaïque produit ainsi du courant continu transformé en courant alternatif via les onduleurs.

Ce courant alternatif est directement injecté sur le réseau au niveau du TGBT.

Mise en place d'un compteur d'énergie électrique permettant de comptabiliser l'énergie solaire produite en sortie des onduleurs. Un système d'acquisition de données permet également de visualiser tous les paramètres de fonctionnement de l'onduleur.

Un compteur d'énergie "général" sera installé dans le TD R+1 zone 4. Ce compteur comptabilisera l'énergie injectée par le générateur solaire sur l'installation. Le compteur devra avoir une sortie impulsionnelle + une sortie ModBus compatible avec la GTC (trend) du site.

En cas d'absence du réseau public, l'onduleur se déconnectera automatiquement.

Implantation des modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques seront implantés suivant plan EL.06 :

- Sur toiture terrasse de l'extension pour une partie
- Sur toiture bac acier du local technique CTA pour l'autre.

Les modules seront intégrés sur des structures galvanisées tubulaires fixés sur :

- Des plots de type SUN-BALLAST ou équivalent **avec interposition à chaque plot d'un tapis en gomme anti-UV pour protection de l'étanchéité existante** pour la partie installée sur la toiture terrasse.
- Des supports adaptés de type NOVOTEGRA ou équivalent pour la partie sur bac acier.

La structure et les plots de supportage des panneaux est à charge de l'entreprise titulaire du présent lot.

Etude des charges et surcharges sur les bâtiments

Quelles que soient les solutions de supportage envisagées, il sera nécessaire de vérifier l'adéquation des contraintes ci-dessous avec les modules photovoltaïques, le système de fixation et la structure porteuse.

La règle NV 65 modifiée de 2009 pour la Ville de Montpellier :

- Neige zone B2.
- Vent zone 3.

Equipements photovoltaïques

L'installation photovoltaïque se décompose de la manière suivante : deux générateurs de 12,5 kVA. Champs photovoltaïques constitués de panneaux monocristallins de 545 Wc unitaire comprenant deux chaînes : une de 24 panneaux sur toiture terrasse et une de 18 panneaux sur toiture du local technique CTA.

- Panneaux de marque LONGI type HI-MO LR5-72HBD-545m ou équivalent, répartition suivant plans. Liaisons entre panneaux et les onduleurs sur chemin de câble capoté en arrière des panneaux.
- Le coffret de coupure et protection courant continu en amont des onduleurs.
- Les onduleurs seront situés en toiture terrasse du bâtiment, en local technique CTA fixé sur support à la structure du local. Modèle agréé pour montage extérieur.
- Deux onduleurs adaptés à la connexion au réseau. Il y aura deux onduleurs triphasés identiques. Ces onduleurs seront de la gamme SYMO Advanced 12,5 kW de marque FRONIUS ou équivalent, ils seront dimensionnés pour être chargés entre 80 % et 95 %.
- Des coffrets DC (boîtier de jonction) comprenant des fusibles de chaînes, un interrupteur sectionneur et un parafoudre.
- Comptage général de l'énergie en sortie des onduleurs ; dispositif de coupure générale ; comptage générale de l'énergie produite et dispositif de coupure générale. Les onduleurs seront protégés des intempéries et du soleil **par la mise en œuvre d'une casquette métallique**, suffisamment dimensionner pour permettre une bonne protection, à charge du présent lot.
- Un contrôleur pour surveillance et contrôle à distance, compris toutes sujétions de raccordement.
- Les liaisons électriques entre l'onduleur et le TD R+1 extension, câble à raccorder sur borniers laissés à disposition par le lot Electricité pour la réinjection.
- Cheminement sur chemin de câble capoté en toiture dédié, crosse de toiture pour pénétration dans le local à charge du présent lot.
- Tout cheminement de réseaux PV sera capoté à l'extérieur.
- Un boîtier d'arrêt d'urgence à positionner, à proximité des boîtiers d'arrêt d'urgence BT. Il conviendra d'indiquer dans le TJ qu'il existe une source de courant photovoltaïque (écritures blanches fond rouge).

Tableau Divisionnaire PV (TD-PV)

Le Tableau Divisionnaire PV (TD-PV) regroupe :

- Un compteur d'énergie courant alternatif triphasé à impulsion, permettant de comptabiliser l'énergie provenant des onduleurs.
- Dispositif individuel de protection et de sectionnement des sources "onduleurs".
- Dispositif de coupure générale pouvant être consigné par cadenas.
- Implantation en toiture terrasse, suivant plans.

14 - 5.2. NATURE DES PRESTATIONS

Les équipements et leurs installations devront être conformes aux spécifications générales présentées ci-après.

Puissance des onduleurs adaptés à la puissance crête des différents champs.

Fourniture et pose d'une installation photovoltaïque complète, pour autoconsommation, suivant description ci-dessus et comprenant également :

- Les liaisons électriques avec le TGBT.
- Les liaisons électriques entre les différents composants, et interconnexion des masses par liaison équipotentielle de section minimum 25 mm² et interconnexion avec la prise de terre du bâtiment.
- Toutes sujétions de fixation et d'exécution.
- Les liaisons électriques entre panneaux et local technique onduleur seront réalisées sur chemin de câbles placés sous panneaux.
- La liaison électrique vers le TGBT bâtiment E sera réalisée par la gaine PV, puis par réseau sous-dallage jusqu'au bâtiment E et en plafond avec encoffrement CF1H jusqu'au jeu de barres du TGBT bâtiment E.
- Un afficheur digital à positionner à l'entrée du bâtiment, à portée de lecture depuis l'entrée, indiquant explicitement la puissance produite par le générateur (positionnement à h = 3 m, lisible à 10 m), l'énergie produite et la valeur équivalente en CO₂ non produite. Il sera possible de récupérer toutes ces informations et de les envoyer sur les écrans internes de communication à la place d'un afficheur digital (Suivant choix du Maître d'Ouvrage et de l'Architecte).

Dossier technique

- Pendant la période de préparation du chantier, le dossier d'exécution devra être fourni à la Maîtrise d'œuvre (plan de masse, implantation des matériels, schémas électriques et notices techniques de fonctionnement).
- Avant la réception des travaux, établissement d'un dossier technique avec les plans de récolement conformes aux travaux effectivement réalisés (plan de masse, implantation des matériels, schémas électriques et notices techniques de maintenance et de fonctionnement), à fournir en cinq exemplaires (dont un sous format DWG).

Dispositifs de protection de coupure

Chaque arrivée de câble provenant du champ photovoltaïque sera protégée au moyen d'une protection (disjoncteur) avec possibilité de sectionnement. Ces fonctions de protection pourront être assurées par l'onduleur. Ces dispositifs permettront d'isoler, le cas échéant, le champ photovoltaïque et l'onduleur du reste de l'installation.

En complément des fonctions assurées par l'onduleur, d'autres dispositifs sont indispensables au niveau de l'énergie courant alternatif, à savoir :

- Les dispositifs de protection et de sectionnement permettant d'isoler les composants de l'installation

- Les dispositifs de protection contre les surtensions
- La protection contre les surcharges et les courts-circuits
- Le dispositif de sectionnement avec le réseau (coupure visible, consignable par cadenas accessible en tout temps aux personnes autorisées ou aux pompiers), et autres équipements nécessaires pour assurer la sécurité au niveau de la connexion au réseau.

Coupure générale d'urgence de l'installation accessible par les services de prévention, aux deux entrées du bâtiment.

Le guide UTE C15-712-1 précise au §12.4 {Coupure pour intervention des services de secours} que si une coupure est exigée pour permettre l'intervention des services de secours, celle-ci doit pouvoir couper :

- L'alimentation de la consommation du bâtiment,
- Le circuit Courant Alternatif des onduleurs au plus près du point de livraison,
- Le circuit Courant Continu au plus près des modules PV.
- Les organes de commande de coupure doivent être regroupés, leur nombre doit être limité à deux et le séquençement de leurs manœuvres indifférents.

Cette coupure est exigée en cas de mise en œuvre d'une installation PV sur un bâtiment recevant du public (ERP) dont le permis de construire est instruit par le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) du secteur.

Les SDIS formulent une liste de prescriptions dont certaines peuvent concerner l'installation PV en projet. La plupart du temps, les SDIS se basent sur l'avis de la Commission Centrale de Sécurité du 5 novembre 2009 qui introduit deux dispositions qui ne sont pas traitées dans d'autres documents :

- La mise en place d'un cheminement d'au moins 50 cm de large autour des champs PV,
- La mise en place d'au moins une des dispositions suivantes qui sera précisée par le SDIS :
 - Une coupure d'urgence CC automatique au plus près des chaînes de modules PV photovoltaïques,
 - Le cheminement des câbles CC à l'extérieur du bâtiment,
 - Le positionnement des onduleurs à l'extérieur au plus près des modules,
 - Le positionnement des câbles CC dans un cheminement technique protégé de degré coupe-feu égal au degré de stabilité au feu du bâtiment,
 - Le cheminement des câbles CC uniquement dans le volume où se trouvent les onduleurs avec accessibilité restreinte.

Tout câble CC accessible cheminera sous protection mécanique.

Signalétique

Plusieurs signalétiques relatives à l'installation photovoltaïque seront mises en place :

- Un plan schématique de l'installation est apposé à proximité de l'AGCP de production.
- Les onduleurs portent un marquage spécifique
- Les organes de coupure disposent de signalétiques spécifiques.
- Signalétique informant les services de secours de(s) la disposition retenue(s).
- Les emplacements du ou des locaux techniques onduleurs sont signalés sur les plans du bâtiment destinés à faciliter l'intervention des secours.
- Le pictogramme dédié au risque photovoltaïque est apposé de façon visible sans ambiguïté :
 - À l'extérieur du bâtiment à l'accès des secours ;
 - Sur le plan du bâtiment destiné à faciliter l'intervention des secours ;
 - Aux accès aux volumes et locaux abritant les équipements techniques relatifs à l'énergie photovoltaïque ;
 - Sur les câbles CC tous les 5 mètres.

- La nature et les emplacements des installations photovoltaïques sont indiqués sur les consignes de protection contre l'incendie.

Implantation en toiture et en terrasse

Tout cheminement imposé de 0,90 m de largeur est laissé libre de tout organe photovoltaïque, exception faite des câbles, et ne comporte aucune installation factice. Les câbles installés sur ce cheminement sont regroupés en un minimum de points, et protégés mécaniquement.

Accessibilité à la toiture et en terrasse

La périphérie de la toiture est laissée libre de tout organe photovoltaïque, exception faite des câbles, sur une largeur praticable de 0,90 m.

Accessibilité aux installations techniques disposées en toiture et en terrasse

- Un cheminement d'au moins 0,90 m de largeur libre de tout organe photovoltaïque permet l'accès, y compris périphérique, aux installations techniques qui ne sont pas abritées dans un local (exutoires, moteurs de désenfumage, ventilations, etc.)
- Un cheminement d'au moins 0,90 m de largeur libre de tout organe photovoltaïque permet l'accès aux locaux situés en toiture abritant des installations techniques.

Solidité

A l'issue des travaux, il est fourni :

- Une attestation de bon montage établie par l'installateur. Cette attestation vise la bonne fixation et la résistance à l'arrachement des panneaux photovoltaïques sur la structure porteuse ou les éléments de construction supportant lesdits panneaux.
- Une attestation relative à la solidité à froid établie par un homme de l'art ou par un organisme agréé lorsque les dispositions réglementaires l'exigent.

Attestation de conformité

Les installations PV doivent désormais disposer d'une attestation de conformité pour permettre la mise en service de leur point de livraison. En effet, le décret du 22 mars 2010 modifiant celui du 14 décembre 1972 relatif au contrôle de la conformité des installations électriques impose cette attestation de conformité pour les installations de puissance inférieure à 250 kVA. L'arrêté du 6 juillet 2010 précisant les modalités du contrôle des performances des installations de production raccordées aux réseaux publics d'électricité en moyenne tension (HTA) et en haute tension (HTB) rend quant à lui obligatoire ce contrôle de conformité pour les installations de puissance supérieure à 250 kVA.

L'attestation de conformité a principalement comme référentiel le guide UTE C15-712-1 qui précise notamment les mesures à mettre en place pour limiter les risques de choc électrique et d'incendie :

- L'isolation renforcée du circuit à courant continu (Classe 2),
- L'utilisation de couples de connecteurs CC mâle femelle de mêmes types et de mêmes marques,
- La prise en compte d'une température élevée lors du dimensionnement des câbles et le calcul de la tenue en courant,
- La mise à la terre des cadres métalliques des modules PV,
- La mise en place d'une coupure d'urgence CC au plus près des onduleurs,
- Le dispositif de découplage automatique des onduleurs,
- La mise en place d'une protection différentielle pour les locaux à usage d'habitation,
- Une signalisation adaptée placée au niveau des organes de coupure...

14 - 5.3. SPECIFICATIONS GENERALES

Domaine d'application

Ce cahier a pour objet de rassembler les principales spécifications requises en matière de conception et d'installation de générateurs photovoltaïques raccordés sur le réseau de distribution publique.

Conditions de fonctionnement

Les équipements demandés sont généralement prévus pour être installés dans un lieu ne disposant pas de personnel qualifié dans les domaines mécanique et électrique.

Du matériel résistant, fiable, bénéficiant de solides références est donc demandé, 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.

Les conditions d'environnement propres au site devront être prises en compte pour le choix des matériaux et matériels utilisés.

Qualification des équipements

La conception, les matériaux et la qualité de fabrication des équipements devront être en conformité avec les normes correspondantes nationales ou internationales les plus récentes, notamment :

- CEI 61727/caractéristiques de l'interface de raccordement réseau des systèmes photovoltaïques.
- Projet en cours d'élaboration / WG3 « systèmes »
- Safety guidelines for grid connected PV systems mounted on buildings.
- Safety test procedures for utility grid connected photovoltaic inverters
- CEI 62116: Testing procedure - Islanding prevention measures for power conditioner used in grid-connected photovoltaic power generation systems

Tous les matériels, matériaux et équipements seront soumis à l'agrément du Maître d'Ouvrage et de son assistant technique.

L'entreprise indiquera clairement l'origine précise des matériels et matériaux utilisés.

Toutes les fournitures doivent être constituées de matériels neufs et de pièces neuves.

Spécifications techniques

Les installations des matériels et équipements seront réalisées selon les règles de l'art.

Il sera notamment apporté une attention particulière à la protection :

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

L'installation des principaux composants est soumise au respect des normes UTE.

Champ photovoltaïque

Modules

Les modules photovoltaïques avec ou sans cadre devront résister aux conditions ambiantes climatiques décrites ci-après :

- Température : - 40" à + 850C
- Humidité relative : jusqu'à 100 %
- Vitesse du vent : jusqu'à 190 Km/h
- Précipitations : pluie battante continue ou grêle (grêlons < 25 mm)

Ils devront satisfaire aux spécifications des essais du JRC ISPRA (laboratoire européen) et à ceux de la norme CEI 1215.

Les cellules photovoltaïques seront de type panneaux rigides standards, monocristallins.

Tous les modules proposés par le soumissionnaire devront être identiques ou interchangeables. Les cadres pour leur fixation, seront impérativement en aluminium anodisé ou acier inoxydable.

Les bornes seront en nombre suffisant pour permettre les reprises de câblage nécessaires pour les arrangements en série ainsi que l'utilisation de diodes ou tout autre moyen de protection, quand cela s'avère nécessaire. La polarité des bornes devra être clairement identifiée.

Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10 % ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés dans les spécifications du JRC ISPRA n° 503, implique l'échange des modules concernés.

Structures

La structure aluminium complémentaire des supports de panneaux est à charge de l'entreprise.

Cette structure sera positionnée sur les plots isolés du lot Etanchéité. Le titulaire du présent lot devra donner, en temps et en heure, la quantité et l'implantation des plots nécessaires.

Interconnexion des modules

Les modules seront interconnectés entre eux de façon à obtenir plusieurs branches, dont leur tension nominale globale sera compatible avec la tension nominale de service de l'onduleur retenu pour la connexion sur le réseau.

Les liaisons inter modules seront réalisées avec du câble souple, résistant au rayonnement ultraviolet et comportant une double isolation.

Le câblage des branches sera réalisé en tenant compte de la course du soleil et des potentielles ombres portées, afin de minimiser les pertes du générateur photovoltaïque.

Onduleur

Onduleur IP.65 minimum pour installation extérieure en terrasse, en ambiance maritime.

Pour raccorder une installation photovoltaïque au réseau public, il faut utiliser des onduleurs adaptés à la connexion réseau, ce qui suppose :

- La synchronisation avec le réseau ;
- Le déclenchement automatique en cas de défaut ou de panne du réseau ;
- L'enclenchement et le déclenchement automatiques de l'installation ;
- Un faible taux de distorsion (sinusoïde la plus parfaite possible) ;
- Aucune perturbation électromagnétique (parasites sur les ondes radio) ;

- Un degré de fiabilité élevé ;
- Un rendement élevé : > 90 % à la puissance nominale ; > 80 % à 10 % de la puissance nominale ;
- Une consommation à vide < 1 % de la puissance nominale (< 0,1 % en stand-by).

NOTA : Le ratio par onduleur sera compris entre 0,7 et 1, conformément aux recommandations de l'ADEME.

Les contraintes établies par le concessionnaire d'électricité devront être respectées (conditions techniques de raccordement). Celles-ci concernent surtout la limitation des effets secondaires admis sur le réseau ainsi que celle des harmoniques de même que la déconnexion automatique en cas d'arrêt du réseau.

Selon sa conception, certaines fonctions de sécurité spécifiques à la connexion au réseau pourront être assurées par l'onduleur, sans ajout de dispositifs de sécurité complémentaires, à savoir :

- Déclenchement automatique de l'installation en cas de défaut du réseau, de fluctuations de tension (0,85 Un et > 1,1 Un) ou de fréquence (> 0,2 Hz), de pannes dans les circuits de commande
- Protection contre les surcharges et les courts-circuits
- Sectionnement de la source courant continu provenant des modules.

Les performances des onduleurs respecteront les caractéristiques suivantes :

- Signal sinusoïdal avec très faible taux de distorsion harmonique : THD < 4 %
- Tension de sortie : 230 V +/- 5 %
- Fréquence : 50 Hz +/- 1 %
- Rendement à Puissance nominale (Pn) : > 95 % à la puissance nominale
- Rendement à 10 % de Pn : 90 %
- Consommation interne : < 7 W
- Consommation en stand-by : < 1 W

Les soumissionnaires devront préciser dans leur offre technique les caractéristiques suivantes de l'onduleur de leur choix :

- Tension nominale d'entrée avec tolérance
- Puissance nominale en régime permanent
- Rendement en fonction de la charge
- Consommation à vide et en stand-by
- Fréquence de sortie avec tolérance
- Tension de sortie avec tolérance
- Signalisation.

Tableau Divisionnaire PV (TD-PV)

L'interface entre l'installation de production photovoltaïque et le TGBT du bâtiment ou réseau de distribution est constitué du Tableau Divisionnaire PV (TD-PV), regroupant les câbles issus des onduleurs et d'un disjoncteur faisant office de limite de système.

Les composants assurant le contrôle de l'énergie courant alternatif seront regroupés dans un coffret étanche minimum IP.65 fermant à clé et comprenant :

- Sectionnement individualisé des sources par disjoncteurs,
- Protection contre les surintensités par disjoncteurs,
- Protection contre les surtensions transitoires, en particulier celles dues aux effets de la foudre,
- Dispositif de coupure générale pouvant être consigné par cadenas,
- Un compteur d'énergie à impulsion + ModBus courant alternatif permettant de comptabiliser l'énergie provenant des onduleurs.

Les composants et plus particulièrement les organes de protection devront être clairement identifiés à l'aide de repères conformes aux plans.

Câblage

Les spécifications générales à satisfaire par le présent projet d'équipement photovoltaïque sont celles qui concernent les installations électriques dans un Etablissement Recevant du Public (ERP) et les générateurs photovoltaïques.

L'objectif essentiel est de minimiser les dangers pour les personnes, ainsi que les dommages pouvant intervenir sur le système électrique connecté pendant l'exploitation et la maintenance, dans toutes les conditions de l'environnement du site.

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

L'ensemble des câbles de liaison utilisés en extérieur ou à l'intérieur du bâtiment répondra aux normes en vigueur (isolement, résistance aux ultraviolets, résistance mécanique, etc.), de même que les conduits utilisés pour le cheminement des câbles.

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

La section individuelle des conducteurs des câbles sera déterminée suivant les règles de la NFC-15100, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension entre le champ photovoltaïque et l'entrée de l'onduleur qui ne devra pas excéder 1 % de la tension nominale en valeur relative pour un ensoleillement de 800 W/m².

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 1 % pour la puissance maximale délivrée par le champ photovoltaïque.

Les fils électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu le fil bleu sera la polarité négative ; en courant alternatif, phase : rouge / marron / noir, neutre : bleu, PE vert-jaune).

Les connexions électriques seront réalisées de manière à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion par suite par exemple, de traction exercée sur les câbles électriques.

Le cheminement des câbles électriques ainsi que leur fixation et celle des autres éléments comme par exemple les boîtes de dérivation, seront réalisés de manière à s'intégrer, au mieux, aux bâtiments concernés, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Coupure d'urgence

Dispositifs de coupure d'urgence permettant en une seule manœuvre, de couper en charge tous les conduits actifs.

Ces dispositifs devront être facilement reconnaissables et rapidement accessibles par le personnel d'exploitation de l'Etablissement et les services de sécurité.

Il sera prévu une coupure d'urgence réalisée par coffret bris de glace, agissant sur un système à manque de tension, de caractéristique adaptée au circuit sectionné et dont la bobine sera protégée contre les surintensités. Identification à prévoir :

« Attention – Présence de deux sources de tension : »

A – Réseau de distribution E.R.D.F.

B – Modules photovoltaïques

En lettre noir sur fond jaune.

Un panneau d'information inaltérable complétera l'affichage ci-dessus.

Il devra indiquer :

- Le plan synoptique de l'installation,
- La position des organes de coupure électrique DC et AC,
- Les parties du réseau en toiture restant sous tension permanente avec indication des voltage et puissance crête,
- Le danger persistant d'électrisation même après coupure des réseaux DC,
- L'interdiction de procéder à des « déconnexions en charge » des câbles électriques et connecteurs DC accessibles.

Coupure d'urgence suivant UTE 15712-1 – Voyant blanc.

Distribution de terre – Liaisons équipotentielles

Mise en place d'une liaison équipotentielle générale sur les ouvrages métalliques :

- Conducteur général de protection.
- Canalisations.
- Eléments métalliques des panneaux et structures de support.
- Eléments métalliques de la construction.
- Armoires basse tension.
- Armatures, supports, chemins de câbles.

Le conducteur d'équipotentialité sera réalisé à l'aide de conducteurs de protection conformes aux règles relatives à ces conducteurs (chapitre 543 de la NFC 15-100) et devra notamment avoir la même conductance que le conducteur principal de protection (section inférieure ou égale à la moitié du plus grand conducteur de protection de l'installation avec un minimum de 6 mm²).

Toutefois, la section pourra être limitée à 25 mm² si ces conducteurs sont en cuivre, ou à la section équivalente s'ils sont en autre métal.

Les liaisons seront réalisées par conducteur HO7 VU vert/jaune sous conduit ICD, raccordement par vis PARKER ou brasure.

NOTA : Les cadres des modules seront reliés à la terre par l'intermédiaire de cosses bimétal.

Protection contre les effets de la foudre

Afin de protéger l'installation contre les effets de la foudre, les prescriptions suivantes devront être mises en œuvre :

- Interconnexion des masses par câble cuivre nu de 25 mm² entre champ photovoltaïque et onduleur.
- Mise à la terre des masses
- Générateur photovoltaïque flottant
- Liaison champ photovoltaïque/ onduleur avec protection renforcée contrôleur permanent d'isolement intégré dans l'onduleur parafoudres sur circuit cc (en entrée onduleur)
- Parafoudres sur circuit CA (type diode zener adapté pour régime TT). Parafoudre type 2.

Le Télé-suivi

Un outil de monitoring devra être installé pour suivre le fonctionnement du générateur solaire photovoltaïque.

L'objectif est d'avoir une solution de supervision permettant l'exploitation optimisée de la centrale solaire photovoltaïque. Le but étant de détecter au plus tôt les dysfonctionnements de l'installation pour pouvoir, via une société de maintenance ou directement par le MOA, faire corriger les problèmes.

Une mesure des énergies produites et consommées (en Wh ou kWh, selon la taille des installations) est réalisée par compteur d'énergie et/ou par lecture directe des informations transitant par le port TIC des compteurs EDF.

La mesure de l'irradiation sur chaque pente équipée de panneaux photovoltaïques, ayant une orientation et une inclinaison différente respecte la norme NF EN 61724. Toutes les données sont relevées par pas de temps de 10 mn, puis cumulées ensuite en pas horaires et journaliers.

Un traitement et une analyse de ces données sont effectués pour détecter les dysfonctionnements de l'installation.

Le système de télé-suivi permet la visualisation des informations générales et des performances de l'installation. L'accès à ces données est réalisé via le portail internet "TECSOL PV ANALYTICS", visualisable aussi sur web mobile.

Un rapport annuel de la production de l'installation est rédigé et envoyé au Maître d'Ouvrage. Ces données sont archivées et disponibles. Pour des raisons de fiabilité et éviter les aléas liés à la multiplication de sites différents, la solution retenue consiste à stocker et héberger les données sur un serveur dédié du site de TECSOL.

Le service "TECSOL PV ANALYTICS" est adapté aux installations en autoconsommation totale et en revente totale. Le datalogger employé (Webdynsun) est équipé des trois entrées compteur TIC, et peut donc relever les 3 compteurs nécessaires :

- Production solaire totale PTs (kWh)
- Achat au réseau (kWh)
- Injection au réseau ou consommation totale (kWh).

La combinaison de ces trois données permet de déduire les différents ratios significatifs TCs, TUs et TPi. Ces ratios sont présentés en base journalière, puis mensuelle et annuelle.

Les données des onduleurs sont également collectées, permettant la détection précise de toute anomalie de fonctionnement.

14 - 6. MISE EN SERVICE, ESSAIS, RECEPTION, GARANTIES

Contrôle technique - Conformité

Le contrôle technique de l'opération sera réalisé par un organisme agréé dont les frais sont à charge du Maître d'Ouvrage.

L'entreprise sera tenue de fournir la main-d'œuvre nécessaire pour assister le Bureau de Contrôle au cours de ses travaux de vérification.

Elle devra donner le certificat de conformité de son installation et aura à sa charge toutes les démarches nécessaires, ainsi que les frais correspondants.

Vérifications et essais

En cours de travaux, chaque fois que cela sera nécessaire, et avant toute demande de réception, l'entrepreneur effectuera, sous le contrôle d'un représentant du Maître d'Ouvrage, les opérations suivantes, qui ont pour objet la vérification de la conformité de l'exécution aux prescriptions du marché, ainsi qu'aux normes et règlements.

En cours de travaux et avant toute demande de réception, l'entrepreneur effectuera les opérations qui ont pour objet la vérification de la conformité de l'exécution aux prescriptions du marché, ainsi qu'aux normes et règlements.

Ces vérifications porteront sur :

- Qualité des équipements.
- Fonctionnement des dispositifs de protection.
- Mesures d'isolement.
- Contrôle des mesures de protection contre les contacts indirects.
- Essais des divers asservissements et systèmes de sécurité.
- Bon fonctionnement des dispositifs avertisseurs.
- Tests d'alarmes et de dérangement.
- Bonne tenue des batteries des sources autonomes.
- Contrôle de conformité avec le présent descriptif.
- Contrôle de l'application des règlements.

L'entreprise devra fournir l'ensemble du matériel pour exécuter les différents essais de fonctionnement, ainsi que le personnel compétent pour la réalisation de ces essais.

Les essais seront réalisés en présence d'un organisme officiel.

Les frais afférents seront à la charge de l'entreprise, sauf stipulation contraire.

Attestations de fonctionnement de l'AQC

Dans le cadre de leurs chantiers, les entreprises effectuent des essais de fonctionnement sur leurs installations techniques.

Cette action permet d'éviter les pertes de temps pour corriger d'éventuelles malfaçons.

Les résultats de ces essais sont consignés dans les attestations d'essais de fonctionnement de l'AQC. Chaque attestation est autonome et précise :

- A qui s'adressent ces attestations,
- L'objectif et la nature des essais de fonctionnement,
- Le mode d'emploi et l'enregistrement des essais,
- Des prérequis aux essais, leur planification et les lieux de leur réalisation,
- Des équipements sur lesquels portent les essais,
- Les appareils de mesure nécessaires,
- La description des essais.

Réception

La réception des installations sera prononcée conformément aux dispositions prévues dans le CCTP, et sous réserve :

- De la conformité de l'installation au présent descriptif et aux règlements en vigueur.
- De la levée de l'ensemble des réserves ayant pu être formulées.
- De la mise en œuvre satisfaisante des essais.
- De la fourniture des pièces citées aux articles ci-avant.
- De la fourniture en trois exemplaires des plans et schémas de récolement dont un contre-calque.

Garantie

Tout le matériel est garanti conformément à la réglementation en vigueur.

- Dans l'année qui suit la réception des travaux : **garantie de parfait achèvement**

La garantie de parfait achèvement impose à l'entrepreneur de réparer tous les désordres (vices cachés et défauts de conformité) signalisés au cours de l'année qui suit la réception des travaux, quelles que soient leur importance et leur nature.

- Dans les 2 ans qui suivent la réception des travaux : **garantie biennale**

La garantie biennale impose à l'entrepreneur de réparer ou remplacer, pendant une durée minimale de 2 ans après la réception, tout élément d'équipement qui ne fonctionne pas correctement.

Toutes les installations sont garanties conformes aux règles de l'Art et au projet d'exécution accepté par le Maître d'œuvre.

Au cours de cette période, l'entrepreneur sera tenu de rectifier tous les défauts de fonctionnement qui apparaîtraient.

Il sera totalement responsable des incidents ou dégradations qui pourraient se produire du fait de non-fourniture, en temps utile, des documents d'exploitation ou du fait d'erreurs contenues dans ces pièces.

L'entrepreneur garantit en outre que l'installation qu'il a réalisée correspond aux différentes caractéristiques qu'il a énoncées dans sa proposition et qu'il remettrait cette installation en conformité si l'exploitation révélait une non-concordance susceptible de nuire à la bonne économie du système.

La responsabilité de l'adjudicataire à l'égard du M.O. et des tiers n'est en rien diminuée par l'existence du projet type établi par le BET et définissant les bases du projet d'exécution dont la mise au point définitive sera effectuée par le titulaire du lot aussi complètement qu'il le jugera nécessaire.